

# 자료포락분석을 활용한 지방 R&D사업의 효율성 분석\*

## A Study on Efficiency of Regional R&D Program by Data Envelopment Analysis

방 민 석\*\* · 정 혜 진\*\*\*

Bang, Min-Seok · Jung, Hye-Jin

### ■ 목 차 ■

- I. 서 론
- II. 지역별 국가연구개발사업의 효율성평가 논의
- III. 연구설계
- IV. 분석결과
- V. 정책적 함의
- VI. 결 론

최근 전 세계적인 정책 환경의 변화로 도시와 지역이 경제활동의 주체로 강조되면서 지역발전과 경쟁력 강화에 주요한 역할을 하는 지방 R&D 사업의 중요성과 사회경제적 파급 효과에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 이명박 정부 출범 이후 광역경제권을 기반으로 과학기술기본계획을 추진함에 있어서 새로운 성장 동력의 한 축으로 지방 R&D 활성화에 대한 계획을 수정·보완하고 있지만 아직까지 큰 기여를 하지 못한다는 지적을 받고 있다. 본 연구는 이러한 문제인식을 바탕으로 자료포락분석(DEA)을 활용하여 16개 광역시·도의 국가연구개발사업 효율성을 측정하고, 이와 함께 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석한 뒤 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 분석결과 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, R&D 효율성의 차이가 발생하는 지역격차를 완화시키기 위한 다양한 투자 확대와 지방주도적인 지원으로 제도를 전환할 필요가 있다는 것, 둘째, R&D와 GRDP와의 높은 상관관

\* 이 논문은 한국행정학회 2010년 공동학술대회(2010.6.25.)에서 발표한 논문을 수정·보완하여 재구성한 것임을 밝힌다.

\*\* 단국대학교 교수(제1저자)

\*\*\* Cleveland State University 박사과정(제2저자)

논문 접수일: 2011. 11. 10, 심사기간(1,2차): 2011. 11. 11 ~ 2011. 12. 26, 게재확정일: 2011. 12. 26

계는 산업경제적인 연관효과를 입증하며 지속적인 예산지원이 유지된다면 중장기적 성과를 보다 많이 창출할 수 있다는 것과 마지막으로 R&D에 있어서 협력연구를 활성화시키기 위한 제도적 개선이 필요하다는 것을 들 수 있다.

□ 주제어: 지방 R&D, 효율성, 영향요인, 자료포락분석

It is notable that there is a rising interest on the importance of regional R&D and the socio-economic effects of its program, as the role of cities and regional has been stressed. One reason of this change is because of the fact that regional economic development is conducted by the local governments, not central government. However, it is said that regional R&D has not yet successfully contributed much to the regional economic development though it has been modified along with the national science and technology plans after the launch of Lee Myung-bak administration. This paper has aimed to address policy implications for improving the regional R&D activities by measuring the efficiency of sixteen regions and analyzing the influence factors of efficiency. The main implications as follows: (1) it is required to expand various investments and to establish an effective mechanism of funding for local governments to decrease the gap of efficiency between regions, (2) the relationship between R&D activities and gross regional domestic product proves inter-industry analysis and it is expected that there will be more desirable results if continuous budget supporting is remaining, and (3) the collaborative research among research institutes should be increased for improving the R&D efficiency.

□ Keywords: Regional R&D, Efficiency, Influence Factor, DEA

## I. 서론

최근 세계화 및 지식기반경제로의 진전으로 인하여 경제 활동의 범위가 국경을 초월하여 전 세계적으로 확대되었고, 경제활동의 중심은 국가 단위에서 실질적으로 경제주체가 집적되어 있는 도시와 지역이 상대적으로 중요시되고 있다. 이와 같은 시대적 흐름에 따라서 이명박 정부에서는 “과학기술기본계획”(577 전략: GDP 대비 R&D 투자를 5% 늘리고 7대 중

점분야에 투입하여 7대 과학기술강국을 실현하는 전략)을 수립하고 특성화된 지역발전, 분권과 자율, 협력과 상생을 통한 동반 발전을 강조하고 있다(교육과학기술부, 2009: 15). 이는 지난 참여정부가 국가균형발전을 국정과제로 삼아 지방 R&D 분야의 정부예산을 대폭적으로 확대하였다면, 신정부에 들어서는 기존 국가균형발전정책을 광역경제권 중심의 지역발전 정책으로 전환함에 따라 지방 R&D에 대한 정책방향도 같이 전환되었다는 것을 의미한다.

이러한 정책 환경의 변화로 인하여 기존에 투자된 지방 R&D 분야의 국가연구개발사업 중 부처 간 추진목적이 엇비슷한 유사·중복사업에 대한 재검토 등을 통한 투자 효율성 제고가 더욱 더 강조된다고 할 수 있다. 특히 정부 R&D 예산이 100억 달러에 이르면서 예산의 60% 이상을 차지하고 있는 국가연구개발사업에 대한 효율성 제고 문제가 주요 이슈로 부각되고 있는 실정이다. 정부 R&D 예산의 효율성을 제고하기 위해 부처내 연구개발사업 및 부처별 연구개발사업 간에 연구개발단계별 연계를 통하여 시너지 효과를 극대화하기 위한 구조개편이 필요하다는 인식이 제기되고 있다.

또한 지역의 내생적 발전이라는 측면에 있어서 R&D의 역할에 대한 중요성은 1990년 후반 이후 대두되어 왔다. 그렇지만 지방 R&D에 있어서 각 지방자치단체가 가지고 있는 재원의 한계로 인하여 중앙정부의 과학기술정책에 따라 각 지역의 R&D 활동 역시 큰 제약을 받을 수밖에 없는 실정이 지속되었다. 이러한 한계점에도 불구하고 각 지역에 따른 차별화된 R&D 정책의 필요성은 간과할 수 없다. 각 지역의 경제발전 정도나 자원 부존 등이 다르며, R&D 투자, 인력, 연구개발기관 등 지역혁신 하부구조의 지역간 차이가 클 뿐만 아니라, 각 지역의 수요와 필요에 맞는 정책을 추진하기 위해서는 지역차원의 정책이 요구되기 때문이라고 할 수 있다.

현재 이러한 필요성을 인식한 정부는 지역의 과학기술역량강화를 통한 지역산업 경쟁력 제고를 위해 지방 R&D 활성화에 대한 종합계획을 수정 및 보완하고 있다. 특히 577전략을 활용함에 따라 지역혁신역량 구축을 통한 내생적 지역발전의 동력확대와 중앙정부-지자체 공조를 통한 지역 R&D 효율성을 제고하려는 노력이 지속되고 있다(오영균, 2011: 304). 그러나 과거부터 계속되어온 시도 단위 중심의 개별적 추진과 선호사업의 중복으로 인하여 사업의 효율성이 저하되었고, '선택과 집중' 면에서 괴리가 발생하여 성장동력 창출에 크게 기여하지 못하였다는 지적을 받고 있다.

본 연구는 이러한 문제의식을 바탕으로 지방 R&D 사업에 대한 효율성을 지역별로 검토하고자 하였다. 지방의 경제성장을 위한 핵심적인 견인 요인으로서의 R&D 투자 활동이 효율적이지 못하다면, 향후 많은 투자가 이루어지더라도 경제성장에 긍정적인 효과를 끼치지 못하기 때문이다. 이를 위해 본 연구에서는 16개 시도의 국가연구개발사업 효율성을 측정하고, 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석함으로써 적절한 정책적 시사점을 도출하고자 하였

다. 국가연구개발사업의 지역별 상대적 효율성을 측정하기 위해 비모수적 효율성 측정방법인 DEA를 활용하였다. R&D 활동에서 투입과 산출간에 합리적으로 수용되는 time-lag기간은 없으나(Wang, 2007), 약 2년간의 시차가 존재한다는 가정을 하여 2004~2006년까지의 투입요소와 2006~2008년의 산출요소의 자료를 분석하였다.

## II. 지역별 국가연구개발사업의 효율성평가 논의

### 1. 지방 R&D<sup>1)</sup>와 지역발전

지식기반경제 도래 이후 지역발전의 결정 요인으로서 기술 혁신의 중요성이 증대되고 있으며, 지역의 혁신역량 강화를 위한 공공의 역할이 강조해지고 있음은 일반적인 경향으로 간주되고 있다(국가과학기술위원회, 2006: 13). 지식의 창출 뿐 만 아니라 확산 및 활용의 메커니즘이 상호 연계되어 경제성장에 커다란 영향을 미치기 때문에 정부는 지방과학기술의 진흥에 대한 중앙 및 지방정부의 제도적 역할을 강조하고 있다.

1999년 수립된 지방과학기술진흥종합계획에 따른 과학기술의 지방화 및 지방과학기술의 촉진 노력, 국가균형발전적 관점에서의 지방주도-중앙지원의 과학기술정책노선, 일부 지방자치단체 차원에서의 적극적인 과학기술진흥 등 일련의 환경변화는 과학기술의 중요성을 지방자치단체 전체에 확산시키는 역할을 해오고 있다(백종윤·조연주·최영훈, 2009: 360). 특히 지방자치의 실시와 함께 지역경제 활성화에 대한 욕구와 삶의 질 증대에 대한 관심이 높아져가면서 지역적 차원에서의 과학기술의 필요성과 기술혁신 노력은 매우 강조되었다. 이러한 맥락에서 지역개발정책과 지방과학기술정책은 지역의 발전을 위하여 서로 보완적인 관계발전을 이루고 있으며 지방과학기술정책이 지역개발정책의 추진에 있어서 보다 핵심적인 자리를 차지하게 되었다고 할 수 있다(과학기술부, 2005: 21).

이에 더 나아가 지방과학기술정책의 계획과 실행에는 과학기술활동을 매개로 하여 지방의 자생적인 경제기반을 구축하려는 의도가 내재되어 있다고 할 수 있다. 지역경제적 차원에서 많은 경험적 연구들은 지식의 창출과 연구개발활동 및 기술 혁신의 효과에 대해 초점을 두고

1) '지방 R&D'에 대한 정의는 배분주체, 대상, 지역, 목적, 재원출처, 수행지역에 따라 달리 정의될 수 있으나, R&D 예산 사용 지역과 효과 귀착 지역이 국가 전체가 아니라 특정한 지방일 경우 이를 지방 R&D로 보는 것이 바람직하다고 볼 수 있으므로(정책분석평가학회, 2009: 9-11), 본 연구에서는 지방 R&D에 대하여 상기의 개념으로 정의한다.

있다. 예를 들어 R&D 장비와 높은 기술 생산 및 노동시장과 지역 성장의 특성에 기인한 대학과 연구단지의 영향에 대한 분석이 그것이다(Malecki, 1991: 51-53; Markusen, Hall, and Glasmeier, 1986: 57; Andersson, Anderstig, and Harsman, 1990: 6; Goldstein and Luger, 1990: 33; Glasmeier, 1991: 32). 이러한 연구개발 활동은 궁극적으로 지방의 자생적 과학기술활동기반을 구축함으로써, 또한 지역의 혁신역량 강화 측면에서 볼 때 지방정부, 지역기업, 대학, 연구기관 등 지역 내 다양한 혁신 주체들간의 유기적인 상호작용과 협력 역시 강조될 수 있다. 따라서 이러한 연구들은 기술개발활동을 통한 지식의 축적이 성장의 핵심적 요인으로 작용한다는 내생적 성장모형에 기초한다고 할 수 있다(Romer, 1986; Kruman, 1991; Grossman and Helpman, 1994).

그러나 내생적 발전론에 대한 비판으로서 지역 불균형이 R&D 활동으로 인해 오히려 심화되는 결과를 초래할 수 있다는 점 역시 고려해야 할 필요성이 존재한다. 예를 들어, 우리나라의 경우 산업이 상대적으로 연구개발기관이 집중된 수도권과 충청권이 지식의 창출과 파급에 있어 유리한 상황에 있어 해당 지역의 성장률이 타 권역의 성장률보다 높은 편에 속하게 되었다는 주장이 제기된 바 있다(홍성훈, 2009: 5). 따라서 국가연구개발사업 역시 지역발전의 전략으로서 실효성을 거두기 위해서는 지역의 산업적 기반과 인구 및 자원을 고려하여 관련 사업을 추진해야 할 필요성이 제기된다 할 것이다.

## 2. 연구개발의 효율성과 자료포락분석(DEA)

정부의 연구개발투자와 성과의 두 가지 측면에서 절대규모의 성장 자체도 중요하지만, 연구개발투자의 효율성, 즉 연구개발투자를 효율적인 성과로 연결시키려는 노력 역시 간과할 수 없다. 연구개발 효율성은 일반적인 의미의 효율성과 마찬가지로 투입 대비 산출의 비율로 정의할 수 있으므로(황석원 외, 2009: 37), 연구개발 분야의 효율성을 체계적으로 분석하는 것이 필요하다고 할 수 있다.

일반적으로 효율성의 개념은 투입요소에 대한 산출요소의 비율로 정의되며 자료포락분석(DEA)에 있어서 효율성에 대한 정의는 Charnes & Cooper(1985)에 의하면 다음과 같이 정의될 수 있다. 첫째, DMU<sup>2)</sup>의 산출요소는 투입요소의 일부를 증가시키거나 또는 산출요소의 다른 일부를 감소시키지 않고서는 증가될 수 없으며, 둘째, DMU의 투입요소는 산출요

2) DEA에서는 효율성 평가의 대상이 되는 조직을 의사결정단위(Decision Making Unit, 이하 'DMU')라고 하는데 투입요소를 결합하여 산출물을 만들어내는 과정에서 독자적인 의사결정능력을 갖는 식별가능한 조직의 단위를 의미한다. DMU는 특정 기업이 될 수도 있으며, 지방자치단체를 대표하는 지방정부, 사회복지관, 지역개발관련기능 등도 가능하다(임동진·김상호, 2000).

소의 일부를 감소시키거나 또는 투입요소의 다른 일부를 증가시키지 않고서는 감소될 수 없다. 마지막으로, 비효율성은 투입요소를 이용하여 산출요소를 생산하는 과정에서 투입요소 간의 비효율적인 결합이나 사용 때문에 발생하는 것으로 투입요소의 비효율성과 산출요소의 비효율성으로 구분할 수 있다는 것이다.

완전히 효율적인 조직의 생산함수가 알려져 있다고 가정하는 Farrell(1957)의 효율성지표와는 달리 실제로 생산함수가 알려져 있지 않기 때문에 모수적 함수를 사용하여 표본자료로부터 추정되는 비모수적 효율성 측정방법이 필요하다. 비모수적 효율성 측정방법인 DEA는 다른 효율성 측정방법과는 달리 선형계획법에 근거하여 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물 간의 자료를 이용하여 경험적인 투입요소와 산출물 간의 자료를 이용하여 경험적 효율적 프론티어를 도출한 후, 평가대상들이 효율적 프론티어로부터 얼마나 떨어져 있는지에 따라 비효율성을 측정하는 기법이다. 연구개발 효율성의 분석에 있어서 비모수적 효율성 분석기법은 상대적 효율성 평가에서 몇 가지 장점을 가진다. 첫째, R&D는 본래 다수의 투입과 다수의 산출의 동시적 발생을 다루는 방법이기 때문에 효율성 측정에 유용하며, 평가기준 간 선택적 가중치의 부여를 필요로 하지 않기 때문에 연구개발사업의 평가와 선정이라는 의사결정과정에 객관성을 부여할 수 있는 모형이 될 수 있다(임호순 외, 1999).

일반적으로 DEA 모형 중에서 가장 많이 활용되는 모형은 Charnes, Cooper, and Rhodes(1978)의 CCR 모형과 Banker, Charnes, and Cooper(1984)의 BCC 모형이다. 또한 이러한 모형은 또한 투입요소에 초점을 두는지, 산출물에 초점을 두는지에 따라 투입지향과 산출지향으로 구별될 수 있다(박만희, 2008: 52-53). CCR 모형은 평가대상이 되는 DMU의 투입물의 가중합계에 대한 산출물의 가중합계의 비율이 1을 초과해서는 안 되며, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다는 크다는 단순한 제약 조건하에서 DMU의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율을 최대화시키고자 하는 선형분수계획법이다.

Banker et al.(1984)은 순수한 기술효율성을 파악하기 위하여 식 (1)과 같은 투입요소 최소화 수식을 제안하였다.

$$\begin{aligned}
 &Min \ h_0 = \theta \\
 &s.t. \ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_j^- = \theta x_{i0}, i = 1, \dots, m \\
 &\quad \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}, r = 1, \dots, s \\
 &\quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 &\quad s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0
 \end{aligned}
 \quad \dots\dots\dots \text{식 (1)}$$

이러한 BCC 모형의  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  제약 조건은 규모가 유사한 DMU와 비교되도록 함으로써 순수한 기술효율성을 측정할 수 있게 된다. 또한 DEA의 식은 세 가지 사항들을 식별할 수 있다(유금록, 2004). 첫째, 각 DMU에 대한 효율성 점수는 0과 1 사이의 값을 가지며, 효율성 값이 1이면 평가대상 DMU가 나머지 DMU들에 비해 상대적으로 효율적이라는 것을 의미하며 효율성 값이 1보다 작으면 평가대상 DMU가 비효율적이라는 것을 의미한다. 둘째, 준거집단은 효율성 점수를 계산하기 위해 비효율적인 DMU를 직접적으로 비교하는데 사용된 효율적 DMU들의 하위집합이다. 셋째, 비효율적인 DMU들이 효율변경으로 어떻게 이동할 수 있는지에 대한 구체적인 지침을 제공할 수 있다.

### 3. 선행연구 검토

국가 예산이 들어간 R&D 활동의 산출물을 계량적 방법으로 측정하기가 매우 어렵다는 방법상의 한계에도 불구하고(Grupp, 1996), 최근 들어서 국내에서도 국가연구개발사업의 효율성에 관한 연구가 비교적 활발히 이루어지고 있다. 하지만 그 동안 국가연구개발사업의 투자 효율성은 사업과 사업 간의 비교, 혹은 유형과 유형 간의 비교에 근거하여 이루어진 연구가 상대적으로 많으며 지역별로 효율성을 분석한 연구는 적은 실정이다. 김태희 외(2009)는 원자력 연구개발사업을 중심으로 기초연구개발사업, 특정연구개발사업 및 원자력연구개발사업의 상대적 효율성을 평가한 바 있다. 해당 연구에서는 투입요소로 연구비, 연구원 수를 설정하였으며 산출요소로는 SCI 편수와 기술이전, 기술 평가 및 기술 지도를 등과 같은 기술확산 요소를 가지고 효율성 분석을 시행하였다. 그러나 국가연구개발사업 중 원자력개발사업만을 대상으로 하였고, 분석 대상이 2007년도의 자료에만 한정되어 있기 때문에 기술효율의 발전 등을 고려하지 않았다는 점이 한계점으로 지적할 수 있다.

배세영(2009)의 연구에서는 16개 시도별 R&D의 효율성을 평가하기 위해 R&D 투자액을 투입요소로, 시도별 연구원당 논문게재수와 연구원당 특허출원건수를 산출요소로 정하고 자료포락분석(DEA)과 확률프런티어분석(SFA)의 평균 수치를 비교하였다. 그러나 분석에 사용된 투입과 산출요소의 합이 적고, 각 요소의 데이터가 각각 2년에 한정되어 있다는 점에서 효율성 추정치를 일반화하기 어렵다. 또한 현만석·유왕진(2008)은 공공연구기관의 기술이전 효율성을 DEA를 이용하여 측정하였다. 이러한 효율성은 기술효율성, 순수효율성, 규모효율성에 대해 이루어졌다. 투입변수로는 연구개발인력, 연구개발비, 기술이전 전담인력, 총보유기술건수를 선정하고, 산출변수는 신규보유기술건수, 특허출원건수, 특허등록건수, 기술이전건수, 기술이전수입료를 사용하였다. 연구결과는 공공기관의 기술이전 비효율성의 원인이 순수기술적 비효율에 원인이 있는 것으로 나타났으며, 지역특성에 따른 차이는 유의하

게 나타나지 않았다.

한편, 조운애 외(2005)의 연구보고서에서는 OECD 국가 간 연구개발 성과의 차이를 검증하기 위해 1995년부터 2001년까지의 시계열 자료를 가지고 통상최소자승(OLS: Ordinary least square) 모형을 이용하였다. 해당 연구에서는 각 국가의 연구개발 지출규모와 연구인력 규모를 이용하여 그에 따른 평균적인 특허 출원 건수를 추정한 뒤, 추정된 건수와 실제 건수의 차이를 국가간 연구개발 효율성의 차이로 가정하여 분석하였다.

국외 연구의 경우, Hsu & Hsuech(2009)는 110개의 정부지원 R&D 사업의 상대적 효율성을 측정하기 위해서 3단계 DEA를 활용하였고, 외부 변수를 통제하기 위해 토빗 회귀분석을 실시하여 기업의 규모, 산업, 정부지원 비율이 기술적 효율성에 많은 영향을 끼칠 수 있음을 보였다. 또한, Wang & Huang(2007)은 30개 국가의 R&D 인력활동과 물리적 자원을 투입요소로 설정하고, 특허, SCI 논문 수, EI 논문 수 등을 계량화하여 분석 대상국의 R&D 효율성을 분석한 바 있다. Eliat et al.(2006)은 상호작용이 있는 연구개발 과제들의 효율적, 효과적, 동질적 리스크 포트폴리오(balanced portfolio)의 구축과 분석을 위한 방법론의 증명을 목적으로 DEA를 수행하였다. 이는 DEA에 BSC(Balanced Scorecard) 개념을 도입한 모형을 이용하여 통합적인 연구개발 포트폴리오 분석을 위한 방법론을 제시하였다는데 의의가 있다. 이 외에도 Lee & Park(2005)은 DEA를 사용하여 27개국의 R&D 지출과 연구원의 수를 투입요소로, 기술수입수지와 논문 게재 수, 특허 수 등을 산출요소로 보고 각 국가의 효율성을 측정한 바 있다. 이 외에도 Revilla et al(2003)은 기업의 매출액, 총 R&D 예산과 고용자수를 투입요소로 정하고, 특허 수와 고용, 협동연구로 생긴 수입을 산출요소로 공공-민간 협력 연구의 성과를 DEA를 통해 측정한 바 있다.

이와 같이 선행연구들을 통해 도출할 수 있는 점은 다음과 같다. 첫째, DEA를 비롯한 여러 가지 생산함수를 통해 R&D 투자의 효율성을 추정하고자 하는 연구들이 다수 이루어진 것은 그만큼 효율성에 대한 분석이 중요해지고 있다는 것을 반증한다고 할 수 있다. 둘째, 효율성을 추정하기 위해 기존의 선행연구들은 DEA를 활용하여 다양한 투입과 산출지수를 통해 R&D사업에 대한 효율성을 측정하고, 상대적으로 효율성이 높은 DMU나 그룹의 특성을 분석함으로써 정책적 시사점을 제안하였다. 그러나 R&D 효율성을 측정할 때 투입과 산출 간에 존재하는 시차(time-lag)로 인해 효율성을 정확하게 도출해내는 것은 매우 어려울 수 있다. 예를 들어, Lee & Park(2005)은 투입지표의 기간을 1994~1998년으로 설정하였고, 산출지표의 자료는 1999년으로 한정하였다. 반면, 배세영(2009)은 2003~2004년의 투입지표 자료를 사용하였고 산출지표는 2006~2007년간의 자료를 사용하였는데, 이러한 선행연구들을 통해 R&D 사업의 효율성을 추정하기 위한 시차는 연구자의 주관과 가정에 따라 달라질 수 있음을 알 수 있다.

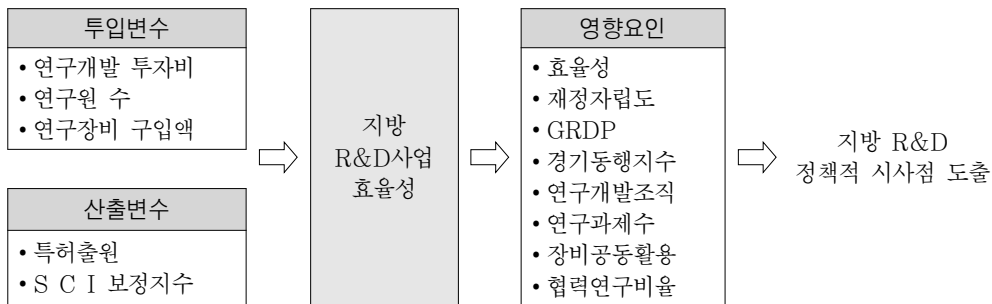


### III. 연구설계

#### 1. 분석의 틀

지방 R&D 연구의 효율성 분석을 위한 본 연구의 분석과정은 <그림 1>과 같다. 연구개발 투자비, 연구원 수, 연구 장비 구입액이 각 지방의 R&D 사업을 통해 특허출원과 SCI가 산출과정의 효율성을 추정하고 또한 이러한 효율성에 영향을 미치는 영향요인을 분석하였다. 또한 분석기간에 나타난 연도별 효율성 지수의 변화를 살펴보고 이에 대한 지방 R&D 사업의 정책적 시사점을 도출하였다.

<그림 1> 분석의 틀



#### 2. 변수의 선정

##### 1) 투입변수

투입측면에서의 기술지식은 이를 창출하기 위해 투입되는 자원을 의미하는 것으로 연구개발비용과 연구개발인력 및 연구장비를 들 수 있다. 그 중 연구개발 비용과 인력은 R&D의 효율성을 추정하는데 있어서 대표적으로 꼽히는 투입지표라고 할 수 있다(Serrano-Cinca, et al., 2005). 연구개발 비용은 그 자체만으로 여러 가지 특성을 지니고 있는데, 특히 연구개발비용이 지식의 축적과 직결된다는 점과 새로운 상품과 과정을 개발할 수 있는 잠재력의 정도를 가리킨다는 점에서(Goto & Suzuki, 1989: 556) 투입지표로서의 적절성이 인정된다. 또한 연구개발인력은 주로 거시적인 수준에서 기술지식의 양을 대용하는 지표로 활용되

는데 이러한 논리의 가정 역시 연구개발비용과 마찬가지로 연구개발을 위한 인력이 많을수록 국가나 사업의 보유 지식량이 크다는 것이다(김문수, 2007: 139). 즉, 투입지표로서 연구개발 인력은 지식을 창출하고 축적하고 다시 재생산하는 것은 사람의 지적능력과 경험 그리고 다른 사람과의 상호작용에 의해서 발생하기 때문에 타당성을 갖는다(Leoncini, et al, 1996).

한편, 과학기술 하부구조는 토지, 기계장치, 시설 등 물적·하드웨어적 요소와 정보, 표준화, 지식재산권, 기술지원제도 등 소프트웨어적 요소로 구분할 수 있으며 그 중 연구시설과 장비는 기초연구의 경쟁력과 직결된다(교육과학기술부·한국과학기술기획평가원, 2009b: 95). 연구장비의 효율성이 강조되는 이유는 특정기간의 지출이라는 의미의 플로우(flow) 개념이 아니라, 수명이 다하는 기간까지 존속하는 스톡(stock)의 의미를 갖기 때문이다. 동일한 예산이 투입될 때 연구비는 해당연도에 지출되고 끝나지만 연구장비에 대한 지출은 연구장비의 수명이 다하는 기간 동안 존재하므로 누적의 개념으로 파악되어야 하며 그만큼 투자의 효율성 문제를 심각히 고려해야 할 필요가 존재한다(설성수·김인호, 2006: 478).

본 연구에서 각 지역의 투입요소의 지표별 자료 출처와 자료수집 내용은 다음과 같다. 지방별 R&D 투자금액과 연구개발인력은 2004~2006년의 국가연구개발사업 조사분석보고서의 자료를 활용하였다. 각 지역의 투자금액은 기금을 제외한 일반 및 특별회계금액을 기준으로 분류된 금액이며, 연구개발인력은 지역별 상근연구인력의 통계치이다. 한편 연구장비금액은 연도별로 각 지역에서 구입한 연구개발장비 금액으로 국가과학기술지식정보서비스 홈페이지의 통계정보를 바탕으로 작성되었다.

## 2) 산출변수

국가연구개발사업의 성과를 측정할 때 특허<sup>3)</sup>와 논문은 대표적으로 꼽히는 산출지표라고 할 수 있다. 특허, 특허는 제도적으로 인정되는 연구개발의 결과를 바탕으로 기술지식을 측정하는 지표이다. 또한 산출 측면으로서 그리고 경제적 이익을 법적으로 보호할 수 있는 측면에서 이론적·실증적 그리고 정책 및 전략적 연구에서 활용되고 있다(김문수, 2007: 153). 뿐만 아니라, 특허는 지식생산함수에서 관찰되지 않는 창의적 산출요소의 중요한 지표가 될 수 있으며(Griliches, 1990), 기술흐름에서 매우 중요한 역할을 담당한다(Eaton

3) 특허 통계를 연구 활동의 산출물로 볼 것인지, 단순히 R&D 투입 지표로 볼 것인지에 대한 논의가 이루어졌다. 후자의 견해는 특허가 R&D 비용을 반영할 뿐이기 때문에 혁신과정의 투입요소로 간주한다(Schmookler, 1966). 그러나 연구 활동의 결과물로서 특허는 혁신의 경제적 산출 변수로 직결되어 있기 때문에 특허를 산출지표로 보는 것이 바람직하다(Griliches, 1990).

and Kortum, 1995).

또한 논문이 연구 활동의 매우 중요한 요소임은 주지의 사실이다. 특히 국가의 예산이 들어간 연구개발사업의 경우 과학적 지식의 창출에 그 가치를 일차적으로 부여한다면 논문은 지식의 확산채널이자 기술적 비배재성을 측정하는 하나의 도구가 되는 것이다(Autant-Bernard, 2001: 1072). 그러나 논문은 양적 산출 뿐 만 아니라, 학문분야별 편차를 고려한 질적인 요소 또한 고려해야 해야 할 필요성이 존재한다.<sup>4)</sup> 예를 들어 순위보정지수를 사용하게 되면 분야 내 학술지 수에 의존하는 특성을 보완할 수 있으며, 분야별 SCI Impact Factor를 보정할 수 있게 된다(교육과학기술부·한국과학기술기획평가원, 2009a: 63).<sup>5)</sup>

지역별 특허 실적은 출원 통계로서 지역 내 연구기관이 국가연구개발사업을 수행하여 발생한 성과를 의미하며<sup>6)</sup>, 분산 수행되어 지역별 분류가 불가능한 경우와 지역분류가 해외로 되어 있는 경우는 제외하였다. 또한 논문의 표준화 순위보정지수는 논문의 질적 요소를 고려하기 위해 연도별 국가연구개발사업 조사 분석 보고서의 정보를 참고하였다. <표 1>은 본 연구에서 사용된 투입-산출 요소별 내용과 측정 지표를 요약한 내용을 보여준다. 또한 선행연구에서 살펴본 바와 같이 R&D 사업의 효율성을 추정하기 위한 시차는 연구자의 주관과 가정에 따라 달라질 수 있으나, 본 연구에서는 각 요소의 투입 이후 산출까지 걸리는 시간을 2년으로 가정하였다.

4) 논문에 대한 연구성과를 평가하기 위해서 논문의 영향도 지수나 1, 2차 피인용 횟수 등을 종합한 복합지표 등 다양한 측정지표들이 현재 개발·사용되고 있다. 이혁재 외(2006)는 이에 대하여 평가대상을 미시, 중간 및 거시의 범위로 나누어 평가자들이 평가대상의 규모와 목적에 따라 선택적으로 적용할 것을 주장하기도 하였다.

5) SCI 논문 표준화 순위 보정지수를 구하는 과정은 다음과 같다.

$$\text{rnIF} = \frac{N - R_{jT} + 1}{N_T}$$

$$\text{mrnIF} = 100 \times \frac{(N \times \text{rnIF} - 1)}{N - 1_T} \quad (N: \text{저널 수}, R_{jT}: \text{분야내 저널의 순위})$$

6) 특허 출원통계와 등록통계 중에서 어떤 것이 R&D 산출을 보다 잘 반영하는지는 학자마다 견해가 다르지만, 출원특허를 선호하는 학자들은 R&D와 특허출원간의 시차가 비교적 짧고, 시차의 분산이 특허등록의 경우보다 크지 않기 때문이라고 주장한다(Grief, 1995). 또한 특허의 출원과 등록간의 시차는 조직 외부의 환경요인에 의하여 주로 결정된다는 점을 고려할 때(Comanor & Scherer, 1969), 출원특허의 수를 산출요소로 선정하였다.

〈표 1〉 투입-산출 요소별 내용과 측정 지표

| 구분       | 요소       | 측정치표                     | 자료출처                    |
|----------|----------|--------------------------|-------------------------|
| 투입<br>요소 | 연구개발 투자비 | 연도별 지방 R&D 투자비용<br>(억 원) | 연도별 국가연구개발사업<br>조사분석보고서 |
|          | 연구원 수    | 대학+연구소+기업연구원<br>(명)      | 연도별 국가연구개발사업<br>조사분석보고서 |
|          | 연구 장비구입액 | 연도별 연구장비금액<br>(억 원)      | NTIS 홈페이지               |
| 산출<br>요소 | 특허출원 수   | 연도별 지방 특허<br>(건 수)       | 통계청                     |
|          | SCI      | 표준화 순위 보정치수              | 연도별 국가연구개발사업<br>조사분석보고서 |

### 3) 영향요인 변수의 선정

각 지역의 효율성에 영향을 미칠 수 있으리라 예상되는 환경을 살펴보기 위해 효율성과 변수들의 상관계수를 분석하였다. 기존 연구에서 효율성 값에 영향을 미치는 요인을 추정하는데 토빗 모형을 사용한 경우도 있으나 효율성 값을 종속변수로 한 토빗 모형은 적절하지 않다는 주장(윤경준, 2003)에 따라 본 연구에서는 효율성과 환경변수 간의 상관관계만을 분석하였다.

지방 R&D의 외적 환경변수에는 지역별 재정자립도와 지역내총생산, 경기동행지수<sup>7)</sup>를 포함하였다. 이는 지역의 재정이 풍부하고, 경제적인 여건이 좋을수록 지자체와 기업이 R&D에 투자할 수 있는 예산이 늘어나게 될 가능성이 높아져 R&D 활동의 효율성에도 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다고 가정을 바탕으로 두고 있다. 현재 지자체 R&D 투자의 대부분이 중앙부처별 개별지원방식의 지방 R&D사업에 대한 대응자금 형태로 투자되고 있어, 재정자립도가 낮은 지자체의 높은 매칭비중은 지자체의 재정부담을 가중시키고 능동적으로 사업을 추진하지 못하는 요인이 될 수 있다. 즉, 중앙정부 주도의 재정 운영이 되면 지자체가 사업재원이 부족하여 자체적인 사업에 대한 역량에 한계가 존재할 수 있기 때문에 지역 재정의 경제적 재원이 지방 R&D 효율성에 끼치는 영향력을 고려하기로 하였다.

내적환경변수로는 연구개발조직의 수와 연구과제수, 장비공동활용률 및 협력연구비율을 설정하였다. 연구개발조직의 수가 많고, 연구 과제를 수행할 수 있는 기회가 많아지면 SCI

7) 지역별 경기동행지수는 경기관련 개별지표를 종합하여 단일 지수화한 것으로, 경제상황의 장·단기적 변동요인을 포함한 지역내 경제활동의 전반적인 수준을 나타내는 지표이다.

와 특히 출원건수에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 가정하였다. 또한 장비공동활용률 및 협력연구비율 역시 지방 R&D의 효율성에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다고 가정하였다. 이는 R&D에 있어서 산·학·연의 협동 연구가 강조되고 있고, 또한 최근 정부가 장비의 공동활용을 극대화하기 위해 지역별 연구장비의 정보를 체계화함에 따라 지역별 효율성에도 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

## IV. 분석결과

### 1. 투입지표와 산출지표의 기술통계

각 지역의 연도별 투입·산출요소의 기술 통계 값을 <표 2>에 제시하였다. 연구개발 예산에서 수도권 및 대전이 차지하고 있는 비중은 '04년 73.8%, '05년 67.1%, '06년 66.0%로 그 비중이 조금씩 줄어들고는 있지만, 연구개발인력과 마찬가지로 수도권과 대전에 매우 집중되어 있는 분포를 보인다. 2004년부터 2006년까지 수도권과 대전에 전국 약 60~65%의 연구개발인력이 집중되어 있으며, 이들 지역을 제외한 나머지 지역은 5%를 넘지 않는 것으로 나타나고 있다. 연구장비 구입금액은 연도별로 차이가 있으나, 예산비나 연구개발인력의 경향처럼 장비구입금액의 비중은 주로 서울을 비롯한 수도권과 대전지역에 거의 60% 이상 집중됨에 따라 지역별 격차가 매우 큰 편이라고 할 수 있다.

<표 2> 요소별 기술 통계 값

| 요소            | 연도   | 최대값     | 최소값   | 평균        | 표준편차       |
|---------------|------|---------|-------|-----------|------------|
| 예산<br>(억 원)   | 2004 | 14,204  | 289   | 4244.6250 | 6333.42328 |
|               | 2005 | 15,749  | 379   | 3984.5625 | 5038.83121 |
|               | 2006 | 17,079  | 468   | 4074.2500 | 5028.21866 |
| 연구원수<br>(명)   | 2004 | 70,211  | 404   | 13123.69  | 19832.372  |
|               | 2005 | 77,797  | 398   | 14670.13  | 22274.061  |
|               | 2006 | 87,246  | 560   | 16037.38  | 24764.999  |
| 연구장비<br>(억 원) | 2004 | 4433.93 | 88.85 | 969.3381  | 1181.04389 |
|               | 2005 | 1336.6  | 25.9  | 389.203   | 365.6107   |
|               | 2006 | 1504.33 | 14.09 | 361.3794  | 425.43802  |

| 요소            | 연도   | 최대값  | 최소값  | 평균     | 표준편차     |
|---------------|------|------|------|--------|----------|
| 특허출원<br>(개)   | 2006 | 1080 | 18   | 290.06 | 345.587  |
|               | 2007 | 2262 | 53   | 618.69 | 708.083  |
|               | 2008 | 3899 | 67   | 842.19 | 1059.967 |
| SCI<br>(보정지수) | 2006 | 1.05 | 0.81 | 0.9148 | 0.6277   |
|               | 2007 | 1.03 | 0.80 | 0.9063 | 0.6233   |
|               | 2008 | 1.02 | 0.80 | 0.9031 | 0.0605   |

한편 산출지표 측면에서 특허출원과 SCI 논문 보정지수는 수도권과 대전에 많이 집중되어 있는 투입지표와 많이 다르지 않다. 특허출원과 SCI 논문보정지수의 최대값은 서울에서 지속적으로 나왔으며, 최소값 역시 제주도에서 계속 관찰됐다. 투입과 산출지표의 기술통계값으로 알 수 있는 것은 연구개발활동의 역량을 가늠할 수 있는 연구개발비, 연구인력 수, 연구장비 구입금액이 수도권과 대전에 집중됨에 따라 산출지표 역시 지역 간 편차가 크게 나타난다는 것이다.

## 2. 연도별 각 지역의 효율성 추정

〈표 3〉에서 보는 바와 같이 산출지향 BCC모형에서 지방 R&D의 효율성의 추정치를 구하였다. 분석결과는 DMU별 기술적 효율성, 규모효율성과 참조횟수 등을 기재하였다. 2006년에서 2008년 중 전국의 지방 R&D의 효율성 평균은 2006년에 0.7331을 보인 이후 2007년에 0.7208로 다소 하락했다가, 2008년에는 0.6248로 매우 낮은 효율성을 나타냈다.

2006년도에는 광주와 울산, 충북, 제주 등이 효율적으로 나타났고 2007년에는 대전, 울산, 제주가 2008년에는 대전, 대구, 제주 등에서 효율적임을 보여주고 있다. 참조횟수가 높다고 해서 가장 효율성이 높은 기관이라고 평가할 수는 없지만 준거집단은 투입요소 및 산출요소의 조합에 있어서 비효율적인 기관들이 벤치마킹의 대상으로 삼아야 할 기관이라는 점에서 중요하다고 할 수 있다.

〈표 3〉 지역별 효율성 추정치

|    | 2006      |           |          | 2007      |           |          | 2008      |           |          |
|----|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
|    | 기술<br>효율성 | 규모<br>효율성 | 참조<br>횟수 | 기술<br>효율성 | 규모<br>효율성 | 참조<br>횟수 | 기술<br>효율성 | 규모<br>효율성 | 참조<br>횟수 |
| 서울 | 0.5028    | 0.5028    | 0        | 0.5946    | 0.5946    | 0        | 0.7443    | 0.7443    | 0        |
| 인천 | 0.4468    | 0.4974    | 0        | 0.865     | 0.994     | 0        | 0.4573    | 0.5416    | 0        |
| 경기 | 0.45      | 0.45      | 0        | 0.7846    | 0.839     | 0        | 0.5061    | 0.5532    | 0        |
| 대전 | 0.9386    | 0.9386    | 0        | 1         | 1         | 12       | 1         | 1         | 2        |
| 부산 | 0.4793    | 0.5546    | 0        | 0.541     | 0.632     | 0        | 0.4285    | 0.4817    | 0        |
| 대구 | 0.8723    | 0.8723    | 0        | 0.9242    | 0.9943    | 0        | 1         | 1         | 3        |
| 광주 | 1         | 1         | 6        | 0.7531    | 0.7906    | 0        | 0.8536    | 0.8536    | 0        |
| 울산 | 1         | 1         | 5        | 1         | 1         | 12       | 0.3162    | 0.3162    | 0        |
| 강원 | 0.8257    | 0.8356    | 0        | 0.5139    | 0.6069    | 0        | 0.678     | 0.7207    | 0        |
| 충북 | 1         | 1         | 2        | 0.7887    | 0.9459    | 0        | 0.7344    | 0.7956    | 0        |
| 충남 | 0.8065    | 0.8307    | 0        | 0.7193    | 0.8255    | 0        | 0.5142    | 0.5924    | 0        |
| 전북 | 0.5409    | 0.6032    | 0        | 0.6038    | 0.7044    | 0        | 0.5037    | 0.524     | 0        |
| 전남 | 0.6843    | 0.7577    | 0        | 0.475     | 0.4958    | 0        | 0.3011    | 0.3396    | 0        |
| 경북 | 0.5641    | 0.5641    | 0        | 0.545     | 0.5466    | 0        | 0.6756    | 0.6756    | 7        |
| 경남 | 0.6183    | 0.6744    | 0        | 0.4242    | 0.4949    | 0        | 0.283     | 0.324     | 0        |
| 제주 | 1         | 1         | 2        | 1         | 1         | 2        | 1         | 1         | 4        |

3개년 간의 각 지방 R&D의 낮은 효율성 점수는 다음과 같은 면에서 문제점이 존재한다고 할 수 있다. 첫째 국가 R&D 예산의 40%에 달하는 투자금액이 장비구축과 연구 환경 개선 등에 대한 투자가 이루어졌음에도 불구하고 그 동안 사업 중심의 개별적 R&D 지원방식이 이루어졌기 때문에 투자 효율성 측면에서 한계가 있는 것으로 파악된다. 즉 지방의 R&D 연구역량이 지방 자치제 실시 이후에 많이 성숙되지 않은 상황에서 지역별로 장비 구축 등의 하드웨어 중심으로 투자가 집중됨에 따라 투자 대비 성과가 아직 제대로 창출되지 않은 것이다. 이와 더불어 지방 R&D 사업의 관리 등 추진체계의 다원화로 지역내 사업 간 연계가 미흡하다는 점 역시 하나의 원인으로 지목할 수 있다.

둘째, 지역간 효율성 지수의 차이는 대전이나 서울 등 국가지정 연구개발단지가 위치해 있는 지역과 그렇지 않은 지역, 수도권 지역과 그렇지 않은 지역, 또 최근에 산업시설이 많이 입지한 지역과 그렇지 않은 지역 간의 R&D 역량 차이가 발생하고 있기 때문인 것으로 볼 수 있다. 특히 대전과 서울, 경기도를 제외한 지역의 경우 아직까지 R&D 정책에 대한 지방 정부의 인식이 체계적으로 정립되어 있지 않고 있는 점과 지역간 격차가 앞으로 심화될 경우

형평성에 큰 문제점이 발생할 수 있다는 점을 고려해야할 필요가 있다. 또한 이는 지방별 재정력의 차이로도 설명될 수 있는데, 지방 R&D 사업에 있어서 매칭펀드의 시행으로 인해 재정력이 약한 지방의 경우 매칭부담으로 인해 R&D 사업이 원활하게 운영되지 않을 수 있다.

### 3. 효율성에 대한 영향요인 분석

지방 R&D 효율성이 지역적 특성과 어떠한 연관성이 있는가를 파악하기 위해 살펴본 결과 외적환경변수 중 지역내총생산은 0.742로 매우 높은 상관관계를 보인 반면 재정자립도와 경기동행지수는 각각 0.331, 0.311로 낮은 상관관계를 나타냈다. 즉, GRDP가 R&D 효율성이 유의미한 상관관계를 보인다는 것은 효율성의 격차가 지역 경제의 불균형적인 발전을 유도할 수 있는 가능성이 존재한다는 것을 의미한다. 특히 R&D가 지역 발전의 주요한 요소라는 점을 감안한다면, GRDP가 높은 지역일수록 효율적인 R&D 활동이 이루어질 수 있으며 그로 인해 지역 발전이 더 많이 이루어지는 구조가 성립될 수 있다는 것이다. 따라서 GRDP가 낮은 지역은 R&D 활동 역시 비효율적일 수 있는 가능성이 높아 지역 발전에 있어서 불균형의 차이가 발생할 수 있다.

내적환경변수 중 연구개발조직수는 가장 높은 상관관계를 보였다. 이와 더불어 연구과제 역시 지방 R&D의 효율성에 미치는 영향은 상당히 긍정적으로 나타났다. 연구개발조직과 연구과제 수는 R&D의 역량적인 측면에서 살펴볼 수 있으므로 이는 자명한 결과일 수 있다. 그러나 두 변수를 제외한 장비공동활용률 및 협력연구비율은 R&D 효율성과 낮은 상관관계를 보였다. 특히 장비공동활용률은 -3.88로 나타나 장비공동활용률과 효율성이 음의 상관관계를 가지고 있음을 보여주고 있다. 이는 장비를 많이 보유하거나, 장비를 구매하기 위한 지원금이 많은 지역이 대전과 수도권에 집중되어 있으며 이들 지역의 장비공동활용률이 상대적으로 낮은 편에 속하기 때문인 것으로 파악된다. 즉, 장비 공동활용율이 높을수록 효율성이 높아진다면 긍정적일 수 있으나, <표 4>에서 보는 바와 같이 장비구입금액이 높을수록 공동활용률이 낮은 것을 확인 할 수 있다.

<표 4> 장비구입금액과 공동활용률

| 지역 | 장비구입금액            | 공동활용   | 지역 | 장비구입금액          | 공동활용   |
|----|-------------------|--------|----|-----------------|--------|
| 대전 | 150,432,558,273 원 | 19.31% | 제주 | 1,409,189,911 원 | 67.66% |
| 서울 | 98,863,085,586 원  | 26.14% | 전남 | 2,740,677,151 원 | 33.25% |
| 경기 | 95,515,259,059 원  | 32.63% | 강원 | 3,329,542,575 원 | 47.67% |



한편, 협력연구비율이 효율성에 유의미한 영향을 미치지 못하는 요인은 각 지방의 R&D 연구 활동 형태와 관련이 있는 것으로 파악된다. 지방의 협동연구 비중은 수도권 지역보다 상대적으로 활발하지만, 수도권과 대전의 경우 협동연구 형태가 매우 다양한 반면 이들 지역을 제외한 그 외의 지방에서는 지역기업과 현장의 기술적 애로사항 등을 해결하는 지원형 산·학 협력이 비교적 많이 이루어지고 있다. 따라서 상대적으로 산출요소인 SCI와 특허출원에 많은 영향력을 끼치지 못한 것으로 판단된다. <표 5>는 효율성과 각 영향요인간의 상관관계 분석을 분석한 결과이다.

<표 5> 효율성과 변수간의 상관관계 분석

| 변수     | 평균      | 표준 편차   | 상관계수   |       |        |       |        |       |      |   |
|--------|---------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|------|---|
|        |         |         | 1      | 2     | 3      | 4     | 5      | 6     | 7    | 8 |
| 효율성    | 0.628   | 0.250   | 1      |       |        |       |        |       |      |   |
| 재정자립도  | 84.191  | 13.073  | .331   | 1     |        |       |        |       |      |   |
| GRDP   | 49196.3 | 50037.2 | .742** | .231  | 1      |       |        |       |      |   |
| 경기동행지수 | 104.85  | 4.2943  | .311   | -.043 | .242   | 1     |        |       |      |   |
| 연구개발조직 | 984.19  | 1249.4  | .677** | .022  | .794** | .116  | 1      |       |      |   |
| 연구과제 수 | 2072.2  | 2613.0  | .535*  | .378  | .845** | -.047 | .684** | 1     |      |   |
| 장비공동활용 | 38.047  | 12.095  | -.388  | -.292 | -.326  | -.010 | -.392  | -4.67 | 1    |   |
| 협력연구비율 | 61.047  | 8.166   | 0.307  | -.158 | -.074  | .042  | .283   | -.198 | -.38 | 1 |

\*\*0.01 수준에서 유의, \* 0.05 수준에서 유의

## V. 정책적 함의

지방 R&D 사업의 효율성 분석을 통해 분석한 결과 도출할 수 있는 정책적 함의는 다음과 같이 나누어 살펴 볼 수 있다. 첫째, 투입요소와 산출요소의 기술통계 값을 보면 그 동안 여러 차례 지적되었던 문제점 중 하나로 수도권과 대전 지역에 R&D 효율성에 영향을 줄 수 있는 물리적·인적 역량이 집중되어 있기 때문에 지역간 역량 차이가 필연적으로 많이 발생할 수밖에 없다는 것이다. 이는 그동안 특정 지역에 과학기술 인프라가 구축되어 온 결과이며, 이러한 격차를 줄이기 위해서는 개별 지역의 역량과 활동에 맡기기 보다는 국가 전체적인 차원에서 지속적이고 체계적인 해소노력이 필요하게 된다. 따라서 현실적으로 드러나는 지역의

객관적인 편차를 고려하여 다양한 부문별 지원과 투자 확대가 중앙정부 주도로 중장기적으로 진행하는 것이 요구된다고 하겠다. 이 때 한 가지 주의해야 할 점은 모든 지역에 일률적인 수준의 인력과 장비를 갖추는 것을 목표로 삼는 것이 아니라 지방의 자체적인 수요와 판단을 존중하는 방향으로 지향해 나가는 것이 바람직하다는 것이다. 중앙집중 또는 일괄관리가 편의성과 관리상의 효과를 제고할 수 있을 수 있지만 지역여건과 R&D 수요를 제대로 파악하지 못하는 경우도 발생할 수 있기 때문이다. 중앙의 지원을 전제로 하지만, 지역내 사업간 연계를 강화하고 지방의 수요가 제대로 반영될 수 있도록 산학연 전문가들의 권역별 또는 부문별 참여가 제도적으로 보장되는 것이 강화될 필요가 있다.

둘째, 지방 R&D 효율성에 대한 영향요인을 검토하였을 때, GRDP와의 높은 상관관계는 R&D가 가지는 산업경제적인 면에서 연관효과로서의 의미를 보인다고 할 것이다. 개별 지역의 경제 여건이 R&D의 활성화와 성과 창출에 이바지를 하게 되며, R&D의 성과가 다시 해당 지역에 긍정적인 작용을 하는 것이 이상적이라고 할 수 있다. 하지만 본 연구를 통해 분석해볼 때 아직까지는 이러한 선순환 구조가 구축되어 활발히 작용한다고 볼 수는 없다. 다만 유의미한 수준으로 순환구조의 연결고리가 점차 형성되어가고 있는 제도화 과정으로 판단되기 때문에 정책적 지원이 계속되는 것이 바람직할 것이다. 최근 R&D 사업에 대하여 방만하다는 지적과 함께 예산절감을 목표로 관련 연구개발 사업범위의 조정과 사업내용의 축소 등을 추진하려는 방안이 제시되고 있지만<sup>8)</sup>, 이는 지방 R&D의 인프라나 지원이 투자과잉이나 과포화상태에 이르렀다는 것을 의미하는 것이 아니라 체계적인 관리가 미진하다는 것을 의미하는 것이다. 따라서 아직 지역간 R&D 인프라 격차가 큰 열악한 현실을 감안한다면 일정 수준에 도달할 때까지는 중앙과 지방의 지속적인 예산 지원과 정책 지원이 이루어져야만 중장기적으로 보다 많은 성과를 확보할 수 있을 것으로 여겨진다. 특히 지방자치단체의 경우에는 R&D에 대한 중요성을 인식하는 것이 상대적으로 낮고, 지방재정상의 한계가 있기 때문에 구호용이나 일회성으로 R&D 사업을 바라보는 경우가 많다. 이를 개선하기 위해서는 R&D 성과실적별 인센티브 지급이나 예산이월을 통한 적립이 가능하게 하여 지자체가 보다 적극적인 참여를 할 수 있는 재정적 유인을 제공하는 것도 고려할 수 있을 것이다.

셋째, 영향요인의 분석 과정에서 장비공동활용과 협력연구비율이 R&D 효율성에 유의미한 영향을 끼치지 못하였다는 점은 활용률 제고와 협력연구 강화를 위한 제도적인 개선책과 연구 주체들 간의 의식 전환이 필요하다는 것을 말하고 있다. 국가연구개발사업이 대형화 및 복잡화됨에 따라 연구 장비의 효율적인 운영과 공동활용은 매우 중요하다고 할 수 있으나 범

8) 2009년 지방 R&D 투자 실태조사 결과에 따르면 종합적인 컨트롤 타워의 부재로 인해 지방 R&D의 체계적 추진 미흡, 지방 R&D 사업 간 유사사업 존재, 연구장비의 비효율적 활용 등이 지적되었다.

부처 장비·기자재 공동활용 서비스 홈페이지에 나온 공동활용률은 2008년 이후 지속적으로 감소하고 있다. 뿐만 아니라, R&D 장비 도입과정과 관리에서 각 연구기관의 전문성 부족과 연구장비의 통합관리 부재로 인하여 같은 장비가 기관별, 사업별로 중복 구매 되거나 필요 이상의 고가 장비가 구입되고 있다는 점 역시 효율성 저해 요인의 하나가 될 수 있을 것이다. 이를 해결하기 위하여 공동장비활용에 따른 시설장비의 운영인력의 전문성과 고장 및 부품교체 등 유지보수에 대한 문제점을 정부차원에서 나서야 할 필요가 존재한다. 이와 함께 신규 장비의 중복 검토뿐만 아니라 기존 장비의 공동활용률을 제고하기 위하여 기존장비의 활용실적을 평가하여 성과가 우수한 사업에는 운영비 지원을 확대하는 등 효율성을 제고하고 제도의 적실성을 확보할 수 있는 방안을 모색하는 것이 요구된다. 또한 장비 활용을 실시간으로 파악할 수 있는 모니터링을 구축함으로써 사용빈도가 낮은 장비는 공동활용 장비로 전환함으로써 투입 예산을 적절하게 조절하는 것 역시 하나의 방안이 될 수 있을 것이다. R&D에 있어서 기존 장비의 노후화 여부와 기술발전에 따른 수요 감소 등 현실적인 한계를 개선하고 선제적인 대응을 하기 위해서는 적극적인 연구장비의 수명관리를 구매 이전의 수요파악 단계에서부터 시작하여 불용처리 되어 폐기하는데 이르기까지 단일한 사이클로 점검하는 제도가 마련되어야 할 것으로 판단된다. 이와 함께 연구개발 환경이 빠르게 변화함에 따라서 연구장비에 대한 계획과 관리가 유연하게 변경될 수 있는 대응성을 향상시킬 방안에도 대해서도 고민해야 한다.

또한 R&D에 있어서 협력연구는 성과를 제고하고 시너지를 창출한다는 이점에도 불구하고 산·학·연 공동연구를 꺼리는 현상이 아직까지 계속되고 있다. 연구개발의 수행과정에서 외부기관과 적극적으로 협동할 경우, 연구개발 효율성이 높아질 가능성을 감안한다면 (Chesbrough, 2003), 국가연구개발사업에 있어서 타 기관과의 개방형 연구개발 시스템의 구축이 필요하다고 할 수 있다. 따라서 협력연구의 장애요인으로 제기되고 있는 기술지식의 외부유출에 대한 우려, 개발된 기술의 소유권 및 활용 범위의 문제 등(정선양, 2007) 협력연구 수행 시 발생할 수 있는 여러 문제점에 대한 제도적 개선과 유인책 마련이 요구된다고 할 수 있다.<sup>9)</sup>

9) 실제로 대학과 기업간 산학협력시 협동연구를 위한 정당한 상호호혜적 관계 형성이 아니라 기업의 입장이 강하게 반영되는 경우가 대부분이다. 예를 들어 기술가치에 대한 평가 보다는 상용화 성공을 전제로 한 '러닝 로열티' 지급조항이나 대학의 지재권 이전시 기업이 우선양도권을 갖는다는 의무조항, 해당 산학협력 이전부터 대학이 보유했던 지재권의 사용권도 가질 수 있다는 내용의 '선행기술 사용' 조항 등 협력연구를 위축시키는 내용이 계약에 반영되는 경우가 많다. 이에 최근 정부는 대학-기업 간 갈등을 중재하기 위해 '산학협력 공동계약 표준 가이드라인'을 만들었지만 문제점을 개선하기에 부족하다는 지적을 받고 있다.(전자신문, 2010.11.22. 기사)

## V. 결 론

참여정부의 국가균형발전의 본격적 추진과 함께 지방의 과학기술혁신 역량 강화에 대한 과제가 대두된 이후 지방주도의 자립형 지방화를 추구하려는 관점에서 지방 R&D는 지역의 여건과 수요를 반영한 지역혁신역량을 향상시킬 수 있는 사업으로 여겨졌다. 그러나 이러한 지방 R&D 사업은 지방정부의 재원 부족 등의 이유로 중앙정부가 주도하고 지방정부가 이에 편승하는 형태로 이루어진다는 한계와 더불어 투자 효율성의 문제가 공론화되기 시작했다. 즉, 지방 R&D에 막대한 예산을 투입함에도 불구하고 그 성과가 크지 않다는 것이 주요한 논란이라고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 지방 R&D 사업에 대하여 효율성을 지역별로 검토해 보았다. 분석 결과 연도별로 지방R&D의 효율성간의 차이는 있지만 대략 0.6~0.7 내외로 나타났다. 효율성의 영향을 준 요인으로서는 GRDP, 연구개발조직수, 연구과제 수 등을 제시할 수 있지만 장비공동활용과 협력연구 등 R&D 사업의 유기적 연계 효과를 높일 수 있는 요인은 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 정부가 장비공동활용을 촉진하고자 장비데이터베이스를 구축하고 많은 정책적 노력과 지원을 했음에도 불구하고, 이러한 낮은 효율성은 지방 R&D 사업을 높이기 위한 방안을 모색해야 할 것을 시사하고 있다.

지방 R&D의 경쟁력은 지역경제 발전과 국가성장의 핵심으로 작용하기 때문에(이부형·김민정, 2010) 지속적인 정책 노력을 기울여야 한다. 이를 위해서는 R&D 투자를 성과로 적극적으로 활용할 수 있는 체계를 마련하고 효율성을 올바르게 평가할 수 있는 장치를 마련하는 것이 시급히 요구된다. 또한 지역 간 격차를 해소하고 새로운 차원에서 지역의 균형발전을 도모하려는 노력을 기울여야 한다. 본 연구는 그러한 측면에서 그동안 추진되어 왔던 사업에 대한 효율성을 구체적으로 분석하였다는 점에서 일정한 시사점을 제시하였다고 볼 수 있다.

마지막으로 본 연구의 한계로서 언급할 수 있는 것은 R&D의 특성상 나타날 수 있는 중장기적인 성과를 검증해 내기에는 기간상의 제약이 있었다는 점이다. 그리고 아직까지 국가차원에서 종합적으로 활용될 지역 R&D 예산 현황과 관련 통계자료가 체계적으로 구축·제공되지 않기 때문에 향후 이에 대한 제도적 개선과 함께 지속적인 연구수행이 요구된다는 아쉬움을 갖는다고 하겠다.

## 【참고문헌】

- 과학기술부. (2005). 『2005 지방과학기술연감』. 과학기술부.
- \_\_\_\_\_. (2007). 『과학기술혁신정책의 효과성 분석 연구: 국가과학기술혁신체제 발전 모델 제시』. 과학기술부.
- 교육과학기술부. (2009). 『지방과학기술연감』.
- 교육과학기술부·한국과학기술기획평가원. (2009a). 『2009년도 국가연구개발사업 성과분석 보고서』. 교육과학기술부·한국과학기술기획평가원.
- \_\_\_\_\_. (2009b). 『지방 R&D 실태조사 보고서』. 교육과학기술부·한국과학기술기획평가원.
- 국가과학기술위원회. (2006). 『국가 R&D가 지역균형에 미치는 효과 분석연구』.
- 기획재정부. (2010). 『2010년도 정부 R&D 예산 편성지원에 관한 연구』. 기획재정부.
- 김문수. (2007). 『지식경제를 향한 산업기술 지식네트워크』. 경기도: 한국학술정보.
- 김태희·김인호·안성봉·이계석. (2009). 자료포락분석법을 활용한 국가연구개발사업의 효율성 분석. 『기술혁신학회지』, 12(1): 70-87. 한국기술혁신학회.
- 김성호·최태성·이동원. (2007). 『효율성 분석 이론과 활용』. 서울: 서울경제경영.
- 박만희. (2008). 『효율성과 생산성 분석』. 서울: 한국학술정보.
- 배세영. (2009). 우리나라 시·도별 정부 R&D 투자의 효율성 분석: DEA와 SFA 측정 결과 비교 분석. 『한국지역경제연구』, 14: 105-127. 한국지역경제학회.
- 백종윤·조연주·최영훈. (2009). 지방정부의 대학 연구개발 지원 규모 결정요인 분석. 『한국행정학보』, 43(4): 359-380. 한국행정학회.
- 산업연구원. (2009). 『지역산업 R&D 정책의 개선방안』. 산업연구원.
- 설성수·김인호. (2006). 한국의 연구장비 현황과 구축패턴. 『기술혁신학회지』, 9(3): 471-495. 한국기술혁신학회.
- 정선양. (2007). 『산학연 협력정책의 성과분석과 향후과제』. 교육인적자원부.
- 조윤애·김원규·남장근·오준병. (2005). 『혁신역량 강화를 위한 연구개발투자의 효율성 제고 방안』. 산업연구원 연구보고서.
- 오영균. (2011). 지역 R&D 예산배분체계에 관한 평가연구. 『정책분석평가학회보』, 21(3): 303-326.
- 유금록. (2004). 『공공부문의 효율성 측정과 평가: 프런티어분석의 이론과 적용』. 서울: 대영문화사.
- \_\_\_\_\_. (2005). 공공부문의 생산성 측정을 위한 비방사적 맘퀴스트 생산성지수의 측정방법과 적용. 『정책분석평가학회보』, 15(2): 99-126. 한국정책분석평가학회.

- \_\_\_\_\_. (2008). 공공부문의 효율성과 영향요인 분석: 도시개발공사를 중심으로. 『한국행정학보』, 42(3): 79-109. 한국행정학회.
- 윤경준. (2003). 공공부문 효율성 측정을 위한 DEA의 활용: 평가와 제언. 『정부학연구』, 9(2): 7-31.
- 이부형·김민정. (2010). 지역별 R&D 효율성 분석. 『지식경제』, 2009년 겨울/2010년 봄 합본호. 24-31. 현대경제연구원.
- 이혁재·여운동·이상필. (2006). 연구성과의 질 제고를 위한 논문평가 모형개발. 『기술혁신학회지』, 9(3): 538-557. 한국기술혁신학회.
- 임동진·김상호. (2000). DEA를 통한 지방정부의 생산성 측정. 『한국행정학보』, 34(4): 217-234.
- 정선양. (2007). 『산학연 협력정책의 성과분석과 향후 과제』. 교육인적자원부.
- 현만석·유왕진. (2008). DEA모형을 이용한 공공연구기관의 기술이전 효율성 분석에 관한 연구. 『대한산업공학회지』, 31(2): 94-103.
- 홍성훈. (2009). 지역 연구개발투자가 지식 창출 및 확산에 미치는 효과에 관한 연구. 『한국지역경제연구』, 14: 3-16. 한국지역경제학회.
- 황석원 외. (2009). 『국가연구개발사업 R&D효율성 분석 및 제고방안』. 과학기술정책연구원. 전자신문. 2010.11.22.자 기사.
- Acs, Z. J. and Audretsch, D. B. (1991). *Innovation and Technological Change*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Andersson, A. E., Anderstig, C., and Harsman, B. (1990). Knowledge and communications infrastructure and regional economic growth, *Regional Science and Urban Economics*, 20: 359-276.
- Autant-Bernard. (2001). Science and knowledge flows: evidence from the France case. *Research Policy*, 30: 1069-1078.
- Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W. (1984). "Some Models For Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30(9): 1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W., and Rhodes, E. (1978). "Measuring Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 1(6): 429-444.
- Cherchye, L., Vanden Abeele, P. (2005). "On research efficiency: a micro analysis of Dutch university in economic and business management. *Research Policy*". *Research Policy*(34): 495-516.
- Comanor, W. S. and Scherer, F. M. (1969). "Patent Statistics as a Measure of Technical Change", *The Journal of Political Economy*, 77(3): 329-398.

- Eliat, H., Golany, B., and Shtub, A. (2006). "Constructing and Evaluating Balanced Portfolios of R&D Projects with Interactions: A DEA Based Methodology". *European Journal of Operational Research*, 172: 1018-1039.
- Färe, Rolf., Grosskopf Shawna., Norris, Mary., and Zhang, Zhongyang. (1994). "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries". *American Economic Association*, 84(1): 66-83.
- Farrel, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society, Series A(General)*, 120(3): 253-290.
- Galsmeier, A. (1991). *The High-Tech Potential. Economic Development in Rural America*. Center for Urban Policy Research, New Brunswick.
- Goldstein, H., Luger, M. I. (1990). Science/technology parks and regional development tehroy, *Economic Development Quarterly*, 4: 64-78.
- Goto, Akira and Suzuki, Kazuyuki. (1989). R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries. *The Review of Economics and Statistics*, 71(4): 555-564.
- Grilichies, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, 18(4): 1661-1707.
- Grossman, G. and E. Helpman. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press.
- Grupp, H. (1996). Spillover effects and the science base of innovations reconsidered: an empirical approach. *Journal of Evolutionary Economics*, 6(2): 175-197.
- Hsu, F. M., and Hsueh, C. C. (2009). Measuring relative efficiency of government-sponsored R&D projects: A three-stage approach, *Evaluation and Programming*, 32: 178-186.
- Korhonen, P., Tainio, R., Wallenius, J. (2001). "Value efficiency analysis of academic research". *European Journal of Operational Research*(130): 121-132.
- Krugman, Paul. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, 99(3): 483-499.
- Lee, Hak-Yeon and Park, Yong-tae. (2005). "An International Comparison of R&D Efficiency: DEA Approach". *Asian Journal of Technology Innovations*, 13(2): 207-222.

- Leoncini, R., Maggioni, M., and Montessor, S. (1996). Intersectorial innovation flows and national technological system network analysis for comparing Italy and Germany. *Research Policy*, 25: 415-430.
- Malecki, E. (1991). *Technology and Economic Development*, Longman Scientific and Technical, Essex.
- Markusen, Ann., Peter Hall., and Amy Glasmeier, (1986). *High Tech America: The What, How and Why of Sunrise Industries*. Boston, MA: Allen and Irwin.
- Revilla, E., Sarkis, J., and Modrego, A. (2003). Evaluating performance of public-private research collaborations: A DEA analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 54: 165-174.
- Romer, Paul M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy*, 94(5): 1002-1037.
- Scherer, F. M. (1983). The Propensity to Patent. *International Journal of Industrial Organization*, 1(1): 107-128.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*, Harvard Univ. Press, Cambridge: MA.
- Shephard, R. W. (1970). *The Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press. N.J.
- Serrano-Cinaca, C., Fuertes-Callen, Y., Mar-Molinero, C. (2005). "Measuring DEA Efficiency in Internet Companies", *Decision Support Systems*, 38(4): 557-573.
- Wang, Eric C. & Huang, Weichiao. (2007). "Relative efficiency of R&D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach". *Research Policy*(36): 260-273.