

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

— CGE 모형을 이용한 분석 —

박창원 · 한원희 · 김경식*

〈 目 次 〉

- | | |
|----------------|-------------|
| I. 서 론 | IV. 정책 모의실험 |
| II. 일반균형모형 | V. 결 론 |
| III. 산업분류 및 자료 | |

요 약

향후 기후변화협약과 같은 환경규제의 강화가 예전되는 상황에서 에너지산업은 상당한 정책변화를 겪게 될 것으로 예상된다. 이러한 정책수립과 결정과정에서 본 연구는 천연가스산업에 대한 정책변화 효과를 분석할 수 있는 일반균형 분석모형을 제시함으로써 천연가스산업에 관한 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 소국경제를 가정한 연산가능 일반균형모형(CGE)을 통해 분석

* 한국가스공사 연구개발원.

된 천연가스산업의 거시경제적 파급효과를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 천연가스 가격이 5% 상승하였을 경우에는 실질GDP가 0.031% 감소하고, 생산자 물가지수는 0.051% 상승하였다. 가계수요가 10% 증가한 경우와 투자가 10% 증가한 경우에는 실질 GDP가 각각 0.002%씩 상승하고 생산자 물가지수는 0.008% 와 0.004% 상승하는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 천연가스산업이 비교적 거시경제에 미치는 영향이 적은 것을 보여 주고 있다.

I. 서 론

한국경제의 고도성장과 함께 에너지수요는 꾸준하게 증가해 왔다. 특히 여타 화석에너지에 비해 청정연료로서 그 역할이 증가할 것으로 예상되는 천연가스의 수요는 1987년 LNG의 형태로 도입한 이래로 1997년까지 연간 21.3%로 급격히 증가해 왔다. 1998년 기준으로 천연가스 수요는 1,0421천톤에 달하며, 이 중 발전용 수요가 약 40.2%를 차지하고, 나머지는 가정 및 산업에서 도시가스의 형태로 수요되고 있다. 천연가스산업의 이러한 급격한 수요증가와 함께 설비 투자부문에서도 배관, 저장시설 등에 막대한 투자가 이루어지고 있다. 향후 기후변화협약과 관련한 온실가스 배출감축 노력과 천연가스 공급설비 등의 지속적인 증가에 따라 천연가스산업의 성장은 유지될 것으로 보여진다.

천연가스는 그 동안 공공재로 인식되어 왔으며 국가적인 에너지수급 차원에서 정부의 규제를 받아 왔다. 이에 따라 천연가스 가격 또한 정부의 규제를 받아 왔으며, 최근 원료비연동제를 도입하여 분기마다 요금조정이 이루어지게 되었다. 현재 한국의 에너지 가격은 선진국수준에 못 미치고 있는 실정이지만, 향후 환경규제강화와 함께 세제 개편을 통해 거시경제의 충격을 완화하면서 에너지 수요를 감소시켜 나가는 정부정책이 추진되고 있어 에너지 가격이 일정부분 상승할 것으로 보여진다.

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

에너지산업부문의 거시경제에 미치는 파급효과를 체계적으로 분석하는 것은 정부의 산업정책의 효율성을 높일 수 있으며, 다양한 정책수립에 기초자료로 활용할 수 있게 된다. 그동안 산업별로 이러한 연구들이 진전되어 왔으며, 대부분은 산업연관표를 이용한 부분균형분석과 계량경제모형에 의존해 왔었다. 그러나, 이러한 연구들은 특정산업의 거시경제적 파급효과나 경제의 구조적 변화, 경제주체들의 행태에 관한 미시적 분석 등에 있어서 일정한 한계가 있다. 최근 단순한 수학적 계산에 불과하다는 비판에도 불구하고 연산가능 일반균형모형을 이용한 구체적 산업의 파급효과를 분석하고자 하는 다양한 연구들이 시도되고 있다. 특히 전력부문의 거시경제적 파급효과를 분석하기 위해서 손양훈·신동천(1996), 한진희·홍종호·유시용(1997) 등이 연산가능 일반균형모형을 이용한 연구를 수행했으며, 중장기 경제전망과 국제무역, 환경 관련 연구들에까지 연산가능 일반균형모형을 이용한 분석들이 광범위하게 수행되고 있다.¹⁾

본 연구는 연산가능 일반균형을 이용하여 지속적으로 성장하고 있는 천연가스산업의 거시경제적 파급효과를 분석하였다. 아직까지 천연가스산업의 거시경제 파급효과를 일반균형모형을 통해 분석한 연구는 없는 실정이다. 본 연구에서는 천연가스산업의 파급효과를 분석하기 위해서 천연가스 가격과 투자, 그리고 가계부문 수요증가에 따른 정책 모의실험을 행하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ장에서는 분석을 위한 경제주체들의 최적화 행태와 일반균형모형을 기술하였다. 제Ⅲ장에서는 산업분류 및 자료, 파라미터에 관한 설명을 하였다. 제Ⅳ장에서는 정책 모의실험 결과를 주요 거시변수와 산업별 파급효과로 나누어 분석하였다. 마지막으로 제Ⅴ장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 한계점을 기술하였다.

1) 문석웅·김건홍(1996), 정인교(1997), 조경엽·권태규(1999), 박창원(1999) 등이 있다.

II. 일반균형모형

본 연구에서는 해외부문을 포함한 소규모 개방경제하의 일반균형모형을 설정하였으며, 가격 메커니즘에 의한 시장정산을 가정하는 신고전학파적 모형을 근간으로 하고 있다.

모형내에는 복합재, 국내재, 수입재, 수출재 등 네 가지 종류의 상품이 존재하며, 이들 상품은 산업부문에 투입되는 중간재 수요와 정부와 해외 부문을 포함한 최종수요에 사용된다. 복합재는 국내재와 수입재 간의 대체관계를 고려하여 구성되며, 생산된 복합재는 국내수요와 해외수요(수출)로 배분된다. 여기서 국내의 상품수요자나 공급자는 각 상품에 대한 동일한 가격에 직면하게 되며, 수송비와 같은 기타 비용은 없는 것으로 가정하였다.

총투자는 경제내의 해외부문을 포함한 총저축과 일치하며, 산업별 투자는 이러한 총투자를 산업별 투자수익률을 고려하여 배분된다. 정부의 수입을 결정하는 조세에는 상품수요자의 범주에 상관없이 동일한 간접세와 가계부문의 직접세, 해외부문과 관련된 수출보조금과 수입관세로 구분된다. 생산에 투입되는 본원적 요소는 노동과 자본으로 구분되며, 이 중 자본의 단위비용은 산업부문별 투자수요에 해당하는 자본형성을 위한 단위비용과 생산에 투입되는 투입자본 단위비용으로 구분하였다. 이하에서는 일반균형모형의 부문별 최적화 행태와 모형의 해를 계산하기 위해서 필요한 방정식체계를 보여 준다.

1. 생산부문

본 모형의 생산부문에서는 각 산업이 국내재(XS_{di})와 수출재(XS_{xi})를 생산하며 불변전환탄력성함수(constant elasticity of transformation : CET)에 의해 국내재와 수출재를 배분한다고 가정하였다. 산업의 총산출수준(Q_i)은 국

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

내재와 수입재로 구성된 복합중간재와 부가가치의 투입에 의해 생산되며, 부가 가치부문은 노동과 자본으로 구성된다.

1) 산출물 구성

산업의 국내재와 수출재의 배분은 생산가능곡선이 불변전환탄력성함수(CET)인 제약조건하에서 다음과 같은 수익극대화 문제에서 도출된다.

$$\begin{aligned} & \text{MAX } P_{di} \cdot XS_{di} + P_{xi} \cdot XS_{xi} \\ & \text{s.t. } Q_i = B_i [\gamma_{di} XS_{di}^{-\rho_i} + (1 - \gamma_{di}) XS_{xi}^{-\rho_i}]^{-1/\rho_i} \end{aligned}$$

여기서 P_{di} 는 국내재의 국내가격, P_{xi} 는 수출재의 국내가격, B_i 는 CET함수의 상수항, γ_{di} 는 CET함수의 분배계수, 그리고 ρ_i 는 CET함수의 지수로서 다음과 같은 전환탄력성 계산시 필요하다.

$$\sigma_i^{de} = \frac{1}{(1 + \rho_i)}$$

CET함수를 제약식으로 하여 기업의 수익극대화 문제를 국내재와 수출재에 대해 미분으로 해를 풀면 다음과 같은 최적의 공급반응방정식이 도출된다.

$$XS_{ti} = Q_i \frac{1}{B_i} \left[\sum_{s=d,x} \gamma_{si} \left[\frac{P_{si} \gamma_{ti}}{P_{ti} \gamma_{si}} \right]^{\frac{\rho_i}{1+\rho_i}} \right]^{\frac{1}{\rho_i}} \quad (1)$$

$t = d, x$

최적의 국내재와 수출재의 공급반응식을 보면 총산출량(Q_i)과 정(正)의 관계를 보이며, 불변전환탄력성함수의 상수항과는 역의 관계를 보인다. 또한, 분배계수와 가격비는 정의 관계를 보이는데 합이 1인 분배계수 중 한쪽의 분배계수

가 크면 다른 부문으로부터 전환이 되며 가격비가 커지면 이에 따른 수익이 증가해 산업은 수익이 큰 부분으로 전환되는 것을 알 수 있다.

2) 투입요소 수요

국내재와 수출재로 구성된 산업의 산출량(Q_i)은 수입재와 국내재에 의해 구성된 복합중간재, 가계부문에서 제공하는 본원적 요소에 의해 생산된다. 본 연구에서는 산업별 생산에 있어서 규모수익불변을 가정하고 중간투입재간에 대체가 허용되지 않는 Leontief 생산함수를 가정한다. 또한, 생산의 분리가능성을 가정하여 부가가치부문의 요소수요가 CES함수를 통해 결정된다고 가정한다. 각 산업별 투입요소들에 대한 수요는 다음과 같은 비용극소화 문제를 통해 도출된다.

$$\begin{aligned} \text{MIN} \quad & \sum_{i=1}^n P_{ci} \cdot XD_{ci}^{bj} + \sum_{t=K, L} P_t^j \cdot XF_t^j \\ \text{s. t.} \quad & Q_j = \min \left[\frac{XD_{cl}^{bj}}{A_{ci}^j}, \dots, \frac{XD_{cn}^{bj}}{A_{cn}^j}, \frac{CES(XF_K^j, XF_L^j; \rho_f^j)}{A_f^j} \right] \\ & j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

여기서 XD_{ci}^{bj} 는 j 산업의 복합중간재 수요, A_{ci}^j 는 복합중간재 투입계수, A_f^j 는 부가가치부문의 투입계수, $CES(XF_K^j, XF_L^j; \rho_f^j)$ 는 노동과 자본으로 구성된 본원적 요소의 불변대체탄력성함수이다. 그리고 노동과 자본의 본원적 요소수요는 다음과 같은 CES함수에 의한 생산제약하의 본원적 요소 투입비용극소화 문제로부터 도출된다.

$$\text{MIN} \quad \sum_{i=K, L} P_i^j \cdot XF_i^j$$

$$\begin{aligned}
 s.t. \quad Q_j &= \frac{CES(XF_L^j, XF_K^j ; \rho_f^j)}{A_f^j} \\
 &= \frac{D_f^j \left[\sum_{s=R, L} \delta_{fs}^j [XF_s^j]^{-\rho_f^j} \right]^{-1/\rho_f^j}}{A_f^j}
 \end{aligned}$$

이러한 생산구조로부터 도출되는 복합중간재에 관한 수요방정식과 본원적 요소에 관한 수요방정식은 다음과 같다.

$$XD_{ci}^{bj} = A_{ci}^j \cdot Q_j \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 XF_s^j &= A_f^j \cdot Q_j \cdot \frac{1}{D_f^j} \left[\sum_{s=R, L} \delta_{fs}^j \left[\frac{P_s^j \cdot \delta_{ft}^j}{P_t^j \cdot \delta_{fs}^j} \right]^{\rho_f^j / (1 + \rho_f^j)} \right]^{1/\rho_f^j} \\
 t &= K, L
 \end{aligned} \quad (3)$$

3) 복합재 구성

복합재는 국내에서 생산된 재화인 국내재와 해외에서 수입된 수입재에 의해 구성된다. 이러한 복합재는 중간투입부문에 중간투입재로, 그리고 가계, 정부, 투자, 수출부문 등 최종 수요부문에서 수요된다. 복합재를 생산하기 위한 국내재와 수입재의 투입은 기업의 비용극소화 과정에 의해 도출된다.

국내재와 수입재를 투입하여 복합재를 생산하는 생산함수가 불변대체탄력성(CES)함수라 가정하면 복합재를 생산하기 위한 비용극소화 문제는 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 MIN \quad & P_{di} \cdot XD_{di} + P_{mi} \cdot XD_{mi} \\
 s.t. \quad XS_{ci} &= D_i^c \left[\delta_{di}^c \cdot XD_{di}^{-\rho_i^c} + (1 - \delta_{di}^c) \cdot XD_{mi}^{-\rho_i^c} \right]^{-\frac{1}{\rho_i^c}}
 \end{aligned}$$

여기서 XS_{ci} 는 i 산업의 복합재 산출량, D_i^c 는 불변대체탄력성(CES)함수의 상수항, δ_{di}^c 는 불변대체탄력성함수의 국내재 투입 분배계수, ρ_i^c 는 CES함수의 지수이다.

또한, 국내재와 수입재 간의 대체탄력성은 다음과 같이 계산되는데, 본 모형에서는 국내재와 수입재 간에는 불완전대체관계가 있다는 Armington 가정을 채택한다.

$$\sigma_i^{dm} = \frac{1}{(1 + \rho_i^c)}$$

이러한 산업의 비용극소화 문제로부터 다음과 같은 국내재 및 수입재에 관한 수요방정식이 도출된다.

$$XD_{ti} = XS_{ci} \frac{1}{D_i^c} \left[\sum_{s=d, m} \delta_{si}^c \left[\frac{P_{si} \delta_{ti}^c}{P_{ti} \delta_{si}^c} \right]^{\rho_i^c / (1 + \rho_i^c)} \right]^{\frac{1}{\rho_i^c}} \quad (4)$$

$t = d, m$

4) Zero-Profits 조건

Zero-Profits 조건은 생산부문의 다섯 가지 활동에 대해 산출물의 가치와 투입비용이 같게 됨을 의미한다. 즉, 생산활동부문은 균형 상태에 있어 초과이윤이 없다고 가정하는 것이다. 생산부문에서의 산업별 활동은 상품생산, 복합재 구성, 수출, 수입, 자본형성 등의 다섯 가지로 구분되며, 이러한 활동들에 대한 Zero-Profits 조건은 다음과 같다.

$$\left[\sum_{s=d, x} P_{si} \cdot XS_{si} \right] T_i = \sum_{i=1}^n P_{ci} \cdot XD_{ci}^{pi} + \sum_{k,L} P_t^i \cdot XF_t^j \quad (5)$$

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

$$P_{ci} \cdot XS_{ci} = \sum_{s=d, m} P_{si} \cdot XD_{si} \quad (6)$$

$$P_{xi} = P_{xi}^f \cdot \phi \cdot T_{xi} \quad (7)$$

$$P_{mi} = P_{mi}^f \cdot \phi \cdot T_{mi} \quad (8)$$

$$P_v^j = \sum_{i=1}^n A_{ci}^{vj} \cdot P_{ci} \quad (9)$$

여기서 T_i 는 (1-간접세율), T_{xi} 와 T_{mi} 는 각각 (1+수출보조금률), (1+수입관세율)이며, ϕ 는 환율이다. P_v^j 는 자본 형성을 위한 단위비용이며, A_{ci}^{vj} 는 자본 형성에 관한 기술계수이다.

2. 최종수요

최종수요는 가계부문, 정부부문, 투자부문, 그리고 수출부문으로 나누어진다. 본 모형에서는 다음과 같은 각 부문별 경제주체들의 최적화 행태로부터 산업별 복합재 수요를 도출한다고 가정하였다.

1) 가계 및 정부

가계 및 정부 부문의 최종수요는 효용함수를 주어진 지출제약식 하에서 극대화하는 과정에서 결정된다. 가계 및 정부의 효용함수가 Cobb-Douglas 함수라고 가정하면 효용극대화 문제는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} MAX \quad & \prod_{i=1}^n [XD_{ci}^s]^{\alpha_{ci}^s} \\ s.t. \quad & \sum_{i=1}^n P_{ci} \cdot XD_{ci}^s = TC^s \quad s = h, g \end{aligned}$$

여기서 XD_{ci}^s 는 i 복합재에 대한 가계 및 정부 부문의 수요량, α_{ci}^s 는 계수,

P_{ci} 는 복합재 가격, C^s 는 가계, 정부의 총소비지출액이다. 이러한 효용극대화 결과로 얻어지는 가계 및 정부의 복합재 수요방정식은 다음과 같다.

$$XD_{ci}^s = \alpha_{ci}^s \cdot \frac{TC^s}{P_{ci}} \quad (10)$$

가계부문의 소비지출액은 산업부문에 본원적 요소를 제공함으로써 얻어지는 요소소득에서 직접세를 감한 가처분소득에 대한 평균소비성향에 의해 결정되며, 금융소득이나 이전소득이 없는 것으로 간주한다. 정부의 소비지출액은 세금으로부터 얻어지는 정부소득에 대한 평균소비성향에 의해 결정된다고 가정한다.

2) 자본 형성을 위한 투자수요

투자수요는 산업별 자본 형성을 위한 복합재 수요로 정의되며, 이러한 투자수요는 다음과 같은 비용극소화 문제로부터 도출된다.

$$\begin{aligned} MIN \quad & \sum_{i=1}^n P_{ci} \cdot XD_{ci}^{vj} \\ s.t. \quad I^j = \min \left[\frac{XD_{cl}^{vj}}{A_{cl}^{vj}}, \dots, \frac{XD_{cn}^{vj}}{A_{cn}^{vj}} \right] \\ & j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

여기서 I^j 는 산업별 투자지출이며, A_{ci}^{vj} 는 자본 형성에 관한 고정 기술계수이다. 이상의 비용극소화 문제에서 목적함수에 본원적 요소인 노동 및 자본 투입비용이 제외되었는데, 이는 복합재 생산에 이들 요소들이 반영되었다고 간주하는 것이다. 이에 따라 도출된 자본 형성을 위한 투자수요방정식은 다음과 같다.

$$XD_{ci}^{vj} = A_{ci}^{vj} \cdot I^j \quad (11)$$

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

본 모형에서 산업별 투자지출은 총투자(=총저축)를 정부와 같은 경제주체가 효용극대화를 통해 할당한다고 가정한다. 이에 따라 산업별 투자지출은 다음과 같은 로그선형함수 형태의 효용극대화 문제에 의해 도출된다.

$$\begin{aligned} MAX \quad & \sum_{i=1}^n \alpha_i^v \ln[I^i] \\ s.t. \quad & \sum_{i=1}^n P_v^i \cdot I^i = TC^{inv} \end{aligned}$$

여기서 P_v^i 는 자본 형성을 위한 단위비용이며, TC^{inv} 는 총투자이다. 이에 따라 도출되는 산업별 투자지출할당방정식은 다음과 같다.

$$I^i = \alpha_i^v \cdot \frac{TC^{inv}}{P_v^i} \quad (12)$$

한편, 자본형성을 위한 단위비용(P_v^i)은 산업별 자본의 투자수익률에 의해 결정되는데 투자수익률은 다음과 같은 방정식에 의해 도출된다.

$$R_i = \left[\frac{P_K^i}{P_v^i} \right] - D_i \quad (13)$$

여기서 P_K^i 는 산업별 생산부문에 투입되는 자본의 단위비용이며, D_i 는 감가상각률이다.

3) 수출수요

생산부문에서 불변전환탄력성함수(CET)에 의해 배분된 수출재에 대한 수요는 수출재의 해외가격(P_{xi}^f)과 수출재의 가격탄력성(γ_i)에 의해 결정되는데 수출수요는 다음과 같다고 가정한다.

$$XD_{xi} = (P_{xi}^f)^{-\frac{1}{\gamma_i}} \quad (14)$$

본 모형에서는 한국 상품이 세계 상품시장의 공급에 미치는 영향이 미미하다고 보는 소국경제를 가정하여 γ_i 를 0으로 가정하였다.

3. 시장균형 및 기타 방정식

본 모형내에는 네 가지 상품시장과 노동 및 자본 시장이 존재하고 있기 때문에 이에 관한 다음과 같은 시장균형 조건이 필요하게 된다.

$$XS_{di} = XD_{di} \quad (15)$$

$$XS_{mi} = XD_{mi} \quad (16)$$

$$XS_{xi} = XD_{xi} \quad (17)$$

$$XS_{ci} = XD_{ci}^h + XD_{ci}^g + \sum_{j=1}^n XD_{ci}^{vj} + \sum_{j=1}^n XD_{ci}^{bj} \quad (18)$$

$$L_j = XF_L^j \quad (19)$$

$$K_j = XF_K^j \quad (20)$$

다양한 거시경제 분석을 위해 다음과 같은 집계변수들(aggregate variables)에 관한 방정식이 추가되었다.

$$BOP = Ex - Im \quad (21)$$

$$Im = \sum_{i=1}^n P_{mi}^f \cdot XD_{mi} \quad (22)$$

$$Ex = \sum_{i=1}^n P_{xi}^f \cdot XD_{xi} \quad (23)$$

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

$$PI^s = \prod_{i=1}^n (P_{ci})^{\omega_i^s} \quad (24)$$

$s = ind, h, g, inv$

$\omega_i^s =$ 해당 가격지수 가중치

$$P_L^j = (PI^h)^{h_1} \cdot F_L \quad (25)$$

$h_1 = 1, F_L =$ 임금률 변화변수

$$P_K^j = (PI^h)^{h_2} \cdot F_K \quad (26)$$

$h_2 = 1, F_K =$ 자본 임대료율 변화변수

$$K = \sum_{j=1}^n K_j \overline{P_v^j} \quad (27)$$

$\overline{P_v^j} =$ 초기 기본형성 단위비용

$$L = \sum_{j=1}^n L_j \quad (28)$$

$$Y^h = \sum_{j=1}^n \sum_{t=K, L} P_t^j \cdot X F_t^j \quad (29)$$

$$Y^g = \sum_{i=1}^n (1 - T_i) [\sum_{s=d, x} P_{si} X S_{si}]$$

$$+ \sum_{i=1}^n (T_{mi} - 1) P_{mi}^f \phi X S_{mi}$$

$$- \sum_{i=1}^n (T_{xi} - 1) P_{xi}^f \phi X S_{xi} + T^h Y^h$$

$$TC^h = apc^h Y^h (1 - T^h) \quad (31)$$

$apc^h =$ 평균가계소비성향

$$TC^g = apc^g Y^g \quad (32)$$

$apc^g =$ 평균정부소비성향

$$TC^s = RTC^s \cdot PI^s \quad (33)$$

$$s = inv, h, g$$

$$\begin{aligned} GDP &= \sum_{j=1}^n P_{ci} \cdot \left[\sum_{s=h, g} XD_{ci}^s + \sum_{j=1}^n XD_{ci}^{vj} \right] + \\ &\quad \sum_{i=1}^n \phi P_{xi}^f XS_{xi} - \sum_{i=1}^n \phi P_{mi}^f XS_{mi} \end{aligned} \quad (34)$$

$$PGDP = \prod_{i=1}^n (P_{ci})^{N_{ci}} (\phi P_{xi}^f)^{N_{xi}} (\phi P_{mi}^f)^{N_{mi}} \quad (35)$$

N_{ci} = GDP 에 대한 i 복합재의 최종수요 비중

N_{xi} = GDP 에 대한 i 복합재의 수출 비중

N_{mi} = GDP 에 대한 i 복합재의 수입 비중

$$RGDP = \frac{GDP}{PGDP} \quad (36)$$

III. 산업분류 및 자료

본 연구에서는 <표 1>에서 보는 바와 같이 한국경제를 21개의 산업으로 분류하였으며, 에너지부문을 세분화하였다. 산업분류는 1995년도 산업연관표 자료를 활용하였으며, 천연가스산업은 산업연관표의 분류에 따라 도시가스부문으로 설정하였다. 또한, 투자수요부문의 자료는 1995년 산업연관표의 부속표 중 고정자본형성표를 활용하였는데, 이 표의 분류는 본 연구의 산업분류와 일치하지 않아 산업별 중간투입계수로 에너지부문을 조정통합하였다.

연산가능 일반균형모형(CGE)의 계산은 해당년도의 경제 전체의 재화와 용역의 흐름을 나타내는 사회회계행렬(social accounting matrix : SAM)로부터 시작되며, SAM의 작성시 산업연관표에서 얻을 수 있는 가계저축, 가계부문직

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

〈표 1〉 산업분류

번호	산업분류	번호	산업분류
1	농림수산	12	L P G
2	광업	13	기타 석유
3	금속·비금속 광물	14	화학
4	음·식료품	15	금속·비금속 제품
5	섬유·가죽	16	기계·전기
6	목재·인쇄	17	정밀·수송
7	석탄	18	발전
8	휘발유	19	도시가스
9	등유	20	열공급·수도
10	경유	21	기타
11	중유		

접세 및 정부저축 등의 자료는 사회회계행렬의 행의 합계와 열의 합계가 일치한 점을 이용하여 유추하여 계산하였다.

연산일반균형모형(CGE)의 분석은 우선 기준년도의 SAM을 정확히 복사하도록 각 함수의 파라메터를 결정하는 캘리브레이션(calibration)이 필요하며 계산된 파라메터는 정책 모의분석시 변하지 않는다는 것을 가정한다. 파라메터 계산은 SAM을 기준으로 관찰된 자료를 이용하는 부문 이외 기존의 연구로부터 얻어야 하는 부문이 있는데 CET함수의 전환탄력성(σ_i^{de})과 수입재와 국내재의 아밍턴탄력성(σ_i^{dm})은 손양훈·신동천(1996)의 연구를 이용하였다.²⁾ 또한, 수출재의 해외가격탄력성(γ_i)은 한국이 소국임을 가정해 0으로 처리하였으며, 노동 및 자본 간의 대체탄력성은 1로 가정하였다.³⁾ 이 밖의 수입재와 국내재,

-
- 2) 아밍턴탄력성은 Stern and Deardorff(1986)의 추정결과를 재인용하였으며, CET 전환탄력성은 Melo and Tarr(1992)를 재인용하였다.
- 3) 노동과 자본에 관한 대체탄력성 연구는 남성일(1990), 최정표(1987), 한광호·김상호(1996) 등이 있으나 추정된 수치가 상이하다.

박창원 · 한원희 · 김경식

〈표 2〉 1995년 사회회계행렬(SAM)

(단위 : 백만 원)

	생산활동	상 품	가 계	정 부	해 외	자 본	계
생산활동		(1) 374251577	(2) 189526367	(3) 37750855	(4) 113852382	(5) 126137382	841518563
상 품	(6) 465715631						465715631
가 계	(7) 344386862						344386862
정 부	(8) 31416070		(9) 17325953		(10) 11438677		60180700
해 외		(11) 91464054	(12) 13444929			(13) 22833877	127742860
자 본			(14) 124089613	(15) 22429845	(16) 2451801		148971259
계	841518563	465715631	344386862	60180700	127742860	148971259	

- 주 : (1) 국내생산재에 대한 중간수요 (2) 가계부문 최종수요
 (3) 정부부문 최종수요 (4) 수출부문 최종수요
 (5) 투자수요 (6) 중간투입계
 (7) 가계소득 (8) 간접세
 (9) 직접세 (10) 관세수입
 (11) 중간투입을 위한 수입수요 (12) 가계부문 최종재 수입수요
 (13) 투자를 위한 수입수요 (14) 민간부문 저축
 (15) 정부부문 저축 (16) 해외저축

수출재와 국내재 간의 분배계수, 효용함수의 파라메터 등은 SAM을 기준으로 계산하였다.

IV. 정책 모의실험

1. 모의실험 설정

본 연구에서는 천연가스산업의 거시경제적 파급효과를 분석하기 위해서 GEMPACK 소프트웨어를 이용하였다. 이 소프트웨어는 1960년 Johansen에 의해 개발된 선형화 기법을 통해 모형의 해를 구하는 것으로서, 모형내의 비선형 방정식체계를 퍼센테이지 변화 변수로 정의되는 선형방정식체계로 전환하여 해를 구하게 된다. 따라서, 프로그램을 통해 계산된 해는 모두 퍼센테이지 변화를 의미하게 된다. 또한, 모의실험 결과는 외생적 충격에 대해 선형적으로 증감하며, 개별 시나리오를 단순히 가중합계함으로써 시나리오 결합의 효과를 살펴볼 수도 있다.⁴⁾

정책 모의실험을 위해서 선정된 시나리오는 도시가스 공급부문의 국내재 가격이 5% 상승하는 경우와 최종소비부문의 도시가스 수요가 10% 증가한 경우, 그리고 자본 형성에 사용되는 투자지출이 10% 상승한 경우로 한정하였다. 정책 모의실험을 위해 선정된 시나리오는 다음과 같은 외생적 변화나 정책변화를 반영한 것이다.

천연가스 가격은 현재 정부고시가격제에 의해 규제되고 있으며, 그 동안 18 차례 결친 가격개정이 이루어졌다. 최근 가격개정의 주요원인은 유가 및 환율 변동에 의한 원료비손실을 보전하기 위한 것이었다. 그 밖에도 천연가스 보급을 위해 용도별로 차등가격을 적용하고 있다. 1998년 8월부터는 환율 및 유가 변동에 따른 원료비연동제가 시행되어 분기마다 가격개정이 이루어지고 있다. 따라서, 현재의 천연가스 가격은 시장의 수급관계를 적절하게 반영하기보다는 정부의 공공요금 규제정책과 유가나 환경규제와 같은 외부적 충격에 따라 조정되

4) GEMPACK user documentation(1996).

는 경직적인 구조를 갖고 있다.

도시가스부문의 가계수요는 1992년부터 1997년까지 연 35.7% 증가해 왔으나 IMF 상황하에서 1998년에는 전년대비 8% 성장에 그쳤다. 그러나, 향후 환경규제의 강화와 경기회복에 따라 2010년까지 연평균 7.7%의 성장이 예상되고 있다. 1988년 이후 꾸준히 청정연료(LNG) 사용 의무화 지역이 확대실시되고 있다. 한편, 도시가스부문의 최종소비는 엘리뇨나 라니나와 같은 기온변화현상에 의해서도 영향을 받게 되는데, 연평균 기온이 1~2°C 변함에 따라 도시가스 수요는 약 2.5~5% 정도 변동하는 것으로 추정되고 있다.⁵⁾

천연가스 수요증가와 함께 도시가스 보급률은 연간 3% 정도씩 증가하고 있으며, 이에 따른 도입 및 분배를 위한 공급설비 및 배관, 저장설비 등에 대한 투자가 지속적으로 증가하고 있다. 1998년부터 1999년 동안의 투자소요액은 1조 4,175억 원으로 전망되고 있다.

파급효과를 살펴볼 주요 거시변수로서는 GDP, 물가지수, 국제수지 항목을 선정하였으며, 환율이 고정된 상황에서 모형의 해가 결정됨으로써 환율변동으로 인한 효과는 다루지 않았다. 본 모형에서는 환율조정의 효과가 나타나지 않기 때문에 국제수지 변동은 물량조정 변동에 의해 이루어지게 된다. 특히 해외가격이 고정된 본 모형에서 국내가격 변수들의 외생적 변화는 상대가격 체계의 변동을 통해 국내재와 해외재 간의 대체관계를 전적으로 반영하게 된다.

모형의 해를 구하는데 있어 또 한 가지 중요한 문제는 방정식의 수와 변수의 수를 일치시키기 위해 적절한 외생화 변수들을 선택해야 한다는 점이다. 본 연구의 변수 및 방정식 수는 모의실험 분석을 위해 도입한 전이변수(shift variables)와 추가적인 거시집계변수들을 포함하여 1,753개의 변수와 1,471개의 방정식으로 구성되어 있다. 따라서, 이 중 282개 변수가 외생화되어야 하는데 이러한 외생화 변수 선택(closure selection)은 ORANI 모형의 외생화 변수를 사용하였다.⁶⁾ 즉, 기술변화계수, 실질 투자지출, 실질 정부지출, 실질 가계지출,

5) 한국가스공사 연구개발원(1998).

6) Scarf and Shoven(1984)의 12장.

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

해외가격, 정부 평균소비성향, 수출입 관세 및 보조금률, 산업별 사용가능한 자본, 가계 직접세, 환율 등을 외생변수로 가정하였으며, 모의분석을 위한 전이변수들도 외생변수인 것으로 가정하였다.

천연가스 가계수요 및 투자변동은 ORANI 모형등에서 일반적으로 사용하고 있는 전이변수를 도입함으로써 모형의 해를 구할 수 있다. 그러나, 천연가스 국내재 가격에 따른 파급효과를 살펴보기 위해서는 내생변수인 천연가스 국내재 가격변수의 외생화가 필요하기 때문에 외생화 변수들 중 한 가지를 내생화하거나 모형내에서 추가적인 가정을 통해 방정식을 제거하는 방법을 고려할 수 있다. 본 모형에서는 두 가지 방법을 모두 고려하였으며, 두 가지 방법 모두 산업별 파급효과와 주요 거시변수들에 대해서는 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 전자는 도시가스부문의 간접세를 내생화하는 방법이었으며, 후자는 도시가스부문의 Zero-Profits 방정식을 제거하는 방법이었다. 후자의 경우 본 모형에서는 천연가스 가격개정이 원료비 손실이나 향후 설비투자비를 확보하기 위해 이루어져왔다는 점을 감안해서 도시가스 생산부문에는 초과이윤이나 손실이 존재한다고 가정한 것이다.

2. 모의실험 결과

1) 산업별 파급효과

도시가스부문의 외생적 충격에 대한 각 산업별 산출, 물가에 미치는 효과는 산업별 복합중간재 투입계수와 도시가스부문 투입계수에 따라 상이하게 나타나게 되며, 이러한 효과에는 수출재와 국내재 간 전환탄력성과 수입재와 국내재 간의 아밍턴탄력성 수치들에 의해서도 변하게 된다. 따라서, 개별 산업의 구체적인 효과 역시 상이하게 나타날 수 있다. 결국 산업별 파급효과에 대한 결정은 이러한 생산구조와 재화구성 등의 다양한 환류효과를 반영하게 되기 때문에 어떤 한 요인으로부터 그 원인을 규명하는 일은 쉽지 않다.

박창원 · 한원희 · 김경식

〈표 3〉 산업별 파급효과

(단위 : %)

	국내재 가격 5% 상승		가계수요 10% 증가		투자 10% 증가	
	산 출	물 가	산 출	물 가	산 출	물 가
1	-0.00509	0.00106	-0.00072	0.00016	-0.00033	0.00009
2	-0.42410	0.00000	0.41978	0.00000	-0.01213	0.00000
3	-0.04915	-0.00003	-0.00670	0.00000	-0.00212	0.00000
4	-0.00432	0.00179	-0.00058	0.00028	-0.00009	0.00016
5	-0.12905	0.00123	-0.01979	0.00019	-0.01056	0.00010
6	-0.04704	0.00078	-0.00548	0.00013	-0.00161	0.00008
7	-0.05672	0.00002	-0.00703	0.00000	-0.00144	0.00000
8	-0.01092	0.00006	-0.00066	0.00001	-0.00003	0.00001
9	-0.00209	0.00002	0.00648	0.00001	0.00093	0.00000
10	-0.02102	0.00002	-0.00031	0.00001	0.00025	0.00001
11	-0.03194	-0.00006	-0.00204	0.00000	-0.00101	0.00000
12	-0.16665	-0.00003	0.28482	0.00006	0.00010	0.00000
13	-0.03804	0.00001	-0.00418	0.00000	-0.00139	0.00000
14	-0.05871	0.00092	-0.00832	0.00016	-0.00349	0.00011
15	-0.06603	0.00162	-0.00888	0.00029	-0.00192	0.00023
16	-0.06493	0.00134	-0.00951	0.00022	-0.00174	0.00036
17	-0.06838	0.00194	-0.00966	0.00031	0.00383	0.00031
18	-0.07567	0.00307	-0.00358	0.00041	-0.00008	0.00005
19	-1.91813	0.01155	3.64266	0.00101	0.00155	0.00000
20	-0.03074	0.00012	-0.00033	0.00002	-0.00035	0.00001
21	-0.01417	0.02523	0.00050	0.00427	0.00312	0.00280
계	-0.04133	0.05067	0.00492	0.00755	0.00062	0.00433

주 : 산업별 물가는 총산출에 대한 투입비중 가중치에 의해 조정된 결과임.

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

<표 3>에서 보면 시나리오별 파급효과는 전반적으로 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 도시가스산업이 전체 총산출에서 차지하는 비중이 약 1.4% 정도에 불과하기 때문이다. 도시가스부문의 국내재 가격이 5% 상승하였을 경우 각 산업의 산출수준은 감소하고 물가는 대부분 증가하는 것으로 나타났다. 도시가스 국내재 가격이 상승함으로써 복합중간재의 단위비용이 증가함으로써 산업별 도시가스 투입비중에 따라 산출물 가격이 상승하게 되고, 다시 중간복합재의 투입비용을 상승시켜 산출물 가격을 추가적으로 상승시키는 생산비용 상승효과가 지배적임을 나타내고 있음을 알 수 있다. 산출수준을 볼 때 광업(-0.424%), 섬유·가죽(-0.129%), LPG(-0.167%) 부문이 비교적 크게 나타났다. 이들 부문들은 총산출에 대한 중간재 투입비중이 크거나 도시가스의 투입비중이 높은 산업에 중간재로 투입되는 비중이 큰 산업들이고, 수출재와 국내재 간의 상대가격 체계 변화에 따른 수출재 공급이 크게 줄었기 때문이다.

도시가스부문의 가계수요가 10% 증가한 경우에도 도시가스부문을 제외한 여타 산업은 산출수준이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 도시가스 수요가 증가함에 따라 도시가스 복합재의 가격이 상승하게 되고 도시가스를 중간재로 사용하고 있는 산업들의 복합재 가격을 상승시키는 효과가 지배적인 것으로 보여진다. 그런데 광업(0.420%), 등유(0.006%), LPG(0.285%) 부문은 비교적 큰 산출증가를 보이고 있다. 이들 산업은 도시가스 복합재의 중간 투입이 없으며, 상대적으로 도시가스산업에는 비교적 큰 투입비중을 갖고 있어 도시가스산업의 산출수준 증가에 따른 중간투입재 수요가 증가한 것으로 보여진다.

도시가스부문의 기본형성을 위한 투자지출이 10% 증가했을 경우를 살펴보면, 도시가스부문의 기본형성을 위해 사용되는 복합중간재의 수요가 증가함에 따라 복합재의 가격 상승을 유발하게 된다. 이러한 복합중간재 가격의 상승은 각 산업의 물가상승을 유발함은 물론 산출수준을 감소시키게 된다. 그러나, 이러한 효과는 가계부문의 수요증가보다는 적은 효과를 유발하는데, 이는 형성된 기본이 기준년도의 기본 투입요소로 역할을 하지 못하는 본 모형의 정태적 속성으

로 인해 단순히 총수요에서 차지하는 투자지출부문의 비중이 가계수요부문에 비해 낮은데 기인하는 것으로 보여진다.

2) 거시경제적 효과

본 연구의 시나리오는 도시가스부문에 외생적 충격을 가함으로써 환율과 해외재의 해외가격이 고정된 상태에서 모형내의 내생화된 가격변수들의 상대가격 체계 변동에 따른 거시경제 파급효과를 분석한 것이다.

<표 4>에서 보듯이 도시가스부문의 공급측의 국내재 가격을 5% 상승시킨 경우에는 도시가스 복합중간재의 가격상승에 따른 산업별 산출수준 감소 및 물가 상승을 유발하는 것으로 나타났다. 그러나, 도시가스부문이 경제 전체에서 차지하는 비중이 낮은 관계로 그 수치는 낮게 산출되었다. 각 산업의 산출수준 감소 및 물가 상승은 경제내의 총공급곡선을 상방이동시킨 것으로 이해될 수 있으며, 이는 실질국내총생산의 감소를 유발하는 효과를 보이게 된다. 수출입에 미치는 영향을 보면 무역수지가 악화되는 것으로 나타났다. 국내재의 가격상승은 모형내에서 고정된 해외가격과의 상대가격 체계를 변화시켜 수출재에 대한 공급을 줄이고 국내재의 공급을 확대하는 대체효과를 유발할 것이며, 복합재 구성에 있어서는 수입재와 국내재 간의 아밍턴탄력성에 따라 수입재로의 대체효

〈표 4〉 거시경제적 효과

(단위 : %)

	국내재 가격 5% 상승	가계수요 10% 증가	투자 10% 증가
실질 GDP	-0.031	0.002	0.002
명목 GDP	0.023	0.010	0.007
생산자 물가지수	0.051	0.008	0.004
소비자 물가지수	0.062	0.009	0.005
수 출	-0.111	-0.017	-0.009
수 입	-0.007	0.042	0.010

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

과를 유발할 것이다. 그러나, 본 연구의 결과는 수입이 0.007% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 산출수준 감소에 따라 수입재와 국내재가 결합한 복합중간재의 수요감소로 인한 수입재 수요감소 효과가 상대적으로 크게 나타난 것으로 보여진다.

반면, 가계수요가 10% 상승한 경우와 투자가 10% 증가한 경우에는 경제내의 총수요곡선이 상방이동한 것으로 이해될 수 있으며, 실질국내총생산이 각각 약 0.002% 증가하는 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서의 수입은 각각 0.042% 와 0.01%로 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 각 산업별 복합중간재의 수요감소로 인한 수입재 수요감소 효과보다는 상대가격 체계 변동에 따른 수입대체 효과가 더 크게 나타난 것으로 이해될 수 있다.

이상의 정책 모의실험 결과를 볼 때, 도시가스부문의 시나리오별 파급효과는 전체적으로 도시가스산업의 전체 경제에서 차지하는 비중이 낮은 관계로 인해 낮게 산출되었다. 그러나, 천연가스산업이 불과 10년밖에 되지 않았다는 점과 향후 환경규제가 강화될 것이라는 점을 감안한다면, 파급효과 또한 확대될 것으로 기대된다.

V. 결론

본 연구는 지속적으로 성장해 온 천연가스산업의 거시경제적 파급효과를 분석하였다. 향후 기후변화협약과 같은 환경규제의 강화가 예견되는 상황에서 에너지산업은 상당한 정책변화를 겪게 될 것으로 예상된다. 따라서, 이러한 정책 수립과 결정과정에서 본 연구는 천연가스산업에 대한 정책변화 효과를 분석할 수 있는 분석모형을 제시함으로써 천연가스산업에 관한 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

소국경제를 가정한 연산가능 일반균형모형(CGE)을 통해 분석된 천연가스 가

격 및 가계수요, 투자의 거시경제적 파급효과를 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 국내재 가격이 5% 상승하였을 경우에는 실질GDP가 0.031% 감소하고, 생산자 물가지수는 0.051% 상승하였다. 가계수요가 10% 증가한 경우와 투자가 10% 증가한 경우에는 실질 GDP가 각각 0.002%씩 상승하고 생산자 물가지수는 0.008%와 0.004% 상승하는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 천연가스산업이 비교적 거시경제에 미치는 영향이 적은 것을 보여 주고 있다.

본 연구의 다음과 같은 사항들을 향후 보완해야 할 것이다. 첫째, 자본형성과 관련된 투자 의사결정과정에서 동태적 모형을 구축하는 것이 필요하다. 둘째, 자료의 제약으로 인해 모형에 포함되지 못한 노동 및 가계 부문 계층별 세분화(disaggregation)를 이용한 분석이 필요하다. 셋째, 환율변동을 포함하여 천연가스산업의 구체적 특성을 반영할 수 있는 모형의 구축이 요구된다. 예를 들면, 현행 천연가스산업에 적용되고 있는 원료비 연동제는 환율 및 유가에 연동되어 있는 바, 이러한 변수들을 모형내로 포함하는 것이 바람직스럽다 하겠다. 넷째, CGE 모형은 각종 파라메터 추정치에 따라 민감한 것으로 알려져 있으므로 한국경제에 적합한 탄력성 추정치를 사용하는 것이 요구된다.

참 고 문 현

1. 김승래 · 김태유, “에너지 부문을 고려한 한국경제의 일반균형모형화”, 「資源經濟學會誌」, 제5권 제1호, 韓國資源經濟學會, 1995. 9, pp. 1~39.
2. 文錫雄 · 金健弘, 「CGE 模型에 의한 韓國의 輸出入構造 및 巨視經濟 中期展望」, 對外經濟政策研究院, 1996.
3. 박창원, “탄소배출감축에 따른 경제파급분석”, 「環境經濟研究」, 제7권 제2호, 韓國環境經濟學會, 1999, 2, pp. 271~306.
4. 산업자원부, “장기 천연가스 수급계획”, 1999.
5. 손양훈 · 신동천, “연산일반균형모형의 개발 및 응용 : 전기요금의 경제적 효과에

천연가스 가격 및 가계수요, 투자의 경제적 파급효과

- 관한 연구”, 정책연구자료 96-01, 에너지경제연구원, 1996.
6. 鄭仁教, “CGE模型에 의한 APEC의 排他的 自由貿易地帶 設立의 經濟的 效果”, 「經濟學研究」, 제45집 제2호, 1997. 6, pp. 129~153.
 7. 조경엽 · 권태규, 「韓國의 地球溫室가스 排出과 低減政策 導入方案 研究 : 演算可能한 一般均衡(CGE)模型을 이용한 實證分析」, 에너지경제연구원, 1999.
 8. 韓光鎬 · 金相鎬, “韓國 製造業의 生產要素 需要構造 : 生產技術, 要素의 需要彈力性 및 代替彈力性 推定”, 「經濟學研究」, 제44집 제3호, 1996. 9, pp. 137~163.
 9. 한국가스공사 연구개발원, 『도시가스 단기 수요예측 및 수급관리 프로그램 개발 연구』, 1998.
 10. 한국은행, 『1995년 산업연관표』, 1998.
 11. _____, 『경제통계연보 1997』, 1998.
 12. 한진희 · 홍종호 · 유시용, “CGE 모형을 이용한 전기요금 변동의 파급효과 분석”, 「資源經濟學會誌」, 제7권 제1호, 韓國資源經濟學會, 1997. 9, pp. 1~28.
 13. Dervis, K., J. de Melo, and S. Robinson, *General Equilibrium Models for Development Policy*, World Bank, 1982.
 14. Dixon, P. B. et. al., *Notes and Problems in Applied General Equilibrium Economics*, North-Holland, 1992.
 15. *GEMPACK User Documentation I, II, III*, 1996.
 16. Harrison, W. J. and K. R. Pearson, “Computing Solutions for Large General Equilibrium Models Using GEMPACK,” *Computational Economics*, vol. 9, no. 2, 1996, pp. 83~127.
 17. Scarf, H. E. and J. B. Shoven edit., *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge University Press, 1984.
 18. Shoven, J. B. and J. Whalley, *Appling General Equilibrium*, Cambridge University Press, 1992.