



발전원 전환에 따른 국민경제 파급효과 평가모형

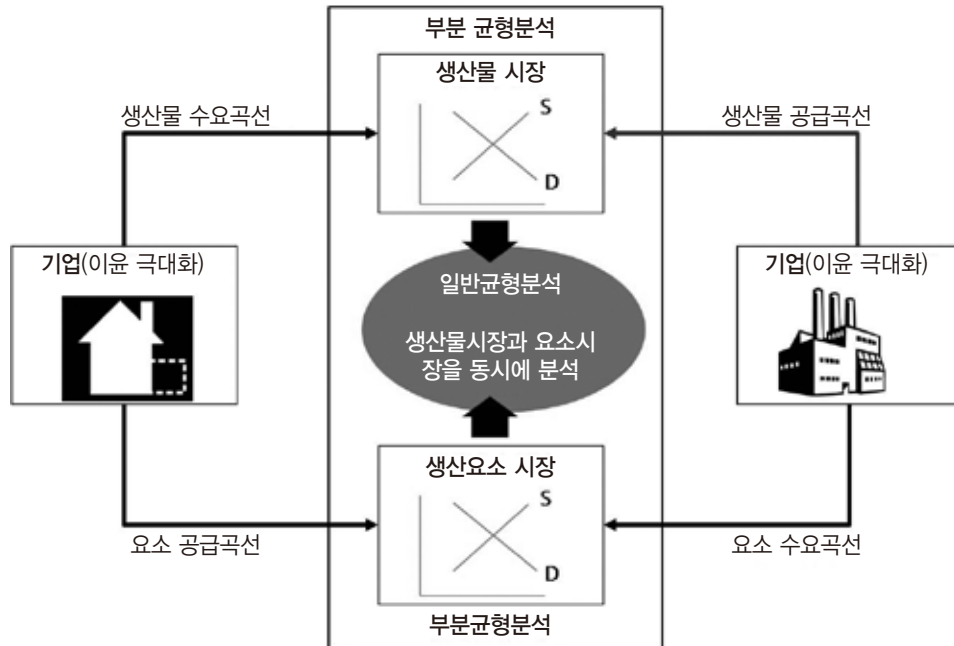


윤태식
한수원 중앙연구원 에너지정책연구팀 선임연구원

1. 개황

일반적으로 에너지 정책 변경에 따른 경제성 평가 연구는 크게 두 부류의 관점에서 연구되어 왔다. 첫 번째로 회계학적 관점에서 거시지표를 단순 가정하여, 단위기 및 개별 사업의 경제성을 현금 흐름 할인 이론에 기초한 순현재가법, 내부수익률법, B/C Ratio법 등

을 활용하는 미시적 관점의 평가방법들이며, 두 번째로는 예측된 에너지 수요를 충족시키기 위한 에너지믹스 도출과 이를 위한 최적 공급 시스템 구축에 초점이 맞추어져 있다. 상기의 분석방법들은 대부분의 거시지표를 사전에 예측한 값으로 평가하는 부분균형분석 방법들로서 거시지표의 예측오류 발생 시 타당하고 합리적인 결과를 제시할 수 없는 단점이 있다.



[그림 1] 부분 균형 vs 일반 균형

하지만 Computable General Equilibrium(CGE) 모형은 1874년 프랑스 경제학자 Walras가 창시한 일반균형 이론에 기초하고 수많은 석학들에 의해 다듬어져 에너지, 조세 및 재정, 교통, 무역, 관광 등 거의 모든 정책에 대한 경제적 파급효과를 분석하는 모형으로 활용되고 있다. 이렇듯 다수의 분야에서 활용되고 있는 가장 큰 이유는 CGE 모형이 다부문·미시·거시 분석이 가능한 종합 분석모형이며, 거시지표를 단순가정 하지 않고 실제 데이터를 활용하여 정책 및 환경 변화에 대한 국민 경제 파급효과를 정량적이고 논리적으로 제시할 수 있는 모형이라는 것이다.

일반균형이론에 근간을 두고 있다. CGE 모형은 생산 기술, 선호관계, 생산요소 부존량, 정부의 경제정책 등 외부환경 변화에 대한 구체적인 가정을 통해 경제의 일반균형을 묘사하는 방정식체계를 정의함으로써 정부 정책의 변화나 경제 외부의 변화에 대한 파급효과를 분석하고 있다. CGE 모형은 경제학에서 일반적으로 가정하는 각 경제 주체들의 목적함수를 가정하고 있는바, 가계는 효용함수를 극대화하며 생산자들은 이윤을 극대화(비용 최소화)하는 주체로 방정식을 묘사하고 있으며 각 경제주체들의 행위를 Cobb-

2. CGE 모형

가. 개요

CGE 모형은 재화와 생산요소 간의 수요와 공급이 필연적으로 균형점에 도달한다는 경제학적 이론인

Cobb-Douglas 모형	CES 모형
$\max U = A \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i}$	$Q = A \left[\sum_{i=1}^n \delta_i X_i^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}}$
$\text{s.t. } \sum_{i=1}^n a^i = 1$	<p>where, δ = 배분계수 ρ : 대체율</p>
<p>where, X_i : 생산재화 A : 효율계수</p>	<p>X_i : 생산재화 A : 효율계수</p>

Douglas, CES¹⁾ 함수 등으로 가정하고 있다.

나. 기본 분석체계

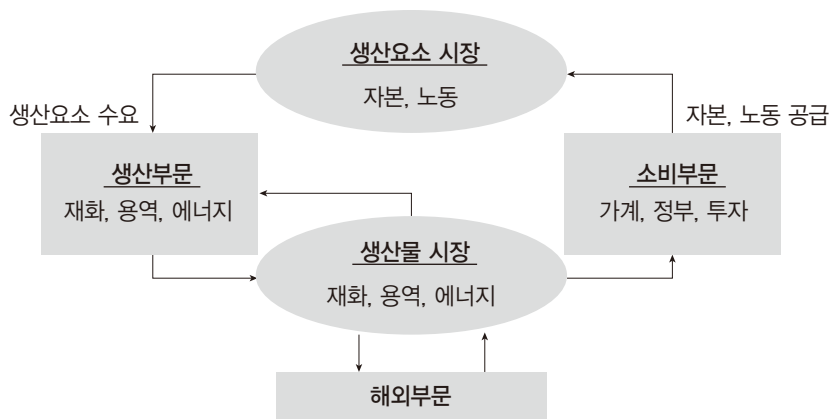
CGE 모형의 기본 분석체계는 생산·소비·해외부
 문으로 구성된다. 먼저 생산부문은 생산요소 시장
 으로부터 구입한 노동과 자본 등의 생산요소와 생산물
 시장에서 구입한 재화, 용역, 에너지 등 중간재를 결
 합하여 재화를 생산하고 이를 다시 생산물 시장에 공
 급하는 역할을 한다. 소비부문은 생산요소 시장에 노
 동과 자본을 공급하고 이에 대한 대가로 형성된 소득
 으로 생산물 시장에서 재화를 구입한다. 해외부문은
 해외에서 들어오는 재화 및 용역을 생산물 시장으로
 판매하거나 생산물 시장에서 구매하는 역할을 한다.
 결과적으로 생산물의 가격은 재화, 용역의 수요와 공
 급의 균형점에서 결정되며, 생산요소의 가격은 노동
 과 자본의 수요와 공급의 균형점에서 결정됨을 활용
 하여 경제적 파급효과를 계산하는 모형이다.

CGE 모형의 결과값은 우선 분석대상 기준년도의
 경제상황을 근간으로 경제체계의 외부에서 결정된
 정책변경, 해외 경제동향, 기후변화 등의 영향들을
 전제로 하여, 경제주체들의 활동 즉, 재화와 생산요

소에 대한 수요와 공급 조건이 동시에 고려된 다수의
 방정식을 모형화하여 경제적 파급효과를 도출하는
 것이다. 이렇게 산출된 기준년도의 경제적 파급효과
 를 초기 균형점으로 설정한 후, 실제로 분석하고자하
 는 특정년도의 정책 또는 제도의 실행을 모형에 반영
 하고 새로운 균형상태의 결과를 도출해 비교정태학
 적으로 파급효과를 기능하는 방법이다.

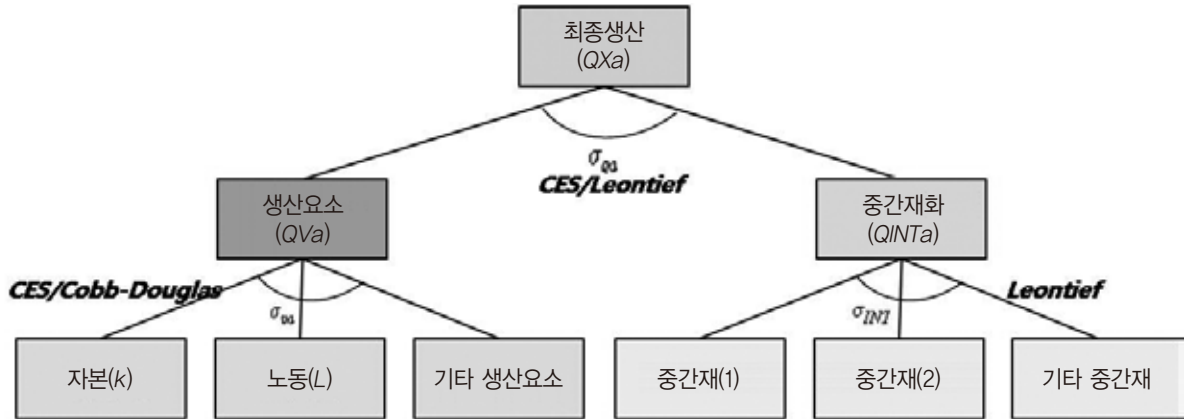
다. CGE 모형의 구성요소

CGE 모형의 주요 구성 요소는 사회계정행렬(So-
 cial Accounting Matrix), 행태 파라메타, 연립방정
 식 체계이다. 사회계정행렬(SAM)은 특정 경제의 생
 산, 소비, 축적 등과 관련된 거래들을 행과 열이 동일
 한 계정들로 구성된 행렬형식을 이용하여 각 행의 해
 당 열의 합과 일치하도록 정리한 표로써 정책분석 모
 형의 통계적 기반을 제공한다. 그리고 행태 파라메타
 는 기본 균형상태에서 경제정책의 변화 또는 경제적
 충격의 영향으로 인해 새로운 균형으로 이동될 때 그
 이동의 정도를 결정하며, 이는 특정 변수 변화율에
 대한 타 변수 변화율의 상대적 비율을 나타내는 대체
 탄력성 등이 있다. 연립방정식 체계는 생산기술, 노



[그림 2] 정책분석 모형의 기본 체계

1) CES : Constant Elasticity of Substitution



[그림 3] 투입산출 지도

동시장의 수급관계, 거래관계, 중간재 및 최종재의 수급 등을 수량과 가격의 함수로 나타내는 일련의 방정식으로 구성된다.

라. CGE 모형을 활용한 분석절차

첫 번째 단계에서는 분석대상이 되는 정책의 시나리오를 설정한다. 예를 들면, 정부가 국내산업 경쟁

력을 확보하고 화석연료의 사용을 줄이고자 할 경우 대상 정책을 선정하고, 정책 이행을 위한 시나리오를 설정한다. 두 번째 단계에서는 분석대상 에너지 정책 으로부터 영향을 받게 되는 경제주체(정부, 산업, 가계, 수출입 등)들에 대한 사회계정행렬(SAM) 구축과 투입산출 관계 추적이 가능한 투입산출(Input-Output) 지도를 작성하는 단계이다.

1단계 : 시나리오 설정		2단계 : DB구축(SAM)																																																																																																												
<ul style="list-style-type: none"> • 용도 • 분석대상 • 분석규모 • 분석기간 등 		<ul style="list-style-type: none"> • 투입 산출 지도 작성 • DB구축(Social Accounting Matrices) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">생 산</th> <th colspan="2">생 산요 소</th> <th colspan="3">경 제주 체</th> <th rowspan="2">합 계</th> </tr> <tr> <th>활 동</th> <th>상 품</th> <th>노 동</th> <th>자 본</th> <th>가 격</th> <th>정 부</th> <th>사 본계 영</th> <th>채 의</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>생산활동</td> <td></td> <td>802,481</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>29,532</td> <td>1,031,015</td> </tr> <tr> <td>상 품</td> <td>398,333</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23,715</td> <td>51,216</td> <td>125,089</td> <td></td> <td>1,029,483</td> </tr> <tr> <td>노 동</td> <td>21,193</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>21,193</td> </tr> <tr> <td>자 본</td> <td>22,523</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>22,523</td> </tr> <tr> <td>가 격</td> <td></td> <td></td> <td>21,903</td> <td>22,523</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>44,426</td> </tr> <tr> <td>정 부</td> <td>38,138</td> <td>12,907</td> <td></td> <td></td> <td>62,738</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>113,803</td> </tr> <tr> <td>사 본계 영</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14,686</td> <td>4,002</td> <td></td> <td>-9,689</td> <td>12,000</td> </tr> <tr> <td>채 의</td> <td></td> <td>13,948</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>13,948</td> </tr> <tr> <td>합 계</td> <td>1,031,015</td> <td>1,029,483</td> <td>21,193</td> <td>22,523</td> <td>46,600</td> <td>113,800</td> <td>125,089</td> <td>33,940</td> <td>3,364,907</td> </tr> </tbody> </table>			생 산		생 산요 소		경 제주 체			합 계	활 동	상 품	노 동	자 본	가 격	정 부	사 본계 영	채 의	생산활동		802,481						29,532	1,031,015	상 품	398,333				23,715	51,216	125,089		1,029,483	노 동	21,193								21,193	자 본	22,523								22,523	가 격			21,903	22,523					44,426	정 부	38,138	12,907			62,738				113,803	사 본계 영					14,686	4,002		-9,689	12,000	채 의		13,948							13,948	합 계	1,031,015	1,029,483	21,193	22,523	46,600	113,800	125,089	33,940	3,364,907
	생 산		생 산요 소		경 제주 체			합 계																																																																																																						
	활 동	상 품	노 동	자 본	가 격	정 부	사 본계 영		채 의																																																																																																					
생산활동		802,481						29,532	1,031,015																																																																																																					
상 품	398,333				23,715	51,216	125,089		1,029,483																																																																																																					
노 동	21,193								21,193																																																																																																					
자 본	22,523								22,523																																																																																																					
가 격			21,903	22,523					44,426																																																																																																					
정 부	38,138	12,907			62,738				113,803																																																																																																					
사 본계 영					14,686	4,002		-9,689	12,000																																																																																																					
채 의		13,948							13,948																																																																																																					
합 계	1,031,015	1,029,483	21,193	22,523	46,600	113,800	125,089	33,940	3,364,907																																																																																																					
3단계 : 모형 설계		4단계 : 시뮬레이션																																																																																																												
<ul style="list-style-type: none"> • 효용함수 모형 도출 $\max U = A \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i}$ <ul style="list-style-type: none"> • 생산함수 모형 도출 $Q = A \left[\sum_{i=1}^n \delta_i X_i^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}}$		<ul style="list-style-type: none"> • 2단계의 SAM과 3단계의 함수모형과 일치하도록 파라메타 값 조정 • 정책변화에 따른 파급효과(경제성) 분석 																																																																																																												

[그림 4] CGE 모형을 활용한 분석 절차

세 번째 단계에서는 사회계정행렬(SAM)을 활용한 정책의 파급효과 측정을 위해 대상 정책에 최적 적용이 가능한 함수모형(생산함수, 소비함수, 효용함수 등)을 정의하고, 이렇게 정의된 모형들을 CGE 구현 툴을 활용해 최적 분석 모형을 구축하는 단계이다.

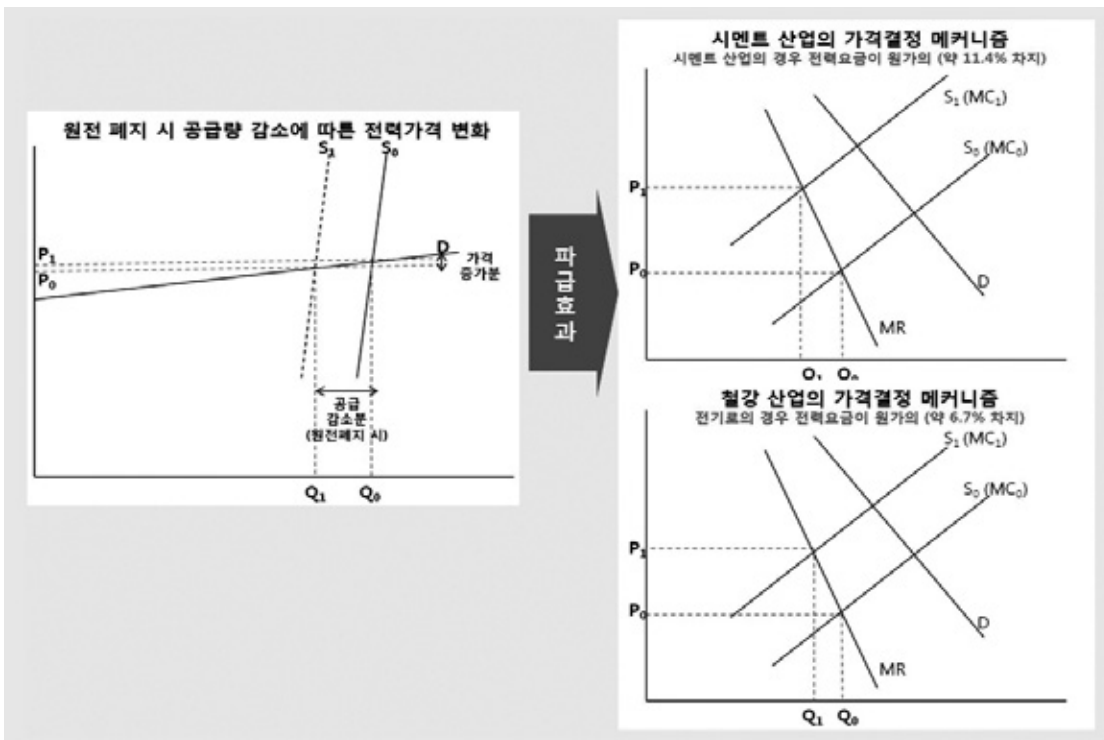
마지막 단계는 2단계의 사회계정행렬(SAM)과 3단계의 함수모형이 일치하도록 파라메타 값을 보정(Calibration)하여 모형의 적합성을 검증한 후, 최종적으로 분석하고자 하는 시나리오의 경제적 파급효과를 도출한다.

3. CGE 모형의 경제적 파급효과 분석

그림 5는 원자력발전소 단일호기 폐지 시 경제적 파급효과를 예로써 제시하고 있다. 우선 원전 단일호기 폐지 시 전력 공급량은 Q_0 에서 Q_1 으로 감소될 것

이며, 부족한 전력은 석탄, LNG 등 원자력보다 비싼 전력원으로 전환되어 전력판매가격에 영향을 줄 것이다. 하지만 전력판매가격은 정부 규제를 받고 있으므로 전력원 전환으로 인한 공급비용 증가분을 모두 전력판매가격에 반영할 수는 없는 상황을 고려한다면 전력전환에 따른 전력판매단가는 P_0 에서 P_1 으로 제한적일 것이다. 하지만, 전력판매가격의 인상이 제한적이더라도 전력비용이 생산원가에서 차지하고 있는 비중이 높은 시멘트, 철강, 화학, 자동차 등 주요 수출업체에게는 상당한 영향을 미칠 것이다. 이는 결국 국 생산 감소, 소비 및 저축 감소, 무역수지 악화 등 국민경제에 직접적인 영향을 초래하는 결과로 이어질 것이다.

그림 6은 전력공급을 책임지고 있는 발전설비의 폐지에 따른 국민경제 파급효과 경로를 묘사하고 있다. 하지만 그림 6이 모든 분석의 일반적인 형태라고 할 수 없고 분석대상 별로 파급효과 경로는 다양



[그림 5] 원전 폐지 시 산업에 미치는 영향



[그림 6] 파급경로

하게 분석되어야 한다.

전력요금 인상은 생산측면(경로 1, 2)의 비용 증가에 따른 생산 감소와 소비측면(경로 3)의 광고료비 상승 등으로 인한 소비 감소로 이어져 국가경제(GDP)에 직접적인 영향을 줄 것이다. 또한, 경로 4에서 보여 주듯이 물가상승에 의한 교역조건 악화는 에너지 다소비 산업이 주를 이루고 있는 우리나라 산업의 수출경쟁력 약화에 주요 원인이 될 것이다.

4. 전망

CGE 모형을 활용한 정책분석 모형은 기존의 단편적이고 직관적인 접근에 비해 분석구조와 모형구축

과정의 복잡하고 이론 지향적이지만, 분석결과는 이해하기 쉽게 정량적으로 표현된다는 것이 가장 큰 장점이다. 이러한 특징 때문에 최근 WTO 체제의 경제효과 분석, 지구온난화, 온실효과, 가스배출 제한, 환경정책 영향 분석 등과 같이 여러 분야에서 활용도가 매우 높다.

현재 수행하고 있는 본 모형에 대한 연구가 완료되어 전력분야에 적용되면 전기요금 변화액(율) 분석, GDP 변화액(율), 소비자물가지수(CPI) 변화율, 무역수지 변화액(율) 등의 분석이 가능할 것이다. 또한 에너지 정책 변경에 따른 국민경제 및 주요 산업의 파급효과를 합리적이며 논리적으로 제시할 수 있을 것이며, 에너지정책 변경에 대한 국민들과의 원활한 소통에도 기여할 수 있을 것으로 전망된다. 