

원자력발전의 국가경제 기여 분석: 가상적 부재 접근^{*}

정기호^{**} · 박주현^{***}

요 약

본 논문은 과거 시점에 가상적인 원전제로 상황을 설정하고 당시 경제 상황과 비교하는 접근방식을 산업연관모형에 적용하여 원자력발전 운영에 따른 국가경제 기여효과를 분석한다. 분석결과, 가상적인 원전제로 상황에서는 분석 시점별로 GDP가 0.32~0.53%만큼 감소하며 수입은 1.19~1.65% 증가하는 것으로 분석되었다. 또한 1995년 산업연관표에 1997년 환율상승폭을 적용하고 2007년 산업연관표에 2008년 환율상승폭을 적용하였을 때 가상적인 원전제로 상황에서 각각 0.333% 포인트와 0.106% 포인트만큼 물가상승률이 더 증가하는 것으로 분석되었다. 따라서 원자력발전의 존재는 국가경제의 GDP를 증가시키고 해외수입을 감소시키며 불안정한 글로벌 경제의 충격을 흡수하는 역할을 수행하여 온 것으로 나타났다.

* 본 논문은 2015년 에너지경제연구원 용역과제보고서 “원전의 국가경제기여 실적 분석을 통한 국민경제적 관점에서의 미래 원자력정책 방향 분석”의 일부 내용을 발췌하여 수정·보완하였음. 저자들은 연구과정에서 큰 도움을 준 에너지경제연구원 최봉석 박사님과 박우영 박사님 그리고 익명의 심사위원님들에게 심심한 감사를 포함. 제2저자는 동덕여대 연구년(2013년) 지원으로 연구하였음.

** 경북대학교 교수(제1저자 및 교신저자). khjeong@knu.ac.kr

*** 동덕여자대학교 교수(제2저자). jpark@dongduk.ac.kr.

주요 단어 : 원자력발전, 국가경제 기여, 가상적 부재, 산업연관모형
경제학문헌목록 주제분류 : C0, Q3

I. 서 론

원자력발전은 세계 연료 부존량이 풍부하고 국제원료가격이 상대적으로 매우 낮아서 저렴하고 안정된 전력공급을 통해 우리나라의 빠른 경제성장에 큰 기여를 하여 왔다. 특히 에너지부존자원이 거의 없고 다른 나라와 전력망이 연결될 수 없는 지정학적 특성을 갖는 우리나라로서는 에너지안보와 지속적 경제성장 차원에서 포기하기 힘든 발전원으로서 중요한 역할을 담당하여 왔다.

그러나 현재 원자력발전을 둘러싼 국내외 여건은 매우 불리하게 전개되고 있다. 방사능의 잠재적 두려움 때문에 전 세계적으로 발전소와 방폐장 부지 선정 및 노후 원전의 수명 연장 등 전 주기에 걸쳐 큰 어려움에 직면하고 있다. 더욱이 일본 후쿠시마 사고이후에는 원자력발전에 대한 사회적 수용성이 크게 저하되어 원전폐기론까지 제시되고 있는 상황이다. 따라서 국가경제 관점에서 원자력발전의 올바른 위상 정립과 사회적 수용성 제고가 그 어느 때 보다 요망되고 있다.

원자력발전의 국가경제기여를 분석한 과거의 선행연구들은 원자력발전의 존재를 전제로 정책이나 여건 등의 변화에 따른 파급효과를 분석함으로써 원자력발전의 필요성과 국가경제기여를 평가하는 데는 한계가 있었다. 왜냐하면 원자력발전의 국가경제기여가 정책이나 여건 변화에 따라 얼마만큼 변화했는지는 파악할 수 있어도 국가경제기여 그 자체의 크기를 파악할 수 없기 때문이다. 본 연구의 목적은 과거 우리나라 경제발전 과정에서 원자력발전이 기여한 절대 수준을 평가하는 것이다. 원자력발전이 국가경제에 기여한 절대 수준을 평가하기 위해서는 다른 여건은 모두 같고 단지 원자력발전의 존재 여부

만 차이가 나는 두 상황을 서로 비교할 필요가 있다. 만약 우리나라에서 원자력발전소가 건설되어 운영되던 과거 시기에 원자력발전이 없는 상황을 설정할 수 있고 그 상황에서 우리나라 국가경제의 성과를 도출할 수 있다면 같은 시기의 실제 국가경제 성과와 비교함으로써 원자력발전의 국가경제 기여의 절대 크기를 평가할 수 있을 것이다.

구체적으로 본 논문의 내용은 다음과 같다. 첫째, 과거 우리나라 경제발전 과정에서 원전이 존재하지 않은 원전제로의 가상적인 상황을 산업연관모형에서 구현하는 방법을 제시한다. 둘째, 제시된 방법을 이용하여 원전제로의 가상적 상황과 원전존재의 현실 상황의 각각에서 산업연관모형의 국가경제 파급효과를 과거 실적자료를 활용하여 비교한다. 이러한 비교를 통해 원자력발전의 국가경제기여를 변화분이 아닌 절대 수준으로 평가할 수 있을 것이다. 셋째, 과거 시기를 일반 시기와 국가적 경제 위기 시기로 구분하여 분석한다. 후자의 경우는 특히 해외부문의 변동성에 따른 국가적 경제 위기 시기에 원자력발전 부문이 해외부문 변동성을 줄이는 효과가 있는지 여부를 평가한다. 본 연구에서는 일반 시기에는 GDP(부가가치)와 수입파급효과를 척도로 평가하며 국가적 경제위기 시기에는 환율변화에 따른 국내물가파급효과를 척도로 평가한다. 평상시 경제 시기로서 1995년, 2000년, 2005년의 세 개 년도를 고려하고 국가적 경제위기 시기로는 1997년 외환위기와 2008년 금융위기를 고려한다.

이후 논문의 구성은 다음과 같다. 다음 장에서는 관련 선행연구들을 살펴보고 제Ⅲ장에서는 분석방법을 설명한다. 제Ⅳ에서는 경험적 분석에 사용된 자료 및 분석결과를 제시하고 마지막으로 제Ⅴ장은 결론을 제시한다.

II. 선행 연구

원자력부문이 우리나라 국민경제에서 차지하는 역할을 분석한 주요 국내 선행연구로는 한국원자력연구소(1997, 2002), 광승준·유승훈·유태호(2002), 정기호(2005, 2010), 문기환·정기호·이만기(2005), 박성덕(2006) 등이 있으며, 해외 연구로는 IAEA(2009) 등이 있다.

한국원자력연구소(1997)는 원자력발전의 효율적 활용이 국민경제에 가져오는 편익을 분석하면서 일부 내용으로서 원자력산업의 산업연관분석을 하였다. 분석결과, 원자력 발전의 운영을 통하여 창출된 부가가치는 1993년에 국내총생산의 0.5%를 차지하며 원자력 건설 산업은 생산유발계수가 1.946으로 정부 투자 부문의 1.633과 민간 투자 부문의 1.647보다 높아 생산과급효과가 상대적으로 더 큰 것으로 나타났다. 한편 한국원자력연구소(2002)도 원자력발전을 운전과 건설로 구분하여 유사한 산업연관분석 연구를 수행하였다.

광승준·유승훈·유태호(2002)는 산업연관모형을 이용하여 원자력발전의 생산유발효과, 고용유발효과, 공급지장효과, 물가과급효과 등의 국가경제 파급효과를 분석하였다. 분석결과, 원자력부문의 생산유발효과가 가장 큰 부문은 화학제품, 건설, 부동산 및 사업서비스, 금융 및 보험의 순으로 나타났으며, 고용유발효과는 건설, 기타, 교육 및 보건, 금융 및 보험의 순으로 나타났다. 공급유도모형을 통해 원자력부문의 1원만큼의 공급지장효과는 약 1.42원으로 나타났다¹⁾ 원자력부문의 물가상승효과가 큰 부문은 비금속광물제품, 제1차금속, 광산물, 가스 및 수도 등으로 나타났다.

1) 광승준·유승훈·유태호(2002)는 Giarratani(1978), Davis and Salkim(1984) 등의 문헌을 인용하여 Ghosh(1958)의 공급유도모형을 공급지장효과의 계산에 이용하였으나, 공급유도모형을 공급지장효과나 전방연쇄효과 등의 분석에 이용하는 것은 이론적으로 옳지 않다는 점이 여러 문헌에서 지적된 바 있음(Oostehaven, 1988; Dietzenbacher, 1997).

정기호(2005)는 원자력부문의 연구개발투자지출이 국가경제에 미치는 파급효과를 산업연관모형에 의해 분석하였다. 2000년도 한국원자력연구소의 실제 R&D투자는 총 1,110억원이며, 이러한 R&D투자의 생산유발효과는 3,405억원이며 국내 부가가치 파급효과는 937억원으로서 2000년도 한국 GDP대비 0.0162%를 기여한 것으로 나타났다.

문기환·정기호·이만기(2005)는 한국표준형원전의 원자로계통설계 기술자립이 국민경제에 미치는 경제적 파급효과를 원전의 건설과 운전으로 구분하여 분석하였다. 2003년 기준 현재가치 기준으로 1986~2015년 기간 건설부문 경로를 통한 생산파급효과는 70조 6,254억원이며 부가가치 파급효과는 28조 2,309억원으로 나타났다. 1994~2015년 기간 운전부문 경로를 통한 생산파급효과는 64조 3,117억원이고 부가가치 파급효과는 40조 4,215억원으로 나타났다. 이러한 부가가치파급효과를 국내총생산(GDP)과 비교하면 건설부문은 GDP 대비 0.03~0.20%의 비중을 차지하고 운전부문은 GDP 대비 0.04~0.24%의 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 건설부문과 운전부문을 합한 부가가치는 GDP 대비 0.07~0.44%를 차지하는 것으로 나타났다.

박성덕(2006)은 울진군에 대해 가계부문을 내생화한 지역 폐쇄산업연관모형을 구축하고 울진군에 원자력 관련시설이 입지한 후 이들을 가동하기 위해 사용된 운영비와 지역지원금을 대상으로 울진군의 지역경제에 미친 생산, 소득, 고용 등의 유발효과를 분석하였다. 울진군 원자력발전부문의 지역 생산유발효과는 약 1,205억이며 이 중에서 가계부문에 대한 생산유발효과가 건설부문을 제외하고 가장 큰 부문을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 울진 원자력발전소 근무 근로자에게 지급한 임금과 지역업체에 지불한 물품 구매대금을 합산한 운영비가 유발한 총소득효과는 약 520억원으로서 이 중에서 약 400억원은 직·간접적으로 생성된 소득효과이며, 약 120억원은 가계부문에 의해서 유발된 것으로 나타났다.

정기호(2010)는 다목적 중소형 일체형 원자로인 SMART의 국내 건설, 운전, 수출에 따른 경제적 가치 및 국민경제 파급효과를 분석하였다. SMART 1

기의 국내 건설에 따른 생산 유발액은 1조 2,839억원~1조 5,414억원이며 부가가치 유발액은 4,741억원~6,037억원, 고용유발효과는 10,190~12,031명으로 분석되었다. SMART 1기의 국내 운전에 따른 생산 유발액은 5,172억원, 부가가치 유발액은 3,153억원, 고용 유발인원은 825명으로 분석되었다. SMART 1기 수출에 따른 생산 유발액은, 8,987억원~1조1,395억원, 부가가치 유발액은 3,394억원~4,635억원, 고용 유발효과는 3,616~4,339명으로 분석되었다.

IAEA(2009)는 한국을 사례로 원자력발전이 국가경제 생산과 GDP에 미치는 파급효과를 건설과 운전을 구분하여 1980년, 1985년, 1990년, 2000년, 2005년 등 6개 연도에서 분석하였다. 건설에 의한 생산 유발효과는 1980년의 2,870억원에서 2005년에 3조 5,850억원이며 운전에 의한 생산 유발효과는 1980년의 1,910억원에서 2005년에 13조 8,650억원으로 분석되었다. 부가가치 유발효과는 건설에서는 1980년의 1,350억원에서 2005년의 1조 4,910억원 그리고 운전에서는 1980년의 1,480억원에서 2005년의 9조 1,630억원으로 분석되었다. 건설과 운전을 합친 총 부가가치유발효과가 GDP에서 차지하는 비중은 1980년의 0.8%에서 2005년에 1.3%로 나타났다. 1980년을 제외한 나머지 전 기간에서 운전에 따른 부가가치 유발효과가 건설보다 더 큰 것으로 나타났는데, 이것은 건설의 유발효과는 건설이 진행된 시점에만 국한하는데 반하여 운전은 건설된 모든 원자력발전소의 합계에 대해 계산되기 때문이다.

이들 선행연구들은 앞서 지적하였듯이 모두 원자력발전이 존재하는 것을 전제로 하고 정책이나 여건 등의 변화에 따른 파급효과를 분석함으로써 원자력발전의 필요성과 국가경제기여를 평가하는 데는 한계가 있다.

Ⅲ. 분석방법

1. 일반 경제시기 분석의 수량모형

본 논문에서 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황은 산업연관표에서 원자력발전부분의 행과 열을 제거함으로써 구현한다.²⁾ 산업연관모형 문헌에서 특정 산업부분의 행과 열을 산업연관표에서 제거하는 것은 두 가지 경우에서 발생하였다. 첫째는 생산외생화모형(Steinback, 2004; Miller and Blair, 2009)이다. 전통적인 Leontief의 산업연관모형은 최종수요가 외생적으로 변하는 경우를 고려하는 반면에, 생산외생화모형은 특정 산업부분의 생산이 외생적으로 변화하는 경우를 고려한다. 생산외생화모형에서는 나머지 산업부분들의 생산에 미치는 파급효과를 분석할 때 생산이 외생적으로 변한 해당 산업부분의 행과 열을 제외한 투입계수행렬을 이용한다. 즉, 최종수요와 수입이 모두 0이고 단지 j 산업부분의 생산이 외생적으로 변화하는 경우에 나머지 산업부분의 생산에 미치는 파급효과는 다음과 같이 계산된다.

$$\underline{X}_j = (I - A_j)^{-1} \underline{A}_j X_j^g \quad (1)$$

A_j : j 번째 산업부분의 행과 열이 제거된 투입계수행렬

2) 특정 산업이 존재하지 않는 가상적 상황에 대해 2단계 접근을 고려할 수 있다. 1단계는 초기 외생적 충격으로서 경제에서 그 산업부분을 제거하는 것이며, 2단계는 경제 전체가 그러한 상황에 적응함으로써 발생되었을 구조적 변화를 반영하는 것이다. 후자의 적응변화를 측정하는 것은 현실적으로 쉽지 않기 때문에, 본 논문의 구현방법은 초기 외생적 충격에 초점을 맞추어 분석한 것 혹은 초기 외생적 충격을 총 적응효과의 수단변수로 이용한 것으로 해석되어야 할 것이다.

X_j : j 번째 산업부문이 제거된 산출액 벡터

A_j : 투입계수행렬의 j 번째 산업부문 열 중 j 번째 산업부문이 제거된 벡터

X_j^g : j 번째 산업부문의 외생적 산출액

j 산업부문의 생산이 외생적으로 발생하는 경우 제일 먼저 발생하는 직접적인 효과는 j 산업부문에서 다른 산업부문들로부터의 중간재 투입이 증가하는 것이다. 식 (1)에서 $A_j X_j^g$ 항은 j 산업부문의 생산이 X_j^g 만큼 외생적으로 발생할 경우 j 산업부문에서 다른 산업부문들로부터의 중간재가 증가하는 직접적인 효과이다. 한편 이러한 직접적인 효과 때문에 다른 산업부문들 또한 생산이 증가하는 일련의 연쇄작용이 유발되는데, 일반적인 산업연관모형에서는 이러한 연쇄작용은 생산승수행렬인 $(I - A)^{-1}$ 에 의해서 계산되는 반면에 j 산업의 생산이 외생변수인 경우에는 내생변수와 연립방정식 수를 일치시키기 위해서 j 산업의 행과 열이 제거된 $(I - A_j)^{-1}$ 행렬에 의해 계산된다. 이때 A_j 는 j 번째 산업부문의 행과 열을 제외한 투입계수행렬이다. 요약하면, 식 (1)은 j 산업부문의 생산이 X_j^g 만큼 외생적으로 변화할 때 발생하는 직접효과인 $A_j X_j^g$ 이 연쇄적으로 유발시키는 생산증가를 측정한다.

산업연관모형 문헌에서 특정 산업부문의 행과 열을 산업연관표에서 제거하는 두 번째 경우는 특정 산업부문의 중요성 척도로서 Schultz(1977)에 의해 제시된 가상제거기법(hypothetical extraction methods)이다. 동 방법은 한 산업부문이 가상적으로 국가생산체계에서 존재하지 않는다고 가정할 경우에 경제 전체의 생산이 얼마만큼 감소하는 가를 봄으로써 국가경제에 대한 그 산업부문의 중요성을 평가하는 방법이다. 구체적으로는 j 산업부문의 경우에 대해서는 투입계수행렬 A 에서 j 번째 행과 열을 제거하고 최종수요벡터 Y 에서도 j 번째 요소를 제거한 다음에 전통적인 Leontief 산업연관모형의 생산유발효과 식을 이용하여 감소한 생산을 계산한다. 즉, j 산업부문이 제거된 투입

계수행렬과 최종수요벡터를 각각 A_j 와 $\underline{Y}_j$ 라고 하면 j 산업부문이 제거된 후의 생산량벡터 $\underline{X}_j$ 은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$\underline{X}_j = (I - A_j)^{-1} \underline{Y}_j \quad (2)$$

식 (2)에서 계산된 생산량과 제거되기 이전의 생산량의 차이를 계산하면 가상제거후방연쇄(hypothetical extraction backward linkage) 척도를 정의할 수 있다.

생산외생화모형의 식 (1)과 가상제거기법의 식 (2)를 비교하면 공통적으로 우변의 첫 항에 $(I - A_j)^{-1}$ 를 포함하는 반면에 마지막 항은 각각 $\underline{A}_j \underline{X}_j^g$ 와 $\underline{Y}_j$ 으로 서로 다르다. 먼저 공통점에 대해 언급하면, 두 모형 모두 내생변수는 j 산업부문을 제외한 나머지 산업부문의 생산들이다. 이들 내생변수들로 이루어지는 연립방정식을 행렬로 나타내면 계수행렬은 투입계수행렬에서 j 번째 산업부문의 행과 열을 제외한 A_j 가 되고 이 때문에 방정식을 내생변수에 대해 정리한 식들인 (1)과 (2)에는 공통적으로 $(I - A_j)^{-1}$ 항이 포함된다. 한편 두 모형은 외생적으로 변화가 발생하는 변수에서 차이가 있다. 생산외생화모형에서 외생적 충격이 있는 변수는 j 번째 산업부문의 생산인 반면에 가상제거기법에서는 j 번째 산업부문을 제외한 나머지 산업들의 최종수요이다. 전자 모형에서 외생적 충격은 j 번째 산업부문의 중간재 투입의 변화인 $\underline{A}_j \underline{X}_j^g$ 를 거쳐서 전체 산업에 대해 발생하는 반면에 후자 모형에서는 직접적으로 전체 산업의 최종 수요인 $\underline{Y}_j$ 에 외생적 충격이 발생한다. 이러한 차이가 식 (1)과 (2)에서 전체 산업에 충격을 주는 항이 각각 $\underline{A}_j \underline{X}_j^g$ 와 $\underline{Y}_j$ 으로 다른 이유이다.

본 연구는 생산외생화 산업연관모형과 Schultz(1977)의 가상제거기법을 결합하여 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황에 대한 산업연관모형을 제시한다. Schultz(1977)의 가상제거기법을 이용하면 원자력발전이 존재하지 않

는 가상적 상황은 산업연관표로부터 원자력발전부문의 행과 열을 모두 제거함으로써 구현할 수 있다. 한편 원자력발전부문의 발전량이 화력발전에 의해 100% 대체된다고 가정되면, 원자력발전의 생산이나 최종수요 중 하나를 화력발전으로 외생적으로 대체시켜야 한다. 이 상황에서 생산외생화모형에 따르면 기존 산업연관모형에서는 내생변수로 고려되었던 원자력발전 부문의 생산이 외생 변수로 고려되어야 한다. 즉, 산업연관표에서 특정 산업의 행과 열을 제외하는 것은 산업별 생산을 내생적으로 결정하는 연립방정식에서 해당 산업에 대한 방정식의 제거를 의미하므로 방정식 수와 내생변수 수를 일치시키기 위해서는 기존 산업연관모형에서 내생변수로 고려되었던 해당 산업의 생산을 외생변수로 고려해야 한다. 참고로 IAEA(2009)도 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황을 다루었지만 원자력발전 부문이 여전히 존재하는 산업연관표를 이용하였고 최종수요를 외생변수로 고려하여 원자력발전의 최종수요가 화력발전으로 대체되는 방법을 채택하였다.

이상의 논의를 정리하면 다음과 같다. 본 연구는 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황을 산업연관표에서 원자력발전의 행과 열을 제거함으로써 구현한다. 만약 화력발전이 원전의 발전량을 100% 대체하는 것으로 가정하면, 이 상황은 원자력발전의 생산이 외생적으로 0으로 감소하고 대신에 화력발전의 생산이 그만큼 외생적으로 증가하는 상황으로 해석해야만 모형의 일관성이 유지되며 따라서 생산외생화모형이 이용되어야 한다는 것을 의미한다.

산업부문이 4개 있고 부문 3이 원자력발전이고 부문 4가 화력발전인 경우에 생산유발효과를 수식으로 표현하자. 먼저 원자력발전이 존재하는 현실 상황에서는 최종수요가 외생변수가 되는 수요전인모형이 여전히 유효하다. 따라서 원자력발전이 존재하는 상황에 대해 외생변수는 최종수요가 되고 내생변수는 생산이 되며 균형식은 다음과 같다.

$$a_{11}^d X_1 + a_{12}^d X_2 + a_{13}^d X_3 + a_{14}^d X_4 + F_1^d = X_1$$

$$a_{21}^d X_1 + a_{22}^d X_2 + a_{23}^d X_3 + a_{24}^d X_4 + F_2^d = X_2$$

$$\begin{aligned} a_{31}^d X_1 + a_{32}^d X_2 + a_{33}^d X_3 + a_{34}^d X_4 + F_3^d &= X_3 \\ a_{41}^d X_1 + a_{42}^d X_2 + a_{43}^d X_3 + a_{44}^d X_4 + F_4^d &= X_4 \end{aligned} \quad (3)$$

행렬로 표현하면

$$\begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d & a_{13}^d & a_{14}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d & a_{23}^d & a_{24}^d \\ a_{31}^d & a_{32}^d & a_{33}^d & a_{34}^d \\ a_{41}^d & a_{42}^d & a_{43}^d & a_{44}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1^d \\ F_2^d \\ F_3^d \\ F_4^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix} \quad (4)$$

혹은

$$A_o^d \underline{X}_o + \underline{F}_o^d = \underline{X}_o \quad (5)$$

A_o^d : 원자력발전이 존재하는 경우의 국산투입계수행렬

$\underline{X}_o$: 원자력발전이 존재하는 경우의 생산벡터

$\underline{F}_o^d$: 원자력발전이 존재하는 경우의 국산최종수요벡터

생산벡터에 대해 정리하면,

$$\underline{X}_o = (I - A_o^d)^{-1} \underline{F}_o^d \quad (6)$$

가 되며 위 수식이 원자력발전이 존재하는 현실 상황에서 국산최종수요벡터 $\underline{F}_o^d$ 가 유발하는 생산과급효과이다.

다음으로 원자력발전이 존재하지 않는 상황에 대해 외생적으로 부문 3의 생산을 0으로 하고 부문 4의 생산을 그만큼 증가시키는 경우의 생산유발효과를 계산한다. 이 상황에서 부문 3과 4는 모두 생산이 외생화된 경우이므로 균형식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a_{11}^d X_1 + a_{12}^d X_2 + a_{14}^d (X_4 + X_3) + F_1^d &= X_1 \\ a_{21}^d X_1 + a_{22}^d X_2 + a_{24}^d (X_4 + X_3) + F_2^d &= X_2 \end{aligned} \quad (7)$$

위 식에서 부문 4의 생산이 X_3 만큼 증가한 점을 주의하자. 행렬로 나타내면

$$\begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{12}^d \\ a_{21}^d & a_{22}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{14}^d \\ a_{24}^d \end{bmatrix} (X_4 + X_3) + \begin{bmatrix} F_1^d \\ F_2^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

혹은

$$A_1^d \underline{X}_1 + \underline{A}_{e4}^d (X_4 + X_3) + \underline{F}_1^d = \underline{X}_1 \quad (9)$$

A_1^d : 외생화부문(3,4)의 행과 열이 모두 제거된 국산투입계수행렬

$\underline{X}_1$: 외생화부문(3,4)이 제거된 생산벡터

$\underline{A}_{e4}^d$: 외생화부문(3,4)이 제거된 부문4의 국산투입계수 열벡터

$\underline{F}_1^d$: 외생화부문(3,4)이 제거된 국산최종수요벡터

생산벡터 $\underline{X}_1$ 에 대해 정리하면,

$$\underline{X}_1 = (I - A_1^d)^{-1} \{ \underline{A}_{e4}^d (X_3 + X_4) + \underline{F}_1^d \} \quad (10)$$

가 되며 위 식이 부문 3(원전)의 생산을 부문 4(화력발전)로 모두 대체할 경우 나머지 내생부문에 대한 생산과급효과이다. 식 우변의 중괄호에서 첫 번째 항은 부문 4의 생산이 외생적으로 $X_3 + X_4$ 가 되었을 때 부문 4의 생산과정에 투입되는 나머지 내생부문들에 대한 중간투입이 $\underline{A}_{e4}^d (X_3 + X_4)$ 만큼 증가해야 하는데 이러한 중간투입 증가가 유발하는 후방과급효과이다. 중괄호의 두 번째 항은 부문 3과 부문 4를 제외한 나머지 내생부문들에 대한 국산품 최종수요인 $\underline{F}_1^d$ 가 유발하는 후방과급효과이다.

부가가치 파급효과는 생산유발효과에 부가가치율을 곱해줌으로써 계산될 수 있다. 즉, 원자력발전이 존재하는 경우의 부가가치유발효과는

$$\hat{A}_o^v (I - A_o^d)^{-1} \underline{F}_o^d \quad (11)$$

$\hat{A}_o^v$: 부가가치율 벡터를 대각항으로 갖는 대각행렬

가 되며, 원자력발전이 존재하지 않는 경우의 부가가치유발효과는

$$\begin{aligned} & \hat{A}_1^v (I - A_1^d)^{-1} \{ \underline{A}_{e4}^d (X_3 + X_4) + \underline{F}_1^d \} + v_4 (X_3 + X_4) \\ &= \hat{A}_1^v (I - A_1^d)^{-1} \underline{F}_1^d + \hat{A}_1^v (I - A_1^d)^{-1} \{ \underline{A}_{e4}^d (X_3 + X_4) \} \\ & \quad + v_4 (X_3 + X_4) \end{aligned} \quad (12)$$

$\hat{A}_1^v$: 외생화부문이 제거된 부가가치율 벡터를 대각항으로 갖는 대각행렬

v_4 : 부문 4의 부가가치율

부문수 = n-2

가 된다. 위 식 좌변에서 둘째 항인 $v_4 (X_3 + X_4)$ 은 부문 4의 외생화 생산수준인 $(X_4 + X_3)$ 가 발생시키는 부가가치이다. 또한 식 우변에서 둘째 항은 간접 부가가치유발액이며 셋째 항은 직접 부가가치유발액이다(한국은행, 2007, p.135).

한편 원자력발전이 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우의 각각의 생산과 급효과에 수입물을 곱하면 수입유발효과가 계산된다. 즉, 원자력발전이 존재하는 경우의 수입유발효과는

$$A_o^m (I - A_o^d)^{-1} \underline{F}_o^d \quad (13)$$

A_o^m : 수입투입계수행렬

가 되며, 원자력발전이 존재하지 않는 경우의 수입유발효과는

$$\begin{aligned} & A_1^m(I - A_1^d)^{-1} \{ \underline{A}_{e4}^d (X_3 + X_4) + \underline{F}_1^d \} + \underline{A}_{e4}^m (X_3 + X_4) \\ &= A_1^m(I - A_1^d)^{-1} \underline{F}_1^d + A_1^m(I - A_1^d)^{-1} \{ \underline{A}_{e4}^d (X_3 + X_4) \} \\ &+ \underline{A}_{e4}^m (X_3 + X_4) \end{aligned} \quad (14)$$

A_1^m : 외생화부문이 제거된 수입투입계수행렬

$\underline{A}_{e4}^m$: 외생화부문(3,4)이 모두 제거된 부문4의 수입투입계수 열벡터

가 되고 이때 부문수는 $n - 2$ 가 된다. 위 식 우변의 둘째 항은 간접 수입유발액이며, 셋째 항은 직접 수입유발액이다(한국은행, 2007, p.135).

2. 경제위기 시기 분석의 가격모형

국산과 수입을 구분하고 생산물이 4개인 경우 원자력발전이 존재하는 경우의 가격에 관한 균형방정식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} p_1^d &= (a_{11}^d p_1^d + a_{21}^d p_2^d + a_{31}^d p_3^d + a_{41}^d p_4^d) + (a_{11}^m p_1^m + a_{21}^m p_2^m + a_{31}^m p_3^m + a_{41}^m p_4^m) \\ &+ a_1^v p_1^v \\ p_2^d &= (a_{12}^d p_1^d + a_{22}^d p_2^d + a_{32}^d p_3^d + a_{42}^d p_4^d) + (a_{12}^m p_1^m + a_{22}^m p_2^m + a_{32}^m p_3^m + a_{42}^m p_4^m) \\ &+ a_2^v p_2^v \\ p_3^d &= (a_{13}^d p_1^d + a_{23}^d p_2^d + a_{33}^d p_3^d + a_{43}^d p_4^d) + (a_{13}^m p_1^m + a_{23}^m p_2^m + a_{33}^m p_3^m + a_{43}^m p_4^m) \\ &+ a_3^v p_3^v \\ p_4^d &= (a_{14}^d p_1^d + a_{24}^d p_2^d + a_{34}^d p_3^d + a_{44}^d p_4^d) + (a_{14}^m p_1^m + a_{24}^m p_2^m + a_{34}^m p_3^m + a_{44}^m p_4^m) \\ &+ a_4^v p_4^v \end{aligned} \quad (15)$$

a_{ij}^d : 부문 j 의 1단위 생산에서의 부문 i 의 국산투입계수

a_{ij}^m : 부문 j 의 1단위 생산에서의 부문 i 의 수입투입계수

a_i^v : 부문 i 의 부가가치율

p_i^d : 부문 i 의 국산품 단위가격

p_i^m : 부문 i 의 수입품 단위가격

p_i^v : 부문 i 의 부가가치의 단위가격

위의 균형식을 행렬로 표현하여 국산 단위가격벡터 p^d 에 대해 정리하면

$$p^d = (I - A^{d'})^{-1} (A^{m'} p^m + \hat{A}^v p^v) \quad (16)$$

가 된다. 만약 부가가치가격에는 변동이 없고 수입품가격만 변화하는 경우 국산품가격에 미치는 영향을 변동률로 표시하면 다음과 같다.

$$\dot{p}^d = (I - A^{d'})^{-1} (A^{m'} \dot{p}^m) \quad (17)$$

다음으로 원자력발전(부문3)이 외생화부문인 가격 균형방정식은 다음과 같다 (한국은행, 2007, p.142).

$$\begin{aligned} p_1^d &= (a_{11}^d p_1^d + a_{21}^d p_2^d + a_{41}^d p_4^d) + (a_{11}^m p_1^m + a_{21}^m p_2^m + a_{41}^m p_4^m) \\ &\quad + (a_{31}^d p_3^d + a_{31}^m p_3^m) + a_1^v p_1^v \\ p_2^d &= (a_{12}^d p_1^d + a_{22}^d p_2^d + a_{42}^d p_4^d) + (a_{12}^m p_1^m + a_{22}^m p_2^m + a_{42}^m p_4^m) \\ &\quad + (a_{32}^d p_3^d + a_{32}^m p_3^m) + a_2^v p_2^v \\ p_4^d &= (a_{14}^d p_1^d + a_{24}^d p_2^d + a_{44}^d p_4^d) + (a_{14}^m p_1^m + a_{24}^m p_2^m + a_{44}^m p_4^m) \\ &\quad + (a_{34}^d p_3^d + a_{34}^m p_3^m) + a_4^v p_4^v \end{aligned} \quad (18)$$

a_i^v : 부문 i 의 부가가치율

p_i^v : 부문 i 의 부가가치의 단위가격

행렬로 표현하면

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} p_1^d \\ p_2^d \\ p_4^d \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_{11}^d & a_{21}^d & a_{41}^d \\ a_{12}^d & a_{22}^d & a_{42}^d \\ a_{41}^d & a_{42}^d & a_{44}^d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1^d \\ p_2^d \\ a_4^d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11}^m & a_{21}^m & a_{41}^m \\ a_{12}^m & a_{22}^m & a_{42}^m \\ a_{41}^m & a_{42}^m & a_{44}^m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1^m \\ p_2^m \\ a_4^m \end{bmatrix} \\ &+ \begin{bmatrix} a_{31}^d \\ a_{32}^d \\ a_{42}^d \end{bmatrix} p_3^d + \begin{bmatrix} a_{31}^m \\ a_{32}^m \\ a_{42}^m \end{bmatrix} p_3^m + \begin{bmatrix} a_1^v & 0 & 0 \\ 0 & a_2^v & 0 \\ 0 & 0 & a_4^v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1^v \\ p_2^v \\ a_4^v \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (19)$$

혹은

$$p_1^d = A_1^{d'} p_1^d + A_1^{m'} p_1^m + \underline{A}_{r3}^{d'} p_3^d + \underline{A}_{r3}^{m'} p_3^m + \hat{A}_1^v p_1^v \quad (20)$$

하첨자가 1인 행렬과 벡터 = 원자력발전(부문3)을 제거한 행렬과 벡터

$\underline{A}_{r3}^{d'}$ = 원자력발전(부문3)이 제거된 부문3의 국산투입계수 행벡터의 전치

$\underline{A}_{r3}^{m'}$ = 원자력발전(부문3)이 제거된 부문3의 수입투입계수 행벡터의 전치

가격벡터 p_1^d 에 대해 정리하면,

$$p_1^d = (I - A_1^{d'})^{-1} p_1^d (A_1^{m'} p_1^m + \underline{A}_{e3}^{d'} p_3^d + \underline{A}_{e3}^{m'} p_3^m + \hat{A}_1^v p_1^v) \quad (21)$$

가 된다. 위 식은 원자력발전의 가격이 외생화가 되는 경우의 수식이며, 원자

력발전이 존재하지 않는 경우에는 p_3^d 와 p_3^m 도 존재하지 않으므로 이 경우에는 다음과 같은 수식을 얻게 된다.

$$p_1^d = (I - A_1^{d'})^{-1} p_1^d (A_1^{m'} p_1^m + \hat{A}_1^v p_1^v) \quad (22)$$

부가가치가격은 변동이 없고 수입품가격에만 변동이 있는 경우에 변동률로 표시하면 다음과 같다.

$$\dot{p}_1^d = (I - A_1^{d'})^{-1} (A_1^{m'} \dot{p}_1^m) \quad (23)$$

IV. 경험적 분석

1. 자료

본 논문은 한국은행에서 제공하는 2005년 기준 불변 접속산업연관표(기본 분류, 실측표)를 1995년, 2000년, 2005년의 3개 년도에 대해 이용하였다.³⁾

산업연관표는 국내생산품과 수입품의 구분 여부에 따라 경쟁수입형표와 비경쟁수입형표로 구분된다. 경쟁수입형표는 재화 종류가 같으면 국산과 수입을 구분하지 않고 각 수요부문에 일괄로 합산하여 작성하는 표이며, 비경쟁수입형표는 동종의 재화일지라도 국산품과 수입품을 구분하여 작성하는 표이다. 분석에는 국산과 수입을 구분하는 비경쟁수입형표를 이용하였다.

2005년 기준 불변 접속산업연관표의 산업분류는 대분류, 중분류, 소분류, 기

3) 본 논문에서는 구체적인 시점 간 비교를 하지 않지만 시점별 분석결과와 상대적 크기를 독자가 암묵적으로 판단하기 위해서는 산업별 물가변화에 따른 산업구조변화효과를 배제할 필요가 있으며 이러한 목적으로 불변산업연관표를 사용하였음

본분류로 구성되어 있다. 일반적으로 산업분류가 세부분류로 분류될수록 다양한 산업의 산업구조를 포함할 수 있다는 장점을 갖지만 불필요한 산업이 분류됨으로 분석의 효율성이 저하되는 문제점도 발생한다. 본 논문에서는 IAEA (2009), 정기호(2005), 문기환 외(2005) 등 선행연구에서 공통적으로 사용한 부문분류를 채택하여 기본부문 350개 산업을 36개의 산업으로 재분류한다.⁴⁾ 재통합된 내용을 보면 2005년 산업연관표의 대분류를 기본으로 하되 원자력발전과 관련된 부문들을 별도의 부문으로 구분하였는데, 예컨대 원자력연료 제작과 관련된 무기화학기초제품, 운전보수와 관련하여 일반기계, 전기기계 및 장치, 전력시설건설, 발전소입지와 관련하여 부동산, 발전소의 재정과 관련하여 금융 및 보험 등을 별도의 부문으로 구분하였고 원자력外 전력부문도 수력, 화력, 자가발전으로 세분하였다.

2. 산업연관표의 기초통계분석

산업연관표 상에서 원자력발전 부문의 특성을 화력발전과 대비하여 1995년, 2000년, 2005년에 대해 살펴본다. <표 1>은 산업부문별 산출액이 총산출액에서 차지하는 비중이다. 1995년에서 2005년까지 산업 전체의 산출이 약 73% 증가한 반면에 원자력발전 부문은 126% 증가하였고 화력발전은 96% 증가하였다. 이에 따라 총산출에서 차지하는 원자력발전 비중은 1995년의 0.38%에서 2005년의 0.50%로 증가하였고, 화력발전 비중은 1995년의 0.64%에서 2005년의 0.72%로 증가하였다.

4) 재통합된 부문분류표는 부록에 있음

〈표 1〉 산출액 기준 원자력발전의 비중

(단위: 십억원, %)

	1995년		2000년		2005년	
	산출액	구성비	산출액	구성비	산출액	구성비
농림어업	39,915	3.35	42,620	2.72	42,945	2.08
광업	4,471	0.38	3,250	0.21	3,231	0.16
제조업	529,681	44.48	703,997	44.99	957,939	46.30
원자력발전	4,545	0.38	7,389	0.47	10,283	0.50
화력발전	7,635	0.64	10,335	0.66	14,926	0.72
기타발전	1,802	0.15	2,193	0.14	2,276	0.11
서비스	602,749	50.62	795,032	50.81	1,037,207	50.14

〈표 2〉는 산업부문별 부가가치 비중이다. 1995년에서 2005년까지 산업 전체의 부가가치는 약 65% 증가한 반면에 원자력발전은 119% 증가하였고 화력발전은 1,747% 증가하였다. 이에 따라 총부가가치에서 차지하는 원자력발전 비중은 1995년의 0.59%에서 2005년의 0.78%로 증가하였고, 화력발전 비중은 1995년의 0.06%에서 2005년의 0.70%로 증가하였다.

〈표 2〉 부가가치 기준 원자력발전의 비중

(단위: 십억원, %)

	1995년		2000년		2005년	
	산출액	구성비	산출액	구성비	산출액	구성비
농림어업	23,058	4.47	25,467	3.89	24,893	2.92
광업	2,922	0.57	2,129	0.33	1,880	0.22
제조업	143,550	27.85	165,433	25.25	243,064	28.53
원자력발전	3,024	0.59	5,182	0.79	6,618	0.78
화력발전	322	0.06	1,485	0.23	5,945	0.70
기타발전	853	0.17	772	0.12	757	0.09
서비스	341,674	66.29	454,600	69.40	568,825	66.76

따라서 원자력발전은 산출과 부가가치 모두 국가경제 성장에 크게 기여하였음을 알 수 있다.

<표 3>, <표 4> <표 5>는 각각 국산중간투입액을 총산출액으로 나눈 국산중간투입률, 수입중간투입액을 총산출액으로 나눈 수입중간투입액, 중간투입액에서 국산중간재가 차지하는 중간재 국산화율이다. <표 3>에서 원자력발전의 국산중간재 투입률은 1995년의 32%에서 2005년의 33%로 증가하였고 <표 4>에서 수입중간재 투입률은 1995년의 2%에서 2005년에 3%로 소폭 증가하여 <표 5>의 중간재의 국산화율은 1995년의 94%에서 2005년의 약 92%로 소폭 감소하였다. 반면에 화력발전은 국산중간재 투입률은 1995년의 80%에서 2005년의 37%로 크게 감소하였고 수입중간재 투입률은 1995년의 16%에서 2005년의 23%로 증가하여 중간재의 국산화율은 1995년의 약 84%에서 2005년의 약 61%로 크게 감소하였다.

〈표 3〉 국산중간투입률(국산중간투입액/총산출액)

(단위: %)

	1995년	2000년	2005년
농림어업	38.27	37.58	39.59
광업	32.88	33.33	41.10
제조업	53.21	54.65	53.17
원자력발전	31.52	28.38	33.00
화력발전	80.23	59.00	36.90
기타발전	47.18	58.00	60.18
서비스	38.32	37.25	39.90
산업평균	45.18	58.14	58.82

〈표 4〉 수입중간투입률(수입중간투입액/총산출액)

(단위: %)

	1995년	2000년	2005년
농림어업	3.96	2.67	2.44
광업	1.75	1.17	0.72
제조업	19.69	21.85	21.45
원자력발전	1.95	1.49	2.64
화력발전	15.56	26.63	23.28
기타발전	5.48	6.80	6.57
서비스	4.99	5.57	5.26
산업평균	11.54	12.93	12.81

〈표 5〉 국산화율(국산중간재/중간투입액)

(단위: %)

	1995년	2000년	2005년
농림어업	90.62	93.36	94.19
광업	94.94	96.60	98.28
제조업	72.99	71.44	71.25
원자력발전	94.18	95.01	92.61
화력발전	83.76	68.90	61.32
기타발전	89.60	89.51	90.16
서비스	88.47	87.00	88.35
산업평균	79.65	77.77	78.22

3. 일반적 경제 시기의 분석결과

먼저 일반 경제 시기로서 1995년, 2000년, 2005년의 세 개 과거 시점에서 원자력발전이 존재하지 않는 가상적인 경우에 국가경제의 변화를 분석한다.

분석은 앞서 연구방법에서 설명하였듯이 원자력발전이 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우의 각각에 대해 2005년 불변 부가가치(GDP)파급효과와 수입 파급효과를 계산하여 각각의 차이를 계산함으로써 이루어진다. 한편 원자력발전이 존재하지 않는 경우에 발전량은 화력발전으로 100% 대체되는 것으로 가정한다.⁵⁾

<표 6>는 원자력발전이 존재하지 않는 경우 GDP에 미치는 영향을 보여준다. 1995년에 원자력발전이 존재하는 현실에서의 GDP는 2005년 불변가격으로 515.4조원인 반면에 원자력발전이 존재하지 않는 가상적인 상황에서 GDP는 513.7조원으로 감소하여 감소율은 0.32%인 것으로 나타난다. 이러한 GDP감소율은 2000년에는 0.53%, 2005년에는 0.37%인 것으로 분석되었다.

〈표 6〉 원전제로의 GDP영향

(단위: 10억원)

	1995	2000	2005
원전존재(A)	515,403	655,068	851,982
원전부재(B)	513,743	651,588	848,833
B-A	-1,661	-3,480	-3,150
(B-A)/A (%)	-0.32	-0.53	-0.37

이러한 GDP변화를 승용차와 비교할 수 있는데 2005년 기준으로 승용차 1대(약 1,571만원)를 생산할 때의 부가가치유발액은 1995년에는 1,047만원(승용차산업의 부가가치유발계수 $0.6663 \times 1,571$ 만원), 2000년에는 1,094만원, 2005년에는 1,183만원이므로 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황의 GDP감소효과는 각 시점별로 승용차 생산이 159천대에서 318천대만큼 감소한 경우에 해당된다.

5) 원자력발전이 존재하지 않을 경우 화력발전으로 100% 대체되는 것은 매우 강한 가정이므로 해석에서 감안될 필요가 있으며, 보다 현실적인 분석을 위해서는 단계별 대체 시나리오나 비용최소화 기법에 의해 최적 대체율을 결정하는 연구가 요구됨.

〈표 7〉 승용차 생산으로 표현된 원전제로의 GDP 영향

	1995	2000	2005
승용차부문 GDP유발계수	0.6663	0.6966	0.7533
2005년 승용차 1대 평균가격(만원)	1,571		
상응하는 승용차생산변화 대수	-158,681	-317,994	-265,836

〈표 8〉은 원자력발전이 존재하지 않는 경우 수입에 미치는 영향을 보여준다. 1995년에 원자력발전이 존재하는 현실에서의 수입은 2005년 불변가격으로 137.4조원인 반면에 원자력발전이 존재하지 않는 가상적인 상황에서 수입은 139조원으로 증가하며 증가율은 1.19%인 것으로 나타난다. 이러한 원자력발전 부재에 따른 수입증가율은 2000년에는 1.65%, 2005년에는 1.23%인 것으로 분석되었다.

〈표 8〉 원전제로의 수입 영향

(단위: 10억원)

	1995	2000	2005
원전존재(A)	137,417	202,261	265,041
원전부재(B)	139,050	205,599	268,300
B-A	1,633	3,338	3,258
(B-A)/A (%)	1.19	1.65	1.23

이러한 수입변화를 원유 수입과 비교할 수 있는데 2005년 불변가격으로 원유 천배럴당 수입가격은 1995년에는 약 40백만원, 2000년에는 59백만원, 2005년에는 62백만원이므로 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황의 수입증가 효과는 각 시점별로 원유 수입이 41백만배럴에서 56백만배럴만큼 증가한 경우에 해당된다.

〈표 9〉 원유 수입으로 표현된 원전제로의 수입 영향

	1995	2000	2005
2005년불변 원유 수입가격(천원/천배럴)	39,763	59,448	62,164
원유수입증가량 (천배럴)	41,068	56,150	52,410

4. 글로벌 경제위기 시기의 분석결과

본 절에서는 1997년의 외환위기와 2008년 금융위기와 같은 해외부문의 충격이 주어질 때 원자력발전이 존재하지 않는 가상적인 경우에 따른 국가경제의 변화를 분석한다. 분석은 원자력발전이 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우의 각각에 대해 각 시점의 환율변동에 따른 국내물가 파급효과를 계산하여 각각의 차이를 계산함으로써 이루어진다. 이러한 분석은 해외부문으로부터의 큰 충격이 발생했을 때 원자력발전이 충격을 흡수함으로써 국가경제에 대한 방파제 역할을 수행하는 능력을 평가하기 위해서이다. 이를 위해서 1995년의 산업연관표에 기초한 분석모형에 1997~1998년의 환율변동률을 적용하여 분석하였으며, 2005년의 산업연관표에 기초한 분석모형에 2007~2008년의 환율변동률을 적용하여 분석하였다.

1997년 외환위기 때 대미달러환율은 1997년의 954원에서 1998년의 1,395원으로 약 46% 상승하였으며, <표 10>은 1995년 산업연관표에 1997~1998년 환율상승율을 적용하였을 때 원자력발전이 존재하지 않는 경우와 존재하는 경우의 생산자물가상승률을 보여준다. 환율상승에 따른 물가상승률은 원자력발전이 존재하는 경우에는 12.302%인데 반하여 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황에는 12.635%이어서 약 0.333% 포인트만큼 물가상승률이 증가하는 것으로 나타났다. 1995년 산업연관표를 이용하여 원유수입가격 1% 상승이 유발하는 국내물가상승률을 분석하면 0.053%이므로 1997년 외환위기 상황에서

원자력발전 부재에 따른 물가상승효과는 원유수입가격이 6.283% 포인트 상승한 경우에 해당된다.

〈표 10〉 1997년 외환위기 상황에서 원전제로의 국내물가 영향

생산자물가 상승률(%)		
원전존재(A)	원전부재(B)	B-A
12.3017	12.6346	0.3330

2008년 금융위기 때 대미달러환율은 2007년의 929원에서 2008년의 1,103원으로 약 18% 상승하였으며 <표 11>은 2007년 산업연관표에 2007~2008년 환율상승율을 적용하였을 때 원자력발전이 존재하지 않는 경우와 존재하는 경우의 생산자물가상승률을 보여준다. 환율상승에 따른 물가상승률은 원자력발전이 존재하는 경우에는 5.119%인데 반하여 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황에는 5.225%이어서 약 0.106% 포인트만큼 물가상승률이 증가하는 것으로 나타났다. 2007년 산업연관표를 이용하여 원유수입가격 1% 상승이 유발하는 국내물가상승률을 분석하면 0.0568%이므로 2008년 금융위기 상황에서 원자력발전 부재에 따른 물가상승효과는 원유수입가격이 1.8644% 포인트 상승한 경우에 해당된다.

〈표 11〉 2008년 금융위기 상황에서 원전제로의 국내물가 영향

생산자물가 상승률(%)		
원전존재(A)	원전부재(B)	B-A
5.1186	5.2246	0.1059

V. 결론

본 논문은 원자력발전의 국가경제에 대한 숨은 편익에 초점을 맞추고 분석하였다. 특히 과거 우리나라 경제발전 과정에서 원자력발전이 기여한 절대 수준을 평가하고자 하였다. 이를 위해 첫째, 과거 우리나라 경제발전 과정에서 원전이 존재하지 않은 원전제로의 가상적인 상황을 산업연관모형에서 구현하는 방법을 제시하였다. 둘째, 제시된 방법을 이용하여 원전제로의 가상적 상황과 원전존재의 현실 상황의 각각에서 산업연관모형의 국가경제 파급효과를 과거 실적자료를 활용하여 비교하였다. 셋째, 과거 시기를 평상시 경제와 국가적 경제 위기 시기로 구분하여 분석하였다. 후자의 경우는 특히 해외부문의 변동성에 따른 국가적 경제 위기 시기에 원자력발전 부문이 해외부문 변동성을 줄이는 효과가 있는지 여부를 평가하였다. 일반적 경제상황시기로서는 1995, 2000, 2005 세 개 년도를 고려하였고 경제위기상황은 1997년 외환위기와 2008년 금융위기를 고려하였다. 일반적 경제상황에서는 산업연관모형의 수량모형을 구축하여 부가가치(GDP)파급효과와 수입파급효과에 초점을 맞추어 분석하였고, 경제위기상황에서는 산업연관모형의 가격모형을 구축하여 환율변화에 따른 물가파급효과를 분석하였다.

분석결과에 의하면 일반적 경제상황 시기에서는 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황에서는 존재하는 경우에 비해 GDP가 2005년 불변가격 기준으로 1995년에는 0.32%, 2000년에는 0.53%, 2005년에는 0.37% 감소하는 것으로 분석되었다. 이러한 GDP감소는 각 시점별로 159천대에서 318천대의 승용차 생산 감소에 해당하는 것이었다. 또한 수입의 경우에는 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황에서는 존재하는 경우에 비해 1995년에 1.19%, 2000년에는 1.65%, 2005년에는 1.23%만큼 각각 증가하는 것으로 분석되었으며 이러한

수입 증가는 각 시점별로 41백만 배럴에서 56백만 배럴의 원유 수입 증가에 해당하였다.

경제위기상황에서는 1995년 산업연관표에 1997년 외환위기의 환율상승폭인 46%를 적용하였을 때 원자력발전이 존재하는 경우의 국내 물가상승률은 12.302%인데 반하여 원자력발전이 존재하지 않는 경우에는 12.635%이어서 0.333% 포인트만큼 물가상승률이 더 증가하는 것으로 분석되었으며 이러한 물가상승률 증가는 원유수입가격이 6.283% 포인트 상승한 경우에 해당하였다. 또한 2007년 산업연관표에 2007~2008년 환율상승폭인 18%를 적용하였을 때 원자력발전이 존재하는 경우의 국내 물가상승률은 5.119%인데 반하여 원자력발전이 존재하지 않는 경우에는 5.225%이어서 약 0.106% 포인트만큼 물가상승률이 더 증가하는 것으로 분석되었고 이러한 물가상승률 증가는 원유 수입가격이 1.864% 포인트 상승한 경우에 해당하였다.

이러한 분석결과로부터 다음과 같은 원자력발전의 숨은 편익을 도출할 수 있다. 첫째, 원자력발전 부문의 존재 자체는 국가경제의 GDP를 증가시키고 해외수입을 감소시키는데 기여하여 왔다. 이것은 원자력발전 부문이 부가가치율이 높고 생산과정의 국산화가 높게 진행되었기 때문일 것으로 추측된다. 둘째, 불안정한 글로벌 경제의 충격으로부터 국가경제를 보호하는 방파제 역할을 수행하였다. 1997년 외환위기와 2008년 금융위기와 같은 경제위기 상황에서 환율 급등에 따른 국내물가상승을 감소시켰다.

본 연구의 제약은 다음과 같다. 원자력발전은 발전소 건설, 운전, 보수, R&D, 수출 등 다양한 경로를 통해 국가경제에 기여한다. 본 연구는 이 중에서 운전에만 초점을 맞추어 분석하고 건설, 보수, R&D, 수출 등을 통한 국가경제 기여는 분석에서 배제하였다. 또한 원자력발전이 존재하지 않는 가상적 상황에서 원전이 맡았던 발전량만큼을 화력발전이 100% 추가로 생산하며 추가발전량의 화력발전원 간 배분은 분석 시점의 화력발전 구성비와 동일한 비율로 이루어진다고 가정하였다. 본 연구의 분석결과는 이러한 제약을 감안하여 해석될 필요가 있다.

기존의 우리나라 원자력발전의 정책은 주로 에너지원이나 발전원 구성 측면에서 경제성, 다양성, 배출저감, 에너지안보 등의 차원에서 접근하였다. 본 논문의 결과는 원자력발전 부문이 GDP성장 및 수입저감 그리고 해외부문 충격완화 등 국가경제에 대해 다양한 숨은 기여 부분을 갖고 있는 중요한 산업임을 보여주며 따라서 향후에 에너지원이나 발전원 구성 측면에 덧붙여 중요한 산업부문 차원에서 원자력발전 부문에 접근하는 미래 정책의 발상 전환이 필요하다는 것을 제시한다.

본 연구를 포함해서 원자력발전의 국가경제에 대한 기여를 분석한 기존 문헌들은 모두 정태모형을 이용하였다. 그러나 동태모형을 이용할 경우 국가경제의 발전과정에서 시점별 원자력발전의 건설 및 운전의 동태적 기여를 더 다양하게 분석할 수 있을 것이다. 또한 본 연구의 접근과 연결한다면, III장의 각주 2에서 언급하였듯이, 특정 산업이 존재하지 않는 가상적 상황을 2단계로 접근할 경우 원자력발전이 가상적으로 존재하지 않는 상황에 대해서도 동태적 분석이 가능할 것이다. 즉, 1단계는 초기 외생적 충격으로서 경제에서 해당 산업부문을 제거하고 2단계는 경제 전체가 그러한 상황에 동태적으로 적응함으로써 발생되었을 구조적 변화를 내생적으로 분석하는 것이다. 이러한 연구는 추후 연구주제로 남긴다.

접수일(2016년 2월 28일), 게재확정일(2016년 3월 6일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 곽승준 · 유승훈 · 유태호. 2002. “원자력발전의 산업과급효과 분석 : 투입산출분석을 이용하여.” 경제학연구 50(3): 83-109.
- 문기환 · 정기호 · 이만기. 2005. “한국원자력연구소 원자로계통설계 기술자립의 국가경제 파급효과 분석.” 기술혁신학회지 8: 499-524.
- 박성덕. 2006. “원자력발전소의 지역경제 파급효과 분석 - 울진군을 중심으로”, 경북대학교 대학원 박사학위논문.
- 정기호. 2005. “원자력부문 연구개발투자지출의 경제파급효과 산업연관분석.” 자원 · 환경 경제연구 14(4) : 839-866.
- 정기호. 2010. 「SMART의 경제적 가치평가 및 국민경제 기여효과 분석」. 한국원자력연구원.
- 한국원자력연구소. 1997. 「원자력 경제성 분석 연구」.
- 한국원자력연구소. 2002. 「원자력산업의 경제적 파급효과 분석에 대한 연구」.
- 한국은행. 2007. 산업연관분석해설.
- IAEA. 2009. Nuclear Technology and Economic Development in the Republic of Korea.
- Davis, H. and Salkim, E. 1984. “Alternative Approaches to the Estimation of an Economic Impacts Resulting from Supply Constraints.” Annals of Regional Science 18 : pp25-34.
- Dietzenbacher, E. 1997. “In Vindication of the Ghosh Model: A Reinterpretation as a Price Model.” Journal of Regional Science 37 : pp629-651.
- Giarratani, F. 1978. “Application of an Industry Supply Model to Energy Issues.” in Regional Impacts of Rising Energy Prices, Ballinger Publishing Co.
- Ghosh, A. 1958. “Input-Output Approach in an Allocation System.” Economica 25 : pp58-64.
- Miller, R. and Blair, P. 2009. Input-output Analysis: Foundations and Extensions, 2nd ed.,

Cambridge University Press.

Oosterhaven, J. 1988. "On the Plusibility of the Supply-Driven Input-Output Model."

Journal of Regional Science 28 : pp203-217.

Schultz, S. 1977. "Approaches to Identifying Key Sectors Empirically by Means of Input-output Analysis." Journal of Development Studies 14 : pp77-96.

Steinback, R. 2004. "Using Ready-Made Regional Input-Output Models to Estimate Backward-Linkage Effects of Exogenous Output Shocks." The Review of Regional Studies 34 : pp57-71.

부록

〈표〉 산업연관표의 산업부문 재통합

코드	부문명	2005기준 접속불변 기본분류
1	농림수산물	001~028
2	광산물	029~041
3	음식료품	042~074
4	섬유,가죽제품	075~099
5	목재,종이제품	100~112
6	인쇄,출판및복제	113~114
7	석유,석탄제품	115~124
8	화학제품(무기화합기초 제품 외)	125~127,130~151
9	무기화합기초제품	128~129
10	비금속광물제품	152~166
11	제1차금속	167~187
12	금속제품	188~196
13	일반기계	197~211
14	전기기계및장치	212~236
15	정밀기기	237~240
16	수송장비	241~252
17	가구및기타제조업	253~261
18	수력	262
19	화력	263
20	원자력	264
21	자가발전	265
22	도시가스 및 수도	266~268
23	건설(전력시설건설 외)	269~279, 281~282
24	전력시설건설	280
25	도소매	283
26	음식점및숙박	284~285
27	운수및보관	286~298
28	통신및방송	299~301
29	금융및보험	302~306
30	부동산	307~309
31	사업서비스	313~321
32	공공행정및국방	322~323
33	교육및연구	310~312, 324~326
34	의료보건및사회보장	327~333
35	사회및기타서비스	334~347
36	기타	348~350

ABSTRACT

Analyzing Nuclear Power's Contribution to Korean National Economy: An Approach of Hypothetical Nonexistence

Kiho Jeong* and Joo Heon Park**

We analyze nuclear power's contribution to Korean national economy using input-output model. Presupposing existence of the nuclear power, all existing studies just analyzed changes in the nuclear power's contribution due to change of external conditions. Our contribution to the literature is to analyze absolute contribution of the nuclear power. The key idea is to assume a hypothetical situation of nuclear power's nonexistence in the past period and compare with the real economy of the past time. In this paper, we developed an input-output model where an industrial sector's hypothetical nonexistence is assumed and analyzed the nuclear power's contribution to Korean national economy by comparing the spillover effects between the two cases of nuclear power's existence and nonexistence.

Key Words : Nuclear power, National economy contribution, Hypothetical nonexistence, Input-output model

* Professor, Kyungpook National University. khjeong@knu.ac.kr

** Professor, Dongduk Woman University. jpark@dongduk.ac.kr