

# 천연가스시장 경쟁도입과 필수설비 공유의 효과 분석<sup>†</sup>

허은정\* · 조명환\*\*

**요약** : 본 연구는 한국의 천연가스시장에 경쟁을 도입하는 정책이 사회후생에 미치는 영향을 이론적으로 분석하였다. 기존의 독점기업은 천연가스의 저장/운송을 위한 필수설비를 보유하고 있으나, 경쟁도입을 위해 신규기업 진입 시 필수설비를 공유해야 하는 의무를 지게 되었다. 독점기업이 천연가스의 가격과 필수설비 접속료를 자유롭게 설정할 수 있는 경우, 신규기업의 진입은 사회후생을 증가시킬 뿐만 아니라 독점기업의 이윤도 증가시킨다. 그러나 정부가 가격규제를 시행하는 경우, 설비 운용비용에 대한 정보의 비대칭성이 있는지의 여부에 따라 사회후생이 결정된다. 정부가 완전한 정보를 가지고 있는 경우에는 사회후생을 극대화하는 선택을 쉽게 유도할 수 있으나, 그렇지 않은 경우 정부는 불완전한 정보를 바탕으로 가격규제를 시행하게 된다. 본 연구에서는 정부와 기업들의 의사결정을 베이지안 게임을 통해 분석하여, 완전 베이지안 균형 아래서 독점기업이 공개하는 정보의 양에 따라 사회후생이 어떻게 변화하는지 살펴보았다.

**주제어** : 천연가스시장, 필수설비, 시장지배력, 가격규제, 비대칭적 정보

**JEL 분류** : C70, D43, L13

접수일(2019년 12월 18일), 수정일(2020년 1월 21일), 게재확정일(2020년 1월 22일)

<sup>†</sup> 이 논문은 2019년도 서울시립대학교 교내학술연구비에 의하여 지원되었음을 밝힌다. 또한, 이 논문에 대해 유익한 조언을 해주신 익명의 심사자들과 논문 진행과정에서 도움을 준 김형진 학생과 송재욱 학생에게 감사의 뜻을 전한다.

\* 성균관대학교 경제학부 조교수, 주저자(e-mail: ejheo@skku.edu)

\*\* 서울시립대학교 경제학부 교수, 교신저자(e-mail: chomhnh@uos.ac.kr)

# Competition Policy and Open Access to Essential Facilities in Natural Gas Market<sup>†</sup>

Eun Jeong Heo\* and Myeonghwan Cho\*\*

**ABSTRACT :** We introduce a simple theoretical model to analyze the welfare impact of a competition policy in the natural gas market in South Korea. An incumbent monopolistic firm currently owns essential facilities, but the competition policy mandates that the firm provide open access to any entrant firm, charging an access fee. When no regulation is imposed on the fee pricing, this policy increases social welfare as well as the profit of the incumbent firm. When the pricing is regulated, however, social welfare depends on whether there is information asymmetry between the government and the firm regarding the operating cost of the facilities. If the government has complete information, social welfare can be maximized by choosing the optimal prices. Otherwise, the government has to set the prices based on the information that the firm delivers. We formulate a Bayesian game to analyze this case and identify a set of perfect Bayesian equilibria to compare social welfare.

**Keywords :** Natural gas market, Essential facilities, Market power, Price regulation, Asymmetric information

---

Received: December 18, 2019. Revised: January 21, 2020. Accepted: January 22, 2020.

<sup>†</sup> This work was supported by the 2019 Research Fund of the University of Seoul. We would like to thank Hyeongjin Kim and Jaewook Song, and anonymous referees for their helpful comments.

\* Assistant Professor, Department of Economics, Sungkyunkwan University, First author(e-mail: ejheo@skku.edu)

\*\* Professor, Department of Economics, University of Seoul, Corresponding author(e-mail: chomhmh@uos.ac.kr)

## I. 서론

천연가스는 환경 친화적이며 사용의 편의성 및 안전성이 높은 에너지원으로, 최근 국내 수요가 급속도로 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 천연가스는 대부분 해외가스전에서 해상수송하여 국내에 도입하는 데, 이를 도매 사업자가 주 배관망을 통하여 지역공급회사로 판매하고, 이를 다시 소매 사업자가 지역배관망을 통해 일반수요자들에게 개별수요가에 판매한다. 천연가스를 공급하기 위해서는 인수/저장시설과 배관망과 같은 설비가 반드시 필요한데, 이와 같은 필수설비에는 막대한 투자비용이 소요되므로 천연가스시장은 진입장벽이 높은 장치산업이라 볼 수 있다. 이러한 산업적 특성으로 인해 국내 천연가스시장에서 도입/도매 부문은 한국가스공사가, 소매 부문은 일반도시가스사업자가 독점적인 지위를 가지게 되었다.

정부는 독점적 시장구조로 인한 가격납용과 비효율성을 줄이기 위해 가격규제를 시행하고 있다. 현재 가스요금은 정부 승인제하에서 사업자가 제출한 원가자료를 바탕으로 총괄원가를 보전하는 방식으로 결정된다. 한편 정부는 가스시장의 경쟁도입을 위해 신규 사업자의 천연가스 직도입을 허용하고 한국가스공사에게 필수설비에 대한 공동이용(open access) 제공 의무를 부여하고 있다. 이에 신규 직수입사는 한국가스공사에 일정 접속료를 지불하며 필수설비를 이용할 수 있게 되었다.<sup>2)</sup> 이 결과 천연가스 직도입 물량은 2005년 전체 천연가스 수입의 1.4%에서 2017년 12.6%까지 증가하였고, 2018년 기준 국내 직수입 사업자는 총 9개에 이른다.<sup>3)</sup>

본 연구에서는 이와 같은 국내 천연가스시장을 이론적으로 모형화하여 여러 시장형태하에서의 균형과 사회후생을 비교한다. 특히, 현재 필수설비 접속료가 정부의 승인을 받아 결정되는 것을 반영하여 정부의 가격규제가 천연가스의 소비자가격뿐만 아니라

1) 천연가스는 주로 대도시의 도시가스 및 발전용으로 사용되어 왔으나 점차 집단에너지, 운수용 등으로도 그 용도가 확대되고 있는 추세이다(김대욱·김중호(2014), 『가스산업 시장분석』). 천연가스의 소비는 94년 전체 1차 에너지 소비의 5.6%에 불과하였으나 2017년에는 이 비율이 15.7%까지 증가했다(에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각년도).

2) 정부는 2001년부터 제철소 또는 발전소 등의 자가소비용 천연가스 직도입을 허용하였다. 이에 대한 법적 규제는 『도시가스사업법』 제39조의 6(가스공급시설의 공동이용)과 제39조의 7(금지행위)과 제39조의 8(배관시설이용규정 등)에서 찾을 수 있다.

3) 이상립 외(2018), 『LNG 직수입 확대에 따른 전력시장 등 제도개편 방안 연구』, 에너지경제연구원.

필수설비 접속료에도 적용된다고 상정한다. 이 경우, 정부가 필수설비의 운용비용에 대한 정보를 가지고 있는지의 여부가 규제가격을 설정하는 데 중요한 역할을 하게 된다. 여기서는 필수설비 운용비용이 설비보유 사업자의 사적정보(private information)인 경우와 그렇지 않은 경우를 나누어 균형을 분석하도록 한다.

본 모형에서는 천연가스시장에 대표적인 두 종류의 기업이 존재한다고 가정한다. 한 기업은 기존 사업자로서 필수설비를 소유하며 시장지배력이 충분하여 가격설정자(price setter)로 행동하고, 다른 기업은 대표적인 신규 사업자로서 시장에서 지배력이 미미하여 시장가격을 주어진 것으로 보고 생산(수입)량을 선택하는 가격수용자(price taker)로 행동한다. 신규 사업자는 시장 진입 시 생산량에 비례하여 기존 사업자에게 필수설비 접속료를 지불하는 데, 이는 기존 사업자의 수입으로 귀속된다.

먼저 기존 사업자의 필수설비 운용비용이 모든 경제주체들에게 알려져 있으며, 정부의 가격규제가 없는 기본적인 시장구조부터 고려해보자. 이 경우 기존 사업자가 생산을 독점하는 시장(이하, ‘독점시장’이라 지칭)과 신규 사업자가 진입하여 경쟁하는 시장(이하, ‘비대칭적 복점시장’이라 지칭)을 나누어 볼 수 있다. 이미 잘 알려진 바와 같이, 독점 시장에 신규 사업자가 진입하면 총생산량이 증가하고 시장가격은 낮아지며 사회후생이 증가한다. 그러나 천연가스시장에서 신규 사업자의 진입은 이와 같은 효과뿐 아니라 기존의 독점 사업자의 이윤 역시 증가시키는 결과를 가져온다. 이는 필수설비를 보유하고 있는 기존 독점 사업자가 소비재 시장뿐만 아니라 생산재 시장, 즉 필수설비 제공시장에서도 시장지배력을 가지기 때문이다. 경쟁이 도입되면 독점기업이 가스판매 자체에서 얻는 이윤은 다소 줄어들지만, 신규 사업자에게 높은 접속료를 부과하여 더 많은 추가이윤을 얻을 수 있다.<sup>4)</sup>

다음으로, 정부가 필수설비 운용비용을 완전히 파악하는 상황에서 가격규제를 시행하는 경우를 생각해보자. 이 경우 천연가스의 시장가격은 기업(들)의 한계생산비용을 바탕으로 정해지고, 필수설비 접속료는 한계설비운용비용 수준에서 정해진다. 이 결과 독점시장에서 가격규제가 시행되면 총생산량이 늘어나며 사회후생은 증가하는 데, 이

4) 기존 사업자는 필수설비에 대한 접속료를 자유롭게 결정할 수 있기 때문에, 접속료를 매우 높게 책정하여 신규 사업자를 시장에서 몰아내고 독점구조로 돌아갈 수도 있다. 그러나 기존 사업자는 신규 사업자로 인해 더 큰 이윤을 얻을 수 있기 때문에 복점시장을 유지하려 할 것이다.

는 소비자잉여의 증가가 독점기업의 이윤감소를 상쇄하고 남기 때문이다. 한편, 비대칭적 복점시장의 경우 정부는 가격규제를 통해 사회후생을 온전히 극대화할 수 있다. 이때 필수설비 접속료는 한계설비운용비용 수준에서 결정되기 때문에 설비공유로부터 오는 추가적인 이윤이 사라져 기존 사업자의 이윤은 감소한다.

요약하면, 정부가 설비 운용비용을 정확히 파악하고 있는 경우, 천연가스시장의 경쟁도입과 가격규제 정책은 사회후생을 극대화하는 데 매우 효과적이라고 볼 수 있다. 그러나 현실적으로 정부가 기존 사업자에 비해 필수설비 운용에 대한 정보에 접근하기 어려운 경우가 많으며, 현재 시행되고 있는 정책하에서도 정부는 규제가격을 설정하기에 앞서 기존 사업자로 하여금 비용자료를 제출하도록 요구하고 있다.

본 연구에서는 이처럼 정보의 비대칭성이 있는 경우를 분석하기 위해 다음과 같은 단계적 의사결정 모형을 고려한다.<sup>5)</sup> 먼저 모든 경기자들, 즉 정부와 두 기업들은 필수설비 운용비용의 분포만을 알고 있는 상태에서 의사결정에 참여한다. 그러나 기존 독점기업은 다른 경기자들에 비해 먼저 실제 필수설비 운용비용을 정확하게 파악할 수 있고, 이에 대해 정부에게 어떠한 정보를 제공할 것인가를 결정한다. 다음으로 정부는 독점기업이 제공한 정보를 바탕으로 설비의 실제 운용비용을 추정하여 필수설비 접속료를 결정한다. 이후 기존 독점기업만 알고 있던 실제 설비운용비용이 다른 경기자들에게도 알려지며, 정부는 주어진 모든 정보를 이용하여 가스시장가격을 설정한다. 마지막으로 각 기업들 역시 그들에게 주어진 모든 정보를 이용하여 규제가격하에서 이윤을 극대화하기 위한 생산량을 결정한다.

이러한 모형에서 기존 사업자의 균형전략은 다음과 같은 특성을 가진다. 먼저, 한계운용비용이 나타날 수 있는 범위를 몇 개의 구간으로 나누고, 각 구간에 특정한 한계비용의 값을 할당한다. 이 할당된 한계비용 값은 기존 사업자가 정부에게 제출할 수 있는 비용이라고 볼 수 있다. 즉, 기존 사업자가 파악한 실제 운용비용이 특정 구간에 속하는 경우, 그 구간에 할당된 값을 정부에게 제출하는 것이 기존 사업자의 균형전략이다. 이 할당된 값은 특정 상수일 수도 있고 특정 분포를 이용해 확률적으로 선택된 값일 수도 있다. 어느 경우든 균형에서는 둘 이상의 구간에 같은 값을 할당하는 경우가 없기 때문에, 기존 사업

5) 본 연구에서는 필수설비 운용비용의 불투명성이 사회후생에 미치는 영향에 집중하기 위해, 각 기업의 가스 생산 비용에 관한 정보는 대칭적이라 가정한다.

자가 특정값을 제출하면 정부는 실제 한계비용이 속하는 구간을 정확하게 유추할 수 있다. 이에 정부는 그 분할구간에 해당하는 운용비용의 기댓값을 계산하여 이를 필수설비 접속료로 설정한다. 한편, 천연가스의 가격은 실제 운용비용을 바탕으로 천연가스시장의 수급을 정확히 맞추는 수준에서 결정된다. 마지막으로 각 기업들은 주어진 규제가격과 실제 설비운용비용하에서 자신의 이윤을 극대화하는 생산량을 선택한다.

이와 같은 균형하에서 독점기업은 필수설비 운용비용을 제대로 공개하지 않는 전략을 취한다. 정부가 정확한 운용비용을 알게 되면 필수설비 접속료를 한계운용비용 수준으로 낮게 설정하기 때문이다. 대신 독점기업은 부정확한 정보를 제공하여 정부로 하여금 필수설비 접속료를 적정 수준보다 높게 설정하도록 유도할 유인이 있다. 결국 독점기업은 필수설비 운용비용에 대한 사전정보를 전혀 제공하지 않거나 부분적으로만 제공하게 되는데, 이러한 균형을 각각 무정보균형(uninformative equilibrium)과 부분적 정보제공 균형(partially informative equilibrium)이라 한다. 본 연구에서는 무정보균형에서보다 부분적 정보제공 균형에서 사회후생이 더 높다는 사실을 보였다. 이는 정부가 독점기업의 설비운용비용에 대한 정보를 부분적으로나마 획득할 수 있다면, 천연가스의 가격과 필수설비의 접속료를 최저 수준에 보다 가깝게 설정할 수 있기 때문이라 할 수 있다.

본 연구는 천연가스시장에서 독점기업인 한국가스공사와 시장지배력이 미미하여 가격수용자로 행동하는 직수입자들 사이에 경쟁상황을 모형으로 분석하였다. 천연가스 시장 이외에도 필수설비를 보유하고 있는 기업이 다른 기업들과 경쟁하는 시장은 전주와 광케이블 등을 필수설비로 하는 통신시장이나 철로를 필수설비로 하는 철도운송시장 등 다양하게 존재한다.<sup>6)</sup> 그러나 우리나라의 통신시장이나 철도운송시장은 시장에 참여하는 기업들이 모두 어느 정도의 시장영향력을 가지고 있어, 독점적 위치의 한국가스공사와 시장영향력이 미미한 다른 직수입자가 경쟁하는 천연가스시장과는 다소 차이가 있다. 이에 본 연구에서는 모형에 가장 부합하는 천연가스시장을 대상으로 논의를 진행하였으나, 본 연구의 분석과 결과는 독점적 시장에 경쟁 도입시 필수설비 공유가 필요한 다른 산업에도 쉽게 적용될 수 있다.

6) 예를 들면, 통신시장에서는 전주와 광케이블 등의 필수설비를 소유하고 있는 KT를 비롯하여 다른 2개 경쟁사(SKT와 LGU+)도 모두 어느 정도의 시장지배력을 갖고 있다. 2018년 KT는 5G 상용화를 앞두고 SKT와 LGU+로부터 이용대가를 받고 자신이 소유하고 있는 필수설비를 이들과 공동 사용하는 것에 합의하였다.

본 연구는 시장에서 지배적인 기업과 시장지배력이 미미한 신규기업 사이의 경쟁을 살펴본다는 측면에서 von Ungern-Sternberg(1996), Dobson and Waterson(1997), Chen (2003), Erutku(2005) 등의 연구와 관련된다. 그러나 상품시장에서의 지배력 차이에 집중한 이들 연구와 달리, 본고는 상품시장에서의 지배력뿐 아니라 생산재 시장 내 필수설비 보유기업이 가지는 독점력을 고려하였다는 점에서 이들 연구와 차별성을 가진다.

한편, 필수설비에 대한 전략적인 활용을 분석했다는 측면에서 본고는 최충규(2003), 도현재·서정규(2006), Weisman(1995)는 밀접한 관련이 있다. 최충규(2003)는 필수설비를 필요로 하는 차별화된 상품시장에서 베르트랑(Bertrand) 가격경쟁이 진행되는 경우를 분석하였다. 이 경우 필수설비 보유기업이 부과하는 접속료는 상품의 차별화 정도 및 각 기업의 시장지배력 등에 의해 결정됨을 보였다. 도현재·서정규(2006)는 필수설비를 이용하는 두 기업이 꾸르노(Cournot) 수량경쟁을 하는 시장을 분석하였으며, 이때 설비보유 기업이 시설이용량을 제한하는 방식의 불공정행위를 저지를 수 있음을 보였다. Weisman(1995)은 상품시장에서 가격 선도기업과 추종기업이 존재하는 구조를 상정한다는 점에서 본 연구와 유사하나, 필수설비를 제공하는 기업이 여럿 존재한다고 가정하여 필수설비 시장에서의 경쟁구조가 상품시장에 미치는 영향을 분석하였다. 이들 연구는 본고와는 다소 상이한 시장구조와 경쟁방식을 상정하고 있으며, 규제를 행하는 정부와 설비보유기업 사이에 비대칭적 정보가 없다는 점에서 본 연구와 차이를 보인다.<sup>7)</sup>

또한, 과점시장에서 경쟁을 하고 있는 기업과 사회후생을 극대화하고자 하는 정부 사이에 정보 전달이 있다는 점에서 본 연구는 Crawford and Sobel (1982)을 비롯한 여러 연구들과도 관련이 있다. Crawford and Sobel(1982)은 사적 정보를 지닌 정보전달자(sender)와 그가 제공하는 정보를 바탕으로 어떤 행동을 취하는 수신자(receiver)가 존재하는 상황에서 정보의 진위 여부를 검증할 수 없는 경우 정보전달자가 자신의 사적정보를 부분적으로만 공개하는 균형이 존재함을 보였다. 이후 이들의 연구는 여러 방향으로 확장되었다. 예를 들면 Melumad and Shibano(1991)는 정보전달자가 제공하는 정보의 진위에 대한 검증가능성 여부에 따라 균형이 어떻게 달라지는가를 보였다. 그리고 Farrell and Gibbons(1989)와 Goltsman and Pavlov(2011)은 Crawford and Sobel(1982)

7) 이 외에 김희수 외(2001)와 이종화 외(2003) 등은 국내외에서 필수설비를 소유하고 있는 기업들이 시장지배력을 남용해온 사례와 이를 방지하기 위한 정부의 규제조치 및 판례 등을 제시하였다.

의 모형을 한 명의 정보전달자와 서로 전략적으로 연관되어 있지 않는 다수의 수신자가 있는 상황으로 확장하였고, Cho(2019)는 서로 전략적으로 연관되어 있는 다수의 수신자가 있는 상황으로 확장하였다.<sup>8)</sup> 이에 반해 본 연구는 한 명의 정보전달자와 한 명의 수신자를 고려하고 있지만, 이들 외에 다른 경제주체(가격 수용자로 행동하는 기업)가 존재하여 수신자의 보수가 이러한 경제주체와의 전략적 상호관계를 통해 결정된다는 점에서 이전의 연구들과 차별성을 가진다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 분석을 위한 기본모형을 제시하고 사회후생을 극대화하기 위한 정부/기업들의 결정을 분석한다. 제3장에서는 정부의 가격규제가 없을 때 독점시장과 비대칭적 복점시장에서의 사회후생을 도출해서 비교하였다. 제4장과 제5장에서는 정부가 가격규제를 시행하는 경우를 분석한다. 제4장은 정보의 비대칭성이 없는 경우, 제5장은 정보의 비대칭성이 있는 경우를 상정하여 각각 균형전략을 도출하고 사회후생은 어떻게 변하는지 살펴보았다. 제6장에서는 앞에서의 논의를 요약하며 결론을 제시한다.

## II. 기본모형

본 연구에서는 다음과 같은 천연가스시장을 고려한다. 천연가스의 가격을  $p$ 라 할 때, 천연가스의 시장수요(market demand)은 다음과 같이 주어진다.<sup>9)</sup>

$$Q = a - p \tag{1}$$

이러한 천연가스의 수요는 가격수용자(price taker)로 행동하는 천연가스 소비자들의 의사결정으로부터 도출되며, 이들의 편익이나 행태는 대표적 소비자(representative consumer)를 통해 나타낼 수 있다. 즉, 경제 내의 소비자들이 천연가스를  $Q$ 만큼 소비할

8) Cho(2019)는 한 명의 정보전달자와 한 명의 수신자 사이의 정보전달 상황도 살펴보았으나 여기서는 푸르노 경쟁을 하는 기업들의 결합이윤을 극대화하는 투자자를 정보수신자로 고려하고 있는 반면, 본 연구에서는 소비자 잉여를 포함한 사회후생을 극대화하는 정부를 정보수신자로 고려하고 있다는 점에서 차이가 있다.

9) 즉, 천연가스에 대한 시장수요는 기울기가 -1인 선형수요곡선(linear demand curve)으로 주어진다. 여기서 수요곡선의 기울기가 -1로 주어져 있는 것은 천연가스의 단위(unit) 조정을 통해 보다 일반화할 수 있다.



때 이들이 누리는 총편익(total benefit)은 다음과 같은 대표적 소비자의 총편익으로 나타난다:  $a > 0$ 에 대해,

$$v(Q) = aQ - \frac{1}{2}Q^2 \quad (2)$$

또한 천연가스의 가격이  $p$ 로 주어져 있을 때 천연가스를  $Q$ 만큼 소비하는 대표적 소비자의 순편익(net benefit) 또는 소비자잉여(consumer surplus)는

$$CS(Q; p) = v(Q) - pQ = aQ - \frac{1}{2}Q^2 - pQ \quad (3)$$

로 나타난다. 식 (1)의 천연가스에 대한 시장수요는 대표적 소비자가 천연가스의 가격  $p$ 를 주어진 것으로 간주하고 식 (3)의  $CS(Q; p)$ 를 극대화한 것으로 이해할 수 있다. 식 (1)의 수요함수는  $p = a - Q$ 와 같이 시장 역수요곡선(inverse demand curve)으로 표현할 수도 있다.

이러한 시장에서 천연가스는 기업 1과 기업 2에 의해 공급된다. 기업 1은 천연가스를 소비자들에게 공급하기 위한 필수설비(essential facilities)를 가지고 있으며 상황에 따라 천연가스의 가격을 결정할 수 있는 가격설정자(price setter)로 행동할 수 있다. 반면, 기업 2는 시장가격을 주어진 것으로 간주하고 의사결정을 하는 가격수용자로 행동한다. 이는 시장에는 시장지배력을 지닌 기업 1과 시장지배력이 미미하여 가격수용자로 행동하는 다수의 기업들이 존재하고 있으며, 기업 2는 가격수용자로 행동하는 다수의 기업들의 이윤이나 의사결정을 대표하는 대표적 기업(representative firm)으로 이해할 수 있다. 각 기업  $i$ 의 천연가스 생산량이  $q_i$ 일 때 기업  $i$ 가 천연가스를 생산하는 비용은,  $c_i > 0$ 에 대해  $C_i(q_i) = (1/2)c_i q_i^2$ 로 주어져 있다. 또한, 기업 1과 기업 2가 생산한 천연가스를 소비자에게 공급하기 위해서는 기업 1의 필수설비(배관망 등)를 이용해야 하며, 기업 1이 천연가스를 소비자에게 공급하기 위한 필수설비를 운용하는 데 들어가는 비용은,  $\theta > 0$ 에 대해  $C_\theta(q_1 + q_2) = \theta(q_1 + q_2)$ 로 주어져 있다. 여기서  $\theta(q_1 + q_2)$ 는 필수설비

운용의 가변비용(variable cost)이다.<sup>10)</sup> 앞으로 고려한 여러 상황에서 균형이 내부해(interior solution)로 나타나도록 하기 위해  $0 < \theta < a$ 가 만족된다고 가정하자. 그리고 기업 1은 기업 2로부터 자신이 운용하고 있는 필수설비를 이용하는 대가로 필수설비 접속료를 받을 수 있으며, 천연가스 1단위당 필수설비 접속료를  $r$ 이라 하자.

각 기업  $i$ 의 천연가스 생산량이  $q_i$ 이고 천연가스 가격이  $p$ 이고 필수설비 접속료가  $r$ 로 주어져 있을 때 각 기업  $i$ 의 이윤  $\pi_i$ 는 다음과 같이 나타난다:

$$\pi_1(q_1, q_2; p, r) = pq_1 + rq_2 - \frac{1}{2}c_1q_1^2 - \theta(q_1 + q_2) \quad (4)$$

$$\pi_2(q_2; p, r) = pq_2 - rq_2 - \frac{1}{2}c_2q_2^2 \quad (5)$$

천연가스시장에 경쟁이 도입될 때 기업 1이 필수설비 접속료를 결정할 수 있지만 이용량에 제약을 가할 수는 없다고 가정한다. 즉, 기업 2는 자신이 원하기만 한다면 주어진 접속료를 내고 기업 1의 필수설비를 얼마든지 이용할 수 있다.

본 연구에서는 천연가스시장에 경쟁도입이나 가격규제 등이 사회후생(social welfare)에 어떻게 영향을 미치는가를 살펴볼 것이다. 여기서 사회후생  $SW$ 은 소비자잉여와 기업들의 이윤의 합으로 정의한다. 기업들과 소비자들이 천연가스의 가격을 통해 주고 받는 금액이나 기업 1과 기업 2가 필수설비 접속료를 통해 주고 받는 금액은 서로 상쇄되므로 사회후생은 천연가스의 소비로부터 소비자들이 누리는 총편익에서 천연가스를 생산/공급하는 데 들어가는 비용을 차감한 것과 같다. 즉, 사회후생은 다음과 같이 나타낼 수 있다:

10) 본고에서는 경쟁도입 정책 아래서 사회후생의 분석에 집중하기 위해, 필수설비의 고정비용이 충분히 작아 기업 1이 시장에서 이탈하지 않는다고 가정한다. 이 경우 고정비용이 분석에서 아무런 역할을 하지 않으므로, 고정비용을 0으로 정규화하여 분석을 진행하였다.

$$\begin{aligned}
 SW(q_1, q_2) &= CS(q_1 + q_2; p) + \pi_1(q_1, q_2; p, r) + \pi_2(q_2; p, r) & (6) \\
 &= v(q_1 + q_2) - C_1(q_1) - C_2(q_2) - C_\theta(q_1 + q_2) \\
 &= \left( a(q_1 + q_2) - \frac{1}{2}(q_1 + q_2)^2 \right) - \frac{1}{2}c_1q_1^2 - \frac{1}{2}c_2q_2^2 - \theta(q_1 + q_2)
 \end{aligned}$$

여기서 사회후생은 천연가스의 가격  $p$ 와 필수설비 접속료  $r$ 에는 영향을 받지 않고 오직 각 기업  $i$ 의 생산량  $q_i$ 에 의해서만 결정되는 것을 확인할 수 있다.

본격적인 분석에 들어가기에 앞서 위와 같이 주어진 상황에서 사회후생을 극대화하는 천연가스 생산량  $(q_1^*, q_2^*)$ 이 어떻게 결정되는가를 살펴보자. 이는 식 (6)을 극대화하는 문제에 대해 다음과 같은 제1계 필요조건(the first order necessary conditions)으로부터 도출할 수 있다:<sup>11)</sup>

$$\frac{dSW(q_1, q_2)}{dq_1} = a - q_1 - q_2 - c_1q_1 - \theta = 0 \quad (7)$$

$$\frac{dSW(q_1, q_2)}{dq_2} = a - q_1 - q_2 - c_2q_2 - \theta = 0 \quad (8)$$

이로부터 사회후생을 극대화하는 기업들의 천연가스 생산량을 도출하면 다음과 같다:

$$q_1^* = \frac{c_2(a - \theta)}{c_1 + c_2 + c_1c_2}, \quad q_2^* = \frac{c_1(a - \theta)}{c_1 + c_2 + c_1c_2} \quad (9)$$

또한, 시장 전체의 천연가스 소비량은 다음과 같이 나타난다:

11) 다음에서 도출되는 생산량  $(q_1^*, q_2^*)$ 가 극대화문제의 해가 되는 것을 확인하기 위해서는 제2계 충분조건(the second order sufficient condition)이 성립하는 것을 보여야 한다. 사실 주어진 극대화문제에 대해 제2계 충분조건이 성립하는 것은 쉽게 확인할 수 있다. 그러나 여기서는 균형의 특성에 초점을 맞추기 위해 이에 대한 자세한 논의는 생략한다. 이는 이후에 다룰 여러 다른 극대화문제에 대해서도 마찬가지이다.

$$Q^* = q_1^* + q_2^* = \frac{(c_1 + c_2)(a - \theta)}{c_1 + c_2 + c_1c_2} \quad (10)$$

그리고,  $(q_1^*, q_2^*)$ 를 식 (6)에 대입하여 정리하면 극대화된 사회후생은

$$SW^* = \frac{(c_1 + c_2)(a - \theta)^2}{2(c_1 + c_2 + c_1c_2)} \quad (11)$$

로 결정된다.

### III. 가격규제가 없는 상황에서의 균형

여기서는 천연가스시장에서 정부가 가격에 대한 규제를 시행하지 않는 상황에서 경쟁도입의 효과를 살펴보도록 하자. 천연가스시장에 경쟁이 도입되지 않는 상황은 천연가스의 공급이 기업 1에 의해 독점적으로 이루어지는 상황을 의미한다. 또한, 천연가스 시장에 경쟁이 도입되는 경우는 기업 1과 더불어 기업 2가 천연가스를 공급하는 상황으로 이해할 수 있다.

#### 1. 독점 상황에서의 균형

우선 천연가스시장에서 기업 1이 독점적으로 공급을 담당하는 경우를 살펴보자. 이 경우 기업 2는 천연가스를 생산하지 못하므로, 천연가스의 시장공급량  $Q$ 은 기업 1의 공급량  $q_1$ 이 되며 이는 기업 1의 독점이윤을 극대화하는 문제로부터 도출할 수 있다. 즉, 천연가스에 대한 시장수요가  $p = a - Q$ 로 주어질 때, 독점기업인 기업 1의 이윤극대화 문제는 다음과 같이 나타난다:

$$\max_{q_1} \pi_1 = (a - q_1)q_1 - \frac{1}{2}c_1q_1^2 - \theta q_1 \quad (12)$$

이에 대한 제1계 필요조건으로부터 기업 1의 이윤을 극대화하는 생산량  $q_1^\dagger$ 을 도출하면 다음과 같다:

$$q_1^\dagger = \frac{a - \theta}{c_1 + 2} \quad (13)$$

그리고 천연가스의 시장생산량  $Q^\dagger$ 과 시장가격  $p^\dagger$ 은 다음과 같이 결정된다.

$$Q^\dagger = q^\dagger = \frac{a - \theta}{c_1 + 2}, \quad p^\dagger = a - Q^\dagger = \frac{a + ac_1 + \theta}{c_1 + 2} \quad (14)$$

이를 식 (4)와 (3)에 대입하면, 균형에서 기업 1의 이윤  $\pi_1^\dagger$ 는

$$\pi_1^\dagger = \frac{(a - \theta)^2}{2(c_1 + 2)} \quad (15)$$

로 나타나며 소비자잉여  $CS^\dagger$ 는

$$CS^\dagger = \frac{(a - \theta)^2}{2(c_1 + 2)^2} \quad (16)$$

로 나타난다. 또한, 균형에서 사회후생  $SW^\dagger$ 는 다음과 같이 나타난다:

$$SW^\dagger = CS^\dagger + \pi_1^\dagger = \frac{(c_1 + 3)(a - \theta)^2}{2(c_1 + 2)^2} \quad (17)$$

이를 식(11)과 비교하면  $SW^\dagger < SW^*$ 가 성립하는 것은 쉽게 확인할 수 있으며, 이와 같이 독점 아래 사회후생 측면에서 비효율이 나타나는 것은 잘 알려진 사실이다.

## 2. 경쟁도입 후의 균형

이제 기업 1뿐만 아니라 기업 2도 천연가스를 공급할 수 있는 상황을 고려해보자. 기업 2는 소비자에게 천연가스를 공급하기 위하여 기업 1의 필수설비를 이용해야만 하며, 이에 대한 대가로 천연가스 1단위당  $r$ 을 필수설비 접속료로 기업 1에게 지불해야 한다. 이때 기업 1은 시장지배력을 갖고 천연가스의 가격  $p$ 와 필수설비 접속료  $r$ 을 설정할 수 있으며, 기업 2는 기업 1이 설정한  $p$ 와  $r$ 을 주어진 것으로 간주하고 의사결정을 한다. 기업 1이 천연가스의 가격과 필수설비 접속료를 각각  $p$ 와  $r$ 로 설정하였을 때, 기업 2의 이윤극대화문제는 다음과 같이 나타난다:

$$\max_{q_2} \pi_2 = pq_2 - rq_2 - \frac{1}{2}c_2q_2^2 \quad (18)$$

이에 대한 제1계 필요조건으로부터 주어진  $(p, r)$  아래 기업 2의 천연가스 공급량  $q_2$ 는 다음과 같이 결정되는 것을 알 수 있다.

$$q_2 = \frac{p-r}{c_2} \quad (19)$$

기업 1은 자신이 천연가스의 가격과 필수설비의 접속료를  $(p, r)$ 로 결정하면, 기업 2는 자신의 천연가스 공급량  $q_2$ 를 식 (19)에서와 같이 결정하고, 소비자의 천연가스 소비량은  $Q = q_1 + q_2 = a - p$ 로 결정되는 것을 알고 있다. 따라서 이때 기업 1이 소비자에게 공급할 수 있는 천연가스의 양은

$$q_1 = Q - q_2 = a - p - \frac{p-r}{c_2} \quad (20)$$

이다. 이를 식 (4)에 대입하면 기업 1의 이윤은 다음과 같이  $p$ 와  $r$ 의 함수로 나타낼 수 있다:

$$\begin{aligned}
 \pi_1 &= pq_1 + rq_2 - \frac{1}{2}c_1q_1^2 - \theta(q_1 + q_2) \\
 &= p\left(a - p - \frac{1}{c_2}(p - r)\right) + r\left(\frac{1}{c_2}(p - r)\right) - \frac{1}{2}c_1\left(a - \frac{1}{c_2}(p - r) - p\right)^2 \\
 &\quad - \theta\left(\left(a - p - \frac{1}{c_2}(p - r)\right) + \left(\frac{1}{c_2}(p - r)\right)\right)
 \end{aligned} \tag{21}$$

이를  $p$ 와  $r$ 에 대해 극대화하는 문제의 제1계 필요조건은 다음과 같다:

$$\begin{aligned}
 \frac{d\pi_1}{dp} &= \frac{1}{c_2^2}(rc_1 - 2pc_2 - pc_1 + 2rc_2 + ac_2^2 - 2pc_2^2 \\
 &\quad + \theta c_2^2 + ac_1c_2^2 - pc_1c_2^2 + ac_1c_2 - 2pc_1c_2 + rc_1c_2) = 0
 \end{aligned} \tag{22}$$

$$\frac{d\pi_1}{dr} = \frac{1}{c_2^2}(pc_1 + 2pc_2 - rc_1 - 2rc_2 - ac_1c_2 + pc_1c_2) = 0 \tag{23}$$

이를 연립하여 풀면, 가격설정자인 기업 1은 자신의 이윤을 극대화하기 위하여 천연가스의 가격  $p^\ddagger$ 와 필수설비 접속료  $r^\ddagger$ 를 다음과 같이 결정하는 것을 알 수 있다:

$$p^\ddagger = \frac{(c_1 + 2c_2)(a + \theta) + 2ac_1c_2}{2(c_1 + 2c_2 + c_1c_2)} \tag{24}$$

$$r^\ddagger = \frac{a + \theta}{2} \tag{25}$$

또한, 이를 식 (19)와 (20)에 대입하면, 균형에서 기업 1과 기업 2의 천연가스 생산량  $q_1^\ddagger$ 와  $q_2^\ddagger$ 는

$$q_1^\ddagger = \frac{c_2(a-\theta)}{c_1+2c_2+c_1c_2}, \quad q_2^\ddagger = \frac{c_1(a-\theta)}{2(c_1+2c_2+c_1c_2)} \quad (26)$$

로 결정되며, 시장 전체의 천연가스 공급량은

$$Q^\ddagger = q_1^\ddagger + q_2^\ddagger = \frac{(c_1+2c_2)(a-\theta)}{2(c_1+2c_2+c_1c_2)} \quad (27)$$

로 결정되는 것을 확인할 수 있다.

앞서 도출한 천연가스 가격 및 필수설비 접속료 ( $p^\ddagger, r^\ddagger$ )와 기업 1과 기업 2의 생산량 ( $q_1^\ddagger, q_2^\ddagger$ )을 (4)와 (5)와 (3)에 대입하면, 균형에서 기업 1과 기업 2의 이윤은

$$\pi_1^\ddagger = \frac{(c_1+2c_2)(a-\theta)^2}{4(c_1+2c_2+c_1c_2)} \quad (28)$$

$$\pi_2^\ddagger = \frac{c_1^2c_2(a-\theta)^2}{8(c_1+2c_2+c_1c_2)^2} \quad (29)$$

로 나타나며 소비자잉여는

$$CS^\ddagger = \frac{(c_1+2c_2)^2(a-\theta)^2}{8(c_1+2c_2+c_1c_2)^2} \quad (30)$$

가 되는 것을 확인할 수 있다. 또한 균형에서의 사회후생은 다음과 같다:

$$SW^\ddagger = CS^\ddagger + \pi_1^\ddagger + \pi_2^\ddagger = \frac{(4c_1c_2^2 + 3c_1^2c_2 + 3c_1^2 + 12c_2^2 + 12c_1c_2)(a-\theta)^2}{8(c_1+2c_2+c_1c_2)^2} \quad (31)$$



정리 1은 독점시장에 경쟁이 도입되는 경우 기업의 이윤과 소비자잉여 그리고 사회후생이 어떻게 변화하는가를 보여준다.

**정리 1** 가격규제가 없는 상황 아래 경쟁이 도입되면 천연가스를 생산하는 기업들의 이윤과 소비자잉여는 증가한다. 또한 천연가스시장의 경쟁도입은 사회후생을 증가시킨다. 즉, 다음이 성립한다: (i)  $\pi_1^\dagger < \pi_1^\ddagger$ , (ii)  $0 < \pi_2^\ddagger$ , (iii)  $CS^\dagger < CS^\ddagger$  (iv)  $SW^\dagger < SW^\ddagger$ .

증명. 이는 앞에서 도출한 경쟁도입 이전(상첨자 †로 표현)과 경쟁도입 이후(상첨자 ‡로 표현)의 각 기업  $i$ 의 이윤  $\pi_i$ 과 소비자잉여  $CS$ 와 사회후생  $SW$ 를 직접 비교하여 확인할 수 있다. (i)에 대해서는 다음이 성립한다:

$$\pi_1^\dagger - \pi_1^\ddagger = -\frac{c_1^2(a-\theta)^2}{4(c_1+2)(c_1+2c_2+c_1c_2)} < 0 \quad (32)$$

(ii)는 경쟁이 도입되지 않는 경우 기업 2는 시장에 참여하지 못해 이윤이  $\pi_2^\dagger = 0$ 이고, 식 (29)로부터 경쟁이 도입되는 경우 기업 2의 이윤은  $\pi_2^\ddagger > 0$ 을 만족하기 때문이다. (iii)에 대해서는 다음이 성립한다:

$$CS^\dagger - CS^\ddagger = -\frac{c_1^2(4c_1+8c_2+c_1^2+4c_1c_2)(a-\theta)^2}{8(c_1+2)^2(c_1+2c_1+c_1c_2)^2} < 0 \quad (33)$$

끝으로 (iv)에 대해서는

$$SW^\dagger - SW^\ddagger = -\frac{c_1^2(8c_1+20c_2+3c_1^2c_2+3c_1^2+16c_1c_2)(a-\theta)^2}{8(c_1+2)^2(c_1+2c_2+c_1c_2)^2} < 0 \quad (34)$$

이 성립한다. ■

정리 1은 천연가스시장에 경쟁이 도입되면 소비자와 새로 시장에 참여하는 기업 2뿐만 아니라 원래 천연가스를 독점 공급하던 기업 1에게도 이득이 된다는 것을 말한다. 사실 기업 2의 시장진입이 허용되었다 하더라도 기업 1은 필수설비 접속료를 매우 높게 설정하여 기업 2의 천연가스 공급을 막고 경쟁이 도입되기 이전의 독점이윤을 누리는 것도 가능하다. 그러나 기업 1이 그렇게 하지 않는 것은 기업 2로 하여금 천연가스 공급을 어느 정도 공급하도록 하는 것이 기업 1에게 더 높은 이윤을 가져다주기 때문이다. 즉, 기업 2의 시장 진입이 허용되면 기업 1은 기업 2로 하여금 천연가스를 어느 정도 공급하도록 용인하고 필수설비의 접속료를 통해 기업 2가 생산하는 천연가스로부터 발생하는 잉여 중 상당부분을 자신의 이윤으로 가져오려 한다. 이 과정에서 시장 전체의 천연가스 공급량  $Q$ 는 증가하고 천연가스의 시장가격  $p$ 는 하락하게 된다. 즉,  $Q^\dagger < Q^\ddagger$ 와  $p^\dagger > p^\ddagger$ 가 성립하여, 경쟁도입 후 소비자의 후생이 증가하게 된다. 물론 이와 같은 천연가스의 시장가격  $p$ 의 하락은 기업 1의 이윤에 부정적인 방향으로 작용한다. 그러나 기업 1은 기업 2로부터의 필수설비 접속료를 통해 이러한 부정적 영향을 상쇄하고 남을 만큼의 추가적인 이윤을 얻을 수 있어 결과적으로 기업 1의 이윤은 증가하게 되는 것이다.<sup>12)</sup>

#### IV. 가격규제 아래서의 균형

지금까지는 기업 1이 천연가스의 가격이나 필수설비 접속료를 직접 결정하며, 정부는 이러한 가격 설정에 대해 아무런 역할을 하지 못하는 상황을 살펴보았다. 이 경우 기업 1은 자신의 이윤을 극대화하는 방향으로 천연가스 가격과 필수설비 접속료를 결정하여 사회후생의 손실을 가져왔다. 이에 여기서는 정부가 사회후생을 개선하기 위해 천연가스 가격 및 필수설비 접속료를 규제하는 상황을 살펴보도록 한다.

##### 1. 독점 상황에서의 균형

우선 천연가스시장에 경쟁이 도입되지 않은 상황에서 정부가 천연가스 가격  $p$ 를 규제

12) 이상의 논의로부터 경쟁 도입 후 소비자잉여와 기업 1의 이윤이 증가하는 것은 보다 일반적인 형태의 수요함수와 기업들의 비용함수를 고려하여도 성립한다는 것을 알 수 있다.

하는 상황을 살펴보자. 기업 1만이 천연가스를 공급하고 있음을 전제로 하였을 때 사회 후생은 다음과 같이 나타난다.

$$\begin{aligned}
 SW(q_1) &= CS(q_1; p) + \pi_1(q_1, q_2; p, r) \\
 &= v(q_1) - C_1(q_1) - C_\theta(q_1) = \left(aq_1 - \frac{1}{2}q_1^2\right) - \frac{1}{2}c_1q_1^2 - \theta q_1
 \end{aligned}
 \tag{35}$$

이를 극대화하는 문제에 대한 제1계 필요조건으로부터 사회후생을 극대화하는 기업 1의 생산량  $q_1^o$ 과 시장공급량  $Q^o$ 은 다음과 같이 결정되는 것을 확인할 수 있다:

$$Q^o = q_1^o = \frac{a - \theta}{c_1 + 1}
 \tag{36}$$

이를 달성하기 위해서는 정부 천연가스의 가격  $p^o$ 를 수요곡선 위에서 다음과 같이 결정한다고 해보자:

$$p^o = a - q_1^o = \frac{\theta + ac_1}{c_1 + 1}
 \tag{37}$$

이러한 가격  $p^o$ 는 기업 1이 천연가스를  $q_1^o$ 만큼 공급할 때 기업 1의 한계비용과 같다.<sup>13)</sup> 정부가 이와 같이 천연가스의 가격  $p^o$ 를 결정하면, 기업 1은 이를 주어진 것으로 받아들이고 자신의 생산량  $q_1$ 을 선택할 수밖에 없다. 즉, 기업 1은  $\pi_1 = p^o q_1 - (1/2)c_1 q_1^2 - \theta q_1$ 를 극대화하는  $q_1$ 을 선택할 것이고, 이러한 생산량  $q_1^o$ 는 식 (36)가 되는 것은 쉽게 확인할

13) 이러한 가격규제는 기업 1로 하여금 천연가스의 가격을 자신의 한계비용보다 높게 설정하지 못하도록 규제하는 한계비용가격설정(marginal cost pricing)과 동일한 결과를 가져온다. 한계비용가격설정 아래서 기업 1은 천연가스의 가격을 자신의 한계비용보다 높게 가져갈 수 없으므로 기업 1이 취할 수 있는 천연가스의 가격  $p$ 는  $p = \max\{a - q_1, c_1 q_1 + \theta\}$ 로 나타나며, 이러한 한계비용가격설정의 규제 아래 이윤을 극대화하는 기업 1이 선택하는 천연가스 생산량  $q_1$ 은 식 (36)과 같다. 여기서는 논의의 편의를 위해 정부가 천연가스의 가격  $p^o$ 를 직접 설정하는 방식으로 규제하는 경우를 고려하도록 한다.

수 있다.

이러한 가격규제 아래서 기업 1의 이윤  $\pi_1^o$ 은

$$\pi_1^o = \frac{c_1(a-\theta)^2}{2(c_1+1)^2} \quad (38)$$

이며, 소비자잉여는

$$CS^o = \frac{(a-\theta)^2}{2(c_1+1)^2} \quad (39)$$

로 결정된다. 또한, 천연가스 가격이  $p^o$ 로 규제되었을 때 사회후생은 다음과 같이 결정된다:

$$SW^o = CS^o + \pi_1^o = \frac{(a-\theta)^2}{2(c_1+1)} \quad (40)$$

천연가스시장에서 기업 1에 의한 독점이 유지되고 있는 상황에서 정부가 위와 같이 기업의 한계비용에 맞춰 가격규제를 시행하면, 천연가스의 가격은 하락하고 생산량은 증가한다. 즉,  $p^\dagger > p^o$ 와  $Q^\dagger < Q^o$ 가 성립한다. 또한, 위와 같은 가격규제 아래 독점기업인 기업 1의 이윤은 감소하고 소비자잉여는 증가하며 사회후생은 증가한다. 즉,  $\pi_1^\dagger < \pi_1^o$ 와  $CS^\dagger < CS^o$ 와  $SW^\dagger < SW^o$ 가 성립한다.

## 2. 경쟁도입 후의 균형

다음으로 천연가스시장에 경쟁이 도입된 상황에서 정부가 사회후생을 극대화하기 위하여 천연가스 가격과 필수설비 접속료에 대한 규제를 시행하는 상황을 고려해보자. 이 경우 정부가 천연가스의 가격  $p$ 와 필수설비 접속료  $r$ 을 다음과 같이 설정한다고 해보자:

$$p^* = \frac{(c_1 + c_2)\theta + ac_1c_2}{c_1 + c_2 + c_1c_2} \quad (41)$$

$$r^* = \theta \quad (42)$$

천연가스 가격과 필수설비 접속료가 위와 같이 주어졌을 때, 기업 1과 기업 2는 이러한 가격들을 주어진 것으로 간주하고 생산량을 결정하는 가격수용자로 행동할 수밖에 없다. 주어진  $(p^*, r^*)$  아래 기업 1과 기업 2의 이윤극대화문제에 대한 제1계 필요조건은 다음과 같다:<sup>14)</sup>

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = p^* - \theta - c_1q_1 = 0 \quad (43)$$

$$\frac{d\pi_2}{dq_2} = p^* - r^* - c_2q_2 = 0 \quad (44)$$

제2장에서 도출한 사회후생을 극대화하는 기업 1과 기업 2의 생산량  $q_1^*$ 와  $q_2^*$ 가 이러한 조건들을 만족하는 유일한 생산량인 것은 쉽게 확인할 수 있다. 즉, 천연가스시장에 경쟁이 도입되어 기업 1과 기업 2가 모두 천연가스를 생산 공급하고 있을 때, 정부는 천연가스 가격과 필수설비 접속료를 적절하게 규제하여 사회후생을 극대화할 수 있다.

이와 같은 천연가스 가격 및 필수설비 접속료 규제를 통해 사회후생이 극대화되었을 때 기업 1의 이윤  $\pi_1$ 과 기업 2의 이윤  $\pi_2$ 는 다음과 같다:

$$\pi_1^* = \frac{c_1c_2^2(a - \theta)^2}{2(c_1 + c_2 + c_1c_2)^2} \quad (45)$$

14) 경쟁이 도입되면 기업 2는 주어진 필수설비 접속료를 지불하고 기업 1이 운영하는 필수설비를 제약 없이 이용할 수 있으므로 기업 1의 이윤을 극대화하는 데 있어  $q_2$ 는 기업 1의 입장에서 선택 가능한 변수가 아니다.

$$\pi_2^* = \frac{c_1^2 c_2 (a - \theta)^2}{2(c_1 + c_2 + c_1 c_2)^2} \quad (46)$$

또한, 이러한 규제 아래 소비자잉여  $CS^*$ 는

$$CS^* = \frac{(c_1 + c_2)^2 (a - \theta)^2}{2(c_1 + c_2 + c_1 c_2)^2} \quad (47)$$

이며, 극대화된 사회후생  $SW^*$ 는 식 (11)과 같이 결정된다.

정리2는 정부가 천연가스의 가격과 필수설비 접속료를 규제하는 상황에서 경쟁이 도입되는 경우 기업의 이윤과 소비자잉여와 사회후생이 어떻게 변화하는가를 보여준다.

**정리 2** 천연가스의 가격과 필수설비 접속료를 규제하는 상황 아래 경쟁이 도입되면 기업 1의 이윤은 감소하고 기업 2는 양(+)의 이윤을 누리며, 소비자잉여는 증가한다. 또한 천연가스시장의 경쟁도입은 사회후생을 증가시킨다. 즉, 다음이 성립한다: (i)  $\pi_1^o > \pi_1^*$ , (ii)  $0 < \pi_2^*$ , (iii)  $CS^o < CS^*$ , (iv)  $SW^o < SW^*$ .

증명. 이는 앞에서 도출한 경쟁도입 이전(상첨자 o로 표현)과 경쟁도입 이후(상첨자 \*로 표현)의 각 기업  $i$ 의 이윤  $\pi_i$ 와 소비자잉여  $CS$ 와 사회후생  $SW$ 를 직접 비교하여 확인할 수 있다. (i)에 대해서는 다음이 성립한다:

$$\pi_1^o - \pi_1^* = \frac{c_1^2 (c_1 + 2c_2 + 2c_1 c_2)(a - \theta)^2}{2(c_1 + 1)^2 (c_1 + c_2 + c_1 c_2)^2} > 0 \quad (48)$$

(ii)는 경쟁이 도입되지 않는 경우 기업 2는 시장에 참여하지 못해 이윤이  $\pi_2^o = 0$ 이고, 식 (46)으로부터 경쟁이 도입되는 경우 기업 2의 이윤은  $\pi_2^* > 0$ 를 만족하기 때문이다.

(iii)에 대해서는 다음이 성립한다:

$$CS^o - CS^* = -\frac{c_1^2(4c_1 + 8c_2 + c_1^2 + 4c_1c_2)(a - \theta)^2}{8(c_1 + 2)^2(c_1 + 2c_2 + c_1c_2)^2} < 0 \quad (49)$$

끝으로 (iv)에 대해서는

$$SW^o - SW^* = -\frac{c_1^2(8c_1 + 20c_2 + 3c_1^2c_2 + 3c_1^2 + 16c_1c_2)(a - \theta)^2}{8(c_1 + 2)^2(c_1 + 2c_2 + c_1c_2)^2} < 0 \quad (50)$$

이 성립한다. ■

앞서 정부의 가격규제가 없는 상황과 마찬가지로, 기업 2가 가스시장에 새로 진입하면 시장의 천연가스 공급량은 증가하고 천연가스의 시장가격은 하락한다. 즉,  $Q^o < Q^*$ 와  $p^o > p^*$ 가 성립하므로, 경쟁도입 후 소비자의 후생은 증가한다.

그러나 앞서와 다르게 가격규제가 있는 상황에서 경쟁이 도입되면 기업 1의 이윤은 감소하게 된다. 이는 경쟁도입으로 인해 천연가스 가격이 하락하고 기업 1의 생산량은 감소하여 천연가스 생산으로부터 기업 1이 얻는 이윤은 감소하는 반면, 필수설비 접속료에 대한 규제로 인해 기업 2가 생산하는 천연가스로부터 발생하는 잉여를 자신의 이윤으로 가져올 수 없기 때문이다.<sup>15)</sup>

## V. 필수설비 비용에 대한 정보의 비대칭성

독점적 지배력을 지닌 기업이 존재하는 천연가스시장에서 정부가 가격규제를 통해 바람직한 수준의 천연가스 공급이 이루어지도록 유도하기 위해서는 기업들의 비용에 대한 정보를 정확히 파악하고 있어야 한다. 만약 정부가 기업의 비용에 대한 정보를 정확

15) 규제 아래 필수설비 접속료가  $r^* = \theta$ 로 주어지면, 기업 1은 기업 2에게 필수설비의 이용을 허용하여 얻는 순편익은 0이 된다. 만약 정부가 천연가스의 가격을  $p^*$ 로 규제하고 필수설비 접속료  $r$ 는 기업 1이 자유롭게 결정하도록 하면, 기업 1은  $r$ 을  $r^* = \theta$ 보다 높게 설정하여 기업 2가 생산하는 천연가스로부터 발생하는 잉여 중 일부를 자신의 이윤으로 가져올 수 있다. 이 경우 기업 1은 경쟁이 도입되기 이전보다 더 높은 이윤을 누리는 것이 가능하다.

히 파악할 수 없다면, 앞서와 같이 천연가스의 가격과 필수설비 접속료를 설정하는 것이 불가능하다. 여기서는 정부가 기업 1의 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 를 정확히 파악할 수 없는 상황을 고려한다. 즉, 천연가스 가격과 필수설비 접속료를 결정하기에 앞서 기업 1로 하여금 이에 대한 정보를 제공하도록 하는 경우 균형이 어떻게 이루어지는가를 살펴보도록 한다.

이를 위해 기업의 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 가 구간  $[0, \bar{\theta}]$  위에서 연속적으로 정의된 확률분포에 따라 실현된다고 가정하자. 단,  $\bar{\theta}$ 는  $0 < \bar{\theta} < a$ 를 만족한다. 표기의 편의를 위해  $\theta$ 의 평균을  $E_{\theta} = \mathbb{E}[\theta]$ 라 하자.  $\theta$ 가 어떻게 실현되었는가는 기업 1에게만 알려진 사적정보(private information)이며, 이의 분포는 모든 경제주체에게 알려져 있다.

이러한 상황에서 기업들과 정부의 의사결정은 다음과 같이 이루어진다.

제1단계: 기업 1이 자신의 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 를 관찰하고, 이에 대한 메시지 (message)  $m \in [0, \bar{\theta}]$ 를 보낸다.

제2단계: 정부는 메시지  $m$ 을 관찰하고  $\theta$ 에 대한 기대를 형성한 후 필수설비 접속료  $r$ 을 결정한다.

제3단계:  $r$ 이 결정된 후  $\theta$ 가 어떻게 실현되었는지가 알려지고, 이후 정부는 천연가스 가격  $p$ 를 결정한다.

제4단계: 기업 1과 기업 2는 각자의 천연가스 생산량  $q_1$ 과  $q_2$ 를 동시에 결정한다.

여기서 정부는 필수설비 접속료  $r$ 과 천연가스의 가격  $p$ 를 순차적으로 선택하며 그 사이에 정부는 기업 1의 필수설비 운용비용  $\theta$ 를 파악할 수 있다고 가정하였다.<sup>16)</sup> 만약 정부가 필수설비의 운용비용  $\theta$ 를 파악하지 못한 상태에서 천연가스의 가격  $p$ 를 결정한다면, 소비자들과 기업들이  $r$ 과  $p$ 를 주어진 것으로 받아들이고 의사결정을 하므로  $\theta$ 가 어

16) 천연가스시장에서 경쟁이 본격적으로 도입되면 필수설비 접속료는 한국가스공사와 경쟁기업들의 협상에 따라 결정될 가능성이 큰 반면, 천연가스 가격은 소비자 편익이나 수급상황 등을 고려하여 정부의 승인을 거쳐 결정되는 등 각각 다른 절차를 거쳐 규제될 가능성이 크다. 이처럼 필수설비 접속료와 천연가스 가격에 대한 정부의 규제 과정과 절차에는 차이가 있기 때문에 본고에서는 이들이 동시에 결정된다고 가정하는 대신 순차적으로 결정된다고 가정하였다. 한편,  $r$ 에 대한 정부의 규제는 기업들 간의 협상을 거쳐 일정기간 동안 접속료를 고정한 형태로 이루어질 가능성이 높기 때문에, 이 경우 불확실성이 제거되더라도 일정 기간 동안 정부가  $r$ 을 조정하기는 쉽지 않을 것이다. 이를 반영하여 본고에서는  $\theta$ 가 실현되기 전에  $r$ 이 결정되며 이 가격은 재조정되지 않는다고 가정하였다.



떻게 실현되었는가에 따라 사후적으로 수급불균형이 나타날 수 있다. 그러나 본고에서는 천연가스시장의 수급불균형은 현실적으로 정부가 가격조정을 통해 해소할 수 있으며, 실제 천연가스시장의 수급불균형 해소가 정부 관계부처의 중요한 정책 관심 사안이라는 점을 고려하였다. 즉, 천연가스의 수급불균형은 쉽게 관찰할 수 있으며, 수급불균형이 나타나는 경우 가격규제를 하는 정부에게 그 책임이 돌아갈 가능성이 높기 때문에 정부가 천연가스의 가격  $p$ 를 결정할 때에는 필수설비의 운용비용  $\theta$ 를 파악하여 수급불균형 해소를 우선적으로 고려한다고 가정하였다.<sup>17)</sup> 이 경우 정부는 천연가스의 가격  $p$ 에 따라 소비자들과 기업들이 어떤 선택을 할 것인지를 정확히 예측할 수 있으므로, 적절한  $p$ 의 선택을 통해 사후적으로 천연가스시장에서 수급불균형이 나타나지 않도록 할 수 있다.<sup>18)</sup> 또한 이러한 가정은 분석의 용이성(tractability)을 보장하기도 한다.

정부와 기업들의 의사결정이 이와 같이 이루어질 때 각 단계에서 각 기업  $i$ 는 각자의 이윤  $\pi_i$ 를 극대화하는 것을 목적으로 한다. 반면, 정부는 제3단계에서 천연가스 가격  $p$ 를 결정할 때 앞서 설명한 것과 같이 실현된  $\theta$  아래에서 천연가스시장의 수요와 공급을 일치시키는 것을 목적으로 한다.<sup>19)</sup> 이를 바탕으로 정부는 제2단계에서 필수설비의 접속료  $r$ 를 결정할 때 사회후생  $SW$ 를 극대화하는 것을 목표로 한다. 이와 같은 의사결정 과정은 *베이지안 게임(Bayesian game)*으로 이해할 수 있다.

기업 1의 전략(strategy)은 제1단계에서 보내는 메시지에 관한 전략  $\mu(\theta)$ 와 제4단계에서 선택하는 생산량  $\sigma_1(p, r, \theta)$ 로 구성된다. 여기서  $\mu(\theta)$ 는 기업 1이  $\theta$ 를 관찰하였을 때 발송하는 메시지를 의미한다. 기업 1은 이러한 메시지를 확률적으로 보내는 것이 가능하며, 이 경우  $\mu(\theta)$ 는  $[0, \bar{\theta}]$  위의 확률변수(random variable)가 된다.<sup>20)</sup> 즉,  $\mu(\theta)$  하에서 메시지  $m$ 이 보내질 수 있다는 것은  $m$ 이  $\mu(\theta)$ 의 지지역(support)에 포함된다는 것(즉,

17) 수급불균형이 발생하는 경우 정부는 필수설비 접속료  $r$ 의 재조정을 통해 천연가스시장의 수급불균형을 해소할 수도 있으나, 필수설비 접속료 보다는 천연가스의 가격을 재조정하여 수급불균형을 해소할 것이라고 보는 것이 보다 현실적으로 보인다.

18) 정부가  $\theta$ 를 파악한 상황에서  $r$ 과  $p$ 를 결정하여 사후적으로 천연가스시장에서 수급불균형이 나타나지 않도록 할 수도 있다. 그러나 이 경우 정부와 기업 1 사이에 존재하는 정보의 비대칭성은 더 이상 존재하지 않으므로 본고에서 고려하는 천연가스시장 모형과는 직접적인 연관성이 없다.

19) 제2단계에서는 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 를 정확하게 파악할 수 없으므로 사후적으로 시장의 수급 불균형을 완전하게 해소하는 필수설비 접속료  $r$ 를 결정하는 것이 불가능하다.

20) 이는 기업 1에게 자신이 지닌 정보 아래 취할 수 있는 행동들을 확률적으로 결정하는 행동전략(behavioral strategy)이 허용되어 있음을 의미한다.

$m \in \text{supp}(\mu(\theta))$ 을 의미하며, 이는 자신의 필수설비 운용의 한계비용이  $m$ 이라고 말하는 것으로 이해할 수 있다. 이 메시지  $m$ 은 실제 실현된 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 와 같을 필요가 없으며, 정부는 이 메시지가 참인지 거짓인지 제3단계가 되어야 알 수 있다. 이 가정은 정부가 기업 1가 발송한 메시지의 진위 여부를 파악하는 데 어느 정도 시간이 필요하다는 것으로 이해할 수 있다.<sup>21)</sup> 한편,  $\sigma_1(p, r, \theta)$ 는 천연가스 가격과 필수설비 접속료가  $(p, r)$ 로 주어졌을 때  $\theta$ 를 관찰한 기업 1이 선택하는 천연가스 생산량을 의미한다.<sup>22)</sup>

기업 2의 전략은 제4단계에서 선택하는 생산량  $\sigma_2(p, r)$ 로 나타낼 수 있으며, 이는  $(p, r)$ 로 주어졌을 때 기업 2가 선택하는 천연가스 생산량을 의미한다.<sup>23)</sup> 정부의 전략은 제2단계에서 선택하는 필수설비 접속료  $\rho(m)$ 과 제3단계에서 선택하는 천연가스 가격  $\eta(r, \theta)$ 로 나타낼 수 있다. 여기서  $\rho(m)$ 은 제1단계에서 기업 1이 메시지  $m$ 을 보냈을 때 정부가 선택하는 필수설비 접속료를 의미하며,  $\eta(r, \theta)$ 는 제2단계에서 필수설비 접속료가  $r$ 로 결정되고 필수설비 운용의 한계비용이  $\theta$ 라는 것을 알 때 정부가 선택하는 천연가스 가격을 의미한다.<sup>24)</sup>

이러한 게임 상황에서 나타나는 결과로 여기서는 **완전 베이지안 균형(perfect Bayesian equilibrium)**을 고려한다. 완전 베이지안 균형은 경기자들(기업 1과 2 및 정부)이 불확실성하의 확률에 대해 가지는 신념체계(belief system)에 대해 **일치성(consistency)**과 **순차적 합리성(sequential rationality)**이라는 두 조건을 만족시키는 기업들의 전략  $(\mu, \sigma_1; \sigma_2)$ 과

21) 현실에서 천연가스 배관시설 이용료는 사업자가 제출한 원가자료를 바탕으로 정부의 승인 하에 결정되며, 사업자의 원가자료에는 비교적 검증이 용이한 과거실적뿐만 아니라 정확한 검증이 어려운 세부 설비운용정보와 벤치마크 가능한 효율적인 비용에 관한 정보 등이 활용되고 있어 정부가 실제 사업자의 원가를 정확히 파악하는 데 어려움이 있다(강재성·서정규·도현재, 2002). 정부가 기업 1의 메시지의 진위 여부를 바로 파악할 수 없다는 가정은 이러한 현실을 반영한 것이다.

22) 물론 기업 1이 제4단계에서 확률적으로 자신의 생산량을 결정할 수도 있으나 기업 1이 이윤을 극대화한다면 확률적으로 생산량을 결정하는 상황은 발생하지 않는다. 따라서 기업 1의 제4단계 전략으로 확률적으로 생산량을 결정하는 경우는 고려하지 않는다. 또한, 기업 1이 생산량을 결정할 때 제1단계에서 자신이 어떤 메시지  $m$ 을 보냈는가에 대한 정보를 활용할 수도 있다. 그러나 이는 기업 1의 이윤극대화에 영향을 미치지 않으므로 제4단계에서의 전략  $\sigma_1$ 을 메시지  $m$ 과 무관하게 정의할 수 있다. 이는 기업 2에 대해서도 마찬가지이다.

23) 기업 2가 생산량을 결정할 때 기업 2도 역시  $\theta$ 가 어떻게 실현되었는가를 파악하고 있다. 그러나 이윤을 극대화하는 기업 2의 의사결정에  $\theta$ 는 영향을 미치지 않으므로, 편의를 위해 기업 2의 전략은 천연가스의 가격과 필수설비 접속료  $(p, r)$ 의 함수로 표현한다.

24) 정부가 천연가스 가격을 결정할 때 제1단계에서 기업 1이 보내는 메시지  $m$ 에 대한 정보도 활용할 수 있다. 그러나 정부가 천연가스 수급을 일치시키도록 천연가스의 가격을 설정하는 데 있어 기업 1이 보내는 메시지  $m$ 은 역할을 하지 못하므로, 편의를 위해 정부의 천연가스 가격에 대한 선택은 필수설비 접속료와 운용의 한계비용  $(r, \theta)$ 의 함수로 표현한다.

정부의 전략  $(\rho, \eta)$ 을 말한다. 여기서 일치성이란 신념체계 아래서 나타나는 확률과 경기자들의 전략 아래 나타나는 확률이 일치해야 한다는 것을 의미한다. 또한 순차적 합리성이란, 각 경기자들이 주어진 신념체계 아래서 자신의 보수를 가장 크게 만드는 것을 전략으로 선택한다는 것을 의미한다.<sup>25)</sup>

완전 베이지안 균형  $(\mu^*, \sigma_1^*; \sigma_2^*)$ 과  $(\rho^*, \eta^*)$ 은 역진귀납(backward induction)을 통해 찾을 수 있다. 이를 위해 우선 제4단계에서 기업들의 의사결정을 살펴보자. 앞의 과정들에서 천연가스 가격과 필수설비 접속료가  $(p, r)$ 로 결정되었다고 해보자. 필수설비 접속료와 천연가스 가격이 모두 정부에 의해 결정되었으므로, 기업 1과 2는 모두 가격수용자로 행동해야 한다.  $(p, r)$ 이 주어진 상황에서 기업  $i$ 의 이윤을 극대화하기 위한 제1계 필요조건을 살펴보면 다음과 같다:

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = \frac{d(pq_1 + rq_2 - (1/2)c_1q_1^2 - \theta(q_1 + q_2))}{dq_1} = p - \theta - c_1q_1 = 0 \quad (51)$$

$$\frac{d\pi_2}{dq_2} = \frac{d(pq_2 - rq_2 - (1/2)c_2q_2^2)}{dq_2} = p - r - c_2q_2 = 0 \quad (52)$$

이로부터 제4단계에서 기업 1과 기업 2의 균형전략  $\sigma_1^*$ 와  $\sigma_2^*$ 는 다음과 같이 나타남을 확인할 수 있다:

$$\sigma_1^*(p, r, \theta) = q_1 = \frac{1}{c_1}(p - \theta) \quad (53)$$

$$\sigma_2^*(p, r) = q_2 = \frac{1}{c_2}(p - r) \quad (54)$$

제3단계에서 정부는 천연가스의 가격이  $p$ 로 결정되었을 때 기업 1과 기업 2가 식 (53)과 (54)에서와 같이 공급량을 결정한다는 것을 알고 있다. 따라서 정부는 필수설비 운용

25) 완전 베이지안 균형에 대한 보다 엄밀한 정의는 Osborne and Rubinstein(1994)를 참조하라.

의 한계비용이  $\theta$ 로 실현되었음을 파악하면 다음과 같이 천연가스의 수요와 공급이 일치하도록 천연가스의 가격을 결정한다.

$$a - p = \sigma_1^*(p, r, \theta) + \sigma_2^*(p, r) = \frac{1}{c_1}(p - \theta) + \frac{1}{c_2}(p - r) \quad (55)$$

이를 만족하는 천연가스의 가격  $p$ 는 다음과 같으며 이것이 제3단계에서 정부의 균형전략  $\eta^*(r, \theta)$ 이다:

$$\eta^*(r, \theta) = p = \frac{rc_1 + \theta c_2 + ac_1 c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \quad (56)$$

이를 식 (53)과 (54)에 대입하면,  $\theta$ 가 알려지고 필수설비 접속료가  $r$ 로 결정되었을 때 기업 1과 기업 2의 생산량은 다음과 같음을 알 수 있다:

$$\sigma_1^*(\eta^*(r, \theta), r, \theta) = \frac{r - \theta + (a - \theta)c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \quad (57)$$

$$\sigma_2^*(\eta^*(r, \theta), r) = \frac{\theta - r + (a - r)c_1}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \quad (58)$$

이제 제2단계에서 필수설비 접속료에 대한 정부의 선택을 살펴보자. 식 (57)과 (58)을  $q_1$ 과  $q_2$ 에 대입하면 사회후생은 다음과 같이 나타난다:

$$\begin{aligned} SW &= \left( a(q_1 + q_2) - \frac{1}{2}(q_1 + q_2)^2 \right) - \left( \frac{1}{2}c_1 q_1^2 + \theta(q_1 + q_2) \right) - \left( \frac{1}{2}c_2 q_2^2 \right) \\ &= \frac{1}{2(c_1 + c_2 + c_1 c_2)} \\ &\quad \times \left( (c_1 + c_2)a^2 - (c_1 + 1)r^2 + 2(c_1 + 1)r\theta - 2a(c_1 + c_2)\theta + (c_2 - 1)\theta^2 \right) \end{aligned} \quad (59)$$

이때 정부는 기업 1이 발송한 메시지  $m$ 만 관찰할 수 있고  $\theta$ 를 정확히 파악할 수 없으므로 기업 1이 보낸 메시지를 바탕으로 형성한 기대사회후생(expected social welfare)을 극대화한다. 표기의 편의를 위하여  $e_m$ 은 메시지  $m$ 을 받았음을 조건으로 하여 신념체계 아래서 정부가  $\theta$ 에 대해 형성하는 조건부 기댓값(즉,  $e_m = \mathbb{E}[\theta|m]$ )이라 하고,  $v_m$ 은 메시지  $m$ 을 받았을 조건으로 하여 정부가  $\theta^2$ 에 대해 형성하는 조건부 기댓값(즉,  $v_m = \mathbb{E}[\theta^2|m]$ )이라 하자. 제2단계에서 정부가 메시지  $m$ 을 보고 필수설비 접속료  $r$ 을 설정하였을 때 정부가 극대화하고자 하는 기대사회후생은 다음과 같다:

$$\begin{aligned} \mathbb{E}[SW|m] &= \frac{1}{2(c_1 + c_2 + c_1c_2)} \\ &\times (a^2(c_1 + c_2) - (c_1 + 1)r^2 + 2(c_1 + 1)re_m - 2a(c_1 + c_2)e_m + (c_2 - 1)v_m) \end{aligned} \quad (60)$$

이를 극대화하는 필수설비 접속료  $r$ 은 다음의 제1단계 필요조건을 만족해야 한다:

$$\frac{d\mathbb{E}[SW|m]}{dr} = \frac{c_1 + 1}{c_1 + c_2 + c_1c_2} (e_m - r) = 0 \quad (61)$$

따라서, 제2단계에서 필수설비 접속료  $r$ 에 대한 정부의 균형전략  $\rho^*$ 는 다음과 같다.  $e_m = \mathbb{E}[\theta|m]$ 일 때,

$$\rho^*(m) = r = e_m. \quad (62)$$

즉, 정부는 주어진 메시지  $m$  아래 자신이 기대하는 필수설비 운용의 한계비용과 일치하도록 필수설비 접속료  $r$ 을 결정한다. 식 (62)와 같이 정부가 필수설비 접속료를 설정한다면, 이를 식 (56)에 대입하여 이후에 결정되는 천연가스의 가격을 다음과 같이 도출할 수 있다:

$$\eta^*(\rho^*(m), \theta) = \frac{e_m c_1 + \theta c_2 + a c_1 c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \quad (63)$$

그리고 기업 1과 기업 2의 생산량은 다음과 같이 결정될 것이다.<sup>26)</sup>

$$\sigma_1^*(\eta^*(\rho^*(m), \theta), \rho^*(m), \theta) = \frac{e_m - \theta + (a - \theta)c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \quad (64)$$

$$\sigma_2^*(\eta^*(\rho^*(m), \theta), \rho^*(m)) = \frac{\theta - e_m + (a - e_m)c_1}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \quad (65)$$

이제 제2단계 이후 이루어지는 정부와 기업들의 선택이 앞서와 같이 이루어질 때, 제1단계에서 기업 1의 균형전략  $\mu^*$ 을 살펴보자.  $\theta$ 를 관찰한 기업 1이 메시지  $m$ 을 보내는 경우 기업 1의 이윤  $\pi_1(m)$ 은 다음과 같이 결정될 것이다.

$$\begin{aligned} \pi_1(m) &= p q_1 + r q_2 - \frac{1}{2} c_1 q_1^2 - \theta (q_1 + q_2) \quad (66) \\ &= \left( \frac{e_m c_1 + \theta c_2 + a c_1 c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \right) \left( \frac{e_m - \theta + (a - \theta)c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \right) \\ &\quad + e_m \left( \frac{\theta - e_m + (a - e_m)c_1}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \right) - \frac{1}{2} c_1 \left( \frac{e_m - \theta + (a - \theta)c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \right)^2 \\ &\quad - \theta \left( \left( \frac{e_m - \theta + (a - \theta)c_2}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \right) + \left( \frac{\theta - e_m + (a - e_m)c_1}{c_1 + c_2 + c_1 c_2} \right) \right) \end{aligned}$$

전략  $\mu^*$ 가  $\theta$ 를 관찰한 기업 1의 균형전략이 되기 위한 조건을 찾기 위해,  $\theta$ 를 관찰한

26) 주어진 조건 아래 식 (64)와 (65)의 기업 1과 기업 2의 생산량  $\sigma_1^*(\eta^*(\rho^*(m), \theta), \rho^*(m), \theta)$ 와  $\sigma_2^*(\eta^*(\rho^*(m), \theta), \rho^*(m))$ 은 음(-)의 값을 가질 수도 있다. 기업 1과 기업 2의 생산량이 항상 양(+)으로 달성되기 위해서는  $0 < \theta < a$ 보다 강한 조건(예: 각  $i$ 에 대해  $\theta < (c_i / (1 + c_i))a$ )이 필요하며, 이러한 조건이 충족되지 않는다 하더라도 균형에서 기업 1과 기업 2의 생산량은 내부해로 달성될 수 있다. 본 연구에서는 모서리해(corner solution)에 대한 진부한 논의를 피하기 위해 균형에서 기업들의 생산량은 내부해로 얻어진다고 가정하였다.

기업이  $\mu^*$  아래 보낼 수 있는 메시지  $m \in \text{supp}(\mu^*(\theta))$ 와 다른 메시지  $m'$ 를 보내는 경우를 고려해보자. 메시지  $m$ 과  $m'$ 을 보냈을 때 정부가  $\theta$ 에 대해 형성하는 기대를 각각  $e_m = \mathbb{E}[\theta|m]$ 와  $e'_m = \mathbb{E}[\theta|m']$ 라 하자.  $\mu^*$ 가 균형전략이 되기 위해서는  $\pi_1(m)$ 과  $\pi_1(m')$ 을 식 (66)과 같이 정의하고,  $\lambda$ 와  $\beta$ 를

$$\lambda = \frac{c_1 + 2c_2 + 2c_1^2c_2 + 2c_1^2 + 4c_1c_2}{2(c_1 + c_2 + c_1c_2)^2} \quad (67)$$

$$\beta = \frac{2c_1(c_1 + 2c_2 + c_1c_2)}{c_1 + 2c_2 + 2c_1^2c_2 + 2c_1^2 + 4c_1c_2} \quad (68)$$

로 정의하면,

$$\pi_1(m) - \pi_1(m') = \lambda(e'_m - e_m)(e'_m + e_m) - \beta a - (2 - \beta)\theta \geq 0 \quad (69)$$

이 성립해야 한다. 여기서  $\lambda$ 와  $\beta$ 는  $\lambda > 0$ 와  $0 < \beta < 1$ 을 만족한다.

다음으로 균형전략  $\mu^*$ 가 어떤 형태를 가지는지 알아보기 위해 보조정리 1을 살펴보자. 이를 위해  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 를 전략  $\mu^*$ 와 일치성을 충족하는 신념체계 아래서 정부가  $\theta$ 에 대해 형성 가능한 기댓값들의 집합이라 정의하자. 즉,  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 은 어떤  $\theta \in [0, \bar{\theta}]$ 와 어떤  $m \in \text{supp}(\mu^*(\theta))$ 에 대해  $e_m = \mathbb{E}[\theta|m]$ 을 만족하는  $e_m$ 의 집합이다. 보조정리 1은 집합  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 가 유한집합(finite set)이라는 것을 밝히고 있다.

**보조정리 1** 균형전략  $\mu^*$ 에 대해  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 은 어떤 자연수  $K \geq 1$ 와  $e_1 < \dots < e_k$ 를 만족하는  $e_k$ 들에 대해, 다음과 같이 나타낼 수 있다:

$$\mathcal{E}(\mu^*) = \{e_1, \dots, e_k\}. \quad (70)$$

증명. 이를 보이기 위해서는  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 가 유한집합임을 보이면 충분하다.  $e_m < e'_m$ 를 만족하는  $e_m \in \mathcal{E}(\mu^*)$ 와  $e'_m \in \mathcal{E}(\mu^*)$ 를 고려해보자.  $e_m \in \mathcal{E}(\mu^*)$ 이므로,  $e_m = \mathbb{E}[\theta|m]$ 을 만족하는 메시지  $m$ 에 대해  $m \in \text{supp}(\mu^*(\theta))$ 를 만족하며  $e_m \leq \theta$ 를 만족하는  $\theta$ 가 존재한다. 균형전략  $\mu^*$ 아래  $\theta$ 를 관찰한 기업 1은 메시지  $m$ 을 보내는 것이 최적이므로, 식 (69)로부터  $(e'_m + e_m) - \beta a - (2 - \beta)\theta \geq 0$ 이 성립해야 한다. 따라서,  $e_m \leq \theta \leq \bar{\theta}$ 가 성립하므로, 다음이 성립한다:

$$\begin{aligned} 0 &\leq (e'_m + e_m) - \beta a - (2 - \beta)\theta = (e'_m + e_m) + 2e_m - \beta a - (2 - \beta)\theta & (71) \\ &\leq (e'_m + e_m) + 2e_m - \beta a - (2 - \alpha)e_m = (e'_m + e_m) - \beta(a - e_m) \\ &\leq (e'_m + e_m) - \beta(a - \bar{\theta}) \end{aligned}$$

즉,  $e_m < e'_m$ 을 만족하는 임의의  $e_m \in \mathcal{E}(\mu^*)$ 와  $e'_m \in \mathcal{E}(\mu^*)$ 는 반드시  $0 < \beta(a - \bar{\theta}) < e'_m - e_m$ 을 만족해야 한다. 한편, 모든  $e_m \in \mathcal{E}(\mu^*)$ 은  $0 \leq e_m \leq \bar{\theta}$ 를 만족해야 한다. 그러므로  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 의 서로 다른 원소의 개수  $K$ 는  $\bar{\theta} / (\beta(a - \bar{\theta}))$ 보다 클 수 없다. 즉,  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 는 유한집합이다. ■

보조정리 1은 기업 1이 한계비용  $\theta$ 에 대한 정보를 완전하게 제공하는 균형은 존재하지 않는다는 것을 의미한다. 기업 1이  $\theta$ 에 대한 정보를 완전하게 제공하는 것은 모든  $\theta$ 에 대해  $\mu^T(\theta) = \theta$ 의 메시지를 확률 1로 보내는 것으로 이해할 수 있다. 이러한 전략  $\mu^T$ 를 *진실한 표출 전략(truth-telling strategy)*이 한다.  $\mu^T$ 아래 정부가 기업 1이 메시지  $m \in [0, \bar{\theta}]$ 을 발송하는 것을 관찰했다면,  $\theta$ 에 대해  $e_m = \mathbb{E}[\theta|m] = \mathbb{E}[\theta|\mu^T(\theta) = m] = m$ 로 기대를 형성할 것이며,  $\mathcal{E}(\mu^T) = [0, \bar{\theta}]$ 이 되어야 한다. 보조정리 1은 이러한 전략  $\mu^T$ 가 균형전략이 될 수 없음을 의미한다.

사실  $\mu^T$ 가 기업 1의 균형전략이 되기 위해서는 기업 1이  $\theta$ 를 관찰하였을 때  $m = \theta$ 을 메시지로 보내고 정부는 자신의 신념체계 아래 기업 1로부터 메시지  $m$ 을 받았을 때 기업 1의 필수설비 운용의 한계비용이  $\theta = m$ 이라 믿어야 한다. 그러나 정부가 이러한 신



념체계를 갖고 있다면 기업 1은 메시지를 조작하여 정부로 하여금 필수설비 운용의 한계비용이 실제의  $\theta$ 보다 조금 더 높다고 믿게 하여 더 높은 필수설비 접속료를 설정하도록 유도할 유인이 존재한다. 이는 기업 1이 메시지를 통해 자신의 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 에 대한 정보를 정확하게 제공하는  $\mu^T$ 가 균형전략이 될 수 없음을 의미한다.

정리 3은 제1단계에서 기업 1의 균형전략 중 하나를 제시한다.

**정리 3** 어떤  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\} \subset [0, \bar{\theta}]$ 가 존재하여 다음을 만족한다고 하자: (i)  $0 \equiv y_0 < y_1 < \dots < y_{k-1} < y_k \equiv \bar{\theta}$ , (ii) 각  $k = 1, \dots, K$ 에 대해  $e_k = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ , (iii) 각  $k = 1, \dots, K-1$ 에 대해

$$y_k = \frac{e_k + e_{k+1}}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta} a. \quad (72)$$

그러면, 다음과 같이 정의되는 전략  $\mu^*$ 는 제1단계에서 기업 1의 균형전략이 된다:  $\Theta_1 = [0, y_1]$ 이고  $k = 2, \dots, K$ 에 대해  $\Theta_k = [y_{k-1}, y_k]$ 라 하고, 기업 1이  $\theta$ 가  $\theta \in \Theta_k$ 로 실현되는 것을 보았다면, 어떤 닫힌 구간(closed interval)  $M_k \subset (y_{k-1}, y_k)$  위에서 균등분포(uniform distribution)를 갖는 무작위 메시지(random message)  $m$ 을 보낸다.<sup>27)</sup>

*증명.* 기업 1이 제1단계에서 정리 3에 제시된 전략  $\mu^*$ 를 선택한다고 하자. 이러한 전략 아래 일치성을 만족하는 신념체계를 가진 정부는 메시지  $m \in M_k$ 을 관찰하였을 때  $\theta$ 에 대해  $e_k = \mathbb{E}[\theta | \mu^*(\theta) = m] = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 의 기대를 형성한다. 따라서  $\mathcal{E}(\mu^*) = \{e_1, \dots, e_K\}$ 이다.

기업 1이  $\mu^*$ 로부터 벗어나는 행동을 취하지 않을 것이라는 것을 보이기 위해서는 기업 1이 다른 메시지를 보냄으로써 정부가  $\theta$ 에 대해 다른 기대  $e'_m \in \mathcal{E}(\mu^*) \setminus \{e_k\}$ 를 갖도록 하여 결과로 나타나는 자신의 이윤을 증가시킬 수 없음을 보이면 된다. 정부가 만약  $\theta$ 에 대해  $e_k$ 와 다른 기대  $e'_m$ 를 갖도록 만드는 메시지를  $m'$ 이라 하자.  $e'_m > e_k$ 라면,

27) 이렇게 정의된  $M_1, \dots, M_K$ 는 서로소(disjoint)이다.

$$\theta \leq y_k = \frac{e_k + e_{k+1}}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta} a \leq \frac{e_k + e'_m}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta} a \quad (73)$$

이 성립하므로, 다음이 성립한다:

$$\pi_1(m) - \pi_1(m') = \lambda(e'_m - e_k)((e'_m + e_k) - \beta a - (2 - \beta)\theta) \geq 0 \quad (74)$$

또한,  $e'_m < e_k$  라면,

$$\frac{e'_m + e_k}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta} a \leq \frac{e_{k-1} + e_k}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta} a = y_{k-1} \leq \theta \quad (75)$$

이 성립하므로, 식 (74)가 성립한다. 따라서 기업 1은 제1단계에 전략  $\mu^*$ 로부터 이탈할 유인을 갖지 않는다. ■

정리 3에서 제시된 전략  $\mu^*$ 가 균형이 되기 위해서는 정리 3의 (i)과 (ii)와 (iii)을 만족하는  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\} \subset [0, \bar{\theta}]$ 가 존재해야 한다.  $K = 1$ 인 경우 (i)과 (ii)와 (iii)을 만족하는  $y_1$ 은  $y_1 = \bar{\theta}$ 로 존재한다. 따라서 정리 3은 기업 1이 모든  $\theta \in [0, \bar{\theta}]$ 에 대해 항상  $[0, \bar{\theta}]$  위에서 균등분포를 갖는 무작위 메시지를 보내고, 정부는 어떠한 메시지  $m$ 을 받는다 하더라도  $\theta$ 에 대해  $E_\theta = E[\theta]$ 의 기대를 형성하는 것이 균형이 된다는 것을 의미한다. 이러한 균형에서 기업 1은 메시지를 통해 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 에 대해 어떠한 정보도 제공하지 않는다. 이와 같이 기업 1이 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 에 대해 어떠한 정보를 제공하지 않는 전략을 사용하는 균형을 **무정보 균형(uninformative equilibrium)**이라 한다. 정리 3은 주어진 모형에서 무정보 균형이 항상 존재한다는 것을 의미한다.

반면  $K \geq 2$ 인 경우에는 균형전략  $\mu^*$ 아래서 기업 1은 메시지를 통해  $\theta$ 가 여러 구간 중 어느 구간  $\theta_k$ 에 포함되었는가를 알리게 된다. 이와 같이 기업 1이 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 에 대해 부분적으로 정보를 제공하는 전략을 사용하는 균형을 **부분적 정보제공 균형(partially informative equilibrium)**이라 한다. 단 이와 같은 균형은 경우에 따라

존재하지 않을 수도 있다. 하지만, 정리 3의 (i)과 (ii)와 (iii)을 만족하는  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\}$ 가 존재하다면 기업 1이 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 에 대해 부분적으로 정보를 제공하는 균형이 존재한다는 의미이다.

정리 3은 제1단계에서 기업 1의 균형전략을 하나 제시하고 있으며, 이것이 주어진  $K$ 에 대해 기업 1의 유일한 균형전략임을 말하고 있지는 않다. 즉, 정리 3에 제시된 전략  $\mu^*$  이외에도 다른 형태를 갖는 균형전략이 있을 수 있다. 예를 들면, 기업 1이 구간  $[0, \bar{\theta}]$ 를 정리 3에서와 동일하게 여러 구간  $\theta_k$ 로 나누고  $\theta \in \theta_k$ 이 실현되었을 때 메시지  $m = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 를 보내는 것도 균형전략이 될 수 있다. 다음의 정리 4는 제1단계에서 기업 1의 균형전략이 여러 형태로 존재한다 하더라도 이들은 모두 정리 3에서 제시된 전략  $\mu^*$ 와 유사한 특성을 가져야 한다는 것을 보여준다. 즉, 어떠한 균형에서도 기업 1은 항상  $[0, \bar{\theta}]$ 를 여러 구간으로 나누고, 메시지를 통해 정부에게  $\theta$ 가 어느 구간에 속하는가를 알려주어야 한다. 그리고 이러한 기업 1이 이와 같은 방식으로 메시지를 보내지 않는다면, 이는 절대로 기업 1의 균형 전략이 될 수 없다.<sup>28)</sup>

**정리 4** 제1단계에서 기업 1의 전략  $\mu^*$ 가 균형전략이라면 다음을 만족한다.  $0 \equiv y_0 < y_1 < \dots < y_{k-1} < y_k \equiv \bar{\theta}$ 인 어떤  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\} \subset [0, \bar{\theta}]$ 가 존재하여 다음이 성립한다.

(i) 각  $k = 1, \dots, K$ 에 대해  $e_k = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ ,

(ii) 각  $k = 1, \dots, K-1$ 에 대해

$$y_k = \frac{e_k + e_{k+1}}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta} a, \quad (76)$$

(iii) 서로소인  $M_1, \dots, M_k$ 가 존재하여,  $\theta \in (y_{k-1}, y_k)$ 에 대해  $\text{supp}(\mu^*(\theta)) \subset M_k$ 를

28) 정리 4는 어떤 전략이 균형이 되기 위한 필요조건을 제시한 것으로 어떤 전략이 이러한 조건을 만족한다고 해서 그러한 전략이 균형이라는 것을 보장하지 못한다. 반면, 정리 3은 정리 4의 조건을 만족하는 특정한 전략이 균형이 되는 것을 확인함으로써 정리 4의 조건을 만족하는 균형전략이 존재함을 보인 것이다.

만족한다.<sup>29)</sup>

증명. 기업 1의 제1단계 전략  $\mu^*$ 가 균형전략이라 하자. 보조정리 1에 의해  $\mathcal{E}(\mu^*)$ 는  $e_1 < \dots < e_k$ 를 만족하는  $e_k$ 에 대해  $\mathcal{E}(\mu^*) = \{e_1, \dots, e_k\}$ 로 나타난다. 각  $k = 1, \dots, K$ 에 대해  $M_k \subset [0, \bar{\theta}]$ 는  $\mu^*$ 아래서 정부의  $\theta$ 에 대한 기대가  $e_k$ 가 되도록 만드는 메시지들의 집합이라 하자(즉,  $M_k = \{m \in [0, \bar{\theta}] \mid \mathbb{E}[\theta \mid \mu^*(\theta) = m] = e_k\}$ ). 서로 다른  $k$ 와  $k'$ 에 대해  $M_k \cap M_{k'} \neq \emptyset$  라면 기업 1이 메시지  $m \in M_k \cap M_{k'}$ 을 받았을 때 정부가  $\theta$ 에 대해 형성하는 기대는  $e_k$  또는  $e_{k'}$ 이 될 수 없다. 이는  $\mathcal{E}(\mu^*) = \{e_1, \dots, e_k\}$ 와 모순되므로  $M_1, \dots, M_k$ 는 서로소이다.

각  $k = 1, \dots, K$ 에 대해, 기업 1이  $\mu^*$ 아래  $\theta$ 를 관찰했을 때  $M_k$ 에 속한 메시지를 보낼 수 있는  $\theta$ 의 집합을  $\Theta_k = \{\theta \in [0, \bar{\theta}] \mid \text{supp}(\mu^*(\theta)) \cap M_k \neq \emptyset\}$ 라 하자.  $\bigcup_{k=1}^K \Theta_k = [0, \bar{\theta}]$ 임을 자명하다. 또한, 식 (69)로부터, 모든  $\theta \in \Theta_k$ 에 대해

$$\frac{e_{k-1} + e_k}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta}a \leq \theta \leq \frac{e_k + e_{k+1}}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta}a \quad (77)$$

이 성립하고, 모든  $\theta \in \Theta_k$ 와 모든  $\theta' \in \Theta_{k+1}$ 에 대해

$$\theta \leq \frac{e_k + e_{k+1}}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta}a \leq \theta' \quad (78)$$

이 성립해야 한다. 따라서, 각  $k = 1, \dots, K$ 에 대해  $y_k$ 를 식 (76)과 같이 정의하면,  $\Theta_k$ 는  $(y_{k-1}, y_k) \subset \Theta_k \subset [y_{k-1}, y_k]$ 을 만족하는 구간으로 나타난다. 그리고

29) 이에 대한 증명은 Cho(2013)의 Proposition 5와 Cho(2019)의 Proposition 2의 증명과 유사하지만, 독자의 편의와 논의의 완결성을 위하여 해당 증명을 제시하였다.

$$\begin{aligned}
 e_k &= \mathbb{E}[e_k | m \in M_k] = \mathbb{E}[\mathbb{E}[\theta | \mu^*(\theta) = m] | m \in M_k] \\
 &= \mathbb{E}[\theta | m \in M_k] = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]
 \end{aligned}
 \tag{79}$$

이 성립하므로  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\}$ 은 (i)과 (ii)를 만족하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 각  $k = 1, \dots, K$ 에 대해  $\theta \in (y_{k-1}, y_k)$ 를 만족하는  $\theta$ 는  $\theta \in \Theta_k$ 이며 다른  $k' \neq k$ 에 대해서는  $\theta \notin \Theta_{k'}$ 이므로,  $\text{supp}(\mu^*(\theta)) \subset M_k$ 가 성립한다. 이로부터 (iii)이 성립하는 것을 확인할 수 있다. ■

즉, 기업 1의 제1단계 전략  $\mu^*$ 이 균형전략이라면, 기업 1은  $[0, \bar{\theta}]$ 를  $K$ 개의 구간  $\Theta_1, \dots, \Theta_k$ 으로 이루어진 분할(partition)을 구성하고,  $\theta$ 가  $\Theta_k$ 에 포함되는 것을 관찰하였을 때 집합  $M_k$ 에 포함된 메시지를 보낸다. 이때 집합  $M_1, \dots, M_k$ 는 서로소이므로 정부는 기업 1이 발송하는 메시지  $m \in M_k$ 로부터 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 가  $\Theta_1, \dots, \Theta_k$  중에서 어느 구간에 포함되었는가를 파악할 수 있다. 이와 같이 기업 1이 제1단계에서  $[0, \bar{\theta}]$ 를  $K$ 개의 구간으로 이루어진 분할을 구성하여 메시지를 보내는 균형을  $K$ -구간 분할 균형(partition equilibrium with size  $K$ )이라 한다. 이때  $K = 1$ 이라면 정부는 기업 1이 보내는 메시지를 통해  $\theta$ 가  $[0, \bar{\theta}]$ 에 포함된다는 것 이외에  $\theta$ 에 대한 어떠한 추가적인 정보도 얻지 못한다. 즉,  $K = 1$ 인 기업 1의 제1단계 전략으로 나타나는 균형은 무정보 균형이다. 반면  $K \geq 2$ 라면 정부는 기업 1이 보내는 메시지를 통해  $\theta$ 가 포함되는 구간을 보다 자세히 파악할 수 있으므로 부분적 정보제공 균형이다. 정리 3에서 보았듯이 무정보 균형은 항상 존재한다. 그러나 부분적 정보제공 균형이 존재하기 위해서는 정리 3의 (i)과 (ii)와 (iii)을 만족하는  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\} \subset [0, \bar{\theta}]$ 가 존재해야 한다. 정리 5는  $K \geq 2$  이상의 부분적 정보제공 균형이 존재하기 위한 조건을 제시한다.

**정리 5** 필수설비 운용의 한계비용  $\theta$ 의 분포가

$$\beta a < E_\theta
 \tag{80}$$

을 만족한다면, 부분적 정보제공 균형이 존재한다. 반면,  $\theta$ 의 분포가

$$\bar{\theta} < \frac{\beta}{2+\beta}a \quad (81)$$

를 만족한다면, 모든 균형은 무정보 균형이다.

증명. 다음과 같이 함수  $\Phi: [0, \bar{\theta}] \rightarrow \mathbb{R}$ 를 정의하자:

$$\Phi(y) = \mathbb{E}[\theta | 0 \leq \theta \leq y] + \mathbb{E}[\theta | y \leq \theta \leq \bar{\theta}] - \beta a - (2 - \beta)y \quad (82)$$

여기서  $\beta$ 는 식 (68)과 같다.  $\theta$ 는  $[0, \bar{\theta}]$  위에서 연속적 확률분포를 가지므로  $\Phi(y)$ 는  $y$ 에 대해 연속함수이다. 또한, 식 (80)에 의해  $\Phi(0) = E_\theta - \beta a > 0$ 이 성립한다. 또한,  $E_\theta < \bar{\theta} < a$  이므로  $\Phi(\bar{\theta}) = E_\theta - \beta a - (1 - \beta)\bar{\theta} < 0$ 이 성립한다. 따라서, 중간값정리 (intermediate value theorem)를 적용하면,  $\Phi(y_1) = 0$ 을 만족하는  $y_1$ 이  $(0, \bar{\theta})$ 에 존재한다. 이러한  $y_1$ 에 대해 정리 3의 (i)과 (ii)와 (iii)이 충족되므로, 정리 3에 의해  $K = 2$ 인  $K$ -구간 분할 균형이 존재한다.

다음으로 식 (81)이 성립한다는 전제 아래 부분적 정보제공 균형이 존재한다고 가정하자. 그러면,  $K \geq 2$ 에 대해  $0 \equiv y_0 < y_1 < \dots < y_{k-1} < y_k \equiv \bar{\theta}$ 인 어떤  $\{y_1, \dots, y_{k-1}\} \subset [0, \bar{\theta}]$ 가 존재하여 정리 4의 (i)과 (ii)를 만족하고,

$$y_1 = \frac{e_1 + e_2}{2 - \beta} - \frac{\beta}{2 - \beta}a \leq \frac{2}{2 - \beta}y_2 - \frac{\beta}{2 - \beta}a \quad (83)$$

이 성립한다. 이를 정리하면,  $y_1 \leq \bar{\theta}$ 이고  $y_2 - y_1 \leq \bar{\theta}$ 이므로, 다음이 성립하는 것을 확인할 수 있다:

$$\frac{\beta}{2}(a - \bar{\theta}) \leq \frac{\beta}{2}(a - y_1) \leq y_2 - y_1 \leq \bar{\theta}. \quad (84)$$

이는 식 (81)과 모순이다. ■

마지막으로 무정보 균형과 부분적 정보제공 균형에서의 사회후생을 비교해보도록 하자.  $K$ -구간 분할 균형에서 기업 1의 전략  $\mu^*$ 에 의해 분할이 이루어지는 구간을  $\theta_1, \dots, \theta_k$ 라 하고 이러한 구간들의 경계를  $(y_1, \dots, y_k)$ 라 하고  $y_1 < \dots < y_k$ 가 만족된다고 하자. 이러한 구간들은  $\mathbb{P}[\theta \in \Theta_k]$ 의 확률로  $e_k = \mathbb{E}[\theta | \theta \in \Theta_k] = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 의 값이 실현되는 조건부 기댓값(conditional expectation)을 구성한다. 앞에서의 논의로부터,  $K$ -구간 분할 균형에서  $\theta \in \Theta_k$ 가 실현되었을 때 식 (59)를 극대화하는 필수설비 접속료는  $r = e_k = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 로 결정되는 것을 확인하였다. 이를 식 (60)에 대입하면,  $\theta \in \Theta_k$ 가 실현되었을 때 균형에서 결정되는 사회후생은 다음과 같이 나타나게 될 것이다:  $e_k = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 와  $v_k = \mathbb{E}[\theta^2 | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 에 대해,

$$\begin{aligned} \mathbb{E}[SW | \theta \in \Theta_k] &= \frac{1}{2(c_1 + c_2 + c_1 c_2)} \\ &\times (a^2(c_1 + c_2) + (c_1 + 1)e_k^2 - 2a(c_1 + c_2)e_k + (c_2 - 1)v_k). \end{aligned} \quad (85)$$

이때  $\mathbb{E}[e_k] = \mathbb{E}[\mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]] = \mathbb{E}[\theta]$ 와  $\mathbb{E}[v_k] = \mathbb{E}[\mathbb{E}[\theta^2 | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]] = \mathbb{E}[\theta^2]$ 이 성립하므로, 식 (85)의 양변에 기댓값(expectation)을 취하면 다음이 성립하는 것을 확인할 수 있다:

$$\begin{aligned} \mathbb{E}[SW] &= \frac{1}{2(c_1 + c_2 + c_1 c_2)} \\ &\times (a^2(c_1 + c_2) + (c_1 + 1)\mathbb{E}[e_k^2] - 2a(c_1 + c_2)\mathbb{E}[\theta] + (c_2 - 1)\mathbb{E}[\theta^2]) \end{aligned} \quad (86)$$

이는  $K$ -구간 분할 균형에서 결정되는  $\theta$ 가 실현되기 이전에 사전적 사회후생(ex-ante

social welfare)을 의미한다. 식 (86)으로부터  $K$ -구간 분할 균형에서 나타나는 사전적 사회후생이  $\mathbb{E}[e_k^2]$ 에 의존하는 것을 알 수 있다. 이로부터 정리 6을 얻는다.

**정리 6** 사전적으로 부분적 정보제공 균형에서의 사회후생은 무정보 균형에서의 사회후생보다 크다.

증명. 부분적 정보 균형에서 나타나는 사전적 사회후생을  $\mathbb{E}[SW^K]$ 라 하고, 무정보 균형에서 나타나는 사전적 사회후생을  $\mathbb{E}[SW^1]$ 라 하자. 부분적 정보 균형에서 기업 1의 메시지에 따라 형성되는  $\theta$ 에 대한 조건부 기댓값을  $e_k = \mathbb{E}[\theta | y_{k-1} \leq \theta \leq y_k]$ 라 하자. 무정보 균형에서 기업 1의 메시지에 따라 형성되는  $\theta$ 에 대한 조건부 기댓값은 항상  $E_\theta = \mathbb{E}[\theta]$ 로 나타난다. 따라서  $\mathbb{E}[e_k] = \mathbb{E}[\theta] = E_\theta$ 이므로, 식 (86)으로부터

$$\begin{aligned} \mathbb{E}[SW^K] - \mathbb{E}[SW^1] &= \frac{c_1 + 1}{2(c_1 + c_2 + c_1c_2)} (\mathbb{E}[e_k^2] - \mathbb{E}[E_\theta^2]) \\ &= \frac{c_1 + 1}{2(c_1 + c_2 + c_1c_2)} \mathbb{E}[(e_k - E_\theta)^2] > 0 \end{aligned} \quad (87)$$

이 성립하는 것을 확인할 수 있다. ■

정리 6은 정부가 기업 1의 필수설비 운용의 한계비용에 대한 정보를 전혀 파악할 수 없는 상황보다 이에 대한 정보를 완전하지는 않지만 부분적으로나마 파악할 수 있는 상황에서 필수설비의 접속료를 사회후생을 극대화하는 수준에 보다 가깝게 설정할 수 있기 때문이라고 이해할 수 있다. 그러나 부분 정보제공 균형에서조차 정부는 여전히 기업 1이 제공하는 정보의 진위 여부를 검증하지 못한 채 필수설비 접속료를 결정해야하므로 사회후생을 사후적으로 극대화하는 것이 불가능하다. 즉, 부분적 정보제공 균형이 무정보균형보다 사회후생 측면에서 바람직하지만, 정보의 비대칭성이 있는 경우 사후적인 사회후생의 손실은 불가피하다는 것을 의미한다.

끝으로 정리 6은 기업 1이 부분적으로 정보를 제공하는 부분적 정보제공 균형과 정보



를 전혀 제공하지 않는 무정보균형이 같이 존재한다면 정부는 부분적 정보제공 균형을 더 선호하는 것이라고 이해할 수 있다. 또한, 기업 1에 대해서도 부분적 정보제공 균형과 무정보균형에서의 기대이윤을 비교하면 기업 1 역시 부분적 정보제공 균형에서 사전적으로 더 높은 기대이윤을 누리는 것을 확인할 수 있다. 이는 기업 1도 정부와 마찬가지로 무정보균형보다 부분적 정보제공 균형을 더 선호하는 것이라고 이해할 수 있다. 따라서, 비대칭적 정보 아래 부분적 정보제공 균형과 무정보균형이 모두 존재하는 상황에서 정보를 주고 받는 기업 1과 정부가 이러한 균형 중 하나를 선택할 수 있다면 이들은 부분적 정보제공 균형을 선택할 것이다. 이는 여러 균형 중 기업 1이 자신의 사적 정보를 부분적으로 제공하는 균형이 나타날 가능성이 더 높다는 것으로 이해할 수 있다.

## VI. 결론

본고에서는 국내 천연가스시장을 이론적으로 모형화하여, 정부의 필수설비 공유정책이 사회후생에 어떤 영향을 미치는지 분석하였다. 기존의 독점 사업자가 필수설비 접속료를 자유롭게 결정할 수 있는 경우, 천연가스시장에 신규 사업자가 진입하면 소비자 잉여와 사회후생이 증가하는 동시에 독점기업의 이윤도 증가한다. 이는 독점기업이 신규기업에게 높은 필수설비 접속료를 부과하여, 천연가스 판매수입의 감소분 이상의 접속료 수입을 얻을 수 있기 때문이다.

이처럼 천연가스시장에서 독점기업이 과도한 지배력을 행사하는 것을 방지하기 위해 정부는 가격규제를 시행하고 있다. 이 경우 필수설비에 대한 접속료가 낮은 수준에서 설정되므로, 신규기업이 진입할 때 독점기업의 이윤은 줄어든다. 실제로 한국가스공사가 천연가스 직도입 허용 정책에 대해 우려의 목소리를 내온 것은 이러한 이유에서라고 볼 수 있다.

이때 정부가 독점기업의 필수설비 운용비용을 완전히 파악하고 있다면, 가격규제와 설비공유 정책은 사회후생을 극대화하는 데 매우 효과적이다. 그러나 정부가 독점기업의 필수설비 운용비용을 완전하게 파악하지 못한다면, 정부는 독점기업이 제공하는 필수설비 운용비용에 대한 정보를 바탕으로 규제가격을 결정할 수밖에 없다. 그러나 독점기업은 실제 필수설비 운용비용을 외부에 아예 공개하지 않거나 부분적으로 공개하는

전략을 취하기 때문에, 정부는 제한된 정보를 바탕으로 가격규제를 시행하게 되어 결과적으로 사회후생의 손실이 초래된다.

정보의 비대칭성하에서 기존 독점 사업자가 취할 수 있는 균형전략은 다수 존재할 수 있는데, 공개하는 정보의 양에 따라 무정보균형 또는 부분적 정보공개 균형으로 분류할 수 있다. 본고에서는 사회후생을 제한적으로나마 증가시키기 위해서 독점기업으로 하여금 균형에서 정보를 전혀 공개하지 않는 것 보다 부분적으로라도 공개하는 것을 선택하도록 유도해야 한다는 것을 보였다. 이처럼 다수의 균형이 존재하는 경우, 어떤 균형을 선택할지의 문제(equilibrium selection)와 균형개념의 정치화(refinement)에 대해 생각해볼 수 있는데, 이는 본고의 범위를 넘어서는 논의가 필요하므로 향후의 연구주제로 남겨놓도록 하겠다.

마지막으로 한국가스공사가 보다 정확한 정보를 제공하도록 직접적인 유인/처벌을 제공하여 사회후생을 증가시키는 방법도 생각해볼 수 있다. 본 모형에서는 독점기업이 정부에 제출하는 비용정보가 이후에 공개되는 실제 비용정보와 크게 다르더라도 어떠한 불이익도 없다고 상정하였다. 그러나 이 차이가 큰 경우 독점기업에게 벌금을 부과하는 등의 불이익을 주는 방법을 생각해볼 수 있다. 이 결과 균형전략에서 사용된 분할구간이 세밀해지는 효과를 기대해볼 수 있지만, 동시에 불이익의 크기에 따라 균형전략이 아예 존재하지 않는 경우도 생길 수 있다. 이와 관련된 분석은 후속연구에서 보다 면밀히 다루어질 수 있기를 기대한다.

## [References]

- 강재성·서정규·도현재, 『가스설비 접속요금 결정 방안에 관한 연구』, 에너지경제연구원, 2002.
- 김대욱·김종호, 『가스산업 시장분석』, 공정거래위원회, 2014.
- 김희수·김형찬·변정욱·곽정호·오기환, 『시장지배적 사업자의 필수설비 규제에 대한 법적 제학적 접근』, 정보통신정책연구원, 2001.
- 도현재·서정규, 『가스산업의 진입장벽 완화와 경쟁정책』, 에너지경제연구원, 2006.
- 에너지경제연구원, 『에너지통계연보』, 각년도.

- 이상림·서정규·이호무·정연제·장현국, 『LNG 직수입 확대에 따른 전력시장 등 제도개편 방안 연구』, 에너지경제연구원, 2018.
- 이종화·변정욱·오기석, 『필수설비 규제에 대한 해외동향 및 시사점』, 정보통신정책연구원, 2003.
- 최충규, 『네트워크산업에서의 접속차별 유인에 관한 연구』, 한국경제연구원, 2003.
- Chen, Z., “Dominant retailers and the countervailing-power hypothesis,” *RAND Journal of Economics*, Vol. 34, No. 4, 2003, pp. 612~625.
- Cho, M., “Externality and information asymmetry in the production of local public goods,” *International Journal of Economic Theory*, Vol. 9, No. 2, 2013, pp. 177~201.
- Cho, M., “Investor’s information sharing with firms in oligopoly,” *Korean Economic Review*, Vol. 35, No. 2, 2019, pp. 439~469.
- Crawford, V. P. and J. Sobel, “Strategic information transmission,” *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, 1982, pp. 431~451.
- Dobson, P. W. and M. Waterson, “Countervailing power and consumer prices,” *The Economic Journal*, Vol. 107, No. 441, 1997, pp. 418~430.
- Erutku, C., “Buying power and strategic interactions,” *Canadian Journal of Economics*, Vol. 38, No. 4, 2005, pp. 1160~1172.
- Farrell, J. and R. Gibbons, “Cheap talk with two audiences,” *American Economic Review*, Vol. 79, No. 5, 1989, pp. 1214~1223.
- Goltsman, M. and G. Pavlov, “How to talk to multiple audiences,” *Games and Economic Behavior*, Vol. 72, No. 1, 2011, pp. 100~122.
- Melumad, N. D. and T. Shibano, “Communication in settings with no transfers,” *RAND Journal of Economics*, Vol. 22, No. 2, 1991, pp. 173~198.
- Osborne, M. J. and A. Rubinstein, *A Course in Game Theory*. MIT Press, 1994.
- von Ungern-Sternberg, T., “Countervailing power revisited,” *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 14, No. 4, 1996, pp. 507~519.
- Weisman, D. L., “Regulation and the vertically integrated firm: the case of RBOC entry into Interlata long distance,” *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 8, No. 3, 1995, pp. 249~266.