

지역 독점적 에너지 시장에서 요금 경합을 이용한 공급자의 비용 절감 유인 확보 및 소비자 후생의 극대화 방안 연구

오세신*

요 약

본 연구에서는 도시가스 또는 지역난방 산업과 같이 자연독점이면서 지역 독점형태를 띄는 에너지 산업에서 지역 독점기업들의 비용절감 노력과 요금인하 노력을 동시에 유도할 수 있는 경합의 구조에 대해 이론적으로 분석한다. 순차적 게임을 이용한 경합모형을 설계하여 분석한 결과 부분게임완전내쉬균형에서 경합에 참가하는 지역 독점기업들의 수에 따라 지역 독점기업들의 요금인하 제시액과 소비자 후생이 최대가 되도록 하는 복수의 우승자의 수가 존재하며, 경합설계자가 소비자 후생이 최대가 되도록 우승자의 수를 설계할 경우에 지역 독점기업들의 비용절감 유인도 일정 수준 확보될 수 있음을 이론적으로 확인하였다.

주요 단어 : 에너지 산업, 독점 시장, 요금 규제, 경합 모형

경제학문헌목록 주제분류 : L1, L5, Q4

* 에너지경제연구원 연구위원. ssoh@keei.re.kr

I. 서 론

에너지 시장의 규제(regulation)는 국내와 해외를 가릴 것 없이 언제나 매우 중요하면서도 어려운 문제로 다루어져왔다. 에너지는 국가 경제를 움직이는 필수재로서 공공성을 요구하는 동시에, 특히, 전력, 가스, 집단에너지와 같이 네트워크로 공급되는 에너지 산업의 경우에는 자연독점성으로 인해 정부로부터 상당한 수준의 규제를 불가피하게 수반한다. 이는 다시 말해 해당 에너지 산업의 효율성과 여기에 속한 소비자들의 후생은 정부의 규제가 얼마나 제대로 설계되고 작동하는가에 따라 상당히 달라질 수 있음을 의미한다.

자연독점 산업에서의 규제는 요금에 대한 규제에 대표될 수 있으며 자연독점 산업으로 간주되는 에너지 산업들에서의 규제도 마찬가지로 소매 요금에 대한 규제를 통해 소비자를 최대한 보호하는 방향으로 논의되어 왔다. 이러한 관점에서 투자 보수율 규제(rate of return regulation)와 가격 상한 규제(price capping regulation)가 대표적인 요금 규제 방식으로 다루어져 왔다. 투자 보수율 규제는 독점기업이 소비자 요금을 설정할 때 비용과 투자에 대한 고정된 보수율만을 반영하도록 강제하는 것이며, 가격 상한은 말 그대로 독점기업이 정하는 소비자 요금의 최대 상한을 정해 이를 넘어가지 않도록 하는 것이다. 두 가지 규제 모두 독점기업의 독점가격 설정을 통한 이윤 극대화 행위로부터 소비자 후생(consumer welfare)을 보호하고자 하는 취지로 고안되었지만 동시에 부작용에 대한 논란도 계속 제기되는 규제이기도 하다. 투자 보수율 규제는 공급 비용을 요금에 모두 반영할 수 있기 때문에 독점기업이 비용 절감을 위한 노력 또는 투자를 이행할 유인이 없어 공급의 비효율성을 야기할 수 있으며, 비용의 검증이 투명하지 않을 경우 요금 당국에 비용을 부풀려 신고할 유인도 존재한다(Averch and Johnson, 1962; Braeutigam and Panzar,

1989; Li et al., 2015). 이 때문에 가격 상한 규제가 독점기업의 비용 절감을 유도할 수 있다는 측면에서 효율적인 대안으로 제시되기도 했지만 가격의 상한을 어떻게 정하느냐의 문제는 여전히 풀기 어려운 숙제로 남겨져 있다. 독점가격을 정확히 모르는 상태에서 가격 상한을 독점가격 이상으로 잘못 설정하면 정부의 규제가 의미가 없어지며, 소비자를 독점가격으로부터 보호하는데 실패하게 된다(Sibley, 1989; Clemenz, 1991; Liston, 1993; Wissner, 2014; 오세신·김상기, 2019). 또한 독점가격 이하로 가격 상한을 설정한다 하더라도 독점기업이 지속적인 비용 절감 노력을 통해 비용을 꾸준히 낮추게 될 경우 독점가격도 함께 낮아지므로 어느 시점에서 독점가격이 가격 상한보다 낮아지는 상황이 발생할 수도 있다. 따라서 정부가 해당 독점기업의 비용 상태를 지속적으로 파악해 독점가격의 변화를 투명하게 확인하고 그에 맞게 가격 상한을 계속 조정하지 않는다면 그 실효성을 상실하게 된다. 하지만 독점기업의 비용에 대해 이러한 수준의 감시가 가능하기 위해서는 상당한 비용이 초래될 수밖에 없으며, 투자 보수율 규제에서와 마찬가지로 독점기업이 자신의 비용을 부풀릴 수도 있으므로 의도한 바와 같이 동태적으로 소비자 잉여를 극대화하는데 실패할 가능성이 높다. 이러한 차원에서 국내 지역난방 요금과 같이 투자 보수율 규제와 가격 상한 규제를 복합적으로 활용하는 경우도 있지만 앞서 언급한 문제들이 완전히 해소되는 것은 아니다.

따라서 본 연구에서는 지역 독점형태를 가진 에너지 시장에 한해 지역 독점기업들 간의 경합(contest)을 통해 경쟁을 유발시키고 경제적 유인을 부여하는 방식으로 해당 독점기업들의 비용 절감 노력 및 소비자 후생을 높일 수 있는 방안에 대해 다루고자 한다.

여기서 지역 독점형태의 에너지 시장이라 함은 우리나라에서 도시가스 및 지역난방을 예로 들 수 있다. 수십여 개의 도시가스 회사와 지역난방 회사들은 각각 지정된 구역에 대해서만 도시가스 또는 난방 에너지를 독점적으로 공급하고 있다. 이들은 정부의 규제에 따라 소비자에게 일정 준칙이 적용된 요금을 부과하고 있으며 이 준칙은 기본적으로 요금에 공급비용과 적정 투자

보수만을 반영하도록 하고 있다.¹⁾

따라서 만일 이들 지역 독점기업들이 동일 산업 내에서 누가 더 낮은 요금을 책정하는가를 두고 경합을 벌여 단수 또는 복수의 우성한 지역 독점기업(들)에게 보상으로 일정 기간 동안 투자보수율 규제가 아닌 가격 상한 규제를 적용받도록 할 경우에 발생할 수 있는 요금 인하 및 비용 절감 투자 효과를 살펴보는 것이 본 연구의 분석 방향이라 하겠다. 그리고 이를 통해 경합을 어떻게 설계하는 것이 지역 독점형태의 에너지 시장에서 소비자 후생을 가장 높이는 방안이 될지를 이론적으로 분석하는 것이 이 연구의 목적이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 경합을 이용한 시장 규제와 관련된 연구 사례 및 본 연구에서 이용하는 경합 모형의 참고가 되는 선행 연구를 소개할 것이다. 3장에서는 적용하고자 하는 에너지 산업의 특성을 반영해 경합 모형을 설계하고 이를 바탕으로 소비자 후생을 극대화할 수 있는 경합 방식에 대한 분석 결과를 제시할 것이다. 마지막 4장에서는 분석 결과에 대한 정책적 해석을 통해 결론을 제시하며 마무리하고자 한다.

II. 관련 연구 사례 및 선행 연구

에너지 시장에서 지역 독점기업들 간의 경합을 다룬 연구들은 거의 찾을 수 없다. 이는 에너지시장뿐 만이 아니라 지역 독점형태를 가진 수도, 유선 전화 등 공공서비스 산업에 대한 연구들에서도 마찬가지다. 다시 말해 투자보수율 규제와 가격 상한 규제가 경제적 관점에서 가지는 단점들을 보완하는

1) 정부의 「공공요금 산정기준(기획재정부 훈령 제345호)」에서는 공공요금은 공공서비스를 제공하는데 소요된 취득원가 기준에 의한 총괄원가를 보상하는 수준에서 결정되어야 한다고 명시하고 있으며, 도시가스 요금은 중앙 공공요금으로서 이 기준을 따르고 있으며, 지역난방 요금에는 「지역난방 열요금 산정기준 및 상한 지정(산업통상자원부 고시 제 2020-56 호)」에 따라 공공요금의 원칙을 적용하고 있으나 현실적인 여건들을 감안해 가격 상한 규제도 병행하여 적용하고 있다.

수단으로서 경합을 고려한 연구들을 찾기는 매우 어렵다. 그나마 유사한 주제로 정부 규제 하에 놓여 있는 독과점시장에서 사업자를 선정하기 위한 경합을 다룬 연구들은 다수 존재한다. Lee and Cheong(2005)는 과점시장에서 선점자(incumbents)와 진입자(potential entrants) 간에 신규 사업권(licence) 발급 여부 및 사업권 획득을 두고 경합할 때 사회적 편익에 미치는 영향을 게임 모형을 통해 분석하였다. 그 결과 진입 장벽의 완화가 항상 사회적으로 이익이 되는 것이 아니며 선점자들이 서로 간에 비협력적 관계에 있어 추가 진입에 따른 이윤 손실이 크지 않을 경우에 진입 장벽의 완화가 사회적으로 이익이 될 수 있음을 결론으로 제시한 바 있다.

본 연구와 관련해 모형 설계에 참고할 수 있는 최적의 경합 방식의 설계에 관한 기존 연구들은 Moldovanu and Sela(2001), Cohen et al.(2008), Fu and Lu(2009) 등이 있다. Moldovanu and Sela(2001)는 경합에서 위험중립적인(risk-neutral) 참가자들의 노력 총합을 극대화하기 위한 최적의 보상 배치 방법을 분석하였다. 노력에 투입되는 비용의 함수형태에 따라 최적이 되는 보상 배치 구조가 달라지게 되는데, 비용함수가 선형(linear) 또는 오목(concave) 함수일 때에는 단일 보상이 최적이 되며, 비용함수가 볼록(convex) 함수라면 2개 이상의 보상으로 분리하는 것이 최적의 보상 배치 방안이 된다는 것을 입증하였다. Cohen et. al.(2008)에서는 단일 보상체계(single reward) 하에서 경합설계자가 극대화하고자 하는 목적함수, 즉 효용함수의 형태에 따라, 그리고 경합참가자들의 목적 함수 형태에 따라 경합설계자가 최적으로 설계하는 경합의 구조가 어떻게 달라질 수 있는지를 분석한다. 경합설계자가 극대화하고자 하는 대상이 참가자들의 전체 노력의 총합인 경우와 우승자의 노력인 경우를 구분하였으며, 참가자들의 효용함수는 보상에 대한 주관적인 가치²⁾를 부여하는 방식에 따라 구분하였다. 이를 통해 참가자의 수와 우승자에 대한

2) Cohen et al.(2008)는 참가자들의 효용함수를 보수의 객관적인 가치에 주관적인 가치를 더하는 방식과 객관적인 가치에 주관적인 가치를 곱하는 방식으로 구분하여 분석하고 있다.

최적 보상 수준 및 노력 수준과의 관계가 경합 구조 및 참가자들의 효용함수 형태에 따라 달라질 수 있음을 규명하였다. Fu and Lu(2009)는 다수 보상(multi rewards)이 가능한 조건 하에서 참가자 수와 보상의 개수가 정해져 있을 때 참가자들의 노력의 총합(total effort)을 극대화할 수 있는 경합의 구조를 찾고자 하였다. 경합의 구조는 참가자들을 모두 하나의 경합에서 경쟁시키는 통합 경합(grand contest)과 참가자들을 다수의 그룹으로 분리하여 그룹별로 정해진 보상을 배분해 경쟁시키는 분리 경합(split contests)으로 구분해 참가자들의 노력 수준을 비교하였다. 분석 결과에 따르면 참가자들의 노력의 총합을 극대화하는 경합 구조는 분리 경합 방식이 아닌 통합 경합 방식이며, 이는 경합을 하나로 통합함으로써 경쟁을 더욱 치열하게 만들기 때문으로 해석하고 있다.

이와 같이 참가자들의 노력을 극대화하는 최적 경합 구조를 찾는 기존의 연구들은 자연독점시장이자 지역별 독점시장을 형성하고 있는 에너지 시장에서 요금규제를 보다 효율적으로 설계하는데 유용할 수 있다. 본 연구는 이러한 관점에서 기존의 투자보수율 규제와 가격상한 규제가 비용절감 투자 유인 및 요금인하 유인과 관련해 보여주는 한계성을 보완할 수 있는 방안으로 경합을 제시하고자 하며 이를 위해 경합이 지역 독점기업들의 비용절감 및 요금인하 유인 형성에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지를 이론적인 모형을 통해 분석해 볼 것이다.

Ⅲ. 모형 설계 및 분석

1. 경합 모형 설계 및 내쉬균형 분석

여기서 고려하는 경합의 구조를 간략히 설명하면 다음과 같다. 먼저 경합

설계자(여기서는 정부가 이에 해당될 수 있다.)가 경합의 구조(우승자의 수)를 설계하여 경합을 시작하게 되면 참가자들인 지역 독점기업들은 먼저, 비용 절감을 위한 투자를 동시에 결정하게 되고, 다음 단계에서 경합에 이기기 위한 요금인하액을 동시에 제시하게 된다. 따라서 본 경합모형은 경합 참가자들이 2단계에 걸쳐 선택을 결정하는 순차적 게임(sequential move game)이 될 것이다. 또한 각 단계에서 참가자들의 의사결정이 동시에 이루어짐에 따라 다른 참가자들의 해당 단계에서의 의사결정은 인지하지 못한다고 볼 수 있다.

경합에서 승리한 지역 독점기업들은 제시한 요금인하액을 소비자에게 부과하게 되며, 승리하지 못한 경합 지역 독점기업들은 투자를 통해 달성한 비용 절감액을 그대로 요금인하에 반영해야 한다. 다시 말해 승리하지 못한 지역 독점기업들에게는 기존에 적용되던 규제인 투자 보수율 규제³⁾가 그대로 유되는 셈이다.

경합의 기본적인 수식 모형 구조는 Fu and Lu(2009)를 따르기로 한다. 이에 따라 기본적인 모형에 대한 가정은 다음과 같다. 경합에 참가하는 지역 독점기업들의 수는 N 개($N \geq 2$)로 모두 동일한 기업들로 전제하는 대칭성(symmetry)을 고려하였다. 따라서 모두 동일한 이윤함수를 가지고 있는 것으로 볼 수 있다. 또한 지역 독점기업들은 서로의 비용을 알지 못하며 위험중립적인(risk-neutral) 성향을 가진 것으로 가정한다. 따라서 독점기업 i 가 우승자가 하나인 경합에서 요금인하액 r_i 를 제시했을 때 자신이 인식하는 승리할 확률은 (1)과 같이 성공함수(success function)에 의해 결정된다고 가정할 수 있다.

$$P_i(R) = \frac{f(r_i)}{\sum_{j=1}^N f(r_j)}, R = (r_1, r_2, \dots, r_N). \quad (1)$$

3) 본 연구에서는 투자 보수율을 0%로 가정하여 투자 보수율 규제에서의 요금은 생산비용만을 반영하게 된다.

여기서 R 는 경합참가자들의 요금인하액프로필(rate reduction profile)이며, $f(r_i)$ 는 독점기업 i 의 요금 인하액인 r_i 에 따른 충격함수(impact function)이라고 할 수 있다. 충격함수 $f(\cdot)$ 는 강 증가함수(strictly increasing function)로 가정한다. 또한 경합설계자, 즉 정부는 독점기업들의 요금의 총합을 극소화하는 것을 목표로 경합을 설계한다고 가정한다. 이는 궁극적으로 정부가 독점시장에서 소비자 후생을 극대화하는 것을 목표로 하는 것으로 해석할 수 있다. 이에 따라 경합 C 는 참가자 N 과 우승자의 수 K 로 구성된다. 따라서 이와 같은 경합은 $C \equiv C(N, K)$ 로 표시된다. 여기서 K 는 $K \in \{1, 2, \dots, N\}$ 이다. Fu & Lu(2009)에서는 경합설계자는 보상의 배치, 즉 K 개의 보상에 어떻게 차별을 두는지도 고려하도록 되어 있는데, 본 연구에서는 우승에 대한 보상을 초과 이윤을 허용하지 않는 투자 보수율 규제에서 벗어나 경합에서 제시한 요금을 부과하도록 허용하는 것으로 볼 수 있으며, 이는 초과 이윤 창출의 기회를 부여하는 것이 된다. 따라서 경합 우승자(들)의 비용이 제시한 요금인하액을 감안한 요금보다 낮을 경우에는 이윤을 얻을 수 있게 된다.

각 경합참가자의 기대보수함수(expected payoff function)는 다음과 같이 가정한다.

$$\pi_i = P_i(R)(p_i - r_i - c_i + \theta_i)x_i - e_i(\theta_i) \quad (2)$$

여기서 p_i 는 각 지역의 기존의 서비스(도시가스 또는 지역난방) 요금을 의미하며 모든 지역과 독점기업들이 동일하다는 것을 전제할 경우 $p_i = p$ 로 볼 수 있다. c_i 는 각 지역 독점기업들의 서비스 한계생산비용을 나타내며 모든 기업들이 동일할 경우 $c_i = c$ 가 된다.⁴⁾ θ_i 는 독점기업 i 가 투자를 통해 한계생산비용을 절감한 수준을 의미하며, x_i 는 i 가 위치한 지역의 수요를 말한다.

4) 도시가스 및 지역난방 시장과 같이 투자 보수율 규제를 적용하는 자연독점 시장에서는 정부가 법적으로 공급조건을 규정하기 때문에 지역별 독점 공급기업의 한계생산비용은 대체로 비슷하다고 할 수 있다.

마지막으로 $e_i(\theta_i)$ 는 한계생산비용을 θ_i 만큼 절감하기 위해 필요한 투자비용을 나타내는 것으로 역시 강 증가함수(strictly increasing function)로 가정한다.

한편, 정부의 규제를 받는 에너지 시장의 경우 수요의 가격탄력성이 매우 낮은 편으로 평가되고 있다.⁵⁾ 따라서 이러한 현실을 반영함과 동시에 모형의 단순화를 위해 수요는 고정된 것으로 보고 $x_i = 1$ 로 전제해 모형을 분석하고자 한다.

이를 적용하면 식 (2)는 $\pi_i = P(R)(p_i - r_i - (c_i - \theta_i)) - e_i(\theta_i)$ 와 같이 변환될 수 있다.

우승자가 복수로 존재할 경우에는 참가자는 각각의 보상을 받을 수 있는 모든 가능성들을 고려하기 위해 독점기업 i 가 k 번째 보상을 받을 수 있는 조건부 확률을 식(3)과 같이 도입한다.

$$P_i(r_i, R_{-i}; \Omega_k) = \frac{f(r_i)}{\sum_{j \in \Omega_k} f(r_j)} \quad (3)$$

여기서 Ω_k 는 $k-1$ 번째 우승자를 선정할 때까지 선정에 포함되지 못한 독점기업들, 즉 k 번째 보상의 대상이 되는 독점기업들의 집합을 의미한다. R_{-i} 는 독점기업 i 를 제외한 나머지 지역 독점기업들이 제시하는 요금인하액의 프로필을 나타낸다.

식 (3)을 이용하여 참가자 i 가 경합 $C \equiv C(N, K)$ 에 참가할 경우 얻을 수 있는 기대보수를 식 (4)와 같이 산출할 수 있다.

$$\pi_i = \sum_{k=1}^K [P_{i,k}(r_i, R_{-i})(p_i - r_i - c_i + \theta_i)] - e_i(\theta_i), \quad (4)$$

5) 이승재 외(2013)와 박철웅·박철호(2018)에서는 ARDL 모형과 오차수정모형을 이용해 도시가스 수요를 추정한 바 있으며, 단기적으로 가격에 대해 비탄력적인 것으로 결과를 도출하였으며, 최효연 외(2015)에서는 패널모형을 이용해 지역난방 수요의 가격탄력성이 -0.89로 비탄력적인 것으로 분석하였다.

$$P_{i,k}(r_i, R_{-i}) = \sum_{\forall \Omega_k} [\Pr(\Omega_k) I(i \in \Omega_k) P_i(r_i, R_{-i}; \Omega_k)]$$

여기서 $\Pr(\Omega_k)$ 는 k 번째 우승자를 선정할 때 대상이 될 수 있는 독점기업들의 집합 Ω_k 가 구성될 확률이며, $I(i \in \Omega_k)$ 는 독점기업 i 가 Ω_k 에 속할 경우 1이 되고 속하지 않을 경우 0이 되는 인덱스함수(index function)을 나타낸다.

지역 독점기업들이 모두 대칭적이라면, 즉 모두 동일한 기술과 능력을 가지고 있고 지역들의 수요도 모두 동일하다고 전제할 경우 $p_i = p$, $c_i = c$ 로 둘 수 있으며, 식 (4)의 극대화문제는 다음과 같은 결과를 도출한다.

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial r_i} = \sum_{k=1}^K \left[\frac{1}{N} \left(1 - \sum_{g=1}^{k-1} \frac{1}{N-g} \right) \frac{f'(r_i)}{f(r_i)} (p - r_i - c + \theta_i) \right] - \frac{K}{N} = 0 \quad (5)$$

여기서 $f(r) = r$ 로 둘 경우 내쉬균형에서 독점기업 i 가 제시하는 요금인하액을 식(6)과 같이 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} r_i^* &= (p - c + \theta_i) \frac{\sum_{k=1}^K \left(1 - \sum_{g=0}^{k-1} \frac{1}{N-g} \right)}{\sum_{k=1}^K \left(1 - \sum_{g=0}^{k-1} \frac{1}{N-g} \right) + K} \\ &= (p - c + \theta_i) \frac{U(K)}{U(K) + K} \end{aligned} \quad (6)$$

보조정리 1: 서로 대칭적인 지역 독점기업들이 참가하는 요금인하 경합에서 우승자의 수가 많을수록 지역 독점기업들이 제시하는 요금인하액은 작아진다.

식(6)에서 $U(K) = \sum_{k=1}^K \left(1 - \sum_{g=0}^{k-1} \frac{1}{N-g} \right)$ 는 K 가 커질수록 증가하다가 감소하는 함수로 $K = N$ 에서는 0이 된다. 또한 $U(K)$ 가 증가하는 구간에서도 K 의 증가 속도가 빠르기 때문에 내쉬균형에서의 독점기업 i 의 요금인하액 r_i^*

는 K 가 증가함에 따라 감소하는 것으로 볼 수 있다. 이는 우승자의 숫자가 늘어날수록 경쟁이 느슨해지기 때문에 경합에 참가하는 독점기업들이 제시하는 요금인하액도 작아지게 되는 것으로 해석할 수 있으며, 기존의 경합 연구들의 결과와도 일관성을 갖는다.

다음은 독점기업 i 가 비용절감 투자를 결정하는 1단계를 살펴보도록 하자. 역진귀납법(backward induction)에 따라 독점기업 i 는 요금인하 경합을 통해 내쉬균형에서 도출되는 자신의 요금인하액을 알고 있으므로 식(6)을 식(4)에 대입해 다음과 같은 이윤함수를 도출할 수 있게 된다.

$$\pi_i = P_i(r_i^*, R_{-i}^*)(p - r_i^* - c + \theta_i) - e_i(\theta_i) = \frac{K}{N}(p - r_i^* - c + \theta_i) - e_i(\theta_i) \quad (7)$$

여기서 $P_i(r_i^*, R_{-i}^*)$ 는 모든 지역 독점기업들이 대칭적이라는 전제 하에서 도출된 내쉬균형에서의 확률이므로 $\frac{K}{N}$ 이 된다. 또한 $e_i(\theta_i)$ 는 강 증가함수로서, 기존의 R&D 관련 연구들⁶⁾을 고려해 $e_i(\theta_i) = \frac{\alpha\theta_i^2}{2}$ ($\alpha > 0$)로 가정하여 식(7)의 이윤극대화 조건을 아래와 같이 도출할 수 있다.

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial \theta_i} = \frac{K}{N} \left(1 - \frac{U(K)}{U(K) + K} \right) - \alpha\theta_i = 0 \quad (8)$$

이를 바탕으로 독점기업 i 의 부분게임완전내쉬균형(sub-game perfect Nash equilibrium)에서의 비용절감은 다음과 같다.

$$\theta_i^* = \theta^* = \frac{1}{\alpha N} \left(\frac{K^2}{U(K) + K} \right) \quad (9)$$

6) Haaland and Kind(2008), Lin and Zhou(2013), 오세진·김상기(2019)

보조정리 2: 서로 대칭적인 지역 독점기업들이 참가하는 요금인하 경합에서 우승자의 수가 많을수록 지역 독점기업들이 비용절감에 투자할 유인도 높아진다.

식(9)의 결과에 따르면 K 가 커질수록 θ_i^* 는 증가하며 비용절감 투자비용인 $e_i(\theta_i^*)$ 도 함께 증가한다. 따라서 경합 우승자의 수가 늘어날수록 지역 독점기업은 비용절감에 더 많은 투자를 할 유인이 있는 것으로 해석할 수 있다. K 가 N 과 가까워질수록 원가보상 방식의 요금제도를 적용받는 독점기업들보다 가격상한제를 적용받는 독점기업들이 점점 많아지는 것을 의미하므로 가격상한제를 적용받을 가능성이 높으면 높을수록 비용절감에 투자할 유인도 커지는 것이다. 이는 비용을 기반으로 하는 요금규제(투자보수율 규제)에서 비용절감 유인이 존재하지 않고 가격을 기반으로 하는 요금규제(가격상한 규제)에서 비용절감 유인이 존재한다는 기존 연구들의 결과와도 일치한다.

식(9)를 식(6)에 대입하면 부분게임완전내쉬균형에서 독점기업 i 이 제시하는 요금인하액도 다음과 같이 도출할 수 있다.

$$r_i^* = r^* = (p - c) \frac{U(K)}{U(K) + K} + \frac{1}{\alpha N} \frac{U(K)K^2}{(U(K) + K)^2} = \frac{1}{\alpha N} \frac{U(K)K^2}{(U(K) + K)^2} \quad (10)$$

위에서 $p - c = 0$ 라 할 수 있다. 이는 경합을 시작하기 이전의 가격인 p 가 투자 보수율 규제에 따른 가격으로서, 앞서 전제한 바와 같이 투자 보수율은 0%이므로 요금은 기존의 비용만을 반영할 수 있으므로 $p = c$ 이기 때문이다.

식(10)에서 $U(K)$ 가 비연속함수임을 감안할 때 K 값에 따라 r^* 이 어떻게 변화하는지를 분석하기 위해서 다양한 참가자 수 N 을 가정해 K 의 값을 1부터 $N-1$ 까지 증가시켜 r^* 값의 변화를 추적할 수 있도록 수치적 예시(numerical examples)를 제시하고자 한다. 앞서 식(6)에서 K 가 증가할수록

r^* 가 감소하는 것으로 도출되었지만 식(9)에서 θ^* 는 K 의 증가에 따라 같이 증가하기 때문에 식(6)이 θ_i 에 따라 증가하는 함수임을 감안하면 부분게임완전내쉬균형에서 r^* 와 K 의 함수적 관계가 달라질 수 있기 때문이다.

또한 K 값에 따라 비용 절감량 θ^* 가 어떻게 달라지는지에 대해서도 같은 방식으로 살펴볼 것이다. 그리고 정부의 목적함수가 소비자 후생의 극대화라는 전제하에 최종적으로 모든 지역의 소비자들이 누리게 되는 전체적인 요금 인하 규모를 극대화하게 되는 K 에 대해서도 분석결과를 제시하게 될 것이다.

2. 지역 독점기업의 요금인하 제시액과 비용 절감량 분석

여기서는 경합에 참가하는 지역 독점기업의 수를 $N \in \{3, 4, 5, \dots, 15\}$ 로 가정하여 우승자 수($K \leq N$)⁷⁾에 따라 부분게임완전내쉬균형에서 지역 독점기업들의 요금인하 제시액과 비용 절감량을 분석하고자 한다.

<표 1>은 부분게임완전내쉬균형에서 지역 독점기업의 요금인하 제시액을 분석한 결과를 나타내고 있다($\alpha = 1$). 이를 해석하면 먼저 지역 독점기업들의 요금인하 제시액은 참가자 수에 따라 이를 극대화할 수 있는 적정 우승자의 수가 2개 이상에서 존재한다는 것이다. 또한 참가자의 수 N 이 커질수록 요금인하 제시액이 최대가 되는 우승자의 수 K 도 증가하는 것으로 분석된다($K = N$ 이면 $r^* = 0$). 따라서 이러한 결과를 바탕으로 다음과 같은 명제의 도출이 가능해진다.

명제 1: 투자를 통해 비용절감이 가능한 지역 독점기업들 간의 요금인하 경합에서 요금인하 제시액을 극대화하기 위해서는 경합설계자(정부)는 복수(둘 이상)의 우승자 수를 설정해야 하며, 참가자 수가 많아질수록 우승자의 수도 늘어나야 한다.

7) $K = N$ 이면, 요금인하 제시액 $r^* = 0$, 비용 절감량 $\theta^* = \frac{1}{\alpha}$ 이 된다.

<표 2>는 부분게임완전내쉬균형에서 지역 독점기업의 비용절감을 나타낸 것으로 보조정리 2에서 제시한 바와 같이 우승자의 수가 많을수록 비용절감 투자도 커진다는 것을 의미한다. 특히, [그림 2]를 통해 우승자의 수가 많아질수록 우승하는 지역 독점기업들의 이윤도 점차 증가하는 것을 알 수 있다. [그림 1]은 <표 1>과 <표 2>의 값을 그래프로 표시한 것으로 요금인하 제시액과 비용 절감량 간의 차이가 우승자의 수가 증가함에 따라 커지는 것으로 나타나기 때문이다.

소비자 입장에서 일정한 범위 내에서는 우승자 수가 증가함에 따라 지역 독점기업들의 요금인하 제시액이 증가하므로 지역 독점기업이 투자를 통해 발생시키는 비용 절감의 일부분을 소비자 후생으로 이전하는 효과를 가진다고 볼 수 있다.

〈표 1〉 참가자 수(N)와 우승자 수(K)에 따른 지역 독점기업의
요금인하 제시액(r^*) ($\alpha = 1$)

K	N												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.080	0.061	0.049	0.041	0.036	0.031	0.028	0.025	0.023	0.021	0.019	0.018	0.017
2	0.138	0.116	0.096	0.081	0.070	0.062	0.055	0.050	0.045	0.041	0.038	0.036	0.033
3	0.000	0.146	0.135	0.118	0.103	0.091	0.082	0.074	0.067	0.062	0.057	0.053	0.050
4	-	0.000	0.147	0.146	0.132	0.119	0.107	0.097	0.089	0.082	0.076	0.071	0.066
5	-	-	0.000	0.145	0.151	0.142	0.130	0.119	0.110	0.101	0.094	0.088	0.082
6	-	-	-	0.000	0.142	0.154	0.148	0.138	0.129	0.119	0.111	0.104	0.098
7	-	-	-	-	0.000	0.138	0.155	0.152	0.145	0.136	0.127	0.120	0.113
8	-	-	-	-	-	0.000	0.135	0.155	0.155	0.149	0.142	0.134	0.127
9	-	-	-	-	-	-	0.000	0.131	0.154	0.157	0.153	0.146	0.139
10	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.127	0.153	0.158	0.155	0.150
11	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.124	0.152	0.158	0.157
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.120	0.150	0.158
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.117	0.148
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.114
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000

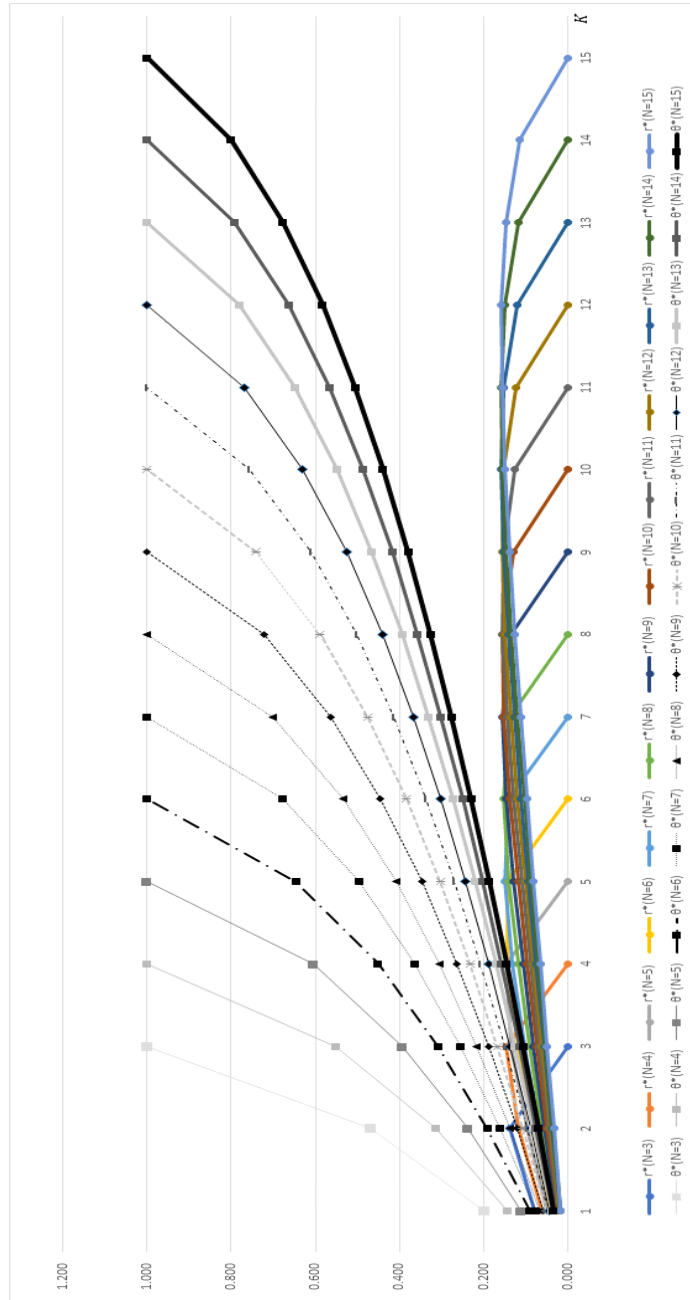
주: 참가자 수별 최대치는 그림자로 표시

〈표 2〉 참가자 수(N)와 우승자 수(K)에 따른 지역 독점기업의
비용 절감량(θ^*) ($\alpha = 1$)

K	N												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.200	0.143	0.111	0.091	0.077	0.067	0.059	0.053	0.048	0.043	0.040	0.037	0.034
2	0.471	0.316	0.239	0.192	0.161	0.139	0.122	0.108	0.098	0.089	0.082	0.076	0.070
3	1.000	0.551	0.394	0.309	0.255	0.217	0.190	0.168	0.151	0.137	0.126	0.116	0.108
4	-	1.000	0.606	0.452	0.364	0.306	0.264	0.233	0.208	0.188	0.172	0.158	0.146
5	-	-	1.000	0.646	0.497	0.408	0.348	0.304	0.270	0.243	0.221	0.203	0.187
6	-	-	-	1.000	0.677	0.533	0.445	0.384	0.338	0.302	0.274	0.250	0.231
7	-	-	-	-	1.000	0.703	0.564	0.476	0.415	0.368	0.331	0.301	0.277
8	-	-	-	-	-	1.000	0.723	0.589	0.503	0.442	0.394	0.357	0.326
9	-	-	-	-	-	-	1.000	0.742	0.612	0.527	0.465	0.418	0.380
10	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.756	0.631	0.548	0.487	0.439
11	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.770	0.648	0.567	0.506
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.781	0.663	0.583
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.791	0.677
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000	0.801
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000

주: 참가자 수별 최대치는 그림자로 표시

[그림 1] 우승자 수(K)에 따른 지역 독점기업의 요금인하 제시액(r^*) 및 비용 절감량(θ^*)의 변화



3. 소비자 후생의 분석

본 모형에서는 에너지시장의 특성을 반영해 소비량은 고정된 것으로 앞에서 전제한 바 있다. 따라서 지역 독점기업들의 평균적인 요금인하액(요금인하 제시액이 아닌)이 소비자 후생을 직접적으로 반영하는 것으로 볼 수 있다.

경합에서 최종적인 우승자가 선정되면 경합에 참가한 지역 독점기업들 평균적인 요금인하액은 다음과 같이 산출할 수 있다. 먼저, 우승한 지역 독점기업들은 제시한 요금인하액을 자기 지역의 요금에 반영하게 될 것이다. 다음으로 우승에 실패한 지역 독점기업들의 경우에는 정부의 규제에 따라 제시한 요금인하액이 아닌 투자를 통해 달성한 비용 절감액을 자기 지역의 요금에 그대로 반영해야 한다. 따라서 경합에 참가한 지역 독점기업들의 평균적인 최종 요금인하액은 다음과 같은 함수의 형태가 될 것이며, 이는 본 연구에서 전제하는 정부가 극대화하고자 하는 목적함수가 된다.

$$AR = \frac{K \times r^* + (N - K) \times \theta^*}{N} \quad (11)$$

식(11)을 통해 산출되는 값이 우승자 수에 따라 어떻게 변화하는 지를 분석함으로써 전체 소비자의 후생을 극대화하는 적정 우승자의 수가 존재하는지 여부를 판별할 수 있을 것이다. 이는 <표 3>와 [그림 2]에서 제시하고 있다.

명제 2: 투자를 통해 비용절감이 가능한 지역 독점기업들 간의 요금인하 경합에서 소비자의 후생을 극대화하는 우승자의 수는 복수(둘 이상)에서 결정되며 참가자 수가 많아질수록 증가하게 된다. 따라서 소비자 후생이 극대화되는 우승자 수에서 지역 독점기업들의 비용절감 투자 유인도 (최대치가 아닌)어느 정도 확보할 수 있다.

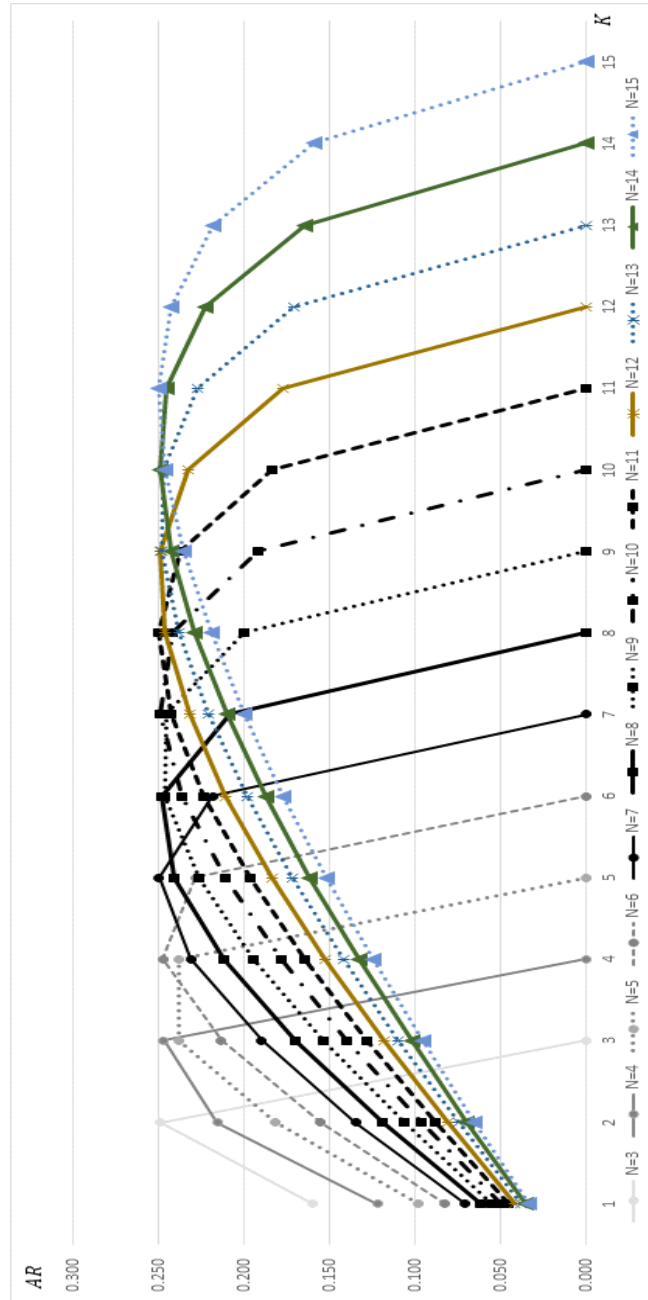
<표 3>에 따르면 지역 독점기업별 평균 요금인하액은 참가자 수가 5개 일 때 우승자 수가 4개일 경우 최대가 되며, 참가자 수가 10개 일 때에는 우승자 수가 7개일 때, 그리고 참가자 수가 15개일 때에는 우승자 수가 11개일 때 지역 독점기업별 평균 요금인하액이 최대가 될 수 있다. 그리고 앞에서 살펴본 바와 같이 지역 독점기업의 비용절감 유인은 우승자 수에 따라 증가하기 때문에 소비자 후생이 최대가 되는 우승자 수에서 지역 독점기업의 비용절감 유인도 비교적 높은 수준으로 확보될 수 있다.

〈표 3〉 참가자 수(N)와 우승자 수(K)에 따른 지역 독점기업별
평균 요금인하액(AR) ($\alpha = 1$)

K	N													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	0.160	0.122	0.099	0.083	0.071	0.062	0.055	0.050	0.045	0.042	0.038	0.036	0.033	
2	0.249	0.216	0.182	0.155	0.135	0.119	0.107	0.097	0.088	0.081	0.075	0.070	0.065	
3	0.000	0.247	0.239	0.214	0.190	0.170	0.154	0.140	0.128	0.118	0.110	0.102	0.096	
4	-	0.000	0.239	0.248	0.232	0.212	0.194	0.179	0.165	0.153	0.142	0.133	0.125	
5	-	-	0.000	0.229	0.250	0.242	0.227	0.212	0.197	0.184	0.172	0.162	0.152	
6	-	-	-	0.000	0.219	0.249	0.247	0.236	0.224	0.211	0.199	0.188	0.177	
7	-	-	-	-	0.000	0.209	0.246	0.249	0.243	0.233	0.222	0.211	0.200	
8	-	-	-	-	-	0.000	0.200	0.242	0.250	0.247	0.239	0.230	0.220	
9	-	-	-	-	-	-	0.000	0.192	0.238	0.249	0.249	0.243	0.236	
10	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.184	0.233	0.248	0.250	0.246	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.177	0.228	0.246	0.250	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.171	0.223	0.243	
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.165	0.219	
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	0.160	
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.000	

주: 참가자 수별 최대치는 그림자로 표시

[그림 2] 우승자 수(K)에 따른 지역 독점기업별 평균 요금인하액(AR)의 변화 ($\alpha = 1$)



V. 결론 및 토의

본 연구를 통해 도출된 결과는 도시가스 또는 지역난방과 같이 서비스 공급자가 지역적 독점형태를 가지는 산업에서 정부와 같은 규제 주체가 경합을 이용해 소비자를 보호함과 동시에 공급자에게도 비용 절감을 위한 투자 유인을 일정 수준 제공해 줄 수 있다는 것을 이론적으로 보여준 것이다. 특히, 정부가 지역 독점기업들의 비용을 정확하게 모른다 하더라도 하나 이상의 임의의 수를 우승자로 결정하는 것만으로 지역 독점기업의 비용 절감과 요금 인하를 동시에 유도할 수 있는 효과를 가질 수 있다. 또한 서론에서 언급했듯이 가격 상한 규제에서 비용 정보에 대한 불확실성으로 인해 가격 상한이 잘못 설정될 경우 발생하는 소비자 피해를 요금 인하 경합을 통해 회피할 수 있다는 점도 요금 인하 경합의 장점이라 하겠다.

하지만 지역 독점기업들 사이에 대칭성을 가정하는 등에 따른 모형의 제약성으로 인해 모형의 결과를 그대로 현실에서 활용하는 것에는 무리가 있을 수밖에 없을 것이다. 모형의 단순화에 따른 이러한 한계에도 불구하고 현실에 적용하기 위한 다양한 방법을 다음과 같이 고려해 볼 수 있다. 지역 독점기업들을 비슷한 소비자 규모나 투자비에 따라 그룹화하여 비슷한 기업들 간에 경합할 수 있도록 경합을 여러 개로 분리하는 것도 하나의 예가 될 것이다. 또는 지역 독점기업별로 소비자 규모에 따라 표준 비용을 설정하고 이를 기준으로 요금인하액을 평가하는 것도 또 다른 대안이다. 물론 지역별로 요금을 차별화하는 것이 가능하다는 기본적인 전제가 충족되어야 하며, 우리나라의 공공요금 산정기준에 대한 제도적 변화도 수반되어야 할 것이다. 실제로 우리나라 지역난방 시장에서는 요금을 총괄원가와 가격 상한제를 병행해서 적용하고 있고 그동안 빈번하게 요금체계의 변화를 실행해왔다는 점을 감안할 때

이러한 새로운 시도가 결코 비현실적이라고 볼 수는 없다.

국내 에너지 시장, 특히 가스, 지역난방 등 자연독점이자 지역독점 형태의 산업으로 간주되는 에너지 시장에서는 지속적인 요금제도의 조정 및 개선에도 불구하고 요금제도에 대한 논쟁은 끊임없이 발생하고 있다. 공기업의 비효율성과 민영화라는 화두도 어떻게 보면 이러한 요금 논쟁의 연장선이라고도 할 수 있다.

자연독점 시장에서 기업의 효율성과 소비자 후생이라는 두 마리의 토끼를 모두 포획하는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 그렇기 때문에 새로운 대안을 모색하기 위한 창의적인 영감과 다양한 노력이 시도될 필요가 있다.

본 연구는 그동안 자연독점시장에서 투자 보수율 규제와 가격 상한 규제의 한계를 극복하기 위해 시도된 다양한 연구들의 연장선에 있는 동시에 다른 연구들에서 고려하지 않았던 경합이론을 자연독점시장에서의 요금규제에 도입한 연구로서 의의가 있다. 본 연구에서는 경합 참가자들의 대칭성을 전제로 모형을 단순화하여 우승자의 수와 독점기업들의 요금인하 간의 관계를 분석하였으나 향후에는 경합에 참가하는 독점기업들의 비대칭성을 고려하는 한편, 정보의 완전성(perfectness)에 대한 추가적인 확장을 통해 모형을 다양화함으로써 보다 현실에 적용 가능한 연구로 발전시킬 필요가 있을 것이다.

접수일(2020년 12월 22일), 수정일(2021년 1월 21일), 게재확정일(2021년 3월 26일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 박철웅·박철호, “용도별 특성을 고려한 도시가스 수요함수의 추정,” 『에너지경제연구』 제17권 제2호, 2018, pp. 1-29.
- 오세신·김상기, “지역난방 시장의 열요금 규제 방식에 따른 공급자의 비용절감 유인 및 소비자 후생 비교 연구,” 『에너지경제연구』 제18권 제1호, 2019, pp. 59-84.
- 이승재·이승섭·유승훈, “시계열 자료를 이용한 도시가스의 수요함수 추정,” 『에너지공학』 제22권 제4호, 2013, pp. 370-375.
- 최효연·이경실·유승훈, “지역난방 기반 주택용 열에 대한 수요함수의 추정,” 『에너지공학』 제24권 제3호, 2015, pp. 67-73.
- Averch, H. and Johnson, L., “Behavior of the Firm under Regulatory Constraint,” *American Economic Review* 52, 1962, pp. 1053-1069.
- Braeutigam, Ronald R. and Panzar, John C., “Diversification Incentives under Price-Based and Cost-Based Regulation,” *The RAND Journal of Economics*, Vol. 20, No. 3, 1989, pp. 373-391.
- Cabral, Luis M. B. and Riordan, Michael H., “Incentives for Cost Reduction Under Price Cap Regulation,” *Journal of Regulatory Economics* 1, 1989, pp. 93-102.
- Clemenz, Gerhard, “Optimal Price-Cap Regulation,” *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 39, No. 4, 1991, pp. 391-408.
- Cohen, C., Kaplan, T. R., and Sela, A., “Optimal rewards in contests, *RAND Journal of Economics*,” Vol. 39, No. 2, 2008, pp. 434-451.
- Fu, Q. and Lu, J., “The beauty of ”bigness“: On optimal design of multi-winner contests,” *Games and Economic Behavior* 66, 2009, pp. 146-161.
- Haaland, Jan I. and Kind, Hans J., “R&D policies, trade and process innovation,” *Journal of International Economics* 74, 2008, pp. 170-187.

- Lee, Sanghack and Cheong, Kiwoong, "Rent dissipation and social benefit in regulated entry contests," *European Journal of Political Economy* 21(1), 2005, pp. 205-219.
- Li, Hailong, Sun Qie, Zhang, Qi, and Wallin, Fedrik, "A review of the pricing mechanisms for district heating," *Renewable and Sustainable Energy* 42, 2015, pp 51-65.
- Lin, P. and Zhou, W., "The effects of competition on the R&D portfolios of multiproduct firms," *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 31, No. 1, 2013, pp. 83-91.
- Liston, Catherine, "Price-Cap versus Rate-of-Return Regulation," *Journal of Regulatory Economics* 5, 1993, pp. 25-48.
- Moldovanu, B. and Sela, A., "The Optimal Allocation of Prizes in Contests, The American Economic Review," Vol. 91, No. 3, 2001, pp. 542-558.
- Sibley, David, "Asymmetric Information, Incentives and Price-Cap Regulation," *The RAND Journal of Economics*, Vol. 20, No. 3, 1989, pp. 392-404.
- Wissner, Matthias, "Regulation of district-heating systems," *Utilities Policy* 31, 2014, pp. 63-73.

ABSTRACT	A Study on the Optimal Pricing Contest to Maximize Consumers' Welfare and Enhance Incentives of Suppliers to Invest in Production Cost Reduction in Regionally Monopolistic Energy Markets
----------	--

Saesin Oh*

This study aims to theoretically analyze the possibility that efforts from regional monopoly firms to reduce price and cost are derived through a contest in natural monopolistic industries such as the city gas and the district heating in Korea. As results of analyzing the contest model using a sequential game, there is the number of winners depending on the number of participants that maximize total price reduction presented by the regional monopoly participants and their consumers' total welfare. Further it is theoretically found that a certain level of incentives to invest in cost reduction is secured if a contest designer sets the contest to maximize the consumers' total welfare.

Key Words : Energy Industry, Monopoly Market, Pricing Regulation, Contest Model

* Research Fellow, Korea Energy Economics Institute. ssoh@keei.re.kr