

LNG발전소 건설 및 운영에 따른 유발효과분석

조주현* · 윤태연** · 김윤경***

요 약

제 8차 전력수급계획은 안정성과 경제성을 추구한 기존의 전원 구성에 환경과 국민 안전을 추가적으로 반영하였으며, 설비계획을 보면 원자력발전과 석탄발전의 규모는 점진적으로 축소되고, 재생에너지와 LNG발전의 비중이 확대된다. 우리나라에서 LNG발전소가 신규로 건설 및 운영될 때에 얻게 되는 경제적 효과는 LNG 발전 확대가 갖는 추가 이득일 것이다. 이에 본 연구에서는 2010년 산업연관표 실측표를 이용하여 LNG발전소(900 MW)의 건설과 운영이 갖는 유발효과를 추정하였다. 분석 결과에 따르면 900 MW LNG발전소 건설의 생산유발계수는 2.258, 부가가치유발계수는 0.684, 고용유발계수는 6.2명/십억 원, 운영의 생산유발계수는 1.776, 부가가치유발계수는 0.554, 고용유발계수는 1.1명/십억 원이다. 선행연구의 결과와 비교하여 보면 LNG 발전소의 건설이 우리나라 경제에 가져 올 유발효과는 태양광발전 설비 제조의 경우에 비해서 적지 않을 것으로 기대된다.

주요 단어 : LNG발전소, 유발효과, 산업연관표
 경제학문헌목록 주제분류 : Q40, Q43

* 조주현(제1저자). 부연구위원, 에너지경제연구원, joohyun@keei.re.kr

** 윤태연, 조교수, 선문대학교 국제경제통상학과, tay07001@sunmoon.ac.kr

*** 김윤경(교신저자). 교수, 이화여자대학교 경제학전공, yoonkkim@ewha.ac.kr

I. 서 론

산업통상자원부는 2017년 12월에 “제 8차 전력수급기본계획(2017~2031)”을 발표하였다. 이 계획은 안정성과 경제성을 중심으로 하였던 기존 전력수급기본계획의 기초에 더해서 환경과 국민 안전을 고려한 정책 조화를 강조하고 있다. 그리고 기존의 전원 믹스로는 국내외의 환경 변화에 대응하기 어렵다고 판단하면서 국내 전력수급 여건이 안정적인 현재의 시점이 에너지전환의 적기라고 평가하고 있다. 제 8차 전력수급기본계획의 설비계획에 따르면 원전과 석탄발전은 단계적으로 감축되고, 재생에너지와 LNG발전의 비중이 확대된다. 현행의 전력시장제도와 2017년의 발전용 연료비를 기준으로 하는 기준시나리오에 따르면 발전량 기준으로 원전과 석탄의 비중은 축소되고('17 75.7% → '30 64.4%), 신재생과 LNG(Liquefied Natural Gas)의 비중은 확대된다('17 23.1% → '30 34.5%).¹⁾

우리나라에서 LNG는 청정성과 이용편리성을 갖는 에너지로 인식되고 있으며 전력공급에서는 첨두부하를 담당하고 있다.²⁾ LNG발전의 피크기여도는 전망시기에 상관없이 가장 높다('17 34.7%, '30 38.6%). 이러한 역할에도 불구하고 LNG가 우리나라의 기존 전원 구성에서 차지하는 비중('17 발전량 기준 16.9%, 설비용량 기준 37.4GW)은 작았기 때문에 LNG발전소가 갖는 유발효과를 추정하는 연구는 이루어지지 않았다.

그러나 제 8차 전력수급기본계획에 따르면, LNG는 재생에너지의 변동성에 대응하기 위한 설비로서의 역할과 석탄발전소를 대체하는 전환 설비(6기)의 역할을 담당하게 되므로 앞으로 우리나라의 전원 구성에서 LNG의 역할은 보다

1) 산업통상자원부(2017)

2) 첨두부하는 발전할 때에 시간적 또는 계절적으로 변동하는 발전부하 중에서 가장 높은 경우(최대 수요전력)의 연속적인 수요발전용량이다.

커질 것으로 기대된다(설비용량 기준 '17 37.4GW → '30 44.3GW). 이와 함께 LNG발전소의 건설 및 운영이 갖는 경제적 측면에서의 유발효과에 대한 관심도 높아질 것이다.

전력수급기본계획은 LNG발전소를 포함하여 각 전원의 건설비용과 운영비용을 제시하지만, 각 발전소를 건설하고 운영할 때에 얻을 수 있는 유발효과 수준을 제시하지는 않는다. 이에 본 연구에서는 산업연관표를 기초통계로 사용하는 투입산출분석을 이용하여 900 MW LNG발전소의 건설 및 운영이 갖는 경제적 효과를 추정한다. 경제적 효과는 생산, 부가가치, 고용 등과 같은 경제측면에 대한 직·간접효과를 중심으로 한다. 이를 통하여 앞으로 우리나라에서 LNG발전소를 건설 및 운영하여 얻을 수 있는 경제적 효과를 유발효과 측면에서 정량적으로 전망할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성한다. II는 선행연구로서 Peabody Energy(2007)의 석탄화력발전소와 LNG발전소 유발효과 추정 결과를 정리한다. III은 분석 방법으로 본 연구에서 사용하는 투입산출분석을 기술하고, 2010년 산업연관표(실측표)에 LNG 발전의 건설과 운영을 반영하는 형태와, LNG 발전의 건설과 운영 비용, 인원 등에 대한 자료들을 정리하여 제시한다. IV는 실증분석의 대상을 설정하고, 이 분석대상으로부터의 유발효과를 추정하며, LNG발전소의 유발효과 추정결과에서 유의할 점을 기술한다. V는 본 연구의 결론이다.

II. 선행연구

유발효과를 추정하는 논문들은 투입산출모형(Input-Output Model, IO model)과 같이 연구자가 필요에 따라서 프로그래밍을 해야 하는 IO 모델을 이용하는 경우와, REMI, RIMS II, IMPLAN((IMpact analysis for PLANning) 등과 같은 소프트웨어의 형태로 구성되어 상업적으로 이용할 수 있는 경우가 있다. 각 모델은 서로 다른 분야에서 우위성을 가지므로 연구자들이 자신의 연구

목적, 분석 대상, 데이터의 이용제한성 등을 고려하면서 선택하게 된다. 본 연구에서는 가스발전의 유발효과를 추정한 분석결과를 선행연구로서 제시한다.

〈표 1〉 1500 MW LNG발전소의 경제적 영향: 건설기간

영향 유형	직접효과	간접 및 유발효과	총효과
매출 (백만 USD)	750	855 (1.14)	1,605 (2.14)
고용 (일자리/년)	1,350 (1.80)	4,620 (6.16)	5,970 (7.96)
비용자보수 (백만 USD)	135 (0.18)	136 (0.18)	271 (0.36)
관련 주(state) 세 (백만 USD)			15.5

주: ()는 직접효과 매출 대비 계수임.

자료: Peabody Energy, 2007

〈표 2〉 1500 MW LNG발전소의 경제적 영향: 운영기간

영향 유형	직접효과	간접 및 유발효과	총효과
매출 (백만 USD/년)	52.2	92.3 (1.76)	144.5 (2.76)
고용 (일자리 수/년)	78 (1.49)	790 (15.13)	868 (16.62)
비용자보수 (백만 USD/년)	5.8 (0.11)	23.3 (0.44)	29.1 (0.55)
관련 주(state) 세 (백만 USD)			1.7

주: ()는 직접효과 매출 대비 계수임.

자료: Peabody Energy, 2007

Peabody Energy(2007)는 LNG발전소와 석탄화력발전소의 경제적 효과를 추정하였다. 분석대상은 1500 MW 규모의 LNG발전소 및 석탄화력발전소이며, 분석방법은 IMPLAN이다. <표 1>은 1500 MW LNG발전소 건설에 따른 경제적 효과를, <표 2>는 1500 MW LNG발전소의 운전에 따른 경제적 효과를 정리하였다. Peabody Energy(2007)의 분석에 따르면 LNG발전소의 운영에 의

해서 창출되는 신규일자리는 7,600개이다.

또한 Power Engineering은 2001년에 “InterGen completes financing on 900-MW project in Mississippi”에서 InterGen의 900 MW LNG발전소의 효과에 대해서 제시하였다.³⁾ 이 결과에 따르면 건설기간에 500~750(피크시기) 개의 정규직 일자리를, 그리고 운영기간에 25개의 정규직 일자리를 창출하는 것으로 분석되었다.

도쿄전력(東京電力)은 2013년 11월에 “세계 최첨단의 석탄화력발전소 프로젝트(世界最新鋭の石炭火力発電所プロジェクト)” 검토 상황을 발표하였다. 이에 따르면 50만 kW급 석탄가스화복합발전(Integrated coal Gasification Combined Cycle, IGCC) 2기를 건설하고 2020년 여름에 적어도 1기의 운전을 시작하겠다는 목표를 세웠다. 분석결과에 따르면, IGCC의 환경영향평가부터 건설, 운전기간까지의 경제파급효과는 800억 엔/기, 건설피크시점 기준의 지역 고용효과는 최대 2,000명/일이다.

Ⅲ. 분석방법과 데이터

1. 투입산출분석

투입산출분석(Input-Output Methodology, IO분석, 또는 산업연관분석)은 한 산업의 수요가 관련된 다른 모든 산업의 수요변화에 미치는 직·간접적인 영향을 밝힐 수 있으므로 프로젝트가 이루어질 때에 해당 경제의 변화를 예측하기 위해서 사용된다. 실태를 완벽하게 파악하지 못하더라도 파급효과를 정량적으로 추정하는 것은 정책을 기획 및 입안할 때에 유용하다. 일반적으로

3) Magnolia Energy Project는 900 MW의 natural gas fired combined cycle power facility로 미시시피의 Benton 카운티에 위치하며, 430 백만 USD의 조달액 중 405 백만 USD는 대출로 이루어졌다.

이 분석은 비교적 경제부문간의 재화와 용역의 흐름이 안정적이라는 가정 하에 국민소득분석으로는 설명하기 어려운 각 산업부문간 연관관계를 밝히는데 효과적이다. 이 분석은 투입 또는 수요, 그리고 산출 또는 공급, 상세 사업, 산업 그리고 정부부문간의 상호관계를 파악하므로 프로젝트를 수행하여 발생하는 지출에 의한 직접효과, 경제를 통해서 나타날 간접적 효과와 유발된 변화들을 파악하는 데에 유용하다. 하지만, 투입산출분석은 파급효과 수렴기간을 고려할 때에 과잉추정의 가능성이 존재한다.

투입산출분석에서는 투입구조와 수입계수가 안정적이라고 가정하고, 해당 재화에 대해서 최종수요의 증가액 1 단위가 주어졌을 때에 이 수요를 충족시키기 위한 각 산업의 생산과정과 소비과정에서 직·간접으로 발생하는 산출의 정도를 추정한다. 이는 생산유발, 부가가치유발, 고용유발효과로 분류되며, 이중 생산유발효과와 고용유발효과는 직접효과이며, 피용자보수유발효과는 간접효과이다.

생산유발효과는 최종수요 1 단위가 증가할 때에 각 산업부문의 생산과정에 의한 직·간접영향을 모두 고려하며, 가격의 변화가 가져올 수요의 대체효과는 무시한다. 부가가치유발효과는 해당 산업에서 발생한 최종수요 1 단위가 부가가치를 유발하는 정도를 추정한다. 고용유발효과는 해당 산업에서 1 단위의 수요가 발생한 경우에 직·간접으로 각 산업에서 유발되는 고용자 수준을 추정한다. 생산유발은 식 (1)을, 부가가치유발은 식 (2)를, 고용유발은 식 (3)을 이용한다.

$$X = X_{FD} + X_{EX} - X_{IM} \quad (1)$$

$$= (I - A)^{-1}(FD + EX - IM)$$

$$VA = V(I - A)^{-1}(FD + EX - IM) \quad (2)$$

$$U = L(I - A)^{-1}(FD + EX - IM) \quad (3)$$

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix}, FD = \begin{pmatrix} FD_1 \\ \vdots \\ FD_n \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{1n} \\ \ddots & \ddots \\ a_{n1} & a_{nn} \end{pmatrix}, (I - A)^{-1} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{1n} \\ \ddots & \ddots \\ b_{n1} & b_{nn} \end{pmatrix},$$

$$V = \begin{pmatrix} V_1 \\ \vdots \\ V_k \end{pmatrix}, L = \begin{pmatrix} L_1 \\ \vdots \\ L_n \end{pmatrix}, a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, V_i = \frac{V_j}{X_j}, L_j = \frac{l_j}{X_j}$$

이 때, FD는 최종수요, EX는 수출벡터, IM은 수입벡터. X_{FD} 는 최종수요에 의한 국내생산유발액, X_{EX} 은 수출에 의한 국내생산유발액, X_{IM} 는 수입에 의한 국내생산유발액, X_j 는 제 j번째 산업의 총생산, x_{ij} 는 제 j번째 산업의 제 i번째 산업에 대한 투입, a_{ij} 는 제 j번째 산업에 대한 제 i번째 산업으로부터의 투입계수, I는 단위행렬, A는 투입계수의 행렬, $(I - A)^{-1} = B$ 는 레온티에프 역행렬, V는 부가가치율 벡터, V_j 는 제 j번째 산업의 부가가치계, L은 고용유발계수 벡터이며, l_j 는 제 j번째 산업의 고용계수이다.

2. 산업연관표 내의 LNG 건설 및 운영 신규 설정4)

산업연관표의 실측표는 기본분류 기준의 통계를 제공하지만, 산업연관표의 연장표는 소분류 기준(161부문)의 통계를 제공한다. 연장표는 “전력”부문을 “수력”, “화력”, “원자력”, “자가발전”, “신재생에너지”로 구분하지 않고, 중분류(82부문)에서 “전력”을 “가스”, “수도”, “증기”, “온수” 등과 합치지 않고 별도의 산업(No.42 “전력 및 신재생에너지”)으로 설정하고 있다. 본 연구는 LNG 발전을 대상으로 하므로 “전력”부문에서 “화력”이 구분되어 있는 실측표의 기본분류표를 이용한다.

본 연구는 LNG발전소의 건설과 운영이 갖는 경제적 효과를 추정하는 것이므로 이를 분석하기 위해서 공표된 2010년 산업연관표(실측표)에서 “LNG발

4) LNG발전소 건설 및 운영 반영 산업연관표 2010은 요청 시에 제공가능하다.

전소 건설”부문과 “LNG발전소 운영”부문을 관련산업부문에서 분리하고 별도로 추가한다. 특정부문에 초점을 맞춘 산업연관표를 작성할 때에 우선적으로 고려하는 것은 산업분류의 설정이다. 분석의 주요대상이 되지 않는 산업분류들은 통합을 할 수 있고, 주요대상이 되는 LNG 발전 관련 산업분류들은 공표 산업연관표에서 제공하는 산업분류를 보다 더 상세하게 분할할 수 있다. 분석할 때에 산업분류수가 작으면 산업간의 거래가 명시적으로 드러나지 않으므로 다른 산업에 대한 “유발”정도가 명확하게 추정되지 않을 수 있다.

본 연구와 같이 LNG발전소의 건설 및 운영에 따른 영향을 파악하기 위한 산업연관표를 작성한다면, 산업분류는 LNG 발전을 중심으로 구성되어야 한다. 이에 본 연구에서는 33개의 산업분류를 설정하며, No.16 “LNG발전소 운영”을, No.19 “LNG발전소 건설”을 설정하였다. 부문분류는 <표 5>의 두 번째 열에 제시한다. 건설과 운영의 분리 설정은 “LNG발전소 건설”부문과 “LNG발전소 운영”부문이 다른 발전소(석탄화력, 원자력 등)의 건설 및 운영과는 다른 투입구조와 산출구조를 갖는다는 것을 반영한다.

“LNG발전소 건설”부문과 “LNG발전소 운영”부문이 별도로 반영된 산업연관표는 소분류(161부문)의 산업연관표에서 시작하지 않고 기본분류(384부문)의 산업연관표에서 시작한다. 발전소의 건설부문은 대분류(30부문)에서 “건설”부문으로 설정되지만, 소분류(161부문), 중분류(82부문), 대분류(30부문)는 모두 “발전소 건설”을 별도로 구분하지 않고 있다. 기본부문(384부문)은 “전력 시설”을 별도로 구성하지만, 이 부분은 소분류(161부문)에서는 “산업시설건설”, 중분류(82부문)에서는 “토목건설”, 대분류(30부문)에서는 “건설”에 포함된다. 따라서 기본부문(384부문)의 표에서 시작하여 표를 통합하는 과정을 거쳐야 “건설” 중에서 “LNG발전소 건설” 부분을 분리한 “건설”부문을 만들 수 있다. 이러한 과정은 “LNG발전소 건설”부문이 다른 발전소(석탄화력, 원자력 등)의 건설과는 다른 투입구조와 산출구조를 갖는다는 것을 반영한다.

전력의 산출부문은 대분류(30개의 산업부문)에서 “전력·가스·증기”부문으로 설정된다. 따라서 전력의 생산부문은 “운영”에 해당한다. 소분류(161부문),

중분류(82부문), 대분류(30부문)는 모두 “전력”을 별도로 구분하지 않는다. 소분류(161부문)는 “전력 및 신재생에너지”, “도시가스”, “증기 및 온수”부문으로, 중분류(82부문)는 “전력 및 신재생에너지”와 “가스, 증기 및 온수”부문으로 구성된다. 이에 기본부문분류(384부문) 표를 통합하여 “수력”, “화력”, “원자력”, “자가발전”, “신재생에너지” 중에서 “LNG발전소 운영” 부분을 분리한 “전력·가스·증기”부문을 구성한다.

3. LNG 건설 및 운영의 비용 구조

비용을 산업연관표에 반영하여 투입구조를 구성하려면 크게 건설비, 운영비 및 인원에 대한 정보가 필요하다. 건설비의 경우에는 제 7차 전력수급기본계획의 비용 자료를 이용하였다. LNG 복합발전소의 순공사비는 900 MW 규모의 경우에 813,600 백만 원(표준건설기간 28개월)으로 856천 원/kW이다.⁵⁾ 제 7차 전력수급기본계획에 따르면 전원별 건설비와 건설단가는 해당 후보전원 및 참고전원별 참조발전기의 건설비를 산정한 후에 이를 활용하여 산정한다. 건설비는 직접비, 간접비, 건설이자로, 간접비는 설계용역비, 용지비, 사업주 제경비, 외자조작비, 예비비로 구성된다. 분석에서는 건설비 중에서 건설이자를 제외한 순공사비를 이용한다.

건설비 내역은 2010년 산업연관표의 “LNG 복합화력발전사업 공사비 분류 및 비중”, EIA(2016)의 “Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants”와 “Natural gas generators installed in 2015 by Technology”, Peabody Energy(2007)의 “Economic Benefits of a Coal-Fueled Power Plant Compared to Natural Gas”의 Capital Cost 구성, 일본 비용등검증위원회(コスト等検証委員会, 2011)의 LNG 화력에 대한 비용을 참조하였다.

5) 450 MW LNG발전소의 순공사비는 501,750 백만 원(건설기간 28개월, 1,056 천원/kW)이다. 본 연구에서 가정하는 건설기간은 1년(12개월)이므로 표준건설기간 28개월에 맞추어서 분석결과와 유발효과들을 42/100으로 감소시키고, 이를 다시 2.3배한다.

2010년 산업연관표(실측표)의 기본분류에서 “전력시설(No. 299)”을 보면 중간투입과 부가가치의 비율은 각각 68.14%와 31.86% 이다. 이에 LNG발전소 건설비를 이 비율에 따라서 중간투입액과 부가가치액으로 구분하고, 중간투입액은 <표 3>의 부문별 비중을 이용하여 배분하고, 부가가치액은 “전력시설(No. 299)”의 부문별 비중을 이용하여 배분하였다.⁶⁾ EIA(2016)의 “Natural gas generators installed in 2015 by Technology”에 따르면 평균건설비는 Combined Cycle Natural Gas Generation은 614 USD/kW, Combustion turbine Natural Gas Generation은 779 USD/kW, Internal Combustion engine Natural Gas Generation은 1,798 USD/kW 이다. 일본 비용등검증위원회(コスト等検証委員会, 2011)의 LNG 화력 비용은 모델플랜트 규모(출력)의 경우에 135만 kW이며, 건설비는 120,000 엔/kW 이다.

〈표 2〉 LNG 복합화력발전사업 공사비 분류 및 비중

대분류	중분류	산업분류 (168부문)	산업분류명	비중 (%)
기자재비	GT	088	내연기관 및 터빈	31.45
	ST	088	내연기관 및 터빈	8.24
	HRSG	091	공조 및 냉온장비	9.23
	보조기기	065	염료 및 도료	0.005
		066	기타 화학제품	0.02
		072	점토제품	0.02
		078	열간압연강재	0.23
		084	건설용 금속제품	0.13
		087	기타 금속제품	0.01
		089	일반목적용 기계부품	0.29
		090	산업용 운반기계	0.57

6) LNG 발전 설비는 다른 전원의 설비들과는 달리 수입의존도가 높다. 따라서 모든 전원을 포함하는 “전력시설(No. 299)”의 중간투입과 부가가치의 비중을 이용하게 되면 LNG 발전 설비의 특성을 정확하게 반영하지 못한다. 그러나 산업연관표 기본부문분류에서도 LNG 발전 설비를 별도로 분류하고 있지 못하므로 본 연구에서는 “전력시설(No. 299)”의 중간투입과 부가가치의 비중을 이용한다.

LNG발전소 건설 및 운영에 따른 유발효과분석

대분류	중분류	산업분류 (168부문)	산업분류명	비중 (%)
		091	공조 및 냉온장비	2.78
		092	기타 일반목적용 기계	3.42
		095	기타 특수목적용 기계	1.87
		097	기타 전기장치	0.68
시공비	기계공사비	128	기타특수건설	4.76
	전기/계측	128	기타특수건설	4.36
	토목공사비	127	일반토목	5.83
	건축공사비	128	기타특수건설	5.62
	부대공사비	126	교통시설건설	0.53
간접비	설계용역비	152	건축·공학관련서비스	3.50
	사업주제경비	150	사업관련전문서비스	3.60
	수송/관세등	138	하역	1.88
	예비비	150	사업관련전문서비스	1.49
건설이자		144	금융	6.50

자료: 한국전력공사, 2012

운영비는 제 7차 전력수급기본계획의 비용 자료를 이용하였다. 900 MW급 LNG발전소의 운영비는 30,024 백만 원/년이므로, 2.78 천원/kW/월으로 환산된다.⁷⁾ 제 7차 전력수급기본계획에 따르면, 운전유지비는 발전원별 운전유지비 변동 내역을 반영하여 원별 운전유지비를 재산정하여 적용한다. 운전유지비는 인건비, 수선유지비, 경비, 일반관리비로 구성된다.⁸⁾ 제 7차 전력수급기본계획에 따르면 운전유지비는 일반적으로 발전소 고장정지가 많이 일어나는 상업운전 초기 5년 이전과 운전경과년수 25년 이후에 크며, 경과수명 5~25년의 발전소에서 운전유지비는 상대적으로 낮다.

7) 450 MW LNG발전소 운영비는 20,520 백만 원/년(3.80 천원/kW/월)이다.

8) 인건비는 급여, 임금, 제수당, 잡급 등이며, 수선유지비는 설비경상보수비, 수선유지 재료비, 수선유지 용역비 등, 경비는 광고선전비, 교육훈련비, 지역협력비, 제세, 보험료 등, 일반관리비는 판매 및 관리비를 포함한다.

운영비 내역은 2010년 산업연관표 실측표 기본부문 “화력”의 투입구조, 일본 비용등검증위원회(コスト等検証委員会, 2011)의 LNG 화력에 대한 비용(인건비, 수선비, 제비, 업무분담금의 비중) 구조, EIA(2016)의 “Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants”의 Table 1. Updated estimates of power plants capital and operating costs를 이용한다.

일본 비용등검증위원회(コスト等検証委員会, 2011)의 LNG 화력에 대한 비용(인건비, 수선비, 제비, 업무분담금의 비중) 구조는 모델플랜트의 규모(출력)는 135 만kW, 인건비는 7.3억 엔/년, 수선비는 2.0 %/년으로 건설비(120,000 엔/kW)에 대한 비율, 제비용은 0.9 %/년으로 건설비(120,000 엔/kW)에 대한 비율이며, 업무분담비(일반관리비)는 14.6%/년이며 직접비에 대한 비율이다. EIA(2016)의 “Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants”의 Table 1. Updated estimates of power plants capital and operating costs(2016년 USD 기준)의 비중을 활용하였다.

4. LNG 건설 및 운영 인원

건설인원에 대해서는 일본 경제산업성 에너지관련산업검토평과회(2016)의 IGCC(50만 kW, 1기) 건설 인력 2,000명/일(건설피크시기 기준)을 사용하였다.⁹⁾ 그리고 2010년 산업연관표 실측표 소분류기준 “산업시설건설”중에서 기본분류 “전력시설”의 피용자보수 및 1인당 근로 단가를 사용하였다.

운영인원에 대해서는 자료 이용제한성으로 UNEP(2008)의 “Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low Carbon World”를 이용하였다. 이에 따르면 LNG 화력의 고용 효과는 건설 및 설치측면 0.25명/MW, 운영유지측면 0.70명/MW으로 연구되었다.

9) LNG 발전의 건설인원에 대해서 기초자료의 이용제한으로 일본 경제산업성 에너지관련 산업검토평과회(日本經濟産業省エネルギー関連産業検討分科會, 2016)를 적용하고 있으므로 고용유발효과가 과소추정 될 가능성이 있다.

IV. 실증분석

1. 분석대상

유발효과를 추정하기 위한 분석대상은 900 MW 규모의 LNG발전소이다. 이 때, LNG 액화기지의 건설 및 운영은 제외한다. 해외의 선행연구들은 LNG 발전소 또는 석탄화력발전소의 유발효과를 추정할 때에 주(state) 내에 가스전 또는 석탄광이 있는 경우를 대상으로 한다. 우리나라는 LNG를 수입해서 사용하므로 “발전소 + 가스전”의 관계보다 “발전소 + 액화기지”의 관계가 성립한다. 그러나 우리나라에서 LNG발전소를 건설할 때에 반드시 액화기지를 병설하지는 않으므로 본 연구에서는 발전소만을 대상으로 한다.

900 MW LNG발전소 건설의 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과를 추정하기 위해 1년의 건설기간을 가정하고, 1년에 해당 건설비 총액이 모두 투입된다고 가정한다. 또한 동일한 LNG발전소 운영의 생산유발효과, 부가가치유발효과, 고용유발효과 분석에서도 1년간 운영하는 경우를 가정한다. 유발효과는 1년의 건설기간 및 운영기간을 고려하여 1차 및 2차 효과까지로 한정한다. 유발효과가 1년 이후까지도 나타날 수 있지만, 그 경우의 효과 정도는 크지 않으므로 무시할 수 있다.

2. 분석결과

생산측면, 부가가치측면, 고용측면에서의 직접효과와 간접효과의 경로는 다음과 같다. 고용측면에서 노동은 가변생산요소이므로 수요 변화가 발생하였을 때에 요구되는 생산 변화에 대해서 자본보다 민감하게 반응할 수 있다.

- ① 생산측면의 직접효과 경로: LNG발전소 건설에 대한 신규 수요 발생 → 건설에 필요한 투입요소에 대한 수요 증가 → 투입요소를 생산하는 산업의 생산량 증가 → 각 산업의 부가가치 증가 → GDP 증가
- ② 생산측면의 간접효과 경로: 직접효과 → 관련 재화를 생산하는 생산부문에 대한 수요 증가 → 관련 산업들의 부가가치 증가 → GDP 증가 → ...
- ③ 부가가치측면의 직접효과 경로: LNG발전소 건설에 대한 신규 수요 발생 → 건설에 필요한 투입요소들에서 국산품에 대한 높은 비중 → 국산품의 비중이 높은 경우에 각 산업의 생산 증가 → 부가가치 증가 → GDP 증가
- ④ 부가가치측면의 간접효과 경로: 직접효과 → 관련 재화를 생산하는 생산부문에 대한 수요 증가 → 관련 산업들의 부가가치 증가 → GDP 증가 → ...
- ⑤ 고용측면의 직접효과 경로: LNG발전소 건설에 대한 신규 수요 발생 → 건설에 필요한 투입요소인 노동에 대한 수요 증가 → 고용 증가로, 또한 투입요소를 생산하는 산업의 생산량 증가 → 각 산업의 부가가치 증가 → GDP 증가 → ...
- ⑥ 고용측면의 간접효과 경로: 직접효과 → 각 산업에서 생산량 증가를 위한 노동 투입 증가 → 각 산업의 고용 증가 → 각 산업의 피용자보수 증가 → ...

900 MW LNG발전소의 1년간 건설과 1년간 운영으로 얻을 수 있는 파급효과는 <표 4>와 같다. 각 산업에서의 생산유발, 부가가치유발, 고용유발은 <표 5>와 같다.

900 MW LNG발전소 건설의 경우에 건설비 813,600백만 원을 투입할 때에 생산유발은 1,837,359백만 원, 부가가치유발은 1,256,754백만 원, 고용유발은 5,066명이다. 금액기준의 생산유발계수는 2.258, 부가가치유발계수는 0.684, 고용유발계수는 6.2명/십억 원이다. 또한 MW기준의 생산유발계수는 2,042, 부가가치유발계수는 1,369, 고용유발계수는 5.629명/MW이다. 2010년 산업연관표에서

“건설”부문의 생산유발계수는 2.250, 부가가치유발은 0.717, 고용유발계수는 6.4명/십억 원이다.¹⁰⁾ 이 “건설”부문의 중심은 건축, 토목 등이므로 발전설비를 중심으로 하는 LNG 발전소 건설의 유발계수보다는 큰 값을 갖는다.

〈표 4〉 900 MW LNG발전소 건설 및 운영의 유발효과

(단위: 백만 원, 백만 원, 백만 원, 명)

구분	비용	항목	생산유발	부가가치유발	고용유발
건설	813,600	금액	1,837,359	1,256,754	5,066
		백만 원당 유발계수	2.258	0.684	0.0062 (6.2명/십억 원)
		MW당 유발계수	2,042	1,396	5.629
운영	30,024	금액	50,060	27,733	314
		백만 원당 유발계수	1.776	0.554	0.0111 (1.1명/십억 원)
		MW당 유발계수	55.6	30.8	0.349

〈표 5〉 900 MW LNG발전소의 건설 및 운영에 의한 산업별 생산,
부가가치 및 고용 유발효과

(단위: 백만 원, 백만 원, 명)

코드	산업명	건설			운영		
		생산 유발액	부가가치 유발액	고용 유발	생산 유발액	부가가치 유발액	고용 유발
1	농림수산물	13,331	3,541	248	197	83	5
2	광산물	590	404	2	78	83	0
3	음식료품	22,018	5,681	52	332	137	1
4	섬유 및 가죽제품	10,229	3,938	45	202	125	2
5	목재 및 종이, 인쇄	9,766	4,534	31	163	119	1
6	석탄 및 석유제품	17,412	555	1	541	30	0
7	화학제품	31,533	8,064	34	877	363	1

10) 한국은행(2014)의 간접유발계수를 의미한다.

코드	산업명	건설			운영		
		생산 유발액	부가가치 유발액	고용 유발	생산 유발액	부가가치 유발액	고용 유발
8	비금속광물제품	11,632	4,490	20	114	71	0
9	1차 금속제품	49,708	8,321	25	292	83	0
10	금속제품	35,148	18,179	70	363	304	1
11	기계 및 장비	229,981	111,426	478	350	274	1
12	전기 및 전자기기	38,835	11,388	44	1,114	530	2
13	정밀기기	3,314	1,611	8	87	71	0
14	운송장비	11,685	4,589	17	164	107	0
15	기타 제조업제품 및 입가공	12,763	10,847	28	135	185	0
16	LNG발전소 운영	9	0	0.00	28,183	10793	211
17	LNG발전소 운영을 제외한 전력, 가스 및 증기	11,689	3,449	11	10,464	4997	15
18	수도, 폐기물 및 재활용서비스	5,618	3,412	23	191	185	1
19	LNG발전소 건설	813,600	593,390	410	0	0	0
20	건설	103,887	87,786	506	145	203	1
21	도소매 서비스	54,841	38,425	564	1,066	1209	17
22	운송서비스	51,445	33,936	319	510	548	5
23	음식점 및 숙박서비스	26,231	17,812	282	448	494	7
24	정보통신 및 방송서비스	26,696	19,055	103	599	691	3
25	금융 및 보험서비스	83,582	67,165	302	963	1251	5
26	부동산 및 임대	41,496	10,925	82	650	280	2
27	전문, 과학 및 기술서비스	35,710	48,258	263	481	1054	6
28	사업지원서비스	33,305	56,961	512	561	1555	14
29	공공행정 및 국방	772	1,361	5	14	42	0
30	교육서비스	17,571	38,098	189	247	870	4
31	보건 및 사회복지서비스	12,748	17,981	107	183	417	2
32	문화 및 기타서비스	22,852	21,173	288	381	578	7
33	분류불명	2,638	0	0.00	35	0	0
	계	1,837,359	1,256,754	5,066	50,060	27,733	314

900 MW LNG발전소 운영의 경우에 운영비 30,024백만 원을 투입할 때에 생산유발은 50,060백만 원, 부가가치유발은 27,733백만 원, 고용유발은 314명이다. 금액기준의 생산유발계수는 1.776, 부가가치유발계수는 0.554, 고용유발계수는 1.1명/십억 원이다. 또한 MW기준의 생산유발계수는 55.6, 부가가치유발계수는 30.8, 고용유발계수는 0.349명/MW이다. 2010년 산업연관표에서 “전력 및 신재생에너지”부문의 생산유발계수는 0.812, 부가가치유발은 0.499, 고용유발계수는 1.4명/십억 원이다. LNG 발전소 운영의 유발계수보다는 “전력 및 신재생에너지”부문의 유발계수보다 크다. 이는 LNG 발전소가 운영될 때에 투입요소로서 사용되는 천연가스가 도시가스부분을 경유하기 때문에 발생한다.

900 MW LNG발전소 기준으로 유발효과 크기를 보면 건설의 경우가 운영의 경우보다 모든 유발효과에서 더 큰 규모를 갖는다. 이러한 결과는 금액측면의 유발계수에서도 동일하며, MW측면의 유발계수에서도 건설의 유발효과가 더 크게 추정되었다.

2010년 산업연관표를 이용하여 LNG를 분석할 때에는 유연탄과 천연가스가 모두 수입품으로 발전연료로서 사용되지만, 산업연관표에서 부문간 배분·경유의 형태가 다르다는 점을 고려해야 한다. 유연탄은 “유연탄(수입) → 화력부문(No.275)로 수요량 배분”의 배분경로를 갖지만, 2010년 산업연관표의 경우에 LNG발전소에 투입하는 천연가스는 직접 수입하는 형태가 아니라 도시가스산업으로부터 구매하는 형태이다. 2010년 산업연관표(기본분류)에서 천연가스는 “수입 → 전량을 도시가스부문(No.279)으로 배분 → 도시가스부문(No.279)이 화력부문(No.275)으로 수요량 배분”의 배분경로를 갖는다. 따라서 “LNG의 수요 증가 → 도시가스부문에 대한 수요 증가 → 생산유발 증가 및 부가가치유발 증가”로 나타나게 된다. 실제로는 “LNG의 수요 증가 → 도시가스산업에 대한 수요 증가 → 수입 증가 → 생산유발 증가, 수입 유발 증가 및 부가가치유발 하락”이지만, 이는 LNG 발전의 운영에 대한 분석에서는 나타나지 않고 도시가스부분을 분석해야 나타난다.

천연가스에 대한 수요가 수입 수요가 아니라 1차적으로 도시가스에 대한

수요로 나타나는 통계의 배분 형태는 다음과 같은 결과를 가져온다.¹¹⁾ 첫째, LNG발전소의 생산유발효과를 과대 추정한다. 천연가스가 도시가스부분을 경유하게 되므로 중간거래가 추가적으로 발생한다. 둘째, LNG 발전의 부가가치 유발을 과대 추정한다. LNG발전이 도시가스부분으로부터 천연가스를 공급받는 형태이므로 투입에서 국산의존율이 높고 수입의존율은 낮으며 도시가스라는 국내산업의 생산을 유발시키므로 부가가치유발정도가 높아지게 된다. 셋째, LNG발전의 원료인 천연가스 수요 발생 원인으로 도시가스부분이 부각된다. 이는 천연가스에 대한 수요가 증가할 때에 천연가스에 대한 수요로 수입이 증가하는 것이 아니라 도시가스부분에 대한 수요가 증가하기 때문이다.

V. 결 론

우리나라의 전원 구성은 지금까지 원전과 석탄을 중심으로 하면서 안정성과 경제성을 추구하였다. 그러나 제 8차 전력수급계획은 여기에 환경과 국민 안전을 추가적으로 반영하고 있으며 현재의 시점을 에너지전환의 적기로 평가하고 있다. 제 8차 전력수급기본계획의 설비계획에 따르면 원전과 석탄발전은 단계적으로 축소되고, 재생에너지와 LNG발전의 비중이 확대된다. 이에 본 연구에서는 청정성과 이용편리성을 갖춘 에너지로서 인식되는 LNG발전(900 MW)의 건설과 운영이 갖는 유발효과를 2010년 산업연관표 실측표를 이용하여 추정하였다. 이는 앞으로 우리나라에서 LNG발전소를 건설 및 운영하여 얻을 수 있는 경제적 효과를 유발효과의 측면에서 정량적으로 전망하는 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

분석 결과에 따르면 900 MW LNG발전소 기준으로 건설의 경우가 운영의

11) 이는 2010년 산업연관표(실측표)의 산업간 투입 및 산출에 기인하며, 2015년 산업연관표(실측표)에서는 변경될 예정이다.

경우보다 생산유발, 부가가치유발, 고용유발에서 더 큰 규모를 갖는다. 이러한 결과는 건설비(813,600백만 원)가 운영비(30,024백만 원)보다 크기 때문에 나타나는 현상은 아니다. 건설의 유발효과가 더 큰 것은 금액측면의 유발계수에서도 동일하며, MW측면의 유발계수에서도 동일하다. 건설의 경우에 생산유발계수는 2.258, 부가가치유발계수는 0.684, 고용유발계수는 6.2명/십억 원이다. 운영의 경우에 생산유발계수는 1.776, 부가가치유발계수는 0.554, 고용유발계수는 1.1명/십억 원이다. 건설 및 운영이 갖는 유발효과에 대한 분석 결과는 산업연관표와 산업연관분석을 이용하고 있으므로 1년간의 기간만을 고려하고 있다. 따라서 해석에서 주의해야 한다. 발전원별로 건설기간은 상이하지만, 적어도 1년 내에 발전시설이 건설되지는 않는다. 그리고 운영기간도 전원별로 20~60년으로 장기이다.

김윤경(2013)은 2009년 산업연관표(연장표)를 이용하여 태양광발전설비 제조의 부가가치유발과 고용유발을 추정하였다. 이 결과에 따르면 태양광발전설비 제조의 부가가치유발계수는 0.504, 고용유발계수는 2.9명/십억 원이었고, 이는 3차 산업의 효과보다는 작지만 2차 산업의 다른 산업들보다 낮지 않다. 이 결과와 비교하면 LNG 발전의 건설에 의한 부가가치유발과 고용유발은 태양광발전설비보다 높지만, LNG 발전의 운영에 의한 부가가치유발은 태양광발전설비보다 높고 고용유발은 태양광발전설비 제조의 경우보다 낮다. LNG 발전의 도입이 확대된다면, LNG 발전소의 건설이 우리나라 경제에 가져 올 유발효과는 태양광발전 설비 제조의 경우에 비해서 적지 않을 것이다.

접수일(2017년 12월 20일), 게재확정일(2018년 1월 28일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 김윤경(2013), “태양광발전설비산업의 부가가치, 피용자보수 및 고용에 대한 유발효과 비교 분석”, 경제연구, 제 31권 제 4호, pp.181~201
- 전력거래소(2015), 제 7차 전력수급기본계획, 나주 : 전력거래소
- 산업통상자원부(2017), 제 8차 전력수급기본계획, 2017년 12월 29일, 세종 : 산업통상자원부
- 한국전력공사(2012), “전력산업 해외 수출의 국가경제적 효과 분석 모델 개발”, 최종 보고서, 나주 : 한국전력공사
- 한국은행(2014), 2010년 산업연관표, 서울 : 한국은행
- EIA(2016), Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plant, Washington D.C. : Energy Information Administration
- Miller, R. E. and P. D. Blaire.(1985), Input-Output Analysis, New York : Prentice-Hall
- Peabody Energy(2007), Economic Benefits of a Coal-Fueled Power Plant Compared to Natural Gas, <https://www.nrc.gov/docs/ML0911/ML091120541.pdf>
- UNEP(2008), Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low Carbon World, New York : UN Environment Programme
- Power-eng.com (2001), “Intergen completes financing on 900 MW project in Mississippi”, 12월 18일, www.power-eng.com/articles/2001/12/intergen-completes-financing-on-900-mw-project-in-mississippi.html (검색일: 2018.01.09.)
- 東京電力(도쿄전력) (2013) 世界最新鋭の石炭火力発電所プロジェクト(세계 최첨단의 석탄화력발전소 프로젝트), www.tepco.co.jp/fukushima_hq/images/131129_01-j.pdf (검색일:2018.01.09.)
- 經濟産業省エネルギー関連産業検討分科會 (경제산업성 에너지관련산업검토분과회) (2016), イノベーション・コースト構想 エネルギー関連産業プロジェクト第1次とりまとめ

LNG발전소 건설 및 운영에 따른 유발효과분석

め (이노베이션 코스트 구상, 에너지관련산업프로젝트 제 1차 정리), 平成28年 7月 13日,
Tokyo, 経済産業省(경제산업성)
コスト等検証委員会(비용등검증위원회) (2011), コスト等検証委員会報告書(비용등검증
위원회보고서), 平成23年12月19日 エネルギー・環境會議コスト等検証委員会

ABSTRACT

An Induced Impact Analysis of a LNG Power Plant in Korea

Joohyun Cho*, Taeyeon Yoon** and Yoon Kyung Kim***

The 8th electricity supply basic plan adds significances on environmental protection and public safety to the 7th planning, which aimed to achieve reliability and efficiency in generation mix. According to the new plan, nuclear and coal-fired power plants are planned to be phased out steadily, while renewable energy and LNG power plants are to enter to the system. Benefits from projected LNG power plants would include economic impacts from constructing and operating new LNG-powered generating stations. This research estimates induced impacts by constructing and operating a 900 MW LNG with the Input-Output Table 2010 benchmark. Construction is estimated to give the production induced coefficient of 2.258, value-added induced coefficient of 0.684, employment induced coefficients of 6.2people/mil.won. Operations is estimated to result in the production induction coefficient of 1.176, value-added induction coefficient of 0.554, employment induction coefficients of 1.1 people/mil. Won. Comparing to previous studies, induced impacts by increasing LNG power generations are estimated to be equal or greater those induced by renewable energy.

Key Words : LNG Power Plant, Induced Analysis, Input-Output Table

* Associate Research Fellow, Korea Energy Economics Institute(1st author).
joohyun@keei.re.kr

** Assistant Professor, Department of International Trade and Economics,
Sunmoon University, tay07001@sunmoon.ac.kr

*** Professor, Department of Economics, Ewha Womans University
(corresponding author). yoonkim@ewha.ac.kr