

전력산업 R&D투자의 산업연관효과 분석

이창호, 김병우
한국전기연구원

Input-Output Analysis of Electricity R&D Investments

Chang-Ho Rhee, Byung-Woo Kim
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - 전력생산활동을 통해 이루어지는 산업간의 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석이 본고에서 전개하고자 하는 산업연관분석이다. 전력산업 R&D활동이 다른 산업에 파급시키는 효과 중 주목할 것은 다음과 같다. 첫째, 생산유발효과는 전력산업의 자본 및 (연료) 집약적 산업으로서의 특성을 잘 반영한다. 둘째, 부가가치유발효과도 장치산업으로서의 전력산업의 특성을 잘 반영한다. 셋째, 취업유발효과는 전력산업 자체에서 가장 두드러진 것으로 나타났다.

1. 서 론

산업연관표(한국은행)에서 정의되는 전력산업은 전기를 생산하고 공급하는 활동을 지칭하며 그 대상은 판매를 목적으로 발전하는 수력, 화력 및 원자력과 자가 수요를 충당하기 위해 자체 발전하는 자가발전의 두 유형이다.

전력산업은 전력이라는 서비스를 생산하여 일반 수요자에게 판매하며 그 생산과정에서 여타 관련산업은 중간재의 거래관계를 기초로 직간접의 연관관계를 맺게 되는데, 이와 같이 전력생산활동을 통해 이루어지는 산업간의 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석이 본고에서 전개하고자 하는 산업연관분석(interindustry analysis)이다.

우리나라 전력산업은 경제개발 초기 급속한 인프라와 기간산업의 확충이 필요한 시기에 성장에 필요한 에너지를 산업부문에 공급하는 기능을 수행하며 빠른 성장을 실현해왔다. 이 과정에서 최근 공공부문 구조개편과 관련하여 지배구조, 민영화, 경쟁도입 등 다수 이슈와 관련하여 학계, 정부 등 여러 부문에서 관심의 초점이 되어 왔다.

그러나, 전력산업이 우리 경제구조를 형성하는 주요 산업으로서 여타 산업의 성장이나 부가가치에 미치는 산업연관효과 부분은 상대적으로 그리 관심의 대상이 되지 못했다. 특히, 전력산업에서 발생하는 R&D활동이 전체 경제구조에 미치는 영향에 대해 이루어진 기존 연구성과는 거의 없는 실정이다.

본고에서는 이러한 문제인식에서 전력산업에 대한 R&D투자 등 최종수요 변화가 '투입-산출(input-output) 효과'를 통해 관련 산업의 총생산, 부가가치, 고용 등에 미치는 영향을 체계적으로 분석하고자 한다.

또한, 전력산업의 환경변화가 타 산업에 미치는 영향을 고려할 때 전력이 여타 산업의 생산에 필수적으로 소요되는 중간재(에너지)로 판매되는 정도인 전방연쇄효과(forward linkage effect)와 관련 산업의 생산물(중유, 가스 등)을 중간재(연료)로 구입하는 정도를 나타내는 후방연쇄효과(backward linkage effect)의 크기와 범위에 대한 분석을 통해 전력산업 R&D투자의 전후방연쇄효과를 살펴보기로 한다.

전력산업에 대해 산업연관분석을 적용한 국내 연구로는 한국원자력연구소(1997)와 강기춘·양상돈(1999) 등의

것이 있다. 이 두 연구는 산업연관표를 사용하여 전력산업 발전부문의 경제적 효과를 분석하였다. 최근, 곽승준 외(2002)는 화력, 원자력 등 발전부문에서의 총 산출변화가 경제 각 부문에 미치는 생산유발, 물가파급효과 등을 분석하기 위해 산업연관분석을 시행하였다.

해외의 선행연구로는 Hadly et al.(2001)의 것을 들 수 있는데 이들은 미국 오클라호마 주에서의 전력산업 구조개편의 잠재적 충격을 계량화하기 위해 산업연관표를 사용하였다.

앞에서도 살펴보았듯이 전력산업에 대한 R&D투자는 상당히 큰 규모로 광범위하게 진행되고 있다. 전력산업이 우리 경제구조에서 차지하는 비중을 볼 때 이러한 R&D투자가 경제에 미치는 영향을 파악하는 것은 보다 효율적인 R&D정책 수행을 위해 필수적이다.

본고에서는 전력산업에서의 R&D투자가 해당 산업뿐만 아니라 관련 산업에 어떠한 파급효과를 미치는가를 산업연관분석을 통해 살펴보고자 한다.

2. 산업연관분석

산업연관표에서 각 산업부문 수급관계를 보면 중간수요와 최종수요의 합계한 값과 총산출액이 일치하므로 수급방정식은 일련의 연립방정식체제로 표시가 가능하다.

2.1 생산유발계수

한 나라의 경제가 n 산업부문에 구성되어 있다면 생산자가격 평가표는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1j} + Y_1 = X_1$$

$$\dots$$

$$X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{nj} + Y_n = X_n$$

X_{ij} : j부문에 사용되는 i재 투입액

Y_i : i부문의 최종수요액

투입계수행렬을 사용하여 이 관계를 행렬기호로 표시하면 다음과 같다.¹⁾

$$AX + Y = X$$

A: 투입계수행렬

X: 총산출액 벡터

Y: 최종수요벡터

이 행렬기호로 된 식을 X에 대해 풀면 다음 관계를 얻을 수 있다.

$$X - AX = Y$$

$$(I - A)X = Y$$

$$X = (I - A)^{-1}Y$$

여기서 $(I - A)^{-1}$ 을 생산유발계수행렬이라 한다. 이는 1단위의 최종수요(전력산업 투자)가 주어지는 경우 각 산업의 생산에 미치는 직·간접의 파급효과를 나타내는 누적수수의 의미를 지닌다. 즉, 투자와 같은 최종수요가 1단위 증가할 때 이를 충족시키기 위해 각 산업에서

1) 전력산업의 특성상, 수입액변수는 고려하지 않기로 한다.

직·간접으로 유발되는 산출단위를 나타낸다.

2000년 산업연관표에서 통합 중분류에 따른 때 전력산업(059)에서 R&D투자 등 최종수요가 1단위 증가한 경우, 각 산업에 미치는 생산유발효과(직·간접 산출단위)는 다음 표에 나타나 있다.(1%를 초과하는 산업만 표시)

<표 1> 전력산업의 생산유발계수(2000년 기준)

부문	부문명칭	전력산업
*0005	석탄	0.084555
*0006	원유및천연가스	0.099842
*0027	석탄제품	0.016565
*0028	석유제품	0.100663
*0043	철강1차제품	0.014005
*0044	비철금속괴및1차제품	0.013373
*0045	금속제품	0.010765
*0046	일반목적용기계및장비	0.017571
*0048	전기기계및장치	0.026326
*0059	전력	1.061134
*0060	도시가스및수도	0.092009
*0061	건축및건축보수	0.050099
*0063	도소매	0.016981
*0064	음식점및숙박	0.013945
*0065	운수및보관	0.014533
*0066	통신및방송	0.01321
*0067	금융및보험	0.060685
*0068	부동산	0.011533
*0069	사업서비스	0.053841
*0071	교육및연구	0.018165
*0076	가계의소비지출	0.020236
0900	연합계	1.96672

2.2 부가가치 및 고용유발계수

산업연관표에서 비경쟁수입행표의 투입계수로부터 도출되는 생산유발계수를 $(I - A)^{-1}$ 라 한다. 이는 1단위의 최종수요(전력산업 투자)가 주어지는 경우에 각 산업의 생산에 미치는 직·간접의 국내생산과급효과만을 나타내는 승수의 의미를 지닌다.

부가가치 벡터를 V, 부가가치계수의 대각행렬을 A*라 하면 $V=A*X$ 가 성립하며 이 식에 생산유발계수 $X=(I - A)^{-1}Y'$ 을 대입하면 $V=A*(I - A)^{-1}Y'$ 이 도출되는 데 $A*(I - A)^{-1}$ 를 부가가치유발계수행렬이라고 한다.

이번에는 투자수요 발생이 생산을 유발하고 다시 노동수요를 유발하는 메커니즘인 고용유발계수 산출에 대해 살펴보자. 취업계수($l=L/X$, 취업계수=노동투입량/총산출액)와 생산유발계수를 기초로 취업유발계수 $l*(I - A)^{-1}$ 를 도출할 수 있다. 이는 1단위의 최종수요(전력산업 투자)가 주어지는 경우에 각 산업의 노동수요에 미치는 효과를 나타내는 승수이다.

이 두 가지 계수행렬을 통해 전력산업에서의 투자가 1단위 증가할 때 이를 충족시키기 위해 변화되는 각 산업의 부가가치와 고용단위를 도출할 수 있다.(고용의 경우, 0.1명을 초과하는 산업만 표시)

<표 2> 전력산업의 부가가치유발계수(2000년 기준)

부문	부문명칭	전력
0079	피용자보수	0.175762
0080	영업잉여	0.294234
0081	고정자본소모	0.265208
0082	간접세(보조금공제)	0.046296
0902	부가가치유발계수	0.781501

<표 3> 전력산업의 고용유발계수(2000년 기준)

번호	부문명칭	전력
0005	석탄	0.2314
0024	목재및나무제품	0.016
0025	펄프및종이	0.0157
0026	인쇄,출판및복제	0.0389
0027	석탄제품	0.0234
0028	석유제품	0.022
0030	무기화학기초제품	0.0828
0036	플라스틱제품	0.0371
0039	도자기및점토제품	0.0124
0040	시멘트및콘크리트제품	0.014
0043	철강1차제품	0.0148
0044	비철금속괴및1차제품	0.0102
0045	금속제품	0.0654
0046	일반목적용기계및장비	0.0554
0047	특수목적용기계및장비	0.0122
0048	전기기계및장치	0.0972
0053	정밀기기	0.0165
0059	전력	2.2796
0060	도시가스및수도	0.2282
0061	건축및건축보수	0.6919
0063	도소매	0.1967
0064	음식점및숙박	0.1233
0065	운수및보관	0.0956
0066	통신및방송	0.0342
0067	금융및보험	0.5037
0068	부동산	0.0166
0069	사업서비스	0.283
0071	교육및연구	0.3596
0072	의료,보건및사회보장	0.0449
0074	기타서비스	0.0256
0900	연합계	5.7674

2.3 전력산업 R&D투자의 전후방연쇄효과

전력산업의 환경변화가 타 산업에 미치는 영향을 고려할 때 전력이 여타 산업의 생산에 필수적으로 소요되는 중간재(에너지)로 판매되는 정도인 전방연쇄효과(forward linkage effect)와 관련 산업의 생산물(중유, 가스 등)을 중간재(연료)로 구입하는 정도를 나타내는 후방연쇄효과(backward linkage effect)의 크기와 범위에 대한 분석이 필요하다.

일반적으로 전력산업은 전방연쇄효과가 상대적으로 더 큰 것으로 알려져 있다. 이는 특정 제품(전력)이 각 산업 부문에 중간재로 어느 정도 사용되는가를 나타내는 감응도계수를 통해 그 크기를 측정할 수 있다. 구체적으로 이는 전력산업 생산유발계수 $(I - A)^{-1}$ 의 행(row)합계를 전산업의 평균으로 나누어 구할 수 있다.

이와 같이 감응도계수와 영향력계수는 다음을 통해 계산할 수 있다.

$$\text{감응도계수} = r_i e' / [(e r_{ij} e')/n]$$

$$\text{영향력계수} = e r_j / [(e r_{ij} e')/n]$$

- n: 산업부문수
- r: 생산유발계수
- e: 단위행벡터
- e': 단위열벡터

이러한 과정을 거쳐 구해진 각 계수가 <표 4>에 나타나 있다. 감응도계수가 1보다 커서 전력이 각 산업 부문에 중간재로 널리 사용되고 있음을 확인할 수 있다.

<표 4> 전력산업 투자의 감응도계수 및 영향력계수

감응도계수(전방연쇄효과)	영향력계수(후방연쇄효과)
1.6471	0.7697

3. 결 론

앞에서 전력산업에 대한 R&D투자가 다른 산업의 생산 및 고용 등에 어떤 영향을 미치는 가를 산업연관표를 사용하여 살펴보았다.

특히 전력산업 R&D활동이 다른 산업에 파급시키는 효과중 주목할 것은 다음과 같다.

첫째, 생산유발효과는 특히 전력산업의 연료 및 설비와 관련된 연료유, 도시가스, 건축보수, 금융산업에서 크게 나타난다. 이는 전력산업의 자본 및 (연료)집약적 산업으로서의 특성을 잘 반영한다.

둘째, 부가가치유발효과도 임금(피용자보수)보다는 이윤(영업잉여) 및 자본에 대한 보수(고정자본소모)부문이 크게 나타난다. 이도 장치산업으로서의 전력산업의 특성을 잘 반영한다.

셋째, 취업유발효과는 전력산업 자체에서 가장 두드러지며 그밖에는 건축보수업의 유발효과가 큰 편으로 나타났다.

이와 함께, 향후 전력산업 R&D투자계획이나 전력수용가의 수요형태 등의 변화를 계량모형을 통해 독립적으로 추정한 다음 최종수요 벡터를 생산유발계수행렬에 곱해서 각 산업부문으로 파급되는 효과를 예측하는데 사용할 수 있다. 이같이 산업연관표를 이용한 경제예측은 전력 관련 산업의 최종수요를 추정하여 이를 충족시킬 수 있는 각 산업부문의 총 산출액을 예측하는 작업이라 할 수 있다. 이와 같이 예측되는 각 산업별 총 산출, 부가가치, 수입, 고용 등은 예측년도의 경제구조를 나타내므로 이를 근거로 미래의 경제구조를 미리 분석할 수 있게 된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 강기춘·양상돈(1999), "산업연관표를 이용한 전력산업의 경제적 효과분석", 경제논집 제13집 제1호, 제주대학교.
- [2] 박승준 외(2002), "발전부문별 국민경제적 파급효과 분석", 자원·환경경제연구 제11권 제4호, 한국환경경제학회·한국환경경제학회.
- [3] 산업자원부(2003), 「2002년도 기금운용평가보고서」.
- [4] 이성순(1992), 「한국·일본 제조업의 생산성변화와 기술수준분석」, 한국경제연구원.
- [5] 이원기·김봉기(2003) "연구개발투자의 생산성 파급효과 분석", Monthly Bulletin, May, 한국은행.
- [6] 한국원자력연구소(1997), 「원자력 경제성분석 연구」.
- [7] 한국은행(2003), 「기업경영분석」.
- [8] 한국은행(2003), 「2000년 산업연관표」.
- [9] Hadly et al.(2001) *The Potential Economic Impact of Electricity Restructuring in the State of Oklahoma: Phase II Report*, ORNL.
- [10] Wolak F. "Market design and price behavior in restructured electricity markets: An international comparison", mimeo, 1997.