

企業規模와 研究開發投資에 관한 研究^A

梁峻模^B · 兪承勳^C · 李大植^D · 池星權^E

논 문 초 록 :

본 연구는 국가혁신체제의 효율화를 위한 선행과제로서 기업규모와 연구개발투자의 상호연관관계를 이론적으로 규명하고자 한다. 金秉洙(1992), 김종일(1995), 李丙基(1992), 張眞圭 · 金基國(1993), 張眞圭 · 安斗鉉(1992) 등의 실증적 분석을 통하여 대체로 입증된 경험적 사실들을 이론적 모형을 통하여 설명하고자 한다. 이러한 경험적 사실에 대하여 Cohen · Klepper (1996)는 연구개발투자의 비용분담이론을 바탕으로 접근하고 있으나 본 연구에서는 기업의 내생적 선택이론을 바탕으로 접근하고 있다. 본 연구에서는 기업의 규모와 연구개발투자는 대체로 비례하며, 연구개발투자가 커짐에 따라서 그 생산성이 작아지는가의 여부는 기술여건 등 여러 조건에 의하여 결정된다는 것을 밝혔다. 또한 동태모형을 통하여 경기변동과 연구개발투자, 연구개발의 생산성, 그리고 총요소생산성 등의 관계를 규명하였다.

핵심주제어: 연구개발투자, 총요소생산성, 내생적 기술충격
경제학문헌연보 주제분류: O3, O4, E0

I. 서 론

본 연구의 목적은 국가혁신체제의 효율성을 증가시키기 위한 방안을 모색하기 위하여 기업규모와 연구개발투자의 관계를 이론적으로 규명하는 것이다. 기업규모와 연구개발투자의 실증적 관계를 살펴보면 대체로 기업규모가 커질수록

A) 본 논문은 1996년 한국학술진흥재단의 중점연구소 지원과제 연구비에 의하여 연구된 “21세기 부산광역시 지역경제의 내발적 발전과 지역 이노베이터 육성전략”의 제4 세부과제 “지역경쟁력강화를 위한 지역기업혁신전략”의 일부분을 수정보완한 것이다.

B) 부산대학교 상과대학 경제학과 조교수

C) 부산대학교 상과대학 무역학과 부교수

D) 부산대학교 상과대학 경제학과 부교수

E) 부산대학교 상과대학 경영학부 부교수

기업의 연구개발투자는 활발해지는 것으로 나타나고 있다. 金秉汶(1992)의 연구에 의하면 기업규모가 클수록 연구개발활동이 더욱 활발하고 기업규모에 대한 기술개발탄력성이 소기업이나 대기업 모두 1보다 작은 것으로 나타났다. Nahm(1996)의 비모수적인 추정법에 의한 연구결과에서도 매출액과 연구개발투자의 양(+)의 관계를 보이고 있다. 반면에 기업의 규모와 효율성의 관계에 관하여는 다소 상반된 연구결과가 나오고 있다. 이병기(1992)는 기업규모별 총요소생산성 측정을 시도하여 1974년에서 1989년 동안에 대기업의 총요소생산성 증가율은 4.04인 데 비하여, 중소기업의 경우는 10.43으로 중소기업의 총요소생산성 증가율이 더 큰 것으로 나타났다. 또한 이 기간뿐만 아니라 다양한 기간과 다양한 산업에서도 대체로 중소기업의 총요소생산성이 큰 것으로 나타나고 있다. 韓光鎬 · 金相鎬(1996)의 실증연구는 이와는 달리 기업의 규모가 클수록 생산의 기술적 효율성이 증가한다는 경험적 사실을 제시하고 있다. 따라서 이에 대한 명확한 이론적 규명이 필요하다고 하겠다.

그러나 張眞圭 · 金基國(1993), 張眞圭 · 安斗鉉(1992) 등의 연구개발투자의 생산성에 관한 실증적인 연구, 그리고 김종일(1995)의 총요소생산성의 측정방법에 관한 연구 등 많은 실증연구에도 불구하고 이론적 연구는 그다지 진전되지 못하고 있다. Cohen · Klepper(1996)는 연구개발의 비용분담이론을 바탕으로 하여 기업규모와 연구개발투자의 연관관계를 규명하였고, Kortum · Eaton(1995)은 기술혁신과 확산의 多國模型을 제시하고 생산성 증가의 원인을 규명하였다. 본 연구는 다음과 같은 점을 염두에 두고 차별화된 이론적 연구를 진행시켜 기업규모와 연구개발투자 그리고 생산성의 관계를 밝히고자 한다.

첫째, 연구개발에 관한 연구는 기본적으로 내생적인 선택이론을 바탕으로 수행되어야 할 것이다. Romer(1990)는 이러한 점에서 연구의 출발점을 제시하고 있으나 보다 다양한 형태로써 개별기업의 상호연관관계를 전제하고 이론을 전개하여야 할 것이다.

둘째, 연구개발투자의 성과를 어떻게 처리하는가 하는 점이다. 연구개발은 기본적으로 불확실하다는 점이 간과되어서는 안 된다. 연구개발의 시행착오, 파기 또는 연구개발의 불연속성으로 인한 실패 등이 어떠한 형식이든 연구개발의 모형 속에 내재되어야 할 것이다.

셋째, 개별적인 기업의 연구개발행태뿐만 아니라 기업 간의 상호작용도 전제

되어야 하겠다. 기업 간 기술혁신의 파급은 두 가지 점에서 조심스럽게 다루어져야 한다. 하나는 연구개발의 성과가 과연 전유성(appropriability)을 갖고 있는가 하는 점이고, 다른 하나는 산업조직적 측면에서의 전략적 보완성 문제이다.

기업 간 기술혁신의 파급에 관한 가장 단순한 형태의 가정은 연구개발의 성과가 비배제적(non-excludable)이고 비경합적이어서 공공재적인 성격을 띠는 것이다. 이러한 경우에 개별기업의 선택은 사회적으로 볼 때, 항상 파레토최적을 이룰 수는 없을 것이다. 그러나 이러한 단순한 형태만을 상정하고 정책방안을 제시하는 것은 매우 위험한 일이 아닐 수 없다. 대부분 연구개발의 성과는 법적인 장치를 통하거나 기업이 영업기밀을 유지하려는 노력에 의해서 다른 기업의 기술을 모방하는 것이 원칙적으로 장애를 받는 경우가 대부분이어서 어느 정도의 배제적인 성격을 갖고 있다. 따라서 본 연구는 전유성을 가정하고 기본적인 논의를 진행하고자 한다.

본 연구는 이러한 연구의 가이드라인을 최대한 수용하여 실증연구 등에서 제시된 가설에 대한 이론적 모형을 수립하고자 한다. 제 II 절에서는 우리 나라의 연구개발자료를 이용하여 본 연구에서 다루고자하는 논점을 부각시킨다. 제 III 절에서는 이론적 모형을 설정하고 이를 바탕으로 다양한 실험을 한다. 제 IV 절에서는 사회적 후생의 측면과 국가혁신체제의 효율화를 위한 본 연구결과의 적용방안에 대하여 논의한다.

II. 몇 가지 경험적 사실

연구개발투자의 목적은 기본적으로 생산성을 증가시킴으로써 기업차원에서는 기업이익을 증가시키는 것이고, 국가혁신의 차원에서 보면 국민소득의 증가로 인한 사회후생을 증진시키는 것이다. <표 1>은 주요국의 국민총생산 대비 연구개발비의 비율을 제시하고 있다. 대체로 경제성장과 더불어 연구개발비는 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 한국, 대만 등은 지난 10여년 간 연구개발비가 경제성장속도 이상으로 증가하고 있다. 독일의 경우, 1975년의 2.30% 정도에서 지속적으로 증가하여 1985년에는 2.77%, 그리고 1987년에는 2.88%까지 상승하였다가 1990년에는 2.72%로 하락하였다. 일본의 경우에도 독일의 추세 변화와 비슷하게 전개되어, 1975년의 약 2.20%에서 상승하였다가 1987년

〈표 1〉 主要國의 GNP 對比 研究開發費 比率 推移

(단위: %)

연도	국별 Germany	일본 Japan	미국 U.S.A	프랑스 France	한국 Korea	대만 Taiwan	중국 China
1975	2.30	2.20	1.72	1.78	-	-	-
1980	-	2.29	1.91	1.81	0.77	-	-
1985	2.77	2.69	2.49	2.27	1.58	1.01	1.59
1990	2.72	2.64	2.78	-	1.95	1.65	0.64
1992	2.51	2.60	2.72	2.44	2.17	1.70	0.72

자료: 韓國生産技術振興協會(1995), p. 3에서 재구성.

2.82%를 정점으로 지속적으로 하락하여 1992년에는 2.60%를 나타냈다. 이에 반하여 미국, 프랑스, 한국 그리고 대만의 경우에는 큰 변화 없이 지속적인 상승을 보였다. 미국의 경우 1975년 1.72%에서 1992년에 2.72%로 상승하였으며, 프랑스의 경우에도 각각 1.78%에서 2.44%로 상승하였다. 한국의 경우에는 1980년 0.77%에서 1992년에는 2.17%로 증가하여 이른바 선진국수준에 육박하였고, 대만의 경우에도 1981년 0.93%에서 1992년 1.70%로 증가하는 등 대부분의 나라가 경제성장률보다 연구개발투자가 상대적으로 더 증가하는 현상을 보였다. 그러나 중국의 경우에는 이와 반대로 국민총생산 대비 연구개발비의 비율이 1985년 1.59%에서 1992년의 0.72%로 오히려 하락하는 현상을 보였다. 이러한 자료로부터 연구개발비는 경제성장이 진행됨에 따라 증가하지만 그 증가속도는 국가별로 상이한 특색을 지니고 있다는 점을 알 수 있다.

이와 같이 상이한 국가별 연구개발투자행태를 다음과 같은 두 가지 관점에서 설명할 수 있다. 우선 한 국가의 산업구조적 측면에서 경제성장과 연구개발투자의 관계를 설명할 수 있다. 즉, 산업별 연구개발투자의 비율이 상이하고 경제성장에 따라 연구개발투자가 상대적으로 많이 요구되는 산업의 비중이 증가할수록 연구개발투자의 비중이 증가할 것이다. 朴容兌 外(1994) 등 많은 연구에서 산업별 기술혁신의 특성 및 연구개발의 행태가 서로 상이하다는 것이 밝혀져 있다. 따라서 이러한 연구를 바탕으로 산업별 연구개발의 비중 및 총체적 연구개발비중과 산업구조의 변화를 실증적으로 살펴봄으로써 이에 대한 연구를 진행시킬 수 있다. 본 연구에서는 이러한 산업구조적인 접근보다는 총체적 생산함수(aggregate production function)의 형태와 연결지어 접근하고자 한다. 국민총생산과 연구개발비의 역수로 정의된 연구개발투자의 생산성이 국가마다 상이

〈표 2〉 主要國의 産業體 R&D投資 집중도

구분 \ 국별	한국 Korea (억 원, 100 Million ₩)		미국 U.S.A (억 달러, 100 Million \$)		일본 Japan (억 엔, 100 Million ¥)	
	1992	1993	1986	1987	1992	1993
上位 5개社 R&D投資額(A)	10,923	13,654	140.2	145.5	16,321	14,964
上位 10개社 R&D投資額(B)	14,170	17,631	187.2	195.3	25,338	23,127
上位 15개社 R&D投資額(C)	-	-	220.8	231.9	-	-
上位 20개社 R&D投資額(D)	18,039	22,749	246.7	261.7	34,684	31,934
全體投資額(E)	36,258	43,977	806.3	855.0	95,607	90,536
A/E(%)	30.1	31.0	17.4	17.0	17.1	16.5
B/E(%)	39.1	40.1	23.2	22.8	26.6	25.5
C/E(%)	-	-	27.4	27.1	-	-
D/E(%)	49.8	51.7	30.6	30.6	36.3	35.3

자료: 韓國生産技術振興協會(1995), p. 45에서 재인용.

하고 또한 한 국가 내에서도 시기별로 이러한 연구개발투자의 생산성이 상이한 것은 우선 총체적 생산함수의 형태로부터 설명될 수 있다. 연구개발투자로부터 경제성장이 유도되는 경로는 연구개발투자가 총요소생산성을 증가시키는 경우와 각 생산요소의 투입을 증가시키도록 유도하는 경우이다. 제Ⅲ절에서 대표적 기업의 생산함수를 이용하여 각국의 다양한 연구개발형태를 설명하고자 한다.

다음으로 본 연구가 관심을 갖고 있는 것은 기업규모와 연구개발투자의 관계이다. 만약 기존의 연구성과에서 나타난 것처럼 기업규모가 클수록 총요소생산성이 감소한다면 왜 대기업일수록 연구개발활동이 활발하느냐에 대한 일반적인 설명이 필요하다. 우선 연구개발이 몇몇 기업에 의하여 집중되어 수행되고 있는 현상에 대하여 살펴보자. 〈표 2〉는 한국, 미국 그리고 일본의 산업체 연구개발투자의 집중도를 보여 주고 있다. 경제성장률이 높은 한국은 미국과 일본에 비하여 연구개발의 절대액의 규모는 매우 작으나 집중도에 있어서는 양국의 집중도를 훨씬 상회하고 있다. 상위 5개사가 차지하는 연구개발투자액의 비중을 볼 때, 한국은 1993년에 31.0%인 데 반하여 미국의 경우는 1987년에 17.0%, 일본의 경우는 1993년에 16.5%이다.

이러한 사실은 상대적으로 한국의 연구개발활동이 몇 개의 기업중심으로 더욱 집중되어 있다는 것이며, 미국과 일본의 경우도 상위 5개사 연구개발투자액 비중이 17~16%를 상회하는 집중도를 나타내고 있다. 다시 말하면, 정도의 차이는 있지만 각국의 연구개발은 상당한 정도로 집중되어 있다고 볼 수 있다.

〈표 3〉은 산업체의 업종별·용도별 연구개발비를 나타낸 것이다. 산업에 따

라 다소의 차이가 있지만 대체로 종업원수를 기준으로 대기업으로 분류된 기업들이 연구개발에 더 많은 투자를 하고 있다는 사실을 알 수 있다. 그러나 조립금속, 전기기계 그리고 의료 및 정밀기계의 경우에는 300인 미만의 중소기업의 연구개발투자가 상대적으로 더 큰 것으로 나타나고 있다. 전산업을 대상으로 보았을 경우에는 제품관련 투자이든 아니면 공정관련 투자이든 간에 대기업의 연구개발투자가 중소기업보다 6~7배 이상으로 수행되고 있지만, 이러한 현상은 업종별로 다소 상이할 수 있다는 점을 간과해서는 안 된다. 생산함수의 성격상 연구개발투자가 다른 생산요소의 투자보다 중요한 경우에는 기업의 규모와 관련없이 상대적으로 연구개발투자가 활발할 수 있다. 그러나 여기서 분명히 구별해야 될 것은 다른 조건이 일정할 경우, 즉 동일 업종에서 기업규모가 커질수록

〈표 3〉 産業體の業種別, 用途別 研究開發費(1993) (단위: 百萬 원, Million W)

區分 産業別	計 Total			製品關聯 Goods Related			工程關聯 Process Related		
	大企業 (A)	中小 企業(B)	(A)/(B)	大企業 (A)	中小 企業(B)	(A)/(B)	大企業 (A)	中小 企業(B)	(A)/(B)
全産業	3,810,384	587,322	6.49	3,011,673	483,115	6.23	789,711	104,207	7.66
農林水産業	2,794	6,935	0.40	483	6,864	0.07	2,311	71	32.55
鑛業	11,882	0	-	4,697	0	-	7,185	0	-
製造業	3,209,839	386,774	8.30	2,731,235	310,745	8.79	478,604	86,009	6.30
飲食料品	86,539	33,859	2.56	70,630	31,251	2.26	15,909	2,608	6.10
纖維・衣服	56,165	4,035	13.92	43,577	3,701	11.77	12,588	334	37.69
펄프・종이	14,620	3,959	3.69	11,495	3,322	3.46	3,125	637	4.91
化學製品	502,612	83,444	6.02	389,124	63,378	6.14	113,452	20,066	5.65
非金屬礦物	41,642	4,168	9.99	31,497	2,451	12.85	10,145	1,717	5.91
第1次金屬	53,240	19,009	2.80	38,410	14,302	2.69	14,830	4,707	3.15
組立金屬	9,000	20,230	0.44	7,304	14,343	0.51	1,696	5,887	0.29
機械製造業	165,477	47,750	3.47	134,998	37,297	3.62	14,139	10,453	1.35
事務・會計機械	55,207	17,039	3.24	50,386	15,102	3.34	4,821	1,937	2.49
電氣機械	49,438	57,013	0.87	38,138	44,544	0.86	11,300	12,469	0.91
映像・通信裝備	1,344,628	48,279	27.5	1,203,403	39,590	30.40	141,225	8,689	16.25
醫療・精密機械	4,863	16,384	0.30	4,133	14,625	0.28	730	1,759	0.42
運輸裝備	832,669	24,392	34.14	701,854	20,274	34.61	131,085	4,118	31.83
其他 製造業	10,079	7,213	1.40	6,556	6,585	1.00	3,523	628	5.61
建設業	284,207	23,165	12.27	124,779	11,407	10.94	159,428	11,755	13.56
技術・서비스業	56,511	141,602	0.40	12,652	126,216	0.10	43,859	15,386	2.85
其他 産業	245,151	28,849	8.50	137,827	27,863	4.95	107,324	986	108.85

주: 大企業은 從業員數 300인 이상 기업이며 中小企業은 300인 미만 기업임.
 자료: 韓國生産技術振興協會(1995), p. 65에서 재구성.

연구개발투자가 줄어들 수 있는가 하는 문제이다. 〈표 3〉의 해석에서 업종에 따라서는 중소기업이 대기업보다 활발히 연구개발투자를 하고 있으나 이것은 두 가지 효과가 결합되어 나타난 결과이다. 첫째는 업종에 따라 기술조건 등의 요인으로 인하여 중소기업이 대기업보다 효과적으로 시장의 변화에 대처할 수 있고 이에 따라 대기업보다 중소기업의 경우 연구개발투자의 비중이 더 클 수 있으며, 둘째는 연구개발활동의 생산성이 기업규모의 증가에 따라 증가할 수 있기 때문이다. 따라서 〈표 3〉에 대한 정확한 해석을 위해서는 연구개발투자의 생산성 내지 효율성에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

앞의 논의를 정리하면 첫째, 경험적으로 경제가 성장하면서 국민총생산대비 연구개발비의 비중은 대체로 상승하나 그 정도는 나라마다 상이하다. 둘째, 산업별로 중소기업과 대기업의 연구개발투자 비중이 다르며 이것은 기업 간 서로 다른 연구개발유인체제가 존재하고 있음을 보여 주고 있다. 셋째, 연구개발투자의 형태는 산업별로 서로 상이하다. 산업별 또는 기업별로 상이한 기술체제가 존재하므로 이에 따른 연구개발투자의 유인체제를 연구하여 연구개발투자와 기업규모와 산출량의 관계들을 규정하는 조건을 규명할 필요성이 제기된다. 넷째, 〈표 1〉에서와 같이 연구개발투자가 시간이 지남에 따라 변화하고 있으므로 동태적인 측면에서 연구개발투자의 변동유인을 고찰할 필요가 있다. 동일한 기술조건하에서도 연구개발투자가 시간에 따라 변동할 수 있으며, 이러한 현상으로부터 내생적 경기변동을 설명할 수 있을 것이다. 제Ⅲ절에서는 정태모형과 동태모형을 제시하여 경험적 사실에서 제기된 연구개발투자의 상이성을 야기하는 원인과 총요소생산성과 연구개발투자의 효율성 관계를 규명하고 내생적 경기변동에 대한 연구개발투자의 역할을 고찰하고자 한다.

Ⅲ. 模 型

1. 기술과 기업규모 그리고 연구개발투자

서론에서 지적된 모형설정의 가이드라인을 충족시키기 위해서는 우선 기업이 연구개발투자의 성과를 사전에 알 수 없는 불확실한 상황을 전제하여야 한다. 즉, 연구개발의 투자가 실패하거나 사후적으로 개발된 기술이 시장성이 전혀 없는 경우 등을 모형 안에서 처리하지 않으면 안 된다. 본 연구에서는 연구개발투

자가 성공하면 기업의 총요소생산성이 그렇지 않은 경우보다 상대적으로 증가한다는 가정을 도입함으로써 앞에서 지적된 연구개발의 특수성을 모형화하고자 한다. 기업 i 는 다음 〈가정 1〉과 〈가정 2〉에서 정의되는 연구개발의 성공확률과 그에 따른 생산함수를 갖고 있으며, 기업 i 는 이윤을 극대화하기 위하여 연구개발투자액을 결정한다고 하는 가장 단순한 형태의 모형을 상정하자.

〈가정 1〉 연구개발에 R_i 만큼의 연구개발투자액을 투자할 경우, 이러한 연구개발투자가 성공할 확률 $p(R_i)$ 는 다음과 같이 주어진다.

$$p(R_i) = 1 - e^{-R_i}, \quad R_i > 0.$$

〈가정 2〉 연구개발투자(R_i)가 $p(R_i)$ 의 확률로 성공하면 기업의 생산함수는 $A_i k^{\alpha_i}$ (k 는 자본이고 $0 < \alpha_i < 1$, $A_i > 1$ 임)로 결정되고 성공하지 못하면 기업의 생산함수는 k^{α_i} 로 결정된다.

〈가정 1〉의 경우, 연구개발의 성공확률이 특수한 형태를 지니고 있는 것은 본 연구의 결과를 일반화하는 데 아무런 지장을 주지 않는다. 성공확률의 함수가 연구개발투자액에 따라 증가하는 증가함수이어야 하고 치역이 0과 1 사이에 있어야 한다는 제한을 만족한다면 다른 함수를 사용하여도 연구결과는 변하지 않는다. 〈가정 2〉는 다음과 같은 특색을 갖고 있다. 첫째, A_i 는 연구개발의 성공에 따른 상대적 생산성을 의미한다. 따라서 정의상 1보다 큰 값을 갖는다. 둘째, 생산요소 중에서 노동이 생략되어 있다는 점이다. 물론 노동의 양이 1로 고정되어 있다고 볼 수도 있으나, 생산량이나 자본의 양이 노동 1단위로 측정되었다고 해석하여도 동차함수의 가정과 함께 고려된다면 무방하리라고 생각된다. 셋째, α_i 는 자본분배율로 나타낸 기업의 기술조건으로 해석될 수 있으며 연구개발투자와 자본의 한계생산성을 결정하는 데 중요한 역할을 한다.

이러한 가정과 함께 각 기업은 다음과 같이 정의되는 기대이윤함수($E(\pi_i)$)를 극대화하는 연구개발투자와 자본의 양을 결정할 것이다.

$$\max_{k, R_i} E(\pi_i)$$

$$\text{단, } E(\pi_i) = \hat{A}_i k^{\alpha_i} - R_i, \quad \hat{A}_i = p(R_i)A_i + (1 - p(R_i))$$

〈가정 3〉 자본의 임대비용인 r_k 는 상품가격을 1로 정규화하여 상대적으로 결정된 임대비용이며 연구개발투자의 비용은 상품으로 표시된 실질비용이라고 가정한다. 또한 상품시장과 요소시장은 완전경쟁시장이라고 가정한다.

이러한 단순한 부분균형모형을 통하여 기업의 규모, 즉 기업의 생산량과 연구개발투자의 관계를 규정하는 조건을 규명하고자 한다. 이를 위하여 다음과 같은 연구전략을 선택하였다. 첫째, 기업은 이윤극대화를 위하여 매 시점에서 최적 자본과 최적연구개발투자를 결정한다고 가정하고 이윤극대화를 위한 조건과 해의 존재성에 관하여 논의한다. 둘째, 연구개발투자와 기대총요소생산성(expected total factor productivity), 그리고 연구개발투자의 생산성 관계를 규정하는 조건을 규명하고, 셋째 생산기술의 변화 등과 같은 외부적 요인이 변화할 경우에 체계적으로 연구개발투자가 변화하고 그 생산성도 변화함을 밝힘으로써 자료에서 분석된 경험적 사실들을 설명한다.

우선 기업의 내생적 선택이론에 입각한 최적 연구개발투자의 선택을 살펴보자. 이윤극대화를 위한 일차조건은 다음과 같이 주어진다.

$$a_i \hat{A}_i k^{a_i-1} = r_k \quad (1)$$

$$k^{a_i} \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i} = 1 \quad (2)$$

식 (1)은 최적자본의 고용에 관한 식으로서 자본의 기대한계생산(expected marginal product of capital)이 자본의 임대비용과 동일하여야 한다는 조건식이고, 식 (2)는 연구개발의 기대한계생산(expected marginal product of R&D)과 그 비용이 일치하여야 한다는 조건식이다.⁶⁾

식(1)과 식(2)로부터 이윤극대화를 달성하는 자본과 연구개발투자의 양을 결정할 수 있다.⁷⁾ 우선 첫번째 질문은 과연 두 식으로부터 최적자본과 연구개발투자가 존재하겠는가 하는 해의 존재문제이다. 직관적으로 이러한 질문에 접근한다면 두 식을 선형함수로 근사시켜서 문제를 단순화하였을 경우 서로 다른

6) 여기서 연구개발투자의 단위비용과 생산물의 가격이 같다고 정규화되어 있음을 유의하기 바란다.

7) 2차 조건은 충족된다고 가정한다.

기술기를 갖고 있다면 적어도 해가 존재할 가능성이 있을 것이다.⁸⁾ 두 식의 연구개발투자와 자본의 기술기를 계산하면 다음과 같다.

$$\text{식 (1)로부터 } \frac{dR_i}{dk} = \frac{(1-\alpha_i)\hat{A}_i}{k \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i}} > 0.$$

$$\text{왜냐 하면, } \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i} = (A_i - 1)e^{-R_i} > 0.$$

$$\text{식 (2)로부터 } \frac{dR_i}{dk} = \frac{\alpha_i}{k} > 0.$$

따라서 최적연구개발투자와 자본이 존재할 수 있는 가능성이 항상 존재한다. 최적자본(k^*)과 최적연구개발투자(R_i^*)를 다음과 같이 정의하자.

$$R_i^* = f(\partial_i, A_i, r_k) \quad (3)$$

$$k^* = g(\partial_i, A_i, r_k) \quad (4)$$

연구의 다음 단계로서 기업수준에서의 연구개발투자와 기대총요소생산성의 관계에 관하여 살펴보자. 기본적으로 연구개발투자가 증가하면 총요소생산성이 증가할 수 있는 확률이 증가하기 때문에 그 기대값은 증가한다. 그러면 총요소생산성의 탄력성은 어떠한 요인에 의하여 결정될 것인가? 최적연구개발투자와 자본에서 평가한 기대총요소생산성의 연구개발투자탄력성은 다음과 같이 정의된다.

$$\frac{R_i}{\hat{A}_i} \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i} \quad (5)$$

식 (1)과 식 (2)를 이용하여 식 (5)를 구하면 다음과 같다.

$$\left. \frac{R_i}{\hat{A}_i} \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i} \right|_{optimum} = \frac{R_i^*}{\hat{A}_i k^{*\alpha_i}} \quad (\text{식 (1)에서})$$

8) 물론 그 해가 경제적인 의미를 가질 수 있겠는가 하는 문제는 여전히 상존한다.

$$= \frac{\alpha_i}{r_i} \frac{\dot{R}_i}{k^*} \quad (\text{식 (2)에서})$$

$$= \frac{\alpha_i}{r_i} \frac{f(\alpha_i, A_i, r_k)}{g(\alpha_i, A_i, r_k)} \quad (\text{식 (3)과 식 (4)에서})$$

기대총요소생산성의 연구개발탄력성은 연구개발투자의 수준 자체에도 영향을 받을 수 있지만, 궁극적으로는 기업의 생산기술에 의해 영향을 받는다는 점을 주의 깊게 살펴볼 필요가 있다.

지금까지는 총요소생산성의 기대값이 자본과 연구개발투자가 최적적(optimally)으로 결정될 경우에 어떻게 결정되는가를 고찰하였다. 다음으로는 기업 수준에서의 연구개발투자와 그 자체의 기대생산성과의 관계를 규정하는 조건을 규명하고자 한다. 기업수준에서의 연구개발투자의 기대생산성은 다음과 같이 정의된다.

$$\frac{\hat{A}_i k^{\alpha_i}}{R_i} \quad (6)$$

생산성의 측정은 여러 가지로 할 수 있으나 여기서는 일반적으로 사용되는 생산량과 요소투입의 비율로 정의하였다.⁹⁾ 따라서 연구개발의 기대생산성이 연구개발투자가 증가하면서 증가할 것인지 아니면 감소할 것인지는 식(6)이 연구개발투자에 의하여 증가하는가의 여부로 알 수 있다. 식(6)을 단조증가변환하여 연구개발투자와의 관계를 살펴보면, 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial R_i} \ln \left(\frac{\hat{A}_i k^{\alpha_i}}{R_i} \right) &= \frac{\partial}{\partial R_i} [\ln \hat{A}_i + \alpha_i \ln k - \ln R_i] \\ &= \frac{1}{\hat{A}_i} \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i} + \alpha_i \frac{\partial \ln k_i}{\partial R_i} - \frac{1}{R_i} \\ &= \frac{1}{R_i} \left[\frac{R_i}{\hat{A}_i} \frac{\partial \hat{A}_i}{\partial R_i} + \alpha_i \frac{\partial \ln k_i}{\partial \ln R_i} - 1 \right] \end{aligned}$$

9) 대체로 이러한 비율이 실질단위로 측정되었을 경우 효율성이라는 개념으로 사용되고 있는데 여기서는 산출물의 가격과 연구개발투자의 가격이 같도록 정규화하였으므로 생산성과 효율성의 개념이 혼용되고 있다.

$$= \frac{1}{R_i} \left(\frac{R_i}{k} \frac{\partial k}{\partial R_i} - 1 \right)$$

왜냐하면, 식 (1)에서 양변에 로그를 취하고 $\ln R_i$ 로 미분하게 되면 다음이 성립하기 때문이다.

$$\frac{\partial \ln \hat{A}_i}{\partial \ln R_i} = (1 - \alpha_i) \times \frac{\partial \ln k}{\partial \ln R_i}$$

따라서 연구개발투자의 생산성은 자본의 연구개발탄력성에 의존한다. 연구개발투자의 증가에 따른 자본고용의 증가가 탄력적일 경우에 연구개발투자의 생산성은 증가하고 그렇지 않으면 감소한다. 여기서 자본고용의 탄력성이 연구개발투자의 생산성을 결정한다는 점에서 최적자본의 고용이 절대적으로 크다고 해서 반드시 연구개발투자의 생산성을 증가시키는 것은 아님을 알 수 있다.

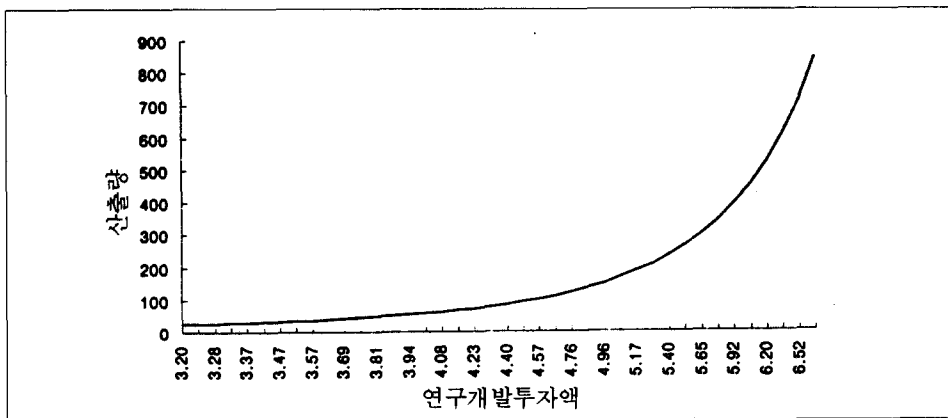
기본적으로 연구개발투자의 증가는 두 가지 경로를 통하여 연구개발투자의 기대생산성을 증가시킨다. 첫째, 연구개발투자는 직접적으로 총요소생산성을 증가시킴으로써 연구개발투자의 생산성을 증가시킬 수 있다. 둘째, 연구개발투자의 증가가 최적적으로 이루어진 것이라고 한다면 자본의 고용 또한 외부조건의 변화에 따라 조정되어야 할 것이고, 연구개발투자와 자본의 증가가 동시에 일어나는 경우가 대부분일 것이다. 결국 연구개발투자의 생산성을 결정하는 요인은 외부환경변화에 의하여 야기된 최적연구개발투자의 증가가 과연 탄력적으로 자본의 최적고용을 증가시키고 부가적으로 얼마나 생산량을 증가시킬 수 있는가하는 것이다. 따라서 구체적 분석없이 연구개발투자의 실증분석에서 나타난 경험적 사실들을 일반화하여 정책을 수립할 경우에는 많은 문제점이 야기된다고 하겠다.

지금까지 정태분석의 연구과제로서 해의 존재성과 연구개발투자와 총요소생산성 그리고 연구개발투자의 생산성(효율성)에 관하여 논의하였다. 이제 세 번째 과제로서 연구개발투자액과 산출량의 관계 그리고 기업의 기술조건과 연구개발투자액의 관계에 대하여 살펴보자. 이를 위하여 A_i 가 모든 기업에 대하여 동일하다는 가정을 한 후에 α_i 를 0.1에서 0.5까지 변화시킴으로써 최적연구개발투자와 최적자본의 고용을 식 (1)과 식 (2)를 이용하여 수치해석적으로 풀어 보았다. <그림 1>과 <그림 2>는 α_i 가 증가하였을 경우에 자본의 고용과 연구개발투자의 관계가 어떻게 변화하는지를 잘 보여 주고 있다.

기본적으로 α_i 가 증가함에 따라 자본의 한계생산성이 증가하고 이에 따라 자본의 고용은 증가할 것이다. 뿐만 아니라 연구개발투자의 기대한계생산을 증가시킴으로써 연구개발투자도 증가시킬 것이고 이러한 관계로 인하여 연구개발투자액과 산출량은 양(+)의 관계를 갖는다. 〈그림 1〉은 이러한 관계를 잘 나타내 주고 있으며, 통계자료의 분석에서 나타났듯이 대부분의 대기업의 연구개발투자가 중소기업보다 활발하다는 사실도 이를 통해서 이해할 수 있다.¹⁰⁾

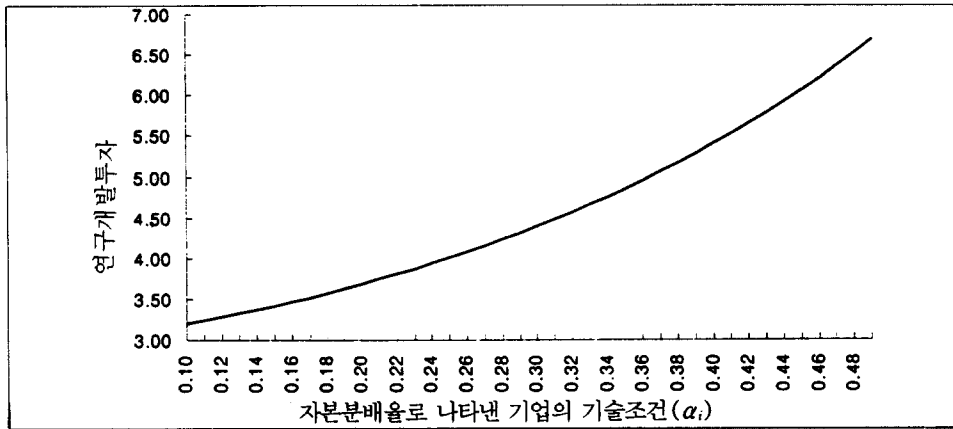
또한, 〈그림 1〉에서 연구개발투자가 일정 수준 이하에서는 연구개발투자가 증가함에 따라 산출량의 증가가 완만하게 진행되다가 일정 수준을 넘어서게 되면 급격하게 산출량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 연구개발투자가 일정 수준을 상회하면 생산량대비 연구개발투자액의 비율이 감소함을 의미하며 연구개발투자의 생산성이 연구개발투자의 규모가 커짐에 따라 증가하는 것을 나타내고 있다. 이러한 현상을 각국의 국민총생산과 연구개발투자의 관계로 확장하여 해석할 수 있다. 즉, 각국의 기업들이 동일한 생산기술을 보유하고 있다는 가정과 완전경쟁시장의 가정, 그리고 일차동차 생산함수의 가정 등 몇 가지 추가적인 가정을 하면, α_i 가 일국의 자본과 노동분배율과 관계가 있음을 보일 수 있다.

〈그림 1〉 연구개발투자액과 산출량의 관계



10) 여기서 논의된 효과가 본 연구에서 가정된 생산함수의 특수성에 의하여 규정된 것인가하는 의문이 제기될 수 있다. 그러나 자본 이외의 생산요소를 추가하여도 결론은 크게 달라지지 않는다. 또한 단순한 형태의 생산함수를 가정하여도 연구개발투자의 생산성과 기업규모의 관계가 구체적인 기술체제에 의하여 달라질 수 있음을 보였으므로, 본 연구의 논의는 생산함수를 일반화할 경우에도 그 타당성을 잃지 않을 것이다.

〈그림 2〉 기업의 생산기술과 연구개발투자의 관계



따라서 이러한 관계는 국가별 연구개발투자의 비교연구에도 사용될 수 있다. Yang(1995)에 의하면 대략적으로 미국의 경우는 α_i 가 0.37 정도이고, 독일의 경우는 0.54, 프랑스의 경우는 0.7, 그리고 일본의 경우는 0.55 정도로 나타났다. 따라서 국민총생산대비 연구개발투자액의 비율은 미국이 가장 높고 그 다음이 독일, 일본 그리고 프랑스의 순으로 나타났다. 〈표 1〉에서 보면 대략적으로 이러한 순서와 동일하게 나타나고 있어서 국가 연구개발투자행태를 연구하는 데에 이러한 생산함수적 접근도 가능성을 보여 주고 있다.

2. 연구개발투자와 내생적 기술충격

본항에서는 정태적 기업의 선택이론에 동학적인 요소를 첨가하여 대표적 기업의 다기간에 걸친 연구개발투자전략을 보다 자세히 살펴보고자 한다. 본 연구에서는 세 가지 가정을 하고 앞에서 언급한 정태분석의 틀을 확장하고자 한다. 첫번째 가정은 연구개발의 성공 여부가 마코프과정(Markov process)의 확률과정을 따른다고 하는 것이다. 전기의 연구개발투자가 성공하였는가 아니면 실패하였는가의 여부는 금기의 연구개발이 얼마나 더 성공할 수 있는가를 평가하는 시금석으로서 작용할 수 있다는 가정을 하고자 하는 것이다. 두번째 가정은 기업이 내생적인 연구개발의 선택에 있어서 근시안적으로 행동함으로써 연구개발의 성공 여부에 관한 확률과정을 모두 고려한 사전적인 최적동적계획(socially optimal plan)을 수행하지 않는다는 것이다. 이것은 경제주체의 비

합리성을 가정한 것으로 기업규모와 연구개발투자의 관계를 진화론적으로 접근하는 데에 보다 효과적으로 작용할 것이다. 세 번째 가정은 연구개발활동의 결과가 확산되지 않으며 연구개발활동은 축적되지 않는다는 것이다. 따라서 본 항에서는 연구의 범위를 대표적 기업의 동태적인 연구개발활동에만 국한하고자 한다.

기업의 연구개발투자 효과가 기본적으로 단기적인 효과만을 갖는다고 가정한 것은 다소 현실성이 결여되었다는 비판을 받을 수 있는 여지가 있다. 연구개발이 다기간에 걸쳐 경제에 영향을 주는 경로는 여러 가지로 생각될 수 있다. 우선 Kydland · Prescott(1982)이 제시한 것과 같이 기술의 형성과정이 다기간에 걸쳐서 이루어지게 되는 경우를 상정할 수 있다. 연구개발투자가 본격적으로 기업의 생산성을 증가시키는 시점은 어느 정도의 형성시기를 지난 시점일 수밖에 없고 이러한 효과를 모형에 삽입하였을 경우에 흥미로운 동학모형을 만들 수 있을 것이다. 본 연구의 목적은 기업규모와 연구개발의 관계를 규명하는 것이고 事前的으로 볼 때 이러한 동적인 움직임의 변화는 기업규모와 연구개발관계의 정태모형과 그 결과가 크게 다르지 않다는 것이 일반적인 추론이다. 따라서 기술조건이 같다는 전제에서 한 기업의 연구개발 실패와 이에 따른 기업의 행태변화 등을 연구할 수 있는 동학모형이 더 중요하다고 하겠다.

여기에서는 제1차 마코프과정(the first order Markov process)을 가정하고 전이확률(transition probability)이 기업의 연구개발투자에 따라 내생적으로 주어질 경우의 합리적인 연구개발투자의 발전과정을 살펴보고자 한다.

상태를 연구개발의 성공 여부로 규정하고 연구개발투자가 성공하였을 경우는 1로 표시하고, 실패하였을 경우는 0으로 표시하자. 전기($t-1$)에서 연구개발이 성공하였을 조건에서 금기(t)에 실패할 조건부확률을 $p_{01}(t)$ 로 정의하고 다른 경우도 이와 유사하게 정의하자. 또한 이러한 조건부확률이 금기의 연구개발투자(R_t)의 증가함수로 정의된다고 가정하자. 이를 정식화하면 다음과 같다.

$$p_{11}(t)=1-e^{-a_1 R_1}, p_{01}(t)=1-p_{11}(t)$$

$$p_{10}(t)=1-e^{-a_0 R_1}, p_{00}(t)=1-p_{10}(t)$$

$$\text{단, } a_0, a_1 > 0$$

상기의 모형에서 몇 가지 특징을 지적하고자 한다. 첫째, 조건부확률의 비대칭성문제이다. 즉, 과거의 실패와 성공 여부가 비대칭적으로 작용하는가 아니면 대칭적으로 작용하는가 하는 것이다. $a_1 > a_0$ 의 경우에는 전기의 성공이 금기 성공에 긍정적으로 작용하는 것이고, 그 반대의 경우에는 연구개발의 성공 여부가 회귀성향을 갖게 되어 전기에 성공하였으면 금기에는 실패로 이어질 수 있는 성향이 더 커지는 것을 의미한다. 그리고 $a_1 = a_0$ 의 경우에는 이러한 경향이 대칭적으로 작용한다고 볼 수 있다.

둘째, 연구개발투자의 지속성(inertia) 문제이다. 이것은 기본적으로 연구개발투자의 절대액에 의하여 결정될 것이지만, 기본적으로 전이확률이 0.5보다 크면 이러한 연구개발투자의 성공여부는 다시 기업의 연구개발투자행태에 지대한 영향을 줄 것이라고 생각된다.

셋째, 연구개발투자가 성공할 확률의 정상성(stationarity) 문제이다. 기본적으로 정상확률(π)은 전이확률의 행렬이 P 라고 주어져 있다면 $\pi = P\pi$ 의 방정식을 풀어 구할 수 있다. 여기서의 문제는 전이확률이 시점마다 연구개발투자에 따라 변동하기 때문에 정상확률이 존재할 수 없으며, 따라서 정상성을 언급하기는 힘들다. 그러나 주어진 연구개발투자에 따른 정상분포를 계산할 수 있으므로 이에 따라서 유사정상성(pseudo stationarity)을 생각해 볼 수 있다.

다음과 같이 각 기업은 근시안적으로 행동한다는 가정 아래 기대이윤을 시점마다 극대화하는 문제를 생각하여 보자.¹¹⁾

$$\max_{k_t, R_t} E(\pi_t)$$

$$\text{단, } E(\pi_t) = \hat{A}k_t^a - r_k k_t - R_t,$$

$$\hat{A} = \begin{cases} p_{11}(R_t)A + p_{01}(R_t) & (t-1 \text{ 기에 성공하였을 경우}) \\ p_{10}(R_t)A + p_{00}(R_t) & (t-1 \text{ 기에 실패하였을 경우}) \end{cases}$$

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + I_t$$

여기서, I_t 는 금기의 투자를 의미하며, δ 는 감가상각률을 의미한다.

이 모형에서 근시안적인 기업의 행동에 동태성(dynamics)을 부여하는 것은 자본의 축적과 전기에 있어서의 연구개발투자의 성공과 실패의 교차이다. 여기

11) 본항에서는 대표적 기업만을 다루기 때문에 첨자는 생략하였다.

서 우리가 흥미를 가지는 것은 연구개발의 불확실성에서 나오는 동적 행태분석이며 이를 통하여 경기변동과 연구개발투자의 상호연계를 모색한다.

이 모형의 성질을 수치적으로 규명하기 위하여 다음과 같이 각종 모수(parameter)가 주어졌다는 가정 아래 擬態分析을 실시하였다. 대체로 감가상각률은 20% 정도에서 선택되었으며 α 가 0.37로 대체로 미국의 자본분배율과 일치하도록 선택되었다. α_0 가 0.8이고 α_1 이 2로서 연구개발투자액이 1이면 연구개발투자가 전기에 성공하고 금기도 성공할 확률이 전기에 실패하고 금기에 성공할 확률의 약 1.56배 정도 되도록 하였다. 그러나 연구개발투자가 10일 경우에는 그 비율이 거의 1로서 대체적으로 연구개발투자액이 증가하면 이 비율은 1에 수렴하게 된다.

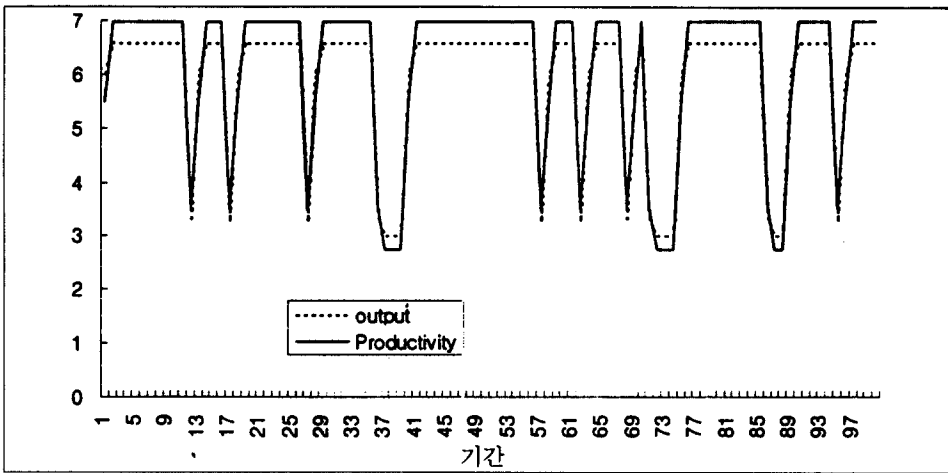
의태분석은 총 200기간 동안 실시하고 초기자본의 값이 주는 영향을 최소화하고 유사정상성을 확보하기 위하여 100번째까지의 자료는 버리고 나머지 100개의 자료를 가지고 분석을 실시하였다. 〈그림 3〉은 각기의 사후적 생산량과 연구개발투자의 사후적 생산성을 나타낸 것이다. 이러한 연구개발투자의 생산성과 산출량의 관계는 중요한 시사점을 제공하고 있다. 즉, 연구개발의 생산성은 산출량과 공행적인 관계를 유지하고 있으며 거의 시차가 없음을 말해 주고 있다. 〈그림 4〉는 연구개발투자와 산출량의 관계를 보여 주고 있다. 정태분석에서 대체로 기업의 규모 내지 산출량과 연구개발투자액의 관계는 양(+)의 관계를 시험하였으나 대표적 기업이 시제 간 결정에 있어서는 다소 다른 양상을 띠고 있다. 즉, 연구개발투자액의 증가로 산출량이 증가하면 연구개발투자는 다시 줄어든다는 것을 보여 주고 있다. 연구개발투자는 초기에는 산출량을 증대시키는 효과가 지대하지만, 일단 산출량이 궤도에 오른 후에는 기존의 연구개발투자가 효율적으로 작용하여 과거와 같은 투자를 지속하지 않는다는 것을 보여 주

〈표 4〉 擬態分析의 모수값

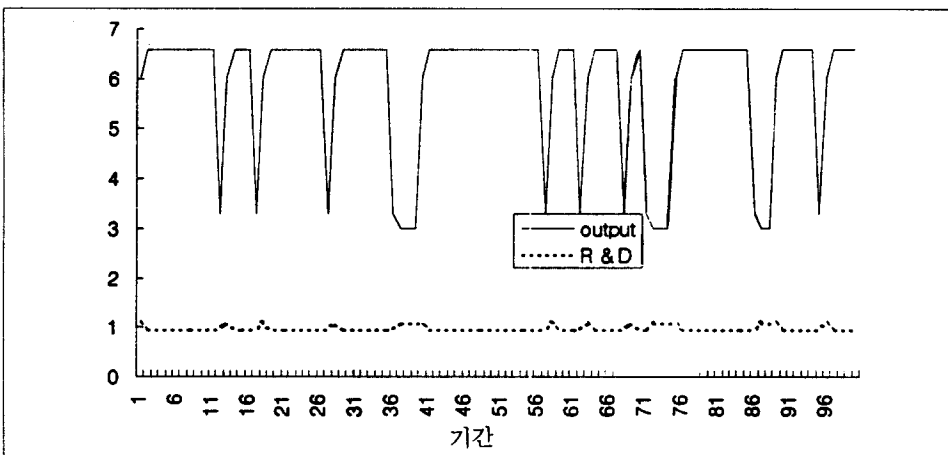
모 수	사 용 값
δ	0.2
α	0.37
k_0	8
r_k	0.09
α_0	0.8
α_1	2
A	2

고 있다. 〈그림 5〉는 연구개발투자와 연구개발의 생산성, 그리고 총요소생산성의 관계를 보여 주고 있다. 본 의태분석은 경기변동의 정형화된 사실 중에 하나는 총요소생산성과 경기가 동행성을 갖고 있다는 점을 확인하여 주고 있다. 또한 연구개발투자의 유인체제의 구축을 위해서는 시간에 따른 연구개발성과의 동적 구조 내지 궤적(trajecory)에 관한 연구가 매우 중요하다는 시사점을 얻을 수 있다.

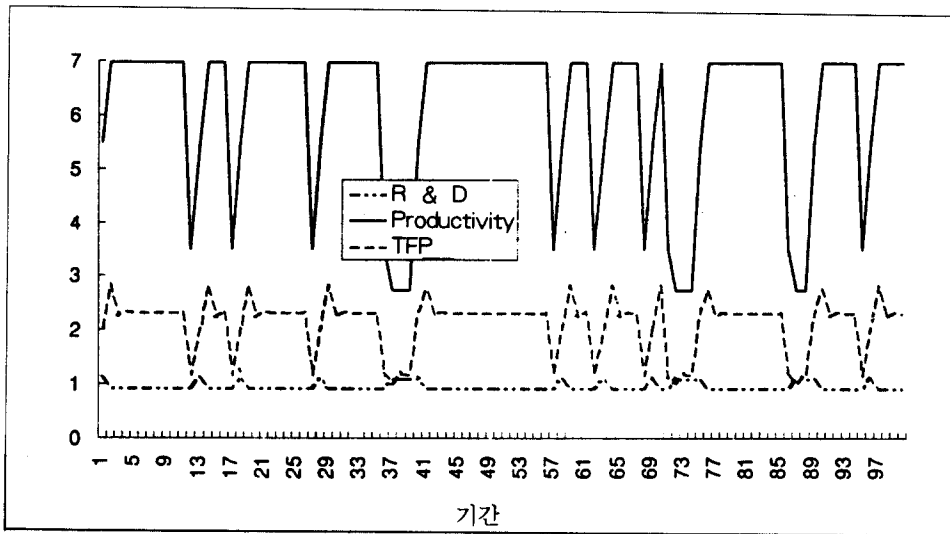
〈그림 3〉 생산량과 연구개발의 생산성



〈그림 4〉 생산량과 연구개발투자



〈그림 5〉 연구개발투자와 연구개발투자의 생산성, 그리고 총요소생산성



〈그림 4〉와 〈그림 5〉를 분석해 보면 연구개발투자의 생산성이 연구개발투자가 증가하면 감소하는 경향을 보이고 있으므로 연구개발투자를 통해 사후적으로 생산량을 증가시키는 역할이 반감되고 있음을 알 수 있다. 〈그림 5〉에서 총요소생산성의 움직임도 재미있는 현상을 말해 주고 있다. 연구개발투자가 성공하여 산출량이 증가하고 이에 따라서 연구개발투자의 성공확률이 증가하면서 연구개발투자는 상대적으로 감소하고 자본증가를 위한 투자가 증가하면서 총요소생산성은 다소 하락하는 양상을 시현하고 있다.

이러한 관계를 시차구조를 이용하여 좀더 체계적으로 살펴보자. 〈표 5〉는 의태실험의 결과로 나타난 각 변수의 통계치(descriptive statistics)를 보여 주고 있다. 투자의 변동성(volatility)이 크게 나타나고 있어 경험적 사실과 일치하며, 연구개발투자의 변동성은 비교적 작게 나타나고 있다.

변동성 이외에도 각 변수 간의 교차상관관계를 규명하는 것이 의태분석의 결과를 보다 명료하게 보여 줄 수 있다. 〈표 6〉에 의하면 생산량의 경우에는 1기간의 선행과 후행의 자기상관관계가 0.43 정도로 나타났고, 다른 기간에서는 그다지 큰 자기 상관관계를 가지고 있지 않으며, 투자는 1기와 2기간에 걸쳐 생산량과 각각 양(0.48)과 음(-0.49)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 생산량과 연구개발투자의 관계를 살펴보면 흥미있는 결과를 알 수 있다. 연구개

〈표 5〉 의태분석의 결과

변수명	표준편차	평균
생산량	1.30	5.90
투자	2.53	3.99
연구개발투자	0.06	0.97
연구개발투자의 생산성	1.48	6.13
총요소생산성	0.50	2.14

발투자는 생산성을 증가시킬 수 있는 확률에만 영향을 줌으로써 실제의 생산량과는 상관관계가 매우 낮다. 이러한 현상은 현실적으로 많은 기업들이 연구개발 투자의 성과에 대하여 회의를 나타내고 있는 것을 이론적으로 설명하고 있다고 볼 수 있다.

더욱이 금기에 생산량이 증가하면 오히려 다음 기의 연구개발투자가 감소하는 것으로 나타났는데, 이러한 현상은 모형의 모수값 성질 때문인 것으로 볼 수 있다. 즉, 금기의 생산량이 증가한 이유는 주로 연구개발이 성공하여 생산성이 크게 향상되었음을 의미하고, 이러한 생산성의 향상은 다시 다음 기에 연구개발의 성공가능성을 매우 크게 한다. 단기적 이윤극대화를 노리는 기업의 입장에서 보면 연구개발투자의 비용은 그다지 크게 변화하지 않는 데 반하여, 연구개발투자가 성공할 가능성은 매우 커짐으로써 다음 기의 연구개발투자는 감소할 수밖에 없다. 이러한 모형의 성질이 그대로 교차상관관계분석에서 나타나고 있다. 연구개발의 생산성과 생산량의 관계는 〈그림 3〉에서 보인 대로 교차상관관계에서도 0.98이라고 하는 매우 높은 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 이상의 분석을 살펴보면 연구개발의 생산성이 매우 중요한 개념이며 기업수준에서의 연구개발투자결정은 연구개발이 어느 정도로 기업의 생산성을 향상시킬 수 있는가에 달려 있다는 사실을 확인할 수 있다.

〈표 6〉 생산량과 교차 상관관계

변수명	후행 (-i)					선행 (+i)				
	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4
생산량	-0.06	-0.16	-0.03	0.13	0.43	1.00	0.43	0.13	-0.03	-0.16
투자	0.03	0.00	-0.10	0.11	0.10	0.26	0.26	-0.49	-0.02	-0.10
연구개발투자	0.09	0.06	0.17	0.02	-0.13	-0.43	-0.43	-0.30	-0.10	0.04
연구개발투자의 생산성	-0.06	-0.15	-0.05	0.11	0.40	0.98	0.98	0.17	-0.01	-0.15
총요소생산성	0.04	-0.10	-0.10	0.07	0.32	0.93	0.93	-0.23	-0.10	-0.11

IV. 결 론

본 연구에서 정태분석과 동태분석을 통하여 다음과 같은 연구성곽을 얻었다. 첫째, 기업의 규모와 연구개발투자와의 관계이다. 기업의 규모를 결정짓는 가장 큰 요인은 한계생산성을 결정하는 기술적 요인이라고 할 수 있는데, 자본의 한계생산성이 클수록 동일한 자본비용에 대하여 최적자본의 고용이 커서 다른 조건이 일정할 때 기업의 규모는 그렇지 않은 기업보다 상대적으로 크다. 또한 상대적으로 큰 최적자본의 고용은 다시 연구개발투자의 기대한계생산성을 크게 하여 연구개발투자액은 기업규모가 클수록 커진다.

둘째, 연구개발의 생산성과 총요소생산성의 연구개발탄력성은 대체로 최적자본고용의 연구개발탄력성과 기술적 조건에 달려 있다. 따라서 기업규모에 따른 일의적인 관계를 선형적으로 말할 수 없다.

셋째, 동태적인 기업의 전략을 살펴보면 반드시 산출량이 증가한다고 해서 연구개발투자가 증가하지는 않는다. 기업의 연구개발투자의 결정은 그 성공확률의 전이확률에 따라서 매우 민감하게 좌우되며, 경우에 따라서는 근시안적 기업은 기회주의적 행태를 보일 수 있어서 산출량이 증가하여도 연구개발투자는 오히려 감소될 수 있다. 이러한 기업의 전략은 내생적인 경기변동을 야기하는 주요인으로 작용할 수 있다.

전유성을 전제로 한 본 연구를 통하여 기업의 규모와 연구개발투자의 관계, 그리고 연구개발투자의 생산성이 개별적이고 구체적인 조건에 의하여 결정된다는 것을 알았고, 이러한 구체적 사항들은 국가혁신체제의 효율화를 위한 작업에 원용되어야 할 것이다. 본 연구에 의하면 국가혁신체제의 효율화를 위하여서는 일률적인 이분법, 즉 중소기업과 대기업 내지 중앙과 지방이라는 대립적 단순논리는 존재하지 않는다. 다시 말하자면, 효율화를 규정짓는 것은 기술의 특성, 그리고 연구개발투자 성공의 확률적 구조 등이고 이것은 다시 산업의 특성과 기업의 특성, 지역네트워크의 특성 등을 규정하는 것이다. 따라서 국가혁신체제의 효율화를 위한 제 작업은 구체적인 특성과 개별적인 체제를 고려하여 논의를 진행시켜야 할 것이다.

서론에서 밝힌 연구 가이드라인에서는 연구개발의 전유성을 가정함으로써 연구개발투자의 사회후생에 관한 문제를 다소 우회하였다고 할 수 있다. 사회후생

의 논의는 Romer(1990)의 분석을 원용하여 생각해 볼 수 있다. 사회기획자(social planner)의 입장에서 효용합수를 정의하고 그 현재가치의 합을 극대화하는 연구개발투자가 가장 바람직한 수준일 것이다. 다음의 질문은 이렇게 구해진 연구개발투자가 과연 개별기업의 분권화된 연구개발투자 결정과 일치하겠는가 하는 것이다. 이것은 기업의 연구개발투자에 관하여 외부효과가 존재하는가 하는 문제, 그리고 비불특성의 문제와 결부시켜 논의할 수 있다. 지금까지의 논의는 연구개발투자에 의한 생산성 향상이 기업에 국한되므로 전혀 외부효과가 존재하지 않으며, 따라서 후생의 두 가지 공리가 그대로 적용될 수 있다. 즉 사회기획자의 해답과 분권화된 경우의 해답이 동일한 결과를 얻을 것이다.

물론 현실적인 측면에서 이렇게 연구개발의 완전한 전유성을 가정하는 것은 타당하지 않을 수 있다. 특히 한 기업의 연구개발성고가 파급될 경우에는 전략적 보완성과 외부성의 문제를 본격적으로 논의하지 않으면 안 된다. 국가혁신체제의 효율화에 관한 논의도 이러한 문제를 전제로 진행되어야 할 것이다. 조정의 실패와 전략적 보완성에서 나오는 자원의 낭비와 비효율이 있으며 이러한 자원배분은 사회기획자가 계획한 것과는 판이하게 다르기 때문이다. 따라서 국가혁신체제에서는 기본적으로 조정의 실패를 완화하기 위한 지역과 중앙, 정부와 민간, 대기업과 중소기업의 상호연계 방안과 장기비전의 수립이 강조되어야 할 것이다. 그러나 기조적으로는 수많은 새로운 기술들이 상호 독립적이고 경쟁적인 기업들에 의하여 개발되고 있으며, 시장이 이러한 기업 중에서 승자를 선택하는 주요한 기제(mechanism)임을 전제로 하여 국가혁신체제가 논의되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 金秉汶, “技術開發 및 技術導入과 企業規模의 關係에 관한 實證的 分析 — 韓國 原料合成形 産業을 中心으로,” 『産業組織研究』 제1집, 1992.6, pp. 85-104.
2. 金宗일, “총요소생산성 추정에 있어서의 문제점과 제 추정방법,” 『計量經濟學報』 제6권, 1995, pp. 207-232.
3. 朴容兌 · 李工來 · 윤석선 · 朴東炫 · 宋偉賑, 『産業別 技術혁신패턴의 比較 分析』, 科學技術政策管理研究所, 1994.

4. 李丙基, “大企業과 中小企業의 總要素生産性과 技術隔差分析 — 製造業을 中心으로 —,” 『産業組織研究』 제1집, 1992.6, pp. 105-126.
5. 張眞圭 · 金基國, “研究開發投資의 直·間接 生産性 増大效果 分析,” 『科學技術政策』 제5권 제1호, 1993.6, pp. 117-129.
6. 張眞圭 · 安斗鉉, “국내제조업의 研究開發投資와 生産性,” 『科學技術政策』 제4권 제2호, 1992, pp. 34-43.
7. 韓光鎬 · 金相鎬, “企業의 規模와 生産의 技術的 效率性: 韓國 製造業의 確率的 邊境生産函數에 의한 推定,” 『國際經濟研究』 제2권 제2호, 1996.12, pp. 111-131.
8. 韓國生産技術振興協會, 『産業技術主要統計要覽』, 1995.10.
9. Bound, J., C. Cummins, Z. Griliches, B. Hall, and Z. Jaffe, “Who Does R&D and Who Patents?,” in J. Griliches ed., *R&D, Patents, and Productivity*, The University of Chicago Press, 1984, pp. 21-54.
10. Cohen, Wesley M. and Steven Klepper, “A Reprise of Size and R&D,” *The Economic Journal*, 106, July 1996, pp. 925-951.
11. Kortum, Samuel S. and Jonahan Eaton, “Engines of Growth: Domestic and Foreign Sources of Innovation,” *Working Paper*, Federal Reserve Board, 1995.
12. Kydland, Finn, and Edward C. Prescott, “Time to Build and Aggregate Fluctuations,” *Econometrica*, Vol. 50, 1982, pp. 1345-1370.
13. Nahm, Joon-Woo, “R&D Expenditure and Sales,” *Journal of Economic Theory and Econometrics*, Vol. 2, No. 1, 1996, pp. 103-124.
14. Romer, Paul M., “Endogenous Technological Change,” *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. S71-S102, October 1990.
15. Yang, Joon-Mo, “Technology Diffusion among the G7 Countries,” *Journal of Science and Technology Policy*, Vol. 7, No.1, 1995.