

국가연구개발사업의 질적 효율성 분석에 관한 사례연구: 농림축산 분야를 중심으로*

김 경 수** · 조 남 옥***

A Case Study on Qualitative Efficiency of National R&D Projects: Focused on Agricultural Research Area

Kim Kyungsoo · Cho Namwook

〈Abstract〉

In order to examine the ways to improve the efficiency of R&D investment, this paper presents analysis on both quantitative and qualitative efficiency of R&D projects. As Korea's R&D investment has significantly increased in recent years, the efficiency of R&D investment has attracted attention.

In this paper, a Data Envelopment Analysis(DEA) method is used to construct models for quantitative efficiency and qualitative efficiency analysis. Based on a cases of agricultural R&D projects of Korea, the efficiency of national R&D projects were analyzed and their quantitative and qualitative efficiencies are compared. As a result, statistically significant difference between quantitative and qualitative efficiency was found. Also, characteristics of Decision Making Units(DMUs) which can influence both quantitative and qualitative efficiency were identified. In particular, the stage of a R&D project has significant impact on R&D efficiency.

This study suggests that in order to enhance R&D efficiency both quantitative and qualitative nature of outputs should be considered when measuring R&D efficiency.

Key Words : Data Envelopment Analysis(DEA), Efficiency, R&D

I. 서론

과학기술은 국가경쟁력의 원천이며, 세계 각국은 과

학기술 주도권 확보를 통한 국가경쟁력 향상을 위해 대규모 연구개발투자를 지속하고 있다[1]. 최근 우리나라는 국제 정세 및 환경 변화 등 다양한 변화에 직면하고 있으며[2], 이에 따라, 우리나라는 국가과학기술의 역량 및 기반 강화, 사회문제 해결 등을 위해 다양한 형태의 국가연구개발사업을 추진하고 있다[3].

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내학술연구비 일부지원으로 수행되었습니다.

** 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정

*** 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수(교신저자)

우리나라 총 연구개발비는 2016년 기준 69조 4,055 억원으로 연구개발비 규모 측면에서 세계 5위이며, 국내총생산(GDP) 대비 연구개발비 비중은 4.24%로 세계 2 위이다[4]. 또한, 우리나라 2016년 국가연구개발사업 집행액은 약 19조원으로 2012년부터 2016년까지 연평균 4.5%로 성장하였다[5].

국가연구개발사업의 대표적인 성과 중 과학적 성과에 해당하는 SCI(E)논문의 경우, 우리나라는 2014년 기준 약 5만 5천 건으로 세계 총 논문 수 대비 2.76%(12위)를 차지하고 있는 반면 SCI(E)논문의 질적 수준을 대표하는 피인용 횟수의 경우, 논문 1편당 4.86회로 5년 주기별 논문 수 상위 50개 국가 중 31위를 차지하였다[6].

우리나라는 국내총생산 대비 연구개발비 비중 측면에서 세계 2위 수준의 활발한 연구개발투자에도 불구하고 국가연구개발사업 성과의 질적 수준은 주요국 수준에 미치지 못하고 있다[7]. 우리나라의 5년 주기 평균 피인용 횟수는 해마다 증가하고 있고, 세계 평균보다 높은 추세를 형성하고 있으나, 여전히 양적 성과에 비해 상대적으로 낮은 상황이다. 정부의 지속적인 연구개발투자와 함께 국가연구개발사업의 투자효율성 제고와 성과분석에 대한 중요성도 함께 증대되어 왔다[8]. 투자효율성 제고를 위해서는 개별적으로 운용되는 정부정책에 따라 발생하는 중복 투자에 따른 예산 낭비를 줄이는 것은 또한 중요하다[9]. 이에 따라, 최근 국가연구개발사업 예산 규모에 비해 성과가 제대로 창출되고 있는 가에 대한 투자 효율성 이슈가 꾸준히 제기되고 있다[1]. 장기적으로 국가의 과학기술 경쟁력 제고를 위해서는 연구개발투자 규모의 양적인 확대도 중요하지만, 질적인 측면에서의 효율성 제고도 중요하다[10].

따라서 본 연구에서는 국가연구개발 사례를 활용하여 연구개발 과제에 대한 양적 효율성과 질적 효율성 결과를 비교 분석함으로써 연구개발사업 효율성 제고를 위한 시사점을 도출하고자 한다. 효율성 분석을 위해 연구개발사업 효율성 분석 시 주로 활용되는 DEA(Data Envelopment Analysis) 모형을 활용하였으

며, 양적 수준과 질적 수준을 비교 분석하기 위해 양적 효율성과 질적 효율성을 제시하였다. 실증 분석을 위해 농림축산검역검사기술개발사업을 대상으로 양적 효율성과 질적 효율성을 도출하고, 효율성 간 차이를 비교·분석하였다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 제2장에서는 이론적 배경과 효율성 분석 선행연구에 대해 살펴보고, 제3장에서 양적 효율성과 질적 효율성을 분석하기 위한 분석방법 및 모형에 대해 논의하였다. 제4장에서 실증 사례를 통한 분석 결과를 제시하고, 제5장에서 연구의 결론 및 한계점을 제시하였다.

II. 이론적 배경

2.1. 분석 방법론

2.1.1. DEA

효율성은 조직이 사용한 투입요소의 양에 대한 산출물 양의 비율을 의미한다[11]. 효율성을 분석하기 위한 방법은 여러 가지가 있으나, 연구개발사업 효율성 분석을 위한 선행 연구에서는 주로 DEA 모형이 활용되었다. DEA 모형은 비모수적(Non-Parametric) 효율성 측정 방법으로 선형계획법(Linear Programming)을 근거로 한다. 일반적으로 DEA 모형 중에서 가장 많이 활용되는 모형은 Charnes, Cooper, and Rhodes(1978)의 CCR 모형과 Banker, Charnes, and Cooper(1984)의 BCC 모형이다[12]. DEA 모형은 규모수익불변을 가정한 CCR 모형과 규모수익가변을 가정한 BCC 모형으로 구분되며, 투입 요소에 중점을 두는가, 산출요소에 중점을 두는가에 따라서 투입지향(Input-Oriented) 모형과 산출지향(Output-Oriented) 모형으로 구분된다[12]. DEA 모형에서는 DMU(Decision Making Unit) 간 상대적인 비교이므로, DMU 간 동질성 확보가 중요하며[13], DEA 모형을

적용한 선행 연구를 살펴보면, 대부분의 DMU 수가 투입 요소의 수와 산출요소의 수의 합보다 2배 이상 커야 변별력이 있다는 기준을 사용하고 있다[12]. 또한, DEA 모형을 통해 효율성을 도출하기 위해서는 적절한 투입 변수와 산출변수를 선정하는 것이 중요하며[14], 각 변수 선정은 이론적으로 타당해야하며, 투입변수와 산출변수 간의 충분한 설명력이 요구된다[15].

본 연구에서는 CCR 모형과 BCC 모형을 활용하였다. 선행 연구에 따르면, 투입량 선정이 주요 의사결정 변수로 대두되는 경우 투입지향 모형을 선택하는 경향이 있으며, 자원량을 이용하여 산출량을 증가시키고자 하는 일부 산업에서는 산출지향 모형을 사용하는 경향이 있다[12]. 또한, 국가연구개발사업의 연구비, 연구기간 등 투입변수는 재원 지원기관에 의해 최종적으로 결정되므로 사업수행 주체가 통제하기 어려운 요소[16]이며, 국가연구개발사업의 투자 효율성 제고 목적은 투입요소를 줄이기보다는 산출요소를 극대화하는 것에

있다고 볼 수 있다[17]. 본 연구는 국가연구개발사업을 대상으로 하므로 산출지향 모형을 적용하였다.

2.1.2. 비모수적 검정

DEA 모형에서는 DMU(Decision Making Unit)가 여러 집단으로 구성될 경우, 집단 간 효율성 비교는 매우 중요하다[13]. DEA 모형에 따른 효율성은 특정한 통계적 분포에서 도출된 값이 아니므로 비모수적 통계 방법을 사용하여 분석해야 한다. 독립된 두 개의 표본 집단 비교에는 윌콕슨-만-위트니 검정법(Wilcoxon-Mann-Whitney test)이 사용되며, 두 개 이상의 표본 집단을 비교할 경우 크러스컬-왈리스 검정법(Kruskal-Wallis test)이 사용된다.

본 연구에서는 양적 효율성과 질적 효율성의 차이 검정을 위해 윌콕슨-만-위트니 검정법을 사용하였으며, 연구개발과제 특성별 효율성 차이를 검정하기 위해

<표 1> 선행 연구

No	연구자	연도	제목	투입변수	산출변수	DEA 모형
1	박석종 외	2011	DEA를 이용한 순수연구개발 유형의 정부 R&D 사업들 간의 효율성 분석	총 투자비	SCI논문, 국내특허	투입 중심 CCR BCC
2	이철행 외	2014	DEA를 이용한 보건의료기술 R&D 사업의 효율성 분석과 전략적 포트폴리오 모형(중개연구를 중심으로)	연구비, 연구인력, 연구기간	SCI논문, 특허출원등록, SCI논문 IF 평균	산출 중심 CCR BCC
3	이형진 외	2014	국방기술 연구개발사업의 효율성 분석	R&D비용, R&D인력, R&D기간	특허, 논문, 실용화	산출 중심 CCR BCC
4	이형진 외	2015	DEA를 활용한 국방연구개발사업의 효율성 분석	R&D비용, R&D인력	특허, 논문, 실용화	산출 중심 CCR
5	이성희 외	2015	DEA 윈도우 분석을 이용한 정부출연연구기관의 연구개발 사업화 동태적 효율성 분석	연구비, 연구원	특허, 논문, 기술이전, 유상기술이전, 기술료	산출 중심 BCC
6	임인중 외	2015	공공연구기관의 기술이전 효율성 분석 및 향상방안에 관한 연구(동태적 DEA 모형을 중심으로)	연구비, 연구인력, TLO 인력, TLO 운영비	기술이전 계약건수, 기술이전 수입료	산출 중심 BCC
7	조인경 외	2015	신재생에너지 원별 연구개발 효율성 분석	총연구개발비, 지원과제 수	논문, 특허	산출 중심 BCC
8	엄익천 외	2016	영역조절모형(RAM)을 활용한 신약개발 국가연구개발사업의 효율성 분석	총 연구개발비	SCI논문, 국내 특허출원, 해외 특허출원, 기술료	산출 중심 BCC
9	김홍영 외	2016	정부연구개발사업 협력유형별 효율성 분석 (DEA를 활용한 순수연구개발사업 중심으로)	투입예산, 인건비 비중	SCI논문, 국내특허, 국외특허	산출 중심 BCC
10	김홍영 외	2016	DEA를 이용한 정부R&D 과학기술인력양성사업 효율성 분석	투입예산	SCI논문, 국내외 특허	산출 중심 CCR BCC

크러스컬-왈리스 검정법을 사용하였다.

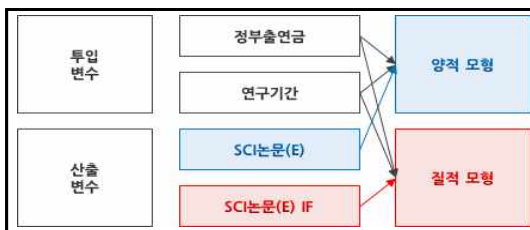
2.2. 선행 연구

DEA 모형을 활용한 연구개발사업 효율성 관련 선행 연구의 변수를 살펴보면, 투입변수로는 연구비, 연구 인력, 연구기간 등이 활용되었으며, 산출변수로는 논문 건수, 특허 건수 등이 활용되어 주로 양적 효율성 중심의 연구가 진행되어 왔음을 알 수 있다.

III. 연구 방법

3.1. 연구 설계

본 연구는 연구개발사업 과학적 성과의 질적 효율성 분석을 위해 양적 효율성과 질적 효율성을 비교하여 연구개발투자 효율성 제고 방안을 모색하는 것을 목적으로 하고 있다. 양적 효율성과 질적 효율성을 비교하기 위해 SCI(E)논문을 기준으로 양적 모형과 질적 모형을 제시하였다. 양적 수준을 중심으로 한 양적 모형의 경우, 투입변수는 정부출연금과 연구기간, 산출변수는 SCI(E)논문 건수로 설정하였으며, 질적 수준을 중심으로 한 질적 모형의 경우, 투입변수는 양적 모형과 동일하게 정부출연금과 연구기간으로 설정하고, 산출변수는 해당 사업의 성과로 제시된 SCI(E)논문의 IF 평균값으로 설정하였다.



<그림 1> 연구모형

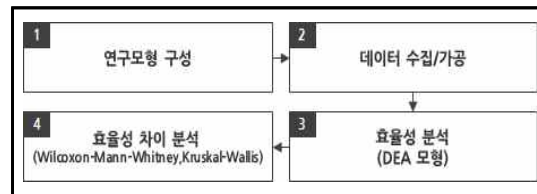
본 연구의 질문은 다음과 같다.

연구 질문1 : 양적 효율성과 질적 효율성은 어떠한 차이가 있는가?

연구 질문2 : 양적 효율성과 질적 효율성은 통계적으로 유의미한 차이가 있는가?

연구 질문3 : 연구개발과제 특성별로 통계적으로 유의미한 차이가 있는가?

연구 질문을 해결하기 위해 양적 효율성과 질적 효율성을 비교하기 위한 연구모형을 구성하고, 실증 분석을 위해 데이터 수집한 후 효율성 분석을 위해 데이터 정제 및 가공을 진행하였다. 이후 효율성 분석을 통해 CCR 모형과 BCC 모형을 도출하고, 도출된 결과를 토대로 비모수적 검정을 통해 효율성 차이를 분석하여 결론을 도출하고자 하였다.



<그림 2> 연구 프로세스

3.2. 분석 대상

본 연구는 실증 분석을 위해 농림축산식품부에서 지원한 농림축산검역검사기술개발사업을 분석 대상으로 선정하였으며, 국가과학기술지식정보서비스(National Science & Technology Information Service, 이하 NTIS)를 통해 데이터를 확보하였다. 동 사업은 국가재난형 동물질병 방역기술, 축수산물 및 식품검역기술개발로 관련 산업을 보호하고, 인수공통전염병 및 축산물 안전성 관리 기술개발로 관련 산업 발전 및 국민 보건

향상을 목적으로 하는 정부 주도의 국가연구개발사업이다.

<표 2> 실증분석 대상 사업 개요

구분	내용
사업 목적	- 국가재난형 동물질병 방역기술, 축수산물 및 식물 검역기술개발로 관련 산업 보호 - 인수공통전염병 및 축산물안전성 관리기술개발로 관련 산업 발전 및 국민 보건 향상
사업 내용	- 연구개발 성과를 국가의 가축 전염병 방역 정책과 축산물 위생관리 정책 및 검역검사 가이드라인 등에 반영하여 가축 전염병에 의한 피해를 줄이고 축산물의 위생관리 기술을 확보 - 가축질병 예방관리, 동·축산물검역검사, 축산물 위생관리, 동물약품관리 및 동물보호, 식물검역기술 개발 등을 중점 추진하여, 이를 위해 국가 재난형 질병관리기술개발, 인수공통전염병 제어기술개발, 해외 전염병 검색 및 유입방지, 국제 표준 검역검사기술개발, 축산물위생 향상기술개발, 동물용 의약품 품질관리 및 표준화, 동물복지 증진 연구 등을 수행
지원 근거	- 가축전염병예방법 제10조(법률 제11690호) - 식물방역법 제7조(법률 제11690호)
수행 주체	- 농림축산검역본부

* 출처 : 농림식품연구개발사업 통합정보서비스(www.fris.go.kr)

본 연구에서는 분석 대상을 농림축산검역검사기술개발사업 전체 과제 중 2011년부터 2015년까지 수행된 과제 중 순수연구개발 유형에 해당하는 과제로 특정하였으며, 연구개발 성과 중 SCI(E)논문 성과가 발생한 과제를 대상으로 함으로써 DMU 간 동질성을 확보하였다.

<표 3> DMU 조건

구분	내용
대상 사업	농림축산검역검사기술개발사업
과제 조건	순수연구개발과제
성과 조건	SCI(E) 논문 발생 과제

분석대상 사업의 2011년부터 2015년까지 총 과제 수는 810개이며, DMU 조건에 해당하는 순수 R&D 과제이면서 SCI(E)논문 성과가 발생한 과제 수는 총 177개이다.

<표 4> 분석 대상 과제 및 DMU 수 현황

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	총 합계
과제 수	151	161	178	178	142	810
DMU 수	35	42	34	40	26	177

DMU의 기술통계량을 살펴보면, 평균 정부출연금은 102.14백만원, 연구기간은 평균 44.83개월, SCI(E)논문은 평균 1.69건, SCI(E)논문 IF는 평균 2.22로 나타났다.

<표 5> DMU의 기술통계량

구분	정출금 (백만원)	연구기간 (개월)	SCI논문 (건)	SCI논문 IF
평균	102.14	44.83	1.69	2.22
중앙값	95.00	35.00	1.00	1.94
표준 편차	48.45	36.12	1.23	1.29
최소값	13.46	11.00	1.00	0.39
최대값	250.00	263.00	7.00	7.22

3.3. 변수 선정

본 연구에서는 적절한 변수를 선정하기 위해 선행 연구에서 일반적으로 활용된 변수를 참고하였다. 연구개발사업 효율성 분석의 투입변수는 정부출연금, 연구기간, 연구인력 등이 주로 활용되었으며, 본 연구에서는 선행 연구에서 정부출연금과 연구기간을 투입변수로 선정하였다. 산출변수는 논문, 특허, 실용화, 기술이전, 기술료 등이 연구 목적에 따라 조합되어 주로 활용되었으며, 본 연구에서는 과학적 성과를 중심의 효율성 분석이므로 산출변수를 SCI(E)논문으로 선정하였다.

<표 6> DEA 모형 투입변수 및 산출변수

모형	구분	변수	변수 정의
양적 모형	Input	정출금(백만원)	총 사업비 중 정부출연금
		연구기간(개월)	연구기간
	Output	SCI논문(건)	SCI논문 합계
질적 모형	Input	정출금(백만원)	총 사업비 중 정부출연금
		연구기간(개월)	연구기간
	Output	SCI논문 IF(평균)	SCI논문 IF 평균

IV. 분석 결과

4.1. 양적 효율성과 질적 효율성 비교

첫 번째 연구 질문은 양적 효율성과 질적 효율성이 어떠한 차이가 있는가이다. CCR 모형과 BCC 모형에 대해 양적 효율성과 질적 효율성이 어떠한 차이가 있는지 분석하였다. CCR 모형의 경우, 양적 효율성의 평균값은 0.197, 질적 효율성의 평균값은 0.305로 질적 효율성이 상대적으로 효율성이 더 높은 것으로 나타났다. BCC 모형의 경우, 양적 효율성의 평균값은 0.275, 질적 효율성의 평균값은 0.376으로 질적 효율성이 상대적으로 더 높게 나타났다. 분석 대상 사업의 효율성은 상대적으로 낮은 평균값을 보이며, 표준편차가 상대적으로 큰 것으로 보아, 과제 간 효율성 차이가 크다는 것을 알 수 있다.

<표 7> 효율성 기술통계량

모형	구분	평균	중앙값	표준편차	최소값	최대값
CCR 모형	양적 효율성	0.197	0.141	0.157	0.049	1.000
	질적 효율성	0.305	0.254	0.213	0.050	1.000
BCC 모형	양적 효율성	0.275	0.161	0.205	0.143	1.000
	질적 효율성	0.376	0.321	0.238	0.056	1.000

효율성이 1.0인 효율적 DMU의 경우 CCR 모형과 BCC 모형의 개수는 큰 차이가 없었으나, 규모효율성의 경우 양적 효율성의 효율적 DMU는 7개, 질적 효율성은 31개로 상대적으로 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 8> 효율성 결과

모형	구분	평균값	효율적 DMU	비효율적 DMU
CCR 효율성	양적 효율성	0.197	3	174
	질적 효율성	0.305	4	173
BCC 효율성	양적 효율성	0.275	7	170
	질적 효율성	0.376	10	167
규모 효율성	양적 효율성	0.728	7	170
	질적 효율성	0.808	31	146

규모수익(Return to Scale)이란 투입요소 비율이 일정하게 유지하면서 규모가 증가될 때 생산량의 변화를 설명하는 개념이다. 규모수익체증(IRS : Increasing Return to Scale)은 생산요소를 동시에 증가시킬 때 산출량이 비례하여 더 증가하는 것을 의미하며, 규모수익체감(DRS : Decreasing Return to Scale)은 더 감소하는 것을 의미하고, 규모수익불변(CRS: Constant Return to Scale)은 동일하게 증가하는 것을 의미한다[12].

양적 효율성의 규모수익체감 비중은 79.1%이며, 질적 효율성은 73.4%로 질적 효율성의 규모수익체감 비중이 상대적으로 더 낮은 것으로 나타났다. 양적 효율성이 질적 효율성에 비해 산출량이 증가함에 따라 비효율이 발생하여 규모수익이 체감하는 것으로 해석할 수 있다.

<표 9> 효율성 및 규모의 수익효과

구분	규모수익체증		규모수익불변		규모수익체감	
	DMU 수	비중	DMU 수	비중	DMU 수	비중
양적 효율성	31	17.5%	6	3.4%	140	79.1%
질적 효율성	19	10.7%	28	15.8%	130	73.4%

4.2. 양적 효율성과 질적 효율성의 차이 검정

두 번째 연구 질문은 양적 효율성과 질적 효율성은 통계적으로 유의미한 차이가 있는가이다. CCR 모형과 BCC 모형에 대해 양적 효율성과 질적 효율성이 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 윌콕슨-만-위트니 검정법을 활용하여 분석하였다.

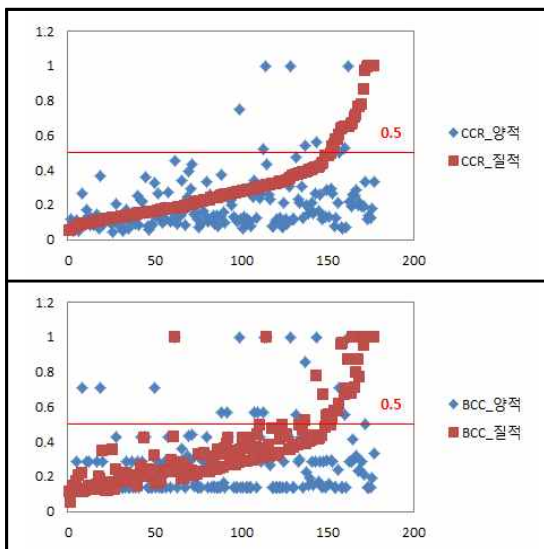
분석 결과 CCR, BCC 모형 모두 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 10> 양적 효율성과 질적 효율성의 차이 검정

구분	모형	효율성	검정통계량	p-value
CCR 효율성	양적 효율성	0.197	3422	1.124e-10***
	질적 효율성	0.305		
BCC 효율성	양적 효율성	0.275	4215.5	2.019e-07***
	질적 효율성	0.376		

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

CCR 모형과 BCC 모형의 양적 효율성과 질적 효율성 분포를 살펴보면, <그림3>과 같다.



<그림 3> CCR 모형(상)과 BCC 모형의 효율성(하) 분포

양적 효율성과 질적 효율성의 DMU 분포를 살펴보면, CCR 모형의 경우 양적 효율성과 질적 효율성의 효율성이 1.0인 DMU 개수는 동일하나, 효율성 0.5 이상인 DMU는 질적 효율성이 21개로 상대적으로 많은 것으로 나타났다. BCC 모형의 경우, 효율성이 1.0인 DMU 개수는 질적 효율성이 10개로 많은 것으로 나타났으며, 효율성이 0.5 이상인 DMU 또한 22개로 상대적으로 많은 것으로 나타났다.

<표 11> 효율성 결과

구분	모형	효율성		
		1.0	0.5 이상	0.5 미만
CCR 효율성	양적 효율성	3	6	168
	질적 효율성	3	21	152
BCC 효율성	양적 효율성	7	13	157
	질적 효율성	10	22	145

4.3. 연구개발과제 특성별 차이 검정

세 번째 연구 질문은 연구개발과제 특성별로 통계적으로 유의미한 차이가 있는가이다. CCR 모형과 BCC 모형에 대해 연구개발과제 특성별로 양적 효율성과 질적 효율성이 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 크루스칼-왈리스 검정법을 활용하여 분석하였다.

4.3.1. 양적 효율성

CCR 모형의 경우, 연구개발성격(p-value=0.0111), 실용화 대상(p-value=0.0120)이 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구개발성격별로는 기타개발 과제의 효율성이 높은 것으로 나타났으며, 시제품개발 과제의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한, 실용화 대상 과제의 효율성이 높은 것으로 나타났다.

<표 12> 연구개발과제 특성별 양적 효율성 분석(CCR 모형)

특성	구분	CCR 모형		
		효율성	chi-squared	p-value
기술 수명 주기	도입기	0.192	0.045387	0.9776
	성장기	0.202		
	성숙기	0.197		
연구 개발 단계	기초연구	0.222	3.5284	0.1713
	응용연구	0.202		
	개발연구	0.169		
연구 개발 성격	아이디어개발	0.125	11.145	0.0111**
	시작품개발	0.110		
	제품 또는 공정개발	0.174		
	기타개발	0.211		
연구 수행 주체	국공립연구소	0.195	2.1347	0.5449
	대학	0.237		
	정부부처	0.118		
	출연연구소	0.097		
실용화	실용화	0.206	6.31	0.0120**
	비실용화	0.159		

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

<표 13> 연구개발과제 특성별 양적 효율성 분석(BCC 모형)

특성	구분	CCR 모형		
		효율성	chi-squared	p-value
기술 수명 주기	도입기	0.281	3.0117	0.2218
	성장기	0.271		
	성숙기	0.262		
연구 개발 단계	기초연구	0.323	8.2158	0.0164**
	응용연구	0.266		
	개발연구	0.236		
연구 개발 성격	아이디어개발	0.212	13.13	0.0044**
	시작품개발	0.155		
	제품 또는 공정개발	0.223		
	기타개발	0.295		
연구 수행 주체	국공립연구소	0.278	3.7309	0.2920
	대학	0.268		
	정부부처	0.143		
	출연연구소	0.143		
실용화	실용화	0.285	5.8063	0.016**
	비실용화	0.233		

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

BCC 모형의 경우, 연구개발단계(p-value=0.0164), 연구개발성격(p-value=0.0044), 실용화 대상(p-value=0.015)이 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구개발단계별로는 기초연구 과제의 효율성이 가장 높게 나타났으며, 개발연구 과제의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 연구개발성격별로 기타개발 과제의 효율성이 높은 것으로 나타났으며, 시작품개발 과제의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타나 CCR 모형과 동일한 결과가 나타났다. 또한, 실용화 대상 과제의 효율성이 높은 것으로 나타났다.

4.3.2. 질적 효율성

CCR 모형의 경우, 연구개발단계(p-value=0.0435)에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구개발단계별로는 응용연구 과제의 효율성이 가장 높게 나타났으며, 개발연구 과제의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다.

<표 14> 연구개발과제 특성별 질적 효율성 분석(CCR 모형)

특성	구분	CCR 모형		
		효율성	chi-squared	p-value
기술 수명 주기	도입기	0.271	5.4164	0.0666
	성장기	0.323		
	성숙기	0.383		
연구 개발 단계	기초연구	0.311	6.2684	0.0435**
	응용연구	0.335		
	개발연구	0.276		
연구 개발 성격	아이디어개발	0.260	0.95107	0.8131
	시작품개발	0.345		
	제품 또는 공정개발	0.332		
	기타개발	0.302		
연구 수행 주체	국공립연구소	0.307	1.4111	0.7029
	대학	0.268		
	정부부처	0.435		
	출연연구소	0.321		
실용화	실용화	0.316	1.5543	0.2125
	비실용화	0.260		

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

<표 15> 연구개발과제 특성별 질적 효율성 분석(BCC 모형)

특성	구분	BCC 모형		
		효율성	chi-squared	p-value
기술 수명 주기	도입기	0.337	3.3623	0.1862
	성장기	0.397		
	성숙기	0.458		
연구 개발 단계	기초연구	0.407	4.8068	0.0904*
	응용연구	0.388		
	개발연구	0.340		
연구 개발 성격	아이디어개발	0.354	0.049095	0.9971
	시작품개발	0.418		
	제품 또는 공정개발	0.372		
	기타개발	0.374		
연구 수행 주체	국공립연구소	0.384	2.5509	0.4662
	대학	0.281		
	정부부처	0.437		
	출연연구소	0.363		
실용화	실용화	0.388	1.0038	0.3164
	비실용화	0.327		

*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1

BCC 모형의 경우 연구개발단계(p-value=0.0904)에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구개발단계별로는 기초연구 과제의 효율성이 가장 높게 나타났으며, 개발연구 과제의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다.

V. 결론

본 연구에서는 국가연구개발사업의 질적 효율성 분석을 위해 DEA 모형을 활용하였으며, 양적 수준 및 질적 수준을 비교 분석하기 위해 연구 모형을 제시하고, 실증 사례를 통해 분석 결과를 도출하였다.

농림축산검역검사기술개발사업의 양적 효율성과 질적 효율성을 DEA 모형을 활용하여 비교 분석한 결과, CCR 모형과 BCC 모형 모두 양적 효율성에 비해 질적 효율성이 상대적으로 높은 것으로 분석되었다.

양적 효율성과 질적 효율성의 차이를 윌콕슨-만-위

트니 검정법을 활용하여 분석한 결과, 분석 대상의 양적 효율성과 질적 효율성은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 또한, 분석 대상 사업의 경우 양적 효율성에 비해 질적 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이는 분석 대상 사업이 양적 성과 중심의 성장이 아닌 질적 성과 중심으로 운용되었음을 시사한다.

연구개발과제 특성별 효율성의 차이를 크러스컬-왈리스 검정법을 활용하여 분석하였다. 양적 효율성의 CCR 모형의 경우 연구개발성격, 실용화 대상 유무에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었으며, BCC 모형의 경우 연구개발단계, 연구개발성격, 실용화 대상 유무에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 질적 효율성의 CCR 모형과 BCC 모형 모두 연구개발단계에서만 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이는 양적 효율성 제고를 위해서는 연구개발성격, 실용화 대상 유무, 질적 효율성 제고를 위해서는 연구개발단계를 고려해야함을 시사한다.

본 분석 대상 사업의 양적 효율성과 질적 효율성은 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 또한, 연구개발과제 특성별로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 세 가지 연구 결과를 종합하면, 양적 효율성 및 질적 효율성을 제고하기 위해서는 연구개발단계, 연구개발성격, 실용화 등 분석 대상 사업의 과제별 특성을 고려해야함을 시사한다. 따라서 범정부적 차원에서 국가연구개발사업의 효율성을 제고하기 위해서는 사업의 특성에 파악하고, 세부적으로는 기술수명주기, 연구개발단계, 연구개발성격, 연구수행주체, 등 과제별 특성을 고려하여 효율성 제고 방안을 수립해야할 것으로 판단된다.

본 연구는 국가연구개발사업의 질적 효율성 분석을 위해 양적 모형과 질적 모형을 제시하여 양적 효율성과 질적 효율성으로 구분하여 분석을 시도했다는 것에 의의가 있으나, 다음과 같은 한계점을 갖는다. 본 연구의 분석 대상은 정부 주도 R&D이며, 농림축산 분야로 한정

되었다는 점에서 우리나라 국가연구개발사업을 대표한다고 볼 수 없다. 또한, DEA 모형의 산출변수를 과학적 성과로 한정하였으므로, 국가연구개발사업 성과에 대한 결과를 대표하기는 어려울 것이다.

따라서 추후 연구에서는 정부 주도 R&D뿐만 아니라 민간 주도 R&D의 질적 효율성 분석도 필요할 것이며, DEA 모형의 산출변수 또한, 과학적 성과뿐만 아니라 기술적 성과, 사업화 성과 등을 추가하여 효율성 분석을 시도한다면, 본 연구 결과와는 또 다른 시사점을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 최지영·강근복, “국가연구개발사업의 기술적 성과창출 영향요인에 관한 연구,” 한국기술혁신학회, 2016.3.
- [2] 신동근·황찬규, “국가품질상 모델을 적용한 ICT 산업의 인과 관계 분석 연구,” 디지털산업정보학회, 제14권, 제1호, 2018.3.
- [3] 박철민·구본철, “연구개발단계별 연구개발투자와 논문 성과 간의 시차효과 분석(국가연구개발사업을 중심으로),” 한국기술혁신학회, 2016.12.
- [4] KISTEP, “2016년 연구개발활동조사보고서,” 2018.01.
- [5] KISTEP, “2016년 국가연구개발사업 조사분석 보고서,” 2017.8.
- [6] 미래창조과학부·KAIST, “과학기술논문(SCI) 분석 연구보고서,” 2015.12.
- [7] 이수철·고미현, “연구개발 프로젝트 정성·정량평가 비교 분석을 통한 성과평가 발전방향 연구,” 한국기술혁신학회, 2017.6.
- [8] 이형진, “국방핵심기술 연구개발사업의 효율성 분석에 관한 연구,” 한국방위산업진흥회, 2016.6.

- [9] 이영규·이찬섭, “지역정보화기본계획 수립방향에 대한 연구,” 디지털산업정보학회, 제1권, 제3호, 2005.9.
- [10] 황석원·안두현·최승현·권성훈·천동필·김아름·박중혜, “국가연구개발사업 R&D 효율성 분석 및 제고방안,” 과학기술정책연구원, 2009.
- [11] 김성호·최태성·이동원, “효율성 분석 이론과 활용,” 서울경제경영, 2007.
- [12] 박만희, “효율성과 생산성 분석,” 한국학술정보, 2008.08.30.
- [13] 이철행·조근태, “DEA를 이용한 보건의료기술 R&D 사업의 효율성 분석과 전략적 포트폴리오 모형(중개연구를 중심으로),” 대한산업공학회, 2014.4.
- [14] 오지환·정기호, “DEA 모형을 이용한 부품소재산업의 효율성 분석,” 대한경영정보학회, 2012.3.
- [15] 홍경효·김자희·김우제, “IT 투자의 우선순위 결정을 위한 평가 기준 연구,” 한국IT서비스학회 추계 학술대회, 2009.
- [16] 변상규·한정희, “국가 R&D 사업 효율성 연구 : 신성장동력핵심기술개발사업을 중심으로,” 과학기술법연구, 15권 2호, 2009.12.
- [17] 이성희·김태수·이학연, “DEA 윈도우 분석을 이용한 정부출연연구기관의 연구개발 사업화 동태적 효율성 분석,” 한국경영과학회, 2015.12.

■ 저자소개 ■



김경수
(Kim Kyungsoo)

2017년 3월~현재
서울과학기술대학교
산업정보시스템공학과 (박사과정)
2015년 2월 서울과학기술대학교
정보산업공학과 (석사)
2010년 2월 명지대학교 경영학과 (학사)
관심분야 : 효율성분석, 사회연결망분석
E-mail : ks@seoultech.ac.kr



조남욱
(Cho Namwook)

2004년 3월~현재
서울과학기술대학교
글로벌융합산업공학과 교수
2001년 5월 Purdue대학교 산업공학과 (박사)
1996년 2월 서울대학교 산업공학과 (석사)
1994년 2월 서울대학교 산업공학과 (학사)
관심분야 : 사회연결망분석, 비즈니스 프로세스
관리
E-mail : nwcho@seoultech.ac.kr

논문접수일 : 2018년 07월 30일 수정일 : 2018년 08월 15일 게재확정일 : 2018년 08월 17일
