

## 原子力 發電의 産業波及效果 分析: 投入產出分析을 利用하여\*

郭承俊\*\* · 劉昇勳\*\*\* · 劉泰豪\*\*\*\*

### 논문 초록

경제성장에 따라 에너지 수요가 증가하고 기후변화협약과 같은 국내외적인 경제 환경의 변화로 인해 원자력 발전의 역할이 보다 중요해지고 있다. 따라서 원자력 발전의 산업파급효과 분석을 통해 원자력 발전이 국민경제에서 차지하는 역할을 진단하고 이를 바탕으로 원자력정책을 수립해야 할 필요성이 높아지고 있다. 이에 본 연구는 투입산출분석을 이용하여 원자력발전의 국민경제적 산업파급효과 분석을 하고자 한다. 수요유도형 모형, 산업간 연쇄효과와 같은 통상적인 분석뿐만 아니라 유용하지만 분석의 목적 때문에 널리 사용되지 않았던 공급유도형 모형, 레온티에프 가격모형도 함께 논의한다. 특히 원자력 발전을 중심에 놓고 이를 외생화하여 분석 및 해석하는 접근방법을 취함으로써 원자력 발전에 대해 논의를 집중시킨다. 보다 구체적으로는 원자력 발전의 생산유발효과 및 고용유발효과, 산업간 연쇄효과, 공급지장의 파급효과, 물가파급효과 등의 분석결과를 제시한다.

**핵심 주제어:** 투입산출분석, 원자력 발전, 외생화

**경제학문헌목록 주제분류:** Q3, H5

\* 유익한 심사평을 해주신 익명의 심사위원 두 분께 감사드립니다.

\*\* 고려대학교 경제학과 부교수, e-mail: sjkwak@mail.korea.ac.kr

\*\*\* 호서대학교 경상학부 전임강사, e-mail: shyoo@office.hoseo.ac.kr

\*\*\*\* 국무조정실 전문위원, e-mail: visioner@opc.go.kr

## I. 서 론

우리나라는 1970년대 이후 본격적으로 추진된 경제개발계획에 따라 에너지소비 가 전 세계에서 가장 빠른 속도로 증가해왔다. 따라서 에너지의 안정적인 확보와 수입의존도를 줄이기 위한 에너지원의 선택이 에너지 정책상 중요한 과제 중에 하나가 되었다. 또한 기후변화협약과 관련된 논의가 증가함에 따라 지구온난화가스의 배출규모 축소가 전 세계적으로 요구되고 있으며, 우리나라도 이에 대비할 필요가 있다(산업자원부, 2000). 이와 같은 국내외적인 요인들을 감안할 경우 우리나라가 현실적으로 선택할 수 있는 에너지원의 범위는 매우 한정적이며 현 시점에서 원자력발전은 유력한 대안 중에 하나가 되고 있다(산업자원부, 2001).

2000년 한해 동안 국내 원자력발전소의 이용률은 90.4%를 기록하여 사상 최고의 실적을 보였으며, 호기당 고장정지 건수도 0.5건으로 집계되어 1998년 0.4건에 이어 사상 두 번째의 우수한 실적을 보인 것으로 나타났다. 한전의 원전 운영실적에 따르면, 고리, 월성, 영광, 울진 등 총 16기의 원전은 2000년도에 1,089억kWh의 전력을 생산하여 국내 총 발전량의 40.9%를 공급하였다. 원전 운영실적의 대표적 평가지표인 이용률은 90.4%로 집계되어 1998년의 90.2% 기록을 갱신하였으며, 이 수치는 세계평균보다 약 15% 높은 수준이며, 또한, 원전 고장정지는 총 8건이 발생하여 호기당 평균 0.5건을 기록하였는데, 이는 대부분의 원전운영 국가의 발생건수가 평균 1건 이상인 것에 비하면 매우 우수한 실적이다. 2000년 한해 원자력 발전을 통한 에너지수입 절감효과는 유연탄 발전 대비 1조 673억 원, LNG발전 대비 6조 3,514억 원에 달하여 고유가 상황에도 불구하고 무역수지 흑자기조를 유지하는 데 일조하였으며, 유연탄 발전 대비 2,878만 탄소톤의 이산화탄소 배출 저감효과를 거두어 지구온난화 방지 및 기후변화협약 대응에 적지 않게 기여하였다. 따라서 발전에 있어 중요한 지위를 차지하고 있는 원자력 발전의 경제적 파급효과를 분석하는 것은 안정적이고 저렴한 에너지 확보라는 측면에서도 매우 중요한 과제이다.

그러나 원자력 발전은 그 이용 측면에서 기술파급 및 에너지 안보 그리고 국민경제적 영향이 긍정적임에도 불구하고, 대국민 인식은 부정적이다. 특히 최근 추진되고 있는 전력구조개편을 통해, 원자력 산업이 민간에 이양될 경우, 경제성이 안전성보다 우선될 것이라는 국민적 불안감도 제기되고 있다(김효정, 2001). 원자력 발

전 초기에는 경제개발을 촉진해야 한다는 국가적 목적이 우선시되어 원전정책에 대한 국민적 합의가 크게 문제되지 않았으나 사회전반에 걸친 민주화·지방자치제 실시 등으로 원전정책에 대한 국민적 합의문제가 원전사업에 새로운 어려움으로 등장하고 있다. 원자력 발전에 대한 국민적 이해와 합의가 원자력 발전에 있어서 최우선의 조건이 될 수 있으므로 원자력 발전의 현황을 정확하게 진단할 필요가 있다. 아울러 공공의 복리를 증진시키는 방향으로 원자력 발전의 사업수행을 지원하기 위해서는 원자력 발전의 경제적 파급효과 분석결과에 기반한 합리적 정책이 강구되어야 한다. 따라서 원자력발전은 국민의 복지를 위해 효율적으로 관리·운영되어야 하는 바, 원자력 발전의 산업파급효과를 분석해야 할 필요가 있다.

이러한 배경하에서, 본 논문은 투입산출분석(input-output analysis)을 이용하여 원자력 발전의 산업파급효과를 분석하고자 한다. 투입산출분석을 수행하는 데 있어서 기존의 통상적인 모형인 수요유도형 모형을 다룰 뿐만 아니라, 분석의 목적 때문에 많이 다뤄지지 않았던 공급유도형 모형, 레온티에프 가격모형도 함께 다룬다. 특히 본 논문은 원자력 발전부문을 외생화하는 방법을 사용하여 원자력 발전의 효과를 보다 명확히 하였다. 이 방법론을 바탕으로 생산유발효과, 고용유발효과, 공급지장효과, 전후방연쇄효과, 물가파급효과를 분석하였다.<sup>1)</sup>

이후의 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제Ⅱ절에서는 연구방법론인 투입산출 분석에 대한 소개와 함께 여러 가지 모형이 제시된다. 제Ⅲ절에서는 선행 연구들에 대해 살펴 보면서 본 연구에서 사용된 자료에 대해 설명한다. 원자력 발전의 생산유발효과, 공급지장 파급효과, 물가파급효과 등의 여러 가지 경제적 효과 분석결과는 제Ⅳ장에서 일목요연하게 설명될 것이다. 이 결과들은 산업별 파급효과의 관점에서 산업별로 분석적인 시각에서 제시된다. 마지막 절은 결론으로 할애한다.

1) 오늘날 원자력은 그 용도에 따라 에너지원(源)의 이용과, 원자로 내에서 생산되는 방사성 동위원소의 이용이라는 2개의 분야로 구분된다(두산동아, 2001). 그러나 통상 원자력이라 하면 주로 원자력 발전부문을 말하고 있다(과학기술처, 1997a, 1997b; 과학기술처·통상산업부, 1997; 서울대학교, 1999). 본 연구에서도 원자력 발전만을 연구대상으로 한다.

## II. 연구방법론: 투입산출분석

앞서 언급하였듯이, 본 논문에서는 원자력발전의 산업파급효과를 분석하기 위해 투입산출분석을 적용한다. 투입산출분석은 국민경제전체를 포괄하면서 전체와 부분을 유기적으로 결합하고 있다. 따라서 투입산출분석은 거시적 분석이 미치지 못하는 산업과 산업간의 연관관계까지도 분석이 가능하여 구체적인 경제구조를 분석하는 데 유리하다(강광하, 2000).

원자력 발전부문은 국민경제의 기초산업부문으로서 산출물의 상당부분은 수요산업의 중간재로 공급된다. 따라서 원자력 발전부문에 대한 수요는 원자력 수요산업들의 생산활동 수준에 의해 결정되고, 원자력 발전부문의 공급은 원자력 수요산업들의 생산활동에 직간접적으로 영향을 미친다. 특히 원자력 발전부문은 사회간접자본의 하나로 투자가 타부문에 미치는 파급효과가 큰 편이며, 여러 산업생산에서 전력이 필수투입요소로서 작용한다는 점을 고려할 때 공급의 지장이 미치는 파급효과 또한 중요하다. 아울러 원자력 발전으로 인한 전력의 가격은 정부에서도 큰 관심을 가지고 있으므로, 타부문의 물가수준에 직간접적인 영향을 미치는 요금인상의 파급효과도 중요할 것이다. 본 장에서는 바로 이러한 제반 파급효과에 대한 분석모형을 소개한다.

투입산출분석에서는 관심대상 변수를 외생적으로 취급하여 그 변수가 내생적인 경제부분에 미치는 영향을 쉽게 살펴볼 수가 있는데, 이 작업을 외생화(exogenous specification)라고 한다. 이런 외생화의 방법을 쓰게 되면, 총수요가 아닌 특정부문의 산출물이 미치는 영향과 그 산출물이 타산업을 유발시키는 효과를 보다 명확히 알 수 있다. 본 논문에서는 이러한 외생화 모형을 중심으로 살펴보고자 한다.

### 1. 투입산출분석의 기본구도

투입산출분석모형은 산출량 결정에 대해 선형인 부문간 모형으로 한 부문의 생산수준 변화가 다른 부문의 생산물에 대한 연속적인 수요를 어떻게 발생시키는 지를 나타내고 있다. 이 모형은 투입요소의 판매와 구매 사이의 연관관계에 강조를 둔 일반균형모형의 성격을 가지기 때문에, 전반으로 경제적 영향을 분석하고 예측하는데 유용한 방법으로 인식되었다(Miller and Blair, 1985).

$n$ 개의 산업이 경제 내에 존재한다고 할 때, 생산된 재화들은 최종수요를 충족하기도 하고 다른 산업에 중간재로 사용되기도 한다. 중간재를  $z$ 로 나타내고 아래에 첨자를 붙여서  $z_{ij}$ 라고 표기하면 이는  $i$ 부문에서  $j$ 부문으로 투입되는 중간재의 양을 의미한다.

산업연관표를 행(行)으로 보면  $i$ 산업의 중간수요( $z_{ij}$ ), 최종수요( $Y_i$ ), 수입( $M_i$ ) 및 총 산출( $X_i$ )이 기록되는데 이는  $i$ 부문의 산출구조를 보여준다. 이러한 산출구조에 대한 관계는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + Y_i - M_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i - M_i \quad (1)$$

여기서,  $a_{ij}$ 는  $j$ 부문에 사용되는  $i$ 재의 투입량의 몫( $a_{ij} = z_{ij} / X_j$ )이며, 이를 투입계수(input coefficient) 또는 기술계수(technical coefficient)라고 한다. 이 비율은  $j$ 부문에서 한 단위의 산출물을 생산하기 위해 투입된  $i$ 산업의 산출물을 의미하며, 투입과 산출 간의 관계를 보여줌으로써 각 부문별 기술구조 또는 생산관계를 나타낸다. 식 (1)은 특정부문의 총생산이 경제 내 모든 부문의 한 단위 생산을 위해 투입되는  $i$ 번째 부문의 생산액과 소비지출, 수출, 투자, 정부지출에 의한 최종 용도에 수요되는 양을 합한 것과 같다는 것을 보여준다.

식 (1)과 달리 산업연관표에서  $j$ 라는 산업을 열(列)로 보면 중간투입( $z_{ij}$ ), 부가 가치( $W_j$ ), 총 투입( $X_j$ )이 기록되는데 이는  $j$ 부문의 투입구조를 보여주며 식 (2)로 표현된다.

$$X_j = \sum_{i=1}^n z_{ij} + W_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} X_i + W_j \quad (2)$$

여기서,  $r_{ij}$ 는 행벡터로 구성된 중간투입을 총 투입으로 나눈 것이며( $r_{ij} = z_{ij} / X_i$ ) 이를 산출계수(output coefficient)라고 한다. 식 (2)는 어떤 부문의 총 생산은 그 부문이 경제 내 모든 부문과 수입부문으로부터 구매한 금액에 이 부문의 원초적 투입요소 또는 부가가치(즉, 임금, 이윤, 세금 등)에 대한 모든 수익을 합한 것

과 같다는 것을 의미한다.

식 (1)을 전 산업에 대해 축약된 행렬식으로 나타내면 식 (3)이 된다.

$$X = ZI' + Y - M = A\hat{X}I' + Y - M \quad (3)$$

여기서,  $Z$ 는  $z_{ij}$ 로 이루어진  $n \times n$ 행렬,  $X$ 는  $x_{ij}$ 로 이루어진  $n \times 1$ 행렬,  $I$ 은 1을 원소로 하는  $1 \times n$ 행렬을 의미하며, '은 전치한 것(transpose)을 의미한다. 그리고  $A$ 는  $n \times n$ 으로 이루어진 투입계수 행렬이다. 이 때, 투입계수행렬의 정의에 따라  $Z = A(\hat{X})$ 이 성립한다. 또한  $\hat{X}$ 은 행벡터인  $X$ 의 원소를 대각행렬로 나타낸 것으로,  $X = \hat{X}I'$ 이다. 식 (3)을 정리하여 다시 쓰면 식 (4)가 된다.

$$X = (I - A)^{-1}(Y - M) \quad (4)$$

여기서,  $I$ 는  $n$ 차원 단위행렬이다.

## 2. 수요유도형 모형

식 (1)은 일반적으로 수요유도형(demand-driven model) 모형이라고 정의된다. 왜냐하면 식 (1)을 통해, 최종수요( $Y$ )를 충족하기 위한 산출량( $X$ )을 구할 수 있기 때문이다. 보다 엄밀한 분석을 수행하기 위해서는 먼저 원자력 발전부문의 특성에 맞는 투입산출표를 선택해야 한다. 원자력 발전부문의 산출물은 특성상 수입이 없기 때문에 국내수요가 미치는 영향만을 관찰하는 것이 타당하다. 이를 위해 비경쟁수입형표에서 도출되는 국산거래표를 이용한다.<sup>2)</sup> 따라서 이후에 전개되는 논의 및 분석은 모두 국산거래표에 근거한다. 식 (4)를 비경쟁수입형의 수요유도형 모형으로 재구성하면 식 (5)가 된다.

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (5)$$

2) 비경쟁수입형표는 국산거래표와 수입거래표로 구분되어 작성된다.

## 1) 생산유발효과

식 (5)를 변동모형 (variability model)으로 바꾸면 식 (6)이 된다.

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad (6)$$

특히  $(I - A)^{-1}$ 를 레온티에프 역행렬 (Leontief inverse matrix) 또는 투입역행렬 (input inverse matrix)이라 하며, 각 원소는  $a_{ij} = \partial X_i / \partial Y_j$ 로  $j$ 부문 최종수요 한 단위 증가로 인해 직간접적으로 소요되는  $i$ 부문 산출의 총 변화량을 의미하는 총 상호의존계수를 나타낸다. 투입산출분석은 산업의 투입과 산출을 원자력 발전부문에 대한 중간수요 및 최종수요와 상호연관지을 수 있으므로 원자력 발전부문에 대한 수요를 분석하는 데 유용하다. 관심대상인 원자력 발전부문( $H$ )을 외생화한 행렬에 'e'란 상첨자를 붙여 다시 정리하면 다음 식이 유도된다.

$$\Delta X^e = (I - A^e)^{-1} (\Delta Y^e + A_H^e \Delta X_H) \quad (7)$$

여기서,  $\Delta X^e$ 는 원자력을 제외한 다른 부문의 산출량으로 원자력 발전부문의 산출에 영향을 받은 타부문의 산출 증감량을 나타낸다.  $(I - A^e)^{-1}$ 는 투입계수행렬에서 원자력 부문이 포함된 열과 행을 제외시켜 작성한 레온티에프 역행렬을 나타낸다.  $A_H^e$ 는 투입계수행렬  $A$ 에서 원자력 부문을 나타내는 열벡터 중에서 원자력 부문 원소를 제외한 열벡터이다. 그리고  $X_H$ 는 원자력 부문의 산출액을 나타낸다.

이 때 원자력을 제외한 다른 부문의 최종수요는 변동이 없고( $\Delta Y^e = 0$ ) 오직 원자력 부문의 산출량만 변화한다고 가정하면, 식 (7)은 식 (8)과 같이 표현할 수 있다.

$$\Delta X^e = (I - A^e)^{-1} (A_H^e \Delta X_H) \quad (8)$$

식 (8)은 원자력 부문의 산출이 경제 내 다른 부문의 산출에 미치는 직간접적인 효과를 나타낸다. 원자력 부문에 대한 투자는 자체로서의 산출효과에 그치는 것이

아니라 연관효과를 통해 타산업 부문의 생산을 유발시켜 결과적으로 전체 산업의 생산을 촉진하므로, 식 (8)로부터 원자력 부문의 총 산출 또는 총 투자로 인한 파급 효과를 구할 수 있다(Yoo and Yang, 1999).

## 2) 고용유발효과

일반적으로 최종수요는 생산을 유발시키고 생산은 다시 노동수요를 유발한다. 그러므로 최종수요와 노동수요 유발을 연결시킴으로써 고용유발효과를 구할 수 있다. 이를 위해서는 고용계수와 생산유발계수를 기초로 고용유발계수를 도출해야 한다. 고용계수( $n_i$ )란 일정기간 동안 생산활동에 투입된 노동량( $N_i$ )을 총 산출액( $X_i$ )으로 나눈 계수( $n_i = N_i/X_i$ )로서 한 단위의 생산에 직접 소요된 노동량을 의미한다(한국은행, 1987). 그러므로  $X$ 를 생산하기 위해서 고용된 인원은 식 (9)로 표현할 수 있다.

$$N = \hat{n}X = \hat{n}(I - A)^{-1}Y \quad (9)$$

식 (9)에서  $\hat{n}(I - A)^{-1}$ 를 고용유발계수행렬이라 부른다. 단,  $\hat{n}$ 은 고용계수행렬의 대각행렬이다. 고용유발계수는 어느 산업부문의 생산물 한 단위 생산에 직접 필요한 노동량뿐만 아니라 생산파급과정에서 간접적으로 필요한 노동량도 모두 포함하고 있다. 원자력 산출액의 고용유발효과를 보다 엄밀하게 살펴보기 위해서는 식 (9)에서 원자력 부문을 외생화해야 한다. 원자력 부문을 외생화한 식은 다음과 같이 표현된다.

$$N^e = \hat{n}^e \Delta X^e = \hat{n}^e (I - A^e)^{-1} (A_H^e \Delta X_H) \quad (10)$$

여기서,  $N^e$ 는 원자력을 제외한 각 부문별 고용인수를 나타내며,  $\hat{n}^e$ 는 취업계수 대각행렬에서 원자력부문의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬이다.



### 3. 공급유도형 모형

고정투입계수와 투입요소의 완전탄력적 공급이라는 가정에 의존하는 통상적인 투입산출분석 모형은 최종수요로부터 발생하는 충격, 즉 후방연쇄와 활동의 산출결정을 분석하는 데 초점을 맞춘다. 그러나 통상적인 산업연관분석 모형은 원초적 공급에서 발생하는 충격, 즉 전방연쇄와 활동의 투입결정을 다루는 데에는 적절하지 못하다(Hoover, 1975). 그러므로 공급유도형(supply-driven) 투입산출분석 모형을 도입하여 원자력 부문 공급시장의 직간접적 영향을 평가하는 데 이용할 수 있다(Giarratani, 1978; Davis and Salkin, 1984).

이 모형은 배분함수(allocation function)를 통해 상호작용하는 힘의 균형조건에 근거하고 있으며 기본적인 균형방정식은 식 (2)로 대표된다. 식 (2)를 축약된 행렬 형태로 다시 써서 정리하면 식 (11)이 된다.

$$X' = X'R + W' \quad (11)$$

여기서  $R$ 은  $r_{ij}$ 로 이루어진  $n \times n$ 행렬로써 직접산출계수행렬이라 하며,  $W$ 는  $j$ 부문의 부가가치( $W_j$ )로 이루어진  $n \times 1$ 행렬이다. 식 (11)을 다시 쓰면 다음 식으로 정리된다.

$$X' = W'(I - R)^{-1} \quad (12)$$

$(I - R)^{-1}$ 는 산출역행렬(output inverse matrix)이라 하며, 각 원소는  $q_{ij} = \partial X_j / \partial W_i$ 로  $i$ 부문 부가가치 한 단위 증가로 인해 직간접적으로 소요되는  $j$ 부문 산출의 총 변화량을 의미한다. 식 (12)로부터 원초적 투입요소의 변화가 주어질 때 국내산출에 대한 직간접적인 총 영향을 결정할 수 있다. 산출역행렬의 행합은 원초적 투입요소의 단위변화에 대해 경제전체에서의 총 산출 변화를 나타내는 공급승수(supply multiplier)가 된다(Wu and Chen, 1990).

식 (12)에서 관심대상인 원자력 부문( $H$ )을 외생화된 행렬에 'e'란 상첨자를 붙여 다시 정리하면 다음 식이 된다.

$$X^{e'} = (W^{e'} + R_H^e X_H)(I - R^e)^{-1} \quad (13)$$

식 (13)에서 부가가치의 변동이 없다고 가정하고( $\Delta W^{e'} = 0$ ) 변동모형으로 바꾸면 식 (14)가 도출된다.

$$\Delta X^{e'} = R_H^e \Delta X_H (I - R^e)^{-1} \quad (14)$$

여기서,  $R_H^e$ 는 원자력 부문의 행벡터 중에서 원자력 부문 원소를 제거한 행벡터이며,  $(I - R^e)^{-1}$ 는 원자력 부문을 외생화한 산출역행렬을 의미한다. 식 (14)를 통해 원자력 부문의 공급지장이 각 산업부문에 미치는 파급효과를 구할 수 있으며, 이를 공급지장효과(supply shortage effect)라고 정의할 수 있다.

#### 4. 레온티에프 가격모형

지금까지의 모든 논의는 금액단위 산업연관표에 의한 것이었다. 그러나 원래 투입산출분석의 중요한 문제는 수급균형식을 이용한 물량단위 파급효과분석이다. 그런데 산업연관표를 열로 본 각 산업부문의 구성은 각 산업부문의 생산활동에 대한 비용구조를 나타내므로 이를 이용하면 가격변화의 파급효과를 분석할 수 있다. 이를 레온티에프 가격모형(Leontief price model) 또는 물가파급모형이라고 한다(한국은행, 1987; Miller and Blair, 1985).

한국은행 산업연관표를 포함한 대부분의 산업연관표는 작성상의 어려움 때문에 물량단위로는 작성하지 않고 금액단위로만 작성된다. 따라서 지금부터 물량단위 산업연관표로부터 논의를 시작하지만 결국은 금액단위 산업연관표를 이용한 분석으로 그 논의가 귀결될 것이다. 물량단위 투입산출분석 모형의 기본적인 균형식은 식 (15)와 같으며, 금액단위 산업연관표와 비교할 때 식 (16)이 성립한다.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n s_{ij} + F_i = \sum_{j=1}^n d_{ij} Q_j + F_i \quad (15)$$

$$\begin{aligned}
 X_i &= P_i Q_i \\
 z_{ij} &= P_i s_{ij} \\
 Y_i &= P_i F_i \\
 W_j &= P_j^w W_j^p
 \end{aligned} \tag{16}$$

여기서  $Q_i$ 는  $i$ 부문의 물량단위 총 산출량,  $F_i$ 는  $i$ 부문 생산에 대한 물량단위 최종수요에서 물량단위 수입을 차감한 것,  $s_{ij}$ 는 투입요소로서  $j$ 부문에 의해 구입된  $i$ 부문의 물량단위 수량,  $W_j^p$ 는  $j$ 부문의 물량단위 부가가치,  $P_i$ 는  $i$ 부문의 총 산출량  $Q_i$ 의 단위가격( $P$ 는  $n \times 1$ 행렬),  $P_j^w$ 는  $j$ 부문의 물량단위 부가가치에 대한 단위가격( $P^w$ 는  $n \times 1$ 행렬),  $d_{ij}$ 는  $s_{ij}/Q_j$ 로 정의되는 물량단위 투입계수( $D$ 는  $n \times n$ 행렬)이다.

이제 식 (15)의 양변에  $P_i$ 를 곱하면 다음 식이 된다.

$$P_i Q_i = \sum_{j=1}^n P_i s_{ij} + P_i F_i \tag{17}$$

식 (17)은 식 (16)을 고려할 때 결국 식 (1)이 된다. 그런데 식 (17)을  $Q_j$ 에 대해 다시 쓰면 다음 식이 도출된다.

$$P_i Q_j = \sum_{j=1}^n P_i s_{ij} + P_j^w W_j^p \tag{18}$$

이제 양변을  $Q_j$ 로 나누면 다음 식이 유도된다.

$$P_i = \sum_j P_i d_{ij} + P_j^w \frac{W_j^p}{Q_j} = \sum_j P_i d_{ij} + P_j^w d_j^w \tag{19}$$

전술한 바와 같이 실물단위 투입계수  $d_{ij}$ 를 알지 못하므로 금액단위 투입계수  $a_{ij}$

를 이용하여 가격모형을 해결해야 하는데, 한 가지 중요한 사실은 만약 모든 산출물의 가격이 1원이라면  $d_{ij} = a_{ij}$ 가 되어 실물단위 투입계수행렬  $D$ 와 금액단위 투입계수행렬  $A$ 가 일치한다는 것이다. 이는  $a_{ij}$ 가 산출물의 화폐가치를 기준으로 유도되었기 때문이다. 이런 의미에서 이때의 가격들을 정규화된 가격(normalized price)으로 볼 수 있다(Miller and Blair, 1985).<sup>3)</sup>

식 (19)를 축약된 행렬형태로 다시 써서 정리하면 다음과 같다.

$$P = (I - D')^{-1} \widehat{D}^w P^w \quad (20)$$

여기서  $\widehat{D}^w$ 는 실물단위 부가가치계수( $d^w$ )의 대각행렬이 된다.  $A^w$ 를 금액단위 부가가치계수  $a_j^w (= W_j/X_j)$ 로 이루어진  $n \times 1$  행렬이라고 하고, 모든 가격을 1로 정규화시키면 식 (20)은 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$\bar{P} = (I - A')^{-1} \widehat{A}^w \bar{P}^w = I \quad (21)$$

여기서  $I$ 은 1로 채워진 열벡터이다. 식 (20)의 좌변은  $I$ 이 되므로 편의상  $\bar{P}$ 로 표기한다. 이때 부가가치 부분의 가격변화에 따른 가격과급효과는 다음과 같다.

$$\Delta \bar{P} = (I - A')^{-1} \widehat{A}^w \Delta \bar{P}^w \quad (22)$$

따라서 가격수준을 몰라도 정규화된 가격을 통해 가격변동률을 구할 수 있다. 부가가치 계수행렬( $A^w$ )에서 원자력 부문 원소만을 제외한 열벡터를  $A_e^w$ 라하고,  $A^w$ 의 원자력 부문 열벡터에서 원자력 부문 원소만을 제외하고 남은 부분을  $A_H^w$ 라 하면 식 (22)를 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

3) 이러한 정규화 과정은 가격과급효과를 살펴보기 위한 여러 방법 중에 하나로서 상대가격의 변동에 초점을 맞추고 있다. 본 논문에서 제시된 가격모형의 유도과정은 Miller and Blair (1985)와 한국은행(1987)에서 사용된 방법과 약간 차이가 있지만, 최종적인 결과에서는 차이가 없다.

$$\Delta \overline{P}_e = (I - A^{e'})^{-1} (\widehat{A}_e^w \Delta \overline{P}^w + A_H^{e'} \Delta \overline{P}_H) \quad (23)$$

여기서,  $\Delta \overline{P}_e$ 는 원자력 부문이 제외된 가격변동을 벡터이며,  $\Delta \overline{P}_H$ 는 원자력 부문의 가격변동을 의미한다. 부가가치의 변동이 없다고 가정하면 ( $\Delta \overline{P}^w = 0$ ), 다음 식이 도출된다.

$$\Delta \overline{P}_e = (I - A^{e'}) A_H^{e'} \Delta \overline{P}_H \quad (24)$$

우리는 최종적으로 식 (24)를 이용하여 원자력 부문의 가격인상이 타부문에 미치는 물가파급효과를 계측할 수 있다.

## 5. 산업간 연쇄효과

전방연쇄효과(forward linkage effect)는 확산감응도(sensitivity of dispersion)를 나타내는 것으로 감응도 계수라 불린다(한국은행, 1998). 감응도 계수( $FL_i$ )는 전 부문의 최종수요를 모두 한 단위씩 증가시키기 위해  $i$ 번째 산업이 생산해야 할 단위의 전 산업 평균치에 대한 비율로  $i$ 부문에 대해 다음과 같이 정의된다(이정전, 1983).

$$FL_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}} \quad (25)$$

후방연쇄효과(backward linkage effect)는 확산력(power of dispersion)을 나타내는 것으로 영향력 계수라 불리며 전 산업 평균 생산유발계수에 대한 산업별 생산유발계수의 비율을 의미한다. 영향력 계수( $BL_j$ )는  $j$ 번째 산업에 대해 다음 식으로 정의된다.

$$BL_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (26)$$

원자력 부문을 중심으로 볼 때 감응도계수는 원자력을 다른 산업의 원료로 파악하는 것이며 영향력 계수는 원자력을 최종재로 보고 다른 산업의 생산물을 원자력 부문의 생산을 위한 원료로 파악하는 것이다.

### Ⅲ. 선행 연구에 대한 검토 및 연구에 사용된 자료

#### 1. 선행 연구에 대한 검토

투입산출분석을 이용하여 원자력 부문을 살펴 본 대표적 선행 연구로는 1993년 산업연관표를 이용하여 원자력의 경제성을 분석한 한국원자력연구소(1997)와 방사선 및 방사성 동위원소 이용의 경제적 효과를 분석한 서울대학교(1999)가 있다.

첫 번째 연구는 원자력 발전부문(이하 원전)의 영향을 연구대상으로 하고 있으며, 특별히 건설 부문을 전력·비전력 시설로 구분하여 원전과 관련된 효과도 분석하였다. 이를 위해 한국은행 발행 26부문 대분류 산업연관표를 33부문 산업연관표로 재구성하였다. 두 번째 연구의 특징은 산업연관표 상에서 특별하게 구분되어 있지 않은 방사성 동위원소의 경제적 파급효과를 분석했다는 것이다. 방사선 동위원소나 방사선 산업의 산출액이 산업연관표에 명시적인 하나의 산업으로 존재하지 않고 다른 여러 산업의 산출액에 포함되어 있기 때문에, 기존의 산업연관표만을 가지고 방사선 동위원소나 방사선의 경제적 파급효과를 구할 수 없다. 따라서 설문조사 등의 방법을 통해 방사선 동위원소나 방사선의 산출액을 추정하여, 이 액수를 최종 수요액으로 가정하고 투입산출분석을 시도하였다.

이 두 가지 선행연구는 투입산출분석을 적용하여 원자력의 경제적 파급효과를 분석함으로써 다양한 정책적 시사점을 유도했다는 점에 있어서는 의의를 가지고 있지만, 다음과 같은 측면에서 두 가지 한계를 가지고 있다. 첫째, 선행연구의 결과에 따르면 원자력 부문의 최종수요 증가에 대해 원자력 부문의 산출량이 가장 많이 증

가하는 것으로 나타났는데 이것은 논리적으로 문제가 있다. 원자력 부문의 과급효과가 자신의 부문에 가장 높은 산출증가를 가져오는 이러한 문제는 원자력 부문을 외생부문으로 취급하지 않고 내생부문에 포함하여 분석하기 때문에 발생한다. 따라서 원자력 부문의 외생화가 이루어지지 않는다면 원자력 부문이 순수하게 다른 경제 부문에 얼마나 영향을 미치는 지를 객관적으로 평가하기에는 어려움이 있다. 즉, 원자력 부문의 외생적인 변화 또는 충격이 다른 산업에 미치는 영향을 정확하게 분석할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 앞서 언급하였듯이, 원자력 부문의 외생화를 통해 원자력 부문의 산업과급효과를 분석한다. 이렇게 함으로써 원자력 부문이 다른 내생적 부문에 미치는 과급효과만을 정확하게 측정할 수 있게 되어 원자력 부문의 실질적인 과급효과에 대한 계량화가 가능하다.

선행 연구의 두 번째 한계는 원자력 부문의 총 산출액 변화가 아닌 최종수요의 변화에 따른 경제적 과급효과만을 살펴보았다는 점이다. 최종수요 증가가 유발하는 경제적 과급효과 고찰은 다음과 같은 문제점이 있다. 선행 연구의 틀 내에서는, 원자력 부문의 산출 증가가 원자력 부문을 공급처로 하는 각 산업에 어떠한 영향을

〈표 1〉 산업분류의 내용

부문 번호	본 연구에서 사용한 분류 방식	부문 번호	본 연구에서 사용한 분류 방식
01	농림수산물	16	가구 및 기타제조업제품
02	광산물	17	비원자력 전력
03	음식료품	18	원자력
04	섬유, 가죽제품	19	가스 및 수도
05	목재, 종이제품	20	건설
06	인쇄, 출판 및 복제	21	도소매
07	석유, 석탄제품	22	음식점 및 숙박
08	화학제품	23	운수 및 보관
09	비금속광물제품	24	통신 및 방송
10	제1차금속	25	금융 및 보험
11	금속제품	26	부동산 및 사업서비스
12	일반기계	27	공공행정 및 국방
13	전기, 전자 기기	28	교육 및 보건
14	정밀기기	29	사회 및 기타서비스
15	수송기기	30	기타

미치는지 또는 원자력 부문의 산출 감소가 원자력 부문을 수요처로 하는 각 산업에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 정확하게 분석할 수 없다. 즉 원자력 부문을 중심에 놓고 여러 가지 파급효과를 분석하는 것이 요구된다. 이를 위해, 본 연구에서는 우선 원자력 부문을 외생화한 접근방법을 채택하였으며, 원자력 부문의 생산유발효과, 공급지장효과, 물가파급효과 등의 다양한 파급효과를 분석한다.

## 2. 연구에 사용된 자료

산업연관표는 한국은행에서 발표하고 있는데, 본 연구에서는 가장 최근인 2001년에 발표한 1998년도 연장표(한국은행, 2001)를 이용한다. 이 표는 원래 402개의 기본부문으로 이루어져 있는데, 본 연구에서는 한국은행 통합 대분류 방식(28부문)을 기본으로 하되, 통합 대분류 상에 전력·수도·가스 부문으로 잡힌 1개 부문을 원자력, 비원자력 전력, 가스 및 수도의 세 부문으로 분리함으로써 총 30개 부문에 대해 투입산출분석을 적용한다. 본 연구에서 사용한 30개 산업분류의 내용은 <표 1>에 정리되어 있다. 분석을 위해서는 GAUSS 및 엑셀을 이용하였다.

## IV. 연구의 결과

### 1. 수요유도형 모형

#### 1) 생산유발효과

주지하다시피 이후의 모든 분석은 관심대상인 원자력 부문을 외생화한 모형에 근거한다. 생산유발효과란 원자력 부문에서 1원의 생산이 증가할 때, 타부문에 얼마나 생산을 유발하는지를 나타내는 값으로서 식 (8)을 이용하여 구했으며, 그 결과는 <표 2>의 두 번째 열에 제시되어 있다. 1998년 원자력 부문의 총 산출액이 6조 2,445억 원이었던 것을 감안하면 경제 전체에 미친 생산유발액은 2조 4,709억 원으로 추정된다.

생산유발효과가 가장 큰 네 부문은 화학제품(08), 건설(20), 부동산 및 사업서비스(26), 금융 및 보험(25)이다. 따라서 원자력 부문을 육성한다면 다른 산업에 비



〈표 2〉 원자력발전의 산업파급효과

순위	생산유발효과		고용유발효과		공급지장효과		물가파급효과	
	부문번호	크기	부문번호	크기	부문번호	크기	부문번호	크기
1	08	0.08656	20	0.00093	10	0.17787	09	0.23042
2	20	0.06135	30	0.00089	08	0.14811	10	0.20407
3	26	0.03982	28	0.00063	26	0.11024	02	0.19560
4	25	0.02936	25	0.00053	20	0.10869	19	0.18834
5	17	0.02463	21	0.00044	13	0.09035	05	0.16295
6	28	0.02237	08	0.00035	04	0.06682	11	0.15355
7	13	0.01530	26	0.00032	15	0.06533	08	0.12958
8	07	0.01304	22	0.00031	09	0.06186	17	0.12723
9	30	0.01266	01	0.00022	27	0.05612	22	0.12117
10	10	0.01266	23	0.00011	28	0.05266	12	0.10953
11	21	0.00940	29	0.00007	03	0.05172	27	0.10109
12	09	0.00864	13	0.00007	12	0.05036	16	0.10022
13	24	0.00817	11	0.00006	21	0.04664	04	0.09258
14	11	0.00720	17	0.00006	11	0.04614	06	0.08996
15	23	0.00685	12	0.00006	05	0.03749	15	0.08330
16	12	0.00630	24	0.00006	30	0.02686	29	0.07351
17	03	0.00598	09	0.00005	01	0.02458	14	0.07297
18	19	0.00525	10	0.00003	29	0.02390	20	0.06963
19	05	0.00443	05	0.00003	23	0.02315	30	0.06765
20	01	0.00318	03	0.00003	19	0.02250	26	0.06743
21	06	0.00247	06	0.00003	25	0.02221	03	0.06076
22	22	0.00183	19	0.00002	17	0.01975	13	0.06027
23	29	0.00161	04	0.00002	22	0.01775	28	0.05975
24	02	0.00156	14	0.00002	24	0.01638	21	0.05565
25	14	0.00144	02	0.00001	07	0.01259	24	0.05143
26	04	0.00139	16	0.00001	16	0.01182	01	0.04575
27	15	0.00119	15	0.00001	06	0.01109	25	0.03313
28	16	0.00092	07	0.00000	02	0.00795	23	0.03207
29	27	0.00000	27	0.00000	14	0.00555	07	0.02197

주: 각 부문번호는 〈표 1〉에 정의되어 있다. 각 분석결과의 단위는 생산유발효과와 공급지장효과는 원(W), 고용유발효과는 명(名), 물가파급효과는 퍼센트(%)를 의미한다.

해 화학제품산업이 생산유발 측면에서 가장 큰 혜택을 받는 것으로 볼 수 있다. 이는 원자력 발전에 있어서 핵심적인 생산설비인 핵연료가 화학공학과 깊은 관계를 가지기 때문인 것으로 보인다(이한주, 1983). 건설부문이 비교적 높은 생산유발효과를 가지는 것은 원전 발전설비와 관련된 것으로 판단된다. 금융 및 보험 부문도 비교적 큰 생산유발효과를 가지는데 이는 원자력 손해배상법에 의해 원자력 사업자는 반드시 보험에 들도록 되어있는 데서 그 이유를 찾을 수 있다. 국내에서 원자력에 대한 보험은 국내 1개 손해보험사가 공동출자한 한국 원자력 보험 풀(Pool)이 담당하고 있다. 보험 풀의 연도별 보험료 수입은 1985년에 4,073백만 원, 1990년에 6,746백만 원, 1995년에 8,073백만 원, 1998년에 17,868백만 원으로 원자력 비중이 증가함에 따라 점차적으로 증가하여 왔음을 알 수 있다(대한재보험주식회사 원자력팀, 1986, 1991, 1996, 1999). 반면에 공공행정 및 국방 부문(27)은 생산유발효과 값이 0으로 원자력 부문의 생산에 아무런 영향을 받지 않는다.

이와 같은 생산유발효과 분석결과는 두 가지 용도를 가진다. 첫째, 산업생산과 복지생활에 있어서 기초 인프라의 성격을 가지는 원자력 발전 부문에 대한 투자가 사회적으로 바람직한지 여부를 따지는 비용-편익 분석(cost-benefit analysis)에서 편익의 항목의 일부로 사용될 수 있다. 둘째, 최근 선진국을 중심으로 널리 확대되고 있는 전략산업 구조조정과 관련된 민영화가 우리나라에서도 논의되고 있는 상황에서 기업의 원자력 발전 신규진입에 따른 경제적 효과분석에 예비적으로 이용할 수 있다(Miller and Blair, 1985).

## 2) 고용유발효과

고용유발효과의 분석을 위해서는 한국은행에서 작성한 고용표가 필수적이다. 그런데, 한국은행에서 공표된 자료로는 원자력 부문의 고용정보를 파악하기 어렵다. 이것은 원자력 부문이 고용표의 최하위 부문인 통합 소분류(168부문)보다 더 하위항목인 기본부문(402부문)에 설정되어 있기 때문이다. 따라서 원자력 부문에 대한 고용정보는 한국원자력산업회의(1999)의 자료를 사용하여 원자력 부문 종사자의 수를 추정하였다.

고용유발효과는 식 (10)을 이용하여 계산되며, 그 결과는 <표 2>의 세 번째 열에 제시되어 있다. 고용유발효과는 원자력 부문에서 1원의 생산이 추가적으로 이루어

질 때, 타 부문의 고용이 얼마나 증가하느냐와 관련된 개념이다. 부문별 고용유발 효과를 살펴보면, 가장 큰 영향을 받는 부문은 건설(20)과 기타(30) 부문이며 교육 및 보건(28)과 금융 및 보험(25)이 그 뒤를 잇고 있다. 교육 및 보건부문(28)에 고용이 많이 유발되는 것은 원자력 부문의 생산증가에 대해 원자력과 관련된 의학부문 및 원자력 기술발전을 위한 교육 부문의 인력이 늘어나기 때문인 것으로 보인다. 이는 이미 1960년대부터 주요 대학에 원자력공학과가 설치되어 원자력 전문인력을 양성해온 국가적 노력과 결부되어 있다(조청원, 1995).

## 2. 공급유도형 모형

공급유도형 모형을 통해서는 원자력 발전 부문의 공급지장이 각 산업에 미치는 파급효과를 구할 수 있다. 공급지장효과는 식 (14)를 통하여 도출되었으며, 그 결과는 <표 2>의 네 번째 열에 요약되어 있다. 원자력 공급에 1원만큼의 지장이 발생하면, 경제전체적으로 약 1.42원의 공급지장효과가 발생한다. 이 액수는 1998년에 원자력 부문의 공급이 전혀 이루어지지 않았을 때, 약 8조 8,459억 원의 비용이 발생할 수 있었다는 것을 의미한다. 공급지장효과가 상대적으로 큰 부문은 화학(08), 제1차 금속(10), 전자기기(13)의 순으로 분석되었다.

이러한 공급지장효과는 두 가지 용도로 사용된다. 첫째, 원자력 부문의 공급지장효과는 원자력 발전부문의 공급신뢰도(reliability) 결정에 사용될 수 있다. 일반적으로 경제성 확보를 위해서는 같은 양의 생산을 하더라도 비용을 최소화해야 한다. 그러나 공급의 안정성 확보를 위해서는 같은 양의 생산을 하더라도 안전유지비용을 높여 공급신뢰도를 제고해야 하므로 경제성과 안정성은 상충되는 면이 있다. 즉 설비비용을 많이 사용한다면 안정성은 증가하여 이에 따른 공급신뢰도는 증가하지만 필요이상의 설비비용을 사용하게 되면 시설 자체의 경제성은 떨어지게 된다. 또한 안정성은 경제성과는 달리 계량화하기가 용이하지 않아 적절한 비용을 계상하기가 쉽지 않다는 문제가 발생한다. 그러나 공급지장효과는 안정성을 위한 적정 공급신뢰도를 구하는 데 활용될 수 있다. 즉, 원자력 발전의 최적 시설규모는 설비비용과 공급지장효과의 합이 최소가 되는 점에서 달성되게 된다(Howe and Smith, 1994; 백웅기, 1999). 둘째, 공급지장효과는 원자력 부문의 공급을 제한하여야 할 때, 용도별 우선공급순위 결정에도 적용이 가능하다(Yoo and Yang, 1999). 예를 들어,

공급지장효과가 큰 부문에 한정된 원자력 발전 생산물을 우선적으로 공급하는 정책이 고려될 수 있다.

### 3. 레온티에프 가격모형

레온티에프 가격모형을 이용하면 원자력 발전의 물가과급효과를 구할 수 있다. 식 (24)를 이용한 분석결과는 <표 2>의 다섯 번째 열에 제시하였다. 이 표에 제시된 물가과급효과는 다음과 같이 해석된다. 09부문인 비금속광물제품의 경우 물가과급효과의 크기는 약 0.230이다. 이것은 다른 모든 조건은 변함이 없는 상태에서 원자력 발전부문에서만 10%의 가격상승이 발생했을 때 비금속광물제품에는 0.23%의 가격상승 요인이 발생한다는 의미이다.

원자력 부문의 가격 상승시 가장 큰 영향을 받는 부문은 비금속광물제품(09)이며, 제1차금속(10), 광산품(02), 가스 및 수도(19) 부문이 그 뒤를 잇고 있다. 비금속광물제품(09), 제1차금속(10), 광산품(02) 부문 등에서는 금속의 정련제련 등에 전력이 많이 사용되고 있어 이에 따라 물가과급효과가 큰 것으로 보인다. 아울러 가스 및 수도 부문의 물가과급효과가 크게 나타난 것은 가스의 공급 및 취수, 도수, 정수 등 일련의 수도물 생산에서 전력이 큰 비중을 차지하기 때문이다.

### 4. 산업간 연쇄효과

각각 전방연쇄효과와 후방연쇄효과를 나타내는 감응도계수와 영향력계수 계산결과는 <표 3>에 제시되어 있다. 본 연구의 대상인 원자력 부문을 예로 들어 그 의미를 설명하면, 감응도계수로 파악할 수 있는 전방연쇄효과는 원자력 부문을 다른 산업생산의 원료로 파악하는 것이며, 영향력 계수로 파악할 수 있는 후방연쇄효과는 원자력 부문을 최종재로 보고 다른 산업의 생산물을 원자력 부문을 생산하기 위한 원료로 파악하는 것이다. 감응도계수와 확산력계수의 평균은 1이다. 그러므로 1보다 낮으면 평균보다 낮으며, 1보다 크면 평균보다 크다고 보면 된다.

식 (25)을 통해 계산한 감응도 계수는 부동산 및 사업서비스 (26)가 가장 높고 제1차 금속(10)이 두 번째이고 화학부문이(08) 세 번째로 높다. 원자력(18) 부문은 0.7673으로 감응도계수가 1보다 작다. 즉 원자력 부문은 일반적인 경기가 활황일

〈표 3〉 각 산업의 연쇄효과 지표

부문	감응도계수		영향력계수	
	값	순위	값	순위
01	1.1058	9	0.9780	17
02	0.6794	26	0.8838	21
03	1.2519	6	1.1658	6
04	0.8105	22	1.0773	12
05	1.2698	5	1.0764	13
06	0.7411	24	1.1732	5
07	1.2479	7	0.6479	30
08	1.8249	3	1.0953	9
09	0.8767	13	1.1045	8
10	1.8453	2	1.2434	2
11	0.8348	21	1.2144	3
12	0.8532	16	1.1627	7
13	0.9779	11	0.9482	19
14	0.6293	29	1.0653	14
15	0.8490	17	1.1869	4
16	0.6345	28	1.0783	11
17	0.8705	14	0.9152	20
18	0.7673	23	0.8325	25
19	0.8489	18	0.7917	27
20	0.8366	20	1.0813	10
21	1.0560	10	0.8651	22
22	0.7296	25	0.9788	16
23	0.9531	12	0.8225	26
24	0.8574	15	0.7254	29
25	1.3666	4	0.7811	28
26	2.0933	1	0.8582	23
27	0.5684	30	0.9725	18
28	0.8464	19	0.8409	24
29	0.6569	27	0.9812	15
30	1.1168	8	1.4519	1

때 전반적으로 산업성장에 자극받는 정도가 낮다는 것을 의미한다. 이는 경기변동에 영향을 받지 않으며 국가 생존기반이 되는 필수적 투입요소라는 것을 의미한다.

영향력 계수는 식 (26) 을 통해 구했는데, 기타부문(30)이 가장 높게 나타나고 제 1차 금속(10)이 두 번째이다. 그리고 금속제품(11)이 그 다음으로 높다. 그러나 원자력 부문(18)의 영향력 계수가 0.8325로 1보다 낮게 나타났다. 이는 원자력 부문이 상대적으로 다른 산업에 미치는 생산유발효과가 낮기 때문이다. 영향력 계수가 낮은 것은 원자력 부문 다른 부문보다 투자지출에 따른 경제적 파급효과, 즉 다른 산업을 견인하는 정도가 작음을 나타낸다. 따라서 원자력 부문의 감응도 계수와 영향력 계수는 모두 1보다 작아 전후방연쇄효과가 낮아 최종수요적 원시산업형(final primary production)으로 분류된다.

## V. 결 론

경제성장에 따른 에너지 수요증가 및 이산화탄소 저감을 요구하는 기후변화협약 등 국내외적인 필요로 인해 안정적인 에너지원이 요구됨에 따라 원자력 발전의 역할이 중요해지며, 우리나라의 발전원 구성비에서 원자력이 차지하는 비중은 계속 증가하고 있다. 따라서 원자력 발전의 산업파급효과 분석을 수행하고 이에 근거하여 관련 정책을 수립해야 할 필요성도 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 투입산출분석을 이용하여 원자력 발전의 역할을 분석하고자 하였다. 본 연구는 정책적인 측면뿐만 아니라 연구적인 측면에서도 몇 가지 의의를 가지고 있다고 판단된다.

먼저 주요 연구결과와 이와 관련된 몇 가지 정책적 함의는 다음과 같다. 첫째, 수요유도형 모형을 통해 원자력 부문의 생산유발효과와 고용유발효과를 계측하였다. 이 결과는 원자력 부문의 생산활동이 다른 산업의 생산을 얼마나 견인하는지를 의미한다. 화학, 건설, 금융 및 보험, 부동산 및 사업 서비스, 교육 및 보건 부문에서 생산유발효과와 고용유발효과가 큰 값을 가졌다. 둘째, 공급유도형 모형을 이용하여 원자력 부문의 공급지장 파급효과를 계산하였다. 이 결과는 원자력 부문에서 공급이 제대로 이루어지지 않을 때 다른 산업에 미치는 파급효과가 얼마나 되는지를 나타내는 것으로 타산업에 발생하는 피해액을 의미한다. 원자력 부문의 공

금지장은 화학, 제1차 금속, 전자기기 부문에 비교적 큰 타격을 주는 것으로 분석되었다. 셋째, 레온티에프 가격모형을 운용하여 원자력 부문의 물가파급효과를 계량화하였다. 분석 결과, 금속광물제품, 제1차 금속, 광산품, 가스 및 수도 부문의 물가파급효과가 큰 편이었다.<sup>4)</sup>

마지막으로, 산업간 연쇄효과를 분석함으로써 원자력 부문의 위치를 진단하고자 하였다. 분석결과 전후방연쇄효과가 모두 1보다 낮아 원자력 부문은 최종수요적 원시산업으로 분류되었다. 이는 원자력 부문이 다른 부문에 비해 경기변동에 영향을 거의 받지 않는 국가생존과 발전의 기반이 되는 필수적 투입요소이며, 다른 부문보다 투자지출에 따른 경제적 파급효과가 적음, 즉 다른 산업을 견인하는 정도가 적음을 의미한다.

본 연구는 연구적인 측면에 있어서도 몇 가지 의의를 가진다. 분석모형을 제시하는 데 있어서, 수요유도형 모형, 산업간 연쇄효과와 같은 통상적인 분석방법에 대한 소개뿐만 아니라 분석의 목적 때문에 널리 사용되지 않았던 공급유도형 모형, 레온티에프 가격모형 등에 대해서도 소개하였다. 아울러 원자력 발전의 생산유발효과, 공급지장의 파급효과, 물가파급효과, 산업간 연쇄효과를 분석하여 그 결과를 제시하였다. 이 결과들로부터 원자력 이용 효율화 정책방향 및 여러 가지 방안들이 도출될 수 있을 것이다. 특히 일반적인 모형하에서 원자력 부문 및 타산업을 동시에 분석하고 해석하는 것이 아니라 원자력 부문을 중심으로 놓고 이를 외생화하여 분석하고 해석하는 방법을 택함으로써 원자력 부문에 대해 논의를 집중시킬 수 있었다.

본 연구에서 사용한 방법론이 원자력 발전의 산업파급효과를 분석할 수 있는 나머지 여러 기법들을 완전히 대체할 수 있다고 주장하기는 어렵다. 하지만 원자력 부문의 외생화를 통한 투입산출분석이라는 체계적 접근방법을 취한 것은 원자력 부문을 분석하는 데 있어서 연구자와 정책결정자에게 한 가지 유용한 도구라는 점은 분명하

4) 익명의 심사위원 한 명은 각 산업별로 산업파급효과별 순위에 대해 해석할 것을 제안하였다. 모든 산업에 대해 설명을 하는 것이 보다 바람직하겠지만 지면의 제약을 고려하여 편의상 건설부문(20)에 대해서만 설명을 하도록 하겠다. 건설부문의 생산유발효과는 2번째, 공급지장효과는 4번째, 물가파급효과는 18번째로 나타나고 있다. 이는 원전의 건설과 관련하여 건설부문의 생산을 상대적으로 크게 유발하며, 건설현장에서 원자력 발전을 통한 전력이 적지 않게 소요되는 것과 관련하여 공급지장효과도 상대적으로 크지만, 건설부문의 비용구조에서 전력비가 차지하는 비중은 그리 크지 않으므로 물가파급효과는 상대적으로 작은 것으로 볼 수 있다.

다. 이러한 연구는 국내에서 볼 때, 그 응용사례가 그리 많지는 않다. 하지만 방법론의 유연성, 유용성, 정확성은 이 방법론이 향후 많은 연구에 응용될 수 있음을 의미한다. 따라서 원자력 부문뿐만 아니라 타산업을 분석하는 데 있어서 본 연구에서 제시된 체계적 방법론이 널리 응용될 수 있을 것이라 기대된다.

본 연구의 결과들은 해석상의 주의가 필요할 뿐만 아니라 향후 연구의 구도가 확장될 필요가 있다. 투입산출표를 이용한 투입산출분석을 했다는 측면에서 레온티에프 생산체계를 가정하고 있다. 따라서 경제가 레온티에프 생산체계를 따르지 않는다면 결과를 받아들이는 데 주의가 요망된다. 아울러 원자력 발전뿐만 아니라 추후 원전의 건설, 원자력을 이용한 의료 등 다른 원자력 관련 활동에 대한 자료도 충분히 수집된다면 원자력산업 전체에 대한 분석도 가능할 것으로 예상되며 이렇게 된다면 좀 더 폭넓은 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 한편 우리나라에서는 원자력연구개발사업에 의해 국가적인 차원에서 연구개발 활동을 지원하고 있는데, 이는 적지 않은 경제적 파급효과를 미칠 것으로 예상되는 바, 앞으로 원자력연구개발사업의 경제적 파급효과를 투입산출분석의 틀 안에서 측정하기 위한 추가적인 노력도 요망된다. 또한 여러 연도의 투입산출표를 동적으로 연결하여 기술흐름을 파악하기 위한 동적 투입산출분석을 시도하는 것도 새로운 시사점을 제시해 줄 것으로 기대된다.

## ■ 참고 문헌

1. 강광하, 「산업연관분석론」, 연암사, 2000.
2. 기초전력공학공동연구소, "미래지향적 원자력 에너지 이용을 위한 정책연구," 과학기술부, 2001.
3. 김태유·유승훈·허은병, "수도사업의 국민경제적 역할분석," 『한국수자원학회논문집』, 제 30권 제4호, 한국수자원학회, 1997, pp. 367~377.
4. 김태현, *CEO Energy Briefs*, 에너지 경제연구원, 2001.
5. 김효정, "전력산업구조개편에 따른 원자력 안전성확보대책방안고찰," 원자력산업, 제218호 4권, 2001.
6. 과학기술부, "원자력진흥종합계획 2001 세부사업추진 계획-과학기술부소관," 2001a.



7. ———, “원자력 관련 주요현황 및 통계자료,” 2001b.
8. 과학기술처, “방사선 및 방사성 동위원소 이용진흥 종합계획수립,” 1997a.
9. ———, “원자력 진흥 종합계획,” 1997b.
10. 과학기술처·통상산업부, “원자력 진흥 종합계획 부문별 시행계획,” 1997.
11. 두산동아, *CD-ROM Encyber*, 2001.
12. 대한재보험주식회사 원자력팀, “1985 원자력보험 실적철,” 대한재보험주식회사, 1986.
13. ———, “1990 원자력보험 실적철,” 대한재보험주식회사, 1991.
14. ———, “1995 원자력보험 실적철,” 대한재보험주식회사, 1996.
15. ———, “1998 원자력보험 실적철,” 대한재보험주식회사, 1999.
16. 백용기, “전력산업 구조개편에 따른 공급안정성 유지 방안,” 『사회과학연구』, 제12권, 1999, pp. 32~53.
17. 산업자원부, “2000년도 상반기 실적 및 하반기 추진계획(에너지 산업부문),” 2000.
18. ———, “에너지정책 Highlight,” 자원정책실, 2001.
19. 서울대학교, “방사선 및 RI이용의 경제효과 분석,” 과학기술부, 1999.
20. 오완근·민완기·이성국, “디지털TV의 경제적 가치평가-IO분석을 중심으로,” 『기술혁신학회지』, 제3권 제1호, 2000, pp. 100~112.
21. 이정전, “연쇄효과지표에 관한 고찰,” 『경제학연구』, 제31권, 1983, pp. 57~80.
22. 이한주, “원자력 산업과 화학공학,” 『화학공업과 기술』, 제1권 제1호, 1983, pp. 12~24.
23. 임명환, “산업연관분석을 통한 정보통신산업의 위치와 파급효과 분석(상)(하),” 『경영과 기술』, 1~2월호, 한국통신, 1994.
24. 임재규, *CEO Energy Briefs*, 에너지 경제연구원, 2001.
25. 조병완, “기술기사: 한국의 원자력 발전과 토목공학의 관계,” 『대한토목학회지』, 제40권 제5호, 1992, pp. 31~35.
26. 조창원, “21세기의 에너지 자원 문제 해결사: 기술행정관으로서 바라본 우리나라의 원자력,” 『한국공학기술학회』, 제2권, 1995, pp. 104~107.
27. 한국은행, 『산업연관분석해설-원리와 이용』, 1987.
28. ———, 『1995년 산업연관표 CD-ROM』, 1998.
29. ———, 『1998년 산업연관표』, 2001.
30. 한국원자력산업회의, “98년 원자력 산업 산업실태 조사보고서,” 과학기술부, 1999.
31. ———, “1999년 원자력 산업 산업실태 조사보고서,” 과학기술부, 2000.
32. 한국원자력연구소, 『원자력 경제성분석 연구』, 1997.
33. 홍동표·정시연, “산업연관분석을 이용한 정보통신산업의 국민경제적 기여도 분석(1985~1995),” 『정보통신정책 ISSUE』, 제10권 12호, 1998.
34. Davis, H. C and E. L. Salkim, “Alternative Approaches to the Estimation of Economic Impacts Resulting from Supply Constraints,” *Annals of Regional Science*, Vol. 18, No. 3, 1984, pp. 25~34.
35. Giarratani, F., “Application of an Industry Supply Model to Energy Issues,” in *Regional Impacts of Rising Energy Prices*, Cambridge, Mass.: Balinger Publishing Co., 1978,

pp. 447~454.

36. Hawdon, D. and P. Pearson, "Input-Output Simulation of Energy, Environment, Economy Interaction in the UK," *Energy Economics*, Vol. 17, No. 1, 1995, pp. 73~86.
37. Hirschman, A. O., *The Strategy of Economic Development*, New Haven: Yale University Press, 1958.
38. Hoover, E. M., *An Introduction to Regional Economics*, 2nd ed., New York: Alfred A. Knopf, 1975.
39. Howe, C. W. and M. G. Smith, "The Value of Water Supply Reliability in Urban Water Systems," *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 26, 1994, pp. 19~30.
40. Laumas, P. S., "Key Sectors in some Underdeveloped Countries," *Kyklos*, Vol. 28, No. 1, 1975, pp. 62~79.
41. Miller, R. E. and P. D. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, New Jersey: Prentice-Hall, 1985.
42. Rasmussen, P. N., *Studies in Intersectoral Relations*, North Holland: Amsterdam, 1956.
43. Yoo, S. -H and C. -Y. Yang, "Role of Water Utility in the Korean National Economy," *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 15, No. 4, 1999, pp. 527~541.
44. Wu, R. H. and C. Y. Chen, "On the Application of Input-Output Analysis to Energy Issues," *Energy Economics*, Vol. 12, No. 1, 1990, pp. 71~76.

## The Economic Effects of Nuclear Power Generation : An Input-Output Analysis

Seung-Jun Kwak\* · Seung-Hoon Yoo\*\* · Tae-Ho Yoo\*\*\*

### Abstract

Increasing energy demand and talks on climate change clearly demand that researchers provide policy makers with available and responsible information regarding the role of nuclear power generation(NPG) in the national economy. This paper employs input-output(I-O) analysis to examine the economic impacts of NPG, using a specific application to Korea. A static I-O framework is employed. Supply-driven model and Leontief price model which have not been widely employed as well as demand-driven model and interindustry linkage analysis, are discussed. This study pays particular and close attention to the NPG sector by taking the industry as exogenous and then investigating economic impacts of it. Finally, the author presents the results which address production-inducing effects and supply-shortage effects of the NPG sector, interindustry linkage effects of 21 sectors, and pervasive effects of price change in the NPG sector.

**Key words:** input-output analysis, nuclear power generation, exogenous specification

---

\* Associate Professor, Dept. of Economics, Korea University

\*\* Full-time Lecturer, School of Business and Economics, Hoseo University

\*\*\* Adviser, Office for Policy Coordination, Office of the Prime Minister