

韓國 電力市場에서의 戰略的 行動 分析: 쿠르노 模型의 適用

金 滿 鎰*

논문 초록

본 연구는 구조개편 이후 발전부문에 형성되어 있는 과점적 전력시장에 쿠르노 모형을 적용하여 입찰균형가격 및 시장지배력을 예측한다. 이 결과에 기초하여 향후 규제정책 및 시장제도의 운용 등에 관한 몇 가지 시사점을 도출한다. 첫째, 전력도매시장에서 담합없이 과점시장의 균형상태를 유지할 때의 쿠르노 가격은 시장지배력 규제의 최소한의 기준으로 사용될 수 있다. 둘째, 과점시장에서 쿠르노 경쟁자 수가 늘어날수록 균형가격 및 러너지수가 하락하게 되는 결과를 얻었는데 이 결과는 전력시장의 인·허가정책 및 분할·합병 정책에 대해서 여러 함축적 의미를 갖는다. 셋째, 수요의 가격탄력성을 높일 필요가 있음을 확인하였다. 도매시장의 가격변동성이 어떤 식으로든지 최종소비자의 수요에 반영될 수 있는 규제체계를 만드는 것이 도매시장의 가격을 안정화시킬 수 있는 방안이 된다.

핵심 주제어: 전력시장, 쿠르노 모형, 시장지배력

경제학문헌목록 주제분류: L5, L9

* 에너지경제연구원 연구위원 e-mail: nykim@keei.re.kr

I. 序 論

한국 전력산업의 구조개편이 추진됨에 따라 발전부문의 경쟁이 도입되고 전력산업의 전반적인 운영도 시장의 자율기능에 따라 이루어지는 방향으로 전환되고 있다. 구조개편으로 형성된 한국 발전시장의 구조는 약 40%의 점유율을 가진 원자력회사 1개와 12% 정도의 점유율을 가진 화력발전회사 5개 등으로 이루어진 과점시장으로 볼 수 있다. 현재 구조개편에 따른 과점적 전력시장에서 과연 완전경쟁 시장에 가까운 시장행위 및 성과를 거둘지 아니면 시장지배력의 행사, 담합행위 등 반경쟁적 전략적 행동이 빈번히 발생될 것인지에 대한 여러 가지 우려와 전망이 존재하는 상황에 있다.

전력시장의 시장지배력 정도를 분석하기 위해서 다른 산업과 마찬가지로 전통적인 지표인 시장집중률(CR), 허핀달지수(HHI) 등을 사용해 왔다.¹⁾ 그러나 산업의 집중률과 개별기업의 시장점유율은 시장지배력에 대한 예측 차원의 의미를 가지는 것이며, 이것이 곧바로 어떤 산업의 경쟁정도를 가늠하는 지표로 사용되기에는 한계가 많다. 시장지배력을 올바르게 평가하기 위해서는 시장에서 기업의 수, 크기, 점유율을 넘어서는 여러 요인을 고려해야 한다.

우선, 생산자의 다양한 인센티브 측면을 고려해야 한다. 전력시장의 생산자가 동질적이지 않고 다양한 특성을 가지는 경우 예를 들어 지자체소유 공기업, 민자발전사업자(IPP), 수직통합기업 등으로 다양한 경우 각 기업유형은 주어진 경쟁환경에 다르게 반응할 것이다. 구조개편 이후 새로이 형성된 한국의 발전시장은 다른 외국의 시장보다는 비교적 단순하다고 볼 수 있다. 즉, 5개 발전회사가 규모 및 발전원 구성(mix)에서 비슷하게 구성되어 있으며, 민자발전사업자의 수도 적고 원자력회사도 독립적으로 존재하기 때문이다.

둘째, 수요의 가격탄력성 정도이다. 만일 시장에서 거래되는 상품이 소비자가 쉽

1) 예를 들어 미국의 규제당국(FTC나 DOJ)은 오랫동안 허핀달지수(HHI)를 합병 가이드라인으로 삼아왔다. HHI가 0.1이하면 집중되지 않은 시장, 0.18이하면 다소 집중되어 있는 시장으로 본다. 이 때문에 캘리포니아와 PJM 풀시장에서도 FERC가 인정하는 집중률에 의거한 시장지배력 분석을 시장요율 결정에 활용해 왔다. 또한 최근 캘리포니아 ISO가 채용한 지표로서 시장에서의 용량량의 충분성을 정량화함으로써 시장지배력을 평가하는 RSI(Residual Supply Index)가 있다. 이에 대한 자세한 논의는 한국전력공사·경영경제연구소(2000)를 참조할 수 있다.

게 소비를 거절할 수 있거나 대체품이 많이 존재하는 경우 생산자가 비용을 초과하여 가격을 올리는 일이 쉽지 않다. 반대로 그 상품이 꼭 필요한 것이며 대체품이 많지 않은 경우 가격이 매우 높은 수준으로까지 올라갈 수 있다. 전력은 필수재로서 수요의 가격탄력성이 매우 낮은 것이 특징이다. 또한 전력에 대한 대체재를 발견하는 것은 쉽지 않으므로 생산자가 비용을 초과하여 가격을 인상시킬 수 있는 특징을 지닌다고 볼 수 있다.

셋째, 경쟁자와 잠재적 경쟁자에 의한 생산확대 가능성이다. 생산자의 입장에서 가격반응이 빠른 소비자에 직면하는 경우와 마찬가지로 가격에 매우 민감한 다른 경쟁자가 있어도 가격인상이 어렵다. 발전설비 또는 송전설비를 짧은 시간 내에 건설하는 것은 어려우므로 단기적으로 송전계약 및 발전설비계약이 매우 심한 특성을 지닌다. 다시 말해서 잠재적 경쟁자가 새로이 시장에 진입하는데는 상당한 시차가 존재하게 되므로 기존 생산자가 시장지배력을 행사할 여지가 많게 된다.

담합행위는 공정거래법상에서 부당한 공동행위로 엄격히 규제되고 있지만 현행 전기사업법 제21조(금지행위)에는 포함되어 있지 않다. 물론 명시적인 담합행위가 적발된다면 엄격히 처벌되겠지만, 문제는 암묵적인 담합행위를 어떻게 식별(detect)해 내고, 그에 대한 규제기준을 어떻게 설정하는가가 관건이다. 산업조직이론상 어떤 시장에서 담합이 성공적으로 일어날 조건은 첫째, 상품이 동질적인 것, 둘째, 시장수요의 가격탄력성이 낮을 것, 셋째, 담합의 참여자가 소수일 것, 넷째, 신규진입자가 시장에 진입하는데 있어 장벽이 있거나 시차가 존재하는 경우, 다섯째, 시장거래가 반복적으로 이루어지는 경우 등이다.

위의 이론적 조건을 한국의 전력시장에 적용해 보면, 5개의 발전회사만이 의미 있는 참여자로서 기업의 숫자가 많지 않으며, 전력은 동질적인 상품으로서 풀시장에서 익명으로 거래되며, 5개 발전회사의 규모나 비용, 구조 등 여러 면에서 유사하며, 거의 똑같은 거래가 매일 반복적으로 일어난다는 점, 모든 입찰이 공개적으로 이루어지는 풀시장에서 비밀스런 가격할인이 존재할 수 없다는 점에서 담합이 성공할 조건이 충분한 시장으로 볼 수 있다.

본 논문에서는 과점적 전력시장 참여자들의 전략적 행위 및 전력시장의 비용특성, 설비계약(capacity constraint) 등의 특징을 포괄하는 모형을 개발하고자 한다. 즉, 한국의 도매전력시장에서 시장참여자들의 전략적 행동을 쿠르노 형태로 가정하고 구조개편 이후 발전부문에 형성되어 있는 과점적 경쟁시장에서의 균형가격을 예

측할 수 있는 하나의 실증모형을 제시하고 이에 의거하여 시장지배력의 정도를 예측한다. 나아가 시장지배력의 행사, 담합행위 등 반경쟁적 전략적 행동에 대한 감시 및 규제를 위한 기본적 가이드라인을 제시한다.

쿠르노 형태의 경쟁을 가정한 시뮬레이션 분석을 통해 과점적 균형가격이 도출되면, 이에 의거해서 전력시장의 성과가 적절히 반영된 시장지배력의 측정지표인 러너지수(Lerner Index)를 계산한다. 이러한 쿠르노 모형에서 유도된 균형가격은 도매시장 감시의 최소기준을 제시할 수 있을 것으로 본다. 만일 시장에 (암묵적) 담합이 존재한다면 이 쿠르노 가격 보다 높은 수준의 가격이 형성될 것이며 이를 감시·규제하는 역할이 필요하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 전력시장 입찰행위를 분석하는 이론적 모형을 세 가지로 정리하고 각각의 장단점을 정리한다. 제3장에서는 이론적 모형 중에서 쿠르노 모형을 한국 전력시장의 실제 자료들을 활용하여 구체적으로 적용한다. 이 모형의 적용을 통해 경쟁시장의 입찰균형 가격의 예측, 시장지배력의 크기 추정, 경쟁기업의 수가 함축하는 의미, 수요의 가격탄력성을 증진시키는 효과 등 다양한 측면의 분석결과를 제시한다. 제4장에서는 제3장의 모형결과를 토대로 전력시장의 규제에 대한 시사점을 유도한다. 즉, 시장지배력에 대한 규제의 가이드라인을 제시하며, 전력산업의 인·허가 정책방향 등에 대해서 논의한다.

II. 電力入札 行爲에 대한 理論的 論議

세계 각국에서는 구조개편 이후의 경쟁적 전력시장에서 나타나고 있는 전략적 행동과 시장지배력에 대한 분석 및 이에 대한 규제방식의 논의가 활발하게 진행되고 있다. 특히 산업조직론 분야의 많은 학자들이 진행하고 있는 연구는 전력풀(pool) 시장에서의 가격결정 모형과 이에 의거한 가격예측, 전략적 행동 및 시장지배력의 정도와 이에 대한 규제 등 다양한 주제들에 걸쳐 있다. 현재 전력풀시장의 입찰행위에 대한 분석을 하고 있는 이론적 모형은 중요한 전략변수를 무엇으로 보는가에 따라서 대체로 세 가지로 분류할 수 있다.

첫째로 공급함수균형(supply function equilibrium) 접근법인데, 이에 대한 최초의 이론적 논문은 Klemperer and Meyer(1989)이다. Green and Newbery(1992)와 Green(1996)은 영국 전력풀시장의 입찰행위에 공급함수 이론을 적용하였다. 기존

의 산업조직론에서는 과점기업간 행위 모형은 가격 아니면 수량을 전략변수로 사용하여 분석하고 있다. 그러나 전력폴시장에서의 입찰은 (가격, 수량)의 조합에 의해 이루어지므로 기존의 분석틀을 바로 적용하기 어려운 난점이 존재한다. 공급함수균형 모형의 가장 큰 장점은 현실의 한 측면 즉, (가격, 수량)의 조합인 실제 입찰을 가장 가깝게 묘사할 수 있다는 점이다. 그리고 사용된 비용함수가 연속적이고 미분 가능한 형태로서 수학적인 유도가 용이하다는 점이 있다.

반면 이 모형을 전력시장에 적용하는데 있어서의 단점은 모형이 예측하는 균형 공급계획(supply schedule)이 유일하지 않고 무수히 많은 균형가격이 존재한다는 점을 지적할 수 있다. 따라서 이 모형을 실제 자료에 적용하기 위해서는 추가적인 가정을 도입하여 모형을 단순화시켜야 한다.²⁾ 그 중 하나가 한 발전회사의 한계비용 곡선은 사용되는 연료형태에 따라 급격히 한계비용이 변하는 계단함수(step function)의 형태가 일반적인데, 이를 우상향하는 연속선으로 근사하는 것이다. 그러나 이는 발전비용의 특성상 상당히 비현실적인 결과를 가져 올 수 있다. 결국 수학적으로 정교해지고 어려워지는 대신 여러 제도적인 요인을 고려하기가 어렵고 균형입찰의 범위를 유도하는 것 이외에 풍부한 함의를 얻기 어렵다는 단점이 있다.

둘째로 다단위입찰(multiple-unit auction) 모형을 사용하는 것인데, 이 모형을 최초로 전력시장에 적용한 것은 Von der Fehr and Harbord(1993)이다. Brunekreeft(2001)는 다단위입찰 모형에 입각하여 여러 가지 이론적인 실험(simulation) 결과를 제시하고 있으며³⁾, Wolfram(1998)은 영국의 National Power와 PowerGen 등 여러 발전기의 포트폴리오를 보유한 두 발전회사의 입찰행위를 실증적으로 분석하였다.⁴⁾

다단위입찰 모형이 사용되는 이유는 입찰이 발전기 단위에서 이루어지기는 하지만 경제학적으로 의미 있는 입찰주체는 여러 발전기의 포트폴리오를 소유한 발전업자가 되기 때문이다. 즉, 실제 폴시장에 대한 입찰은 개별 발전소 단위로 이루어지

2) 이 공급함수균형 모형을 현실 전력시장에 적용하는데 필요한 추가적인 가정에 대해서는 한국 전력공사·경영경제연구소(2000)를 참조할 수 있다.

3) 예를 들어 입찰빈도수 증대(more flexible bidding)의 경쟁효과 그리고 기업체의 수가 계통한 계가격(SMP)에 미치는 영향 등을 시뮬레이션하고 있다.

4) 이 연구의 주요 결론은 발전사업자들은 여러 개의 발전기들을 소유하고 있으므로, 한계내(inframarginal) 발전소가 많은 큰 발전업자들이 작은 발전업자보다 입찰액을 높일 인센티브를 갖게 된다는 것을 보이고 있다.

는 반면, 경제학적인 의미에서 분석대상이 되는 전략적 입찰은 의사결정단위가 되는 발전회사 수준에서 이루어진다.⁵⁾

이 접근방법의 장점은 입찰이론(auction theory)의 정교한 논의들을 전력시장에 적용해 볼 수 있다는 것이다. 즉, 전력시장에서 기업들의 행위에 대한 예측을 가능하게 하는 여러 가지 이론적 실험들을 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이 접근법은 이론적 실험을 가능하게 하여 기업의 행위에 대한 여러 가설을 제공해 주는 반면, 전력도매시장의 실제가격을 예측하는 모형으로서는 활용되기 어려운 단점이 있다. 따라서 행위에 대한 예측을 넘어서 정확한 입찰균형가격의 예측모형으로 활용될 수는 없다. 하지만 앞서 말한대로 다른 어떤 모형보다도 입찰행위 그 자체에 대한 풍부한 분석력을 제공할 수 있는 모형인 것으로 생각된다.

세째로 쿠르노(Cournot) 모형을 전력시장에 적용한 경우는 Borenstein and Bushnell(1999)을 들 수 있다. 전력풀시장을 수량을 전략변수로 삼는 쿠르노 모형으로 분석할 수 있는 근거는 일반적으로 발전시장에서 아무리 수요수준이 낮을 지라도 어느 한 기업이 시장수요를 모두 공급할 수 있는 경우는 드물기 때문이다. 즉 용량제약(capacity constraint)이 존재하기 때문인데, 용량제약 하에서 버트란드(Bertrand) 형태의 가격경쟁이 이루어질 경우에는 그 균형이 쿠르노 모형의 결과와 비슷하다는 산업조직론에서 잘 알려져 있는 정리를 활용하는 것이다.

전력시장을 쿠르노 모형 형태로 접근하는 장점은 몇 가지로 정리할 수 있다. 우선 매우 현실적인 가정 하에 전력도매시장의 입찰 균형가격을 예측할 수 있는 모형이라는 점이다. 앞서 지적한대로 공급함수균형 접근법에서는 균형을 도출하기 위해서 잘 고안된 비용함수(well-behaved cost function) 및 수입함수를 사용해야 하지만, 쿠르노 모형에서는 전력산업 특유의 비용구조를 살릴 수 있으며 수요의 가격탄력성이 의미 있는 분석대상이 될 수 있다. 둘째로 발전량을 주요변수로 삼는 쿠르노 모형은 보수·정지계획 및 가용선언(availability declaration)의 전략적 활용 등에 대한 분석을 가능하게 한다.

이 접근법의 단점은 실제 전력시장에서의 입찰이 가격과 수량의 조합으로 이루어

5) 한 발전회사 내의 발전기유형(plant type) 및 한계비용 수준이 다른 여러 발전소들은 각각의 입찰가격과 입찰용량을 갖게 되지만, 이를 발전회사 단위에서 종합적으로 보아 한계비용이 낮은 것부터 높은 것의 순으로 나열한다면 우상향하는 한계비용 곡선이 그려지며, 이는 바로 그 특정 발전회사가 풀시장에 오퍼하는 공급곡선이 될 수 있다.

지고 실제로 침투부하 시간대에는 입찰가격 그 자체를 바로 전략적으로 활용할 여지가 많은 현실을 반영하기 어렵다는 것이다. 수량이 주요변수이며 가격은 수요함수에 의해 소극적으로 계산되는 형태의 쿠르노 모형에서는 침투부하 시간대 한계발전기의 입찰행위, 응동력이 뛰어난 양수 및 수력발전기 등의 전략적 행위를 분석하기에 적합하지 않다는 단점이 있다.

III. 韓國 電力市場에 대한 適用

본 고에서는 한국 전력도매시장의 균형가격을 예측하고 시장행위를 분석하기 위해 Borenstein and Bushnell(1999)이 제시하고 있는 쿠르노 모형의 방법론을 한국 전력시장에 적합하게 변형하여 적용하고자 한다.⁶⁾ 앞서 언급한 세 가지 방법론 모두 각각의 장단점을 지니므로 다양한 형태의 이론적·실증적 논의가 한국의 전력시장을 대상으로 진행되어야 할 것이다. 그러나 본 연구에서는 발전회사의 실제 비용 특성을 가장 잘 반영할 수 있고, 모형 속에서 전력 최종소비자의 가격탄력성 효과를 쉽게 분석해 볼 수 있는 장점을 지닌 쿠르노 모형으로 한국의 전력시장을 분석한다. 쿠르노 모형에서는 시장 내의 경쟁사업자의 수가 시장의 균형가격에 미치는 영향을 상대적으로 쉽게 분석할 수 있다.

1. 쿠르노 모형의 적용

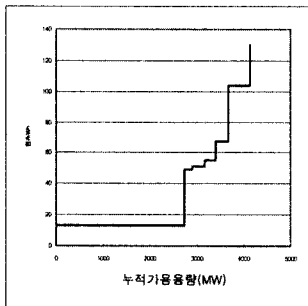
(1) 기본전제

이론적인 모형을 실제 시장에 적용하기 위해서는 여러 가지 가정과 전제조건이 필요하다. 우선 쿠르노 기업을 설정하는 것이 필요하다. 본 모형에서는 한국의 전력도매시장의 입찰에 적극적으로 참여하고 시장가격에 영향력을 행사할 수 있는 발전사업자만을 쿠르노 기업으로 간주한다. 따라서 여러 가지 발전설비의 포트폴리오

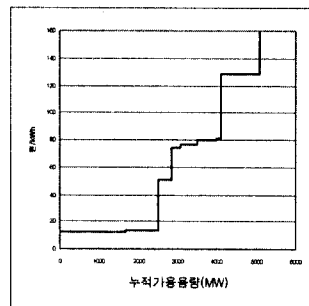
6) Borenstein and Bushnell(1999)와 본 연구에서 사용된 시뮬레이션 모형은 몇 가지 점에서 차이가 난다. 첫째, 캘리포니아 시장은 주변의 다른 계통과 연결되어 있으나 한국의 전력시장은 단일계통이므로 다른 계통과의 전력유동을 고려할 필요가 없다. 둘째, 그들의 모형에서는 고정계수형 수요함수가 사용되고 있으나 본 연구에서는 선형수요 함수를 가정한다. 고정계수형 수요함수를 사용하는 것은 결과에 큰 차이 없이 시뮬레이션 과정만 복잡하게 하기 때문이다. 셋째, 캘리포니아와 한국의 전력시장의 구조 및 참가주체가 다르므로 시뮬레이션 모형의 기본 전제가 달라진다. 이에 대해서는 다음 절을 참조하기 바란다.

를 보유하며 용량측면에서 의미있는 규모를 지닌 남동회사, 중부회사, 서부회사, 남부회사, 동서회사 등 5개의 발전회사가 쿠르노 경쟁을 하는 기업이 된다. 한편 한국종합에너지, LG부곡, 안양·부천 열병합발전소를 가진 LG파워 등의 민자발전 사업자들과 잉여전력을 공급하는 자가발전사업자는 변방기업(competitive fringe)으로서 가격수용자(price taker)로 간주한다.⁷⁾

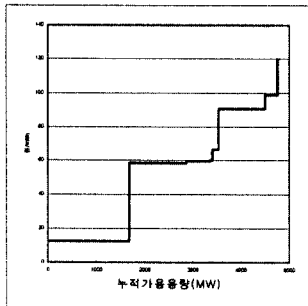
〈그림 1〉 남동회사의 한계비용곡선



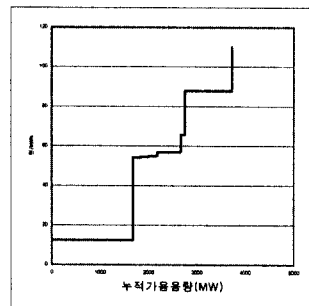
〈그림 2〉 중부회사의 한계비용곡선



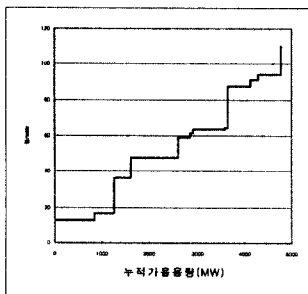
〈그림 3〉 서부회사의 한계비용곡선



〈그림 4〉 남부회사의 한계비용곡선



〈그림 5〉 동서회사의 한계비용곡선



둘째로 한계비용 곡선의 구축이 요구된다. 각 발전사업자의 한계비용곡선은 매년

7) 그의 계통과 연계되어 있지 않는 도서지역의 발전사업은 분석대상에서 제외되며, 제주도의 발전력은 가격수용자로서 모형에 포함된다.

공표되고 있는 발전기별 변동비 자료를 활용하여 구축한다. 즉, 한계비용곡선은 각 발전사업자별로 보유하고 있는 발전기를 낮은 변동비부터 순서대로 나열할 때 얻어지는 변동비와 누적용량과의 관계에 의해 구해진다. 용량은 설비용량(installed capacity)에서 사고율 및 계획정비율 수준을 감안한 가용용량(available capacity)을 계산하여 사용한다. 이런 방식으로 구축된 발전사업자별 한계비용곡선은 <그림 1>~<그림 5>와 같다.

세째 원자력 및 수력부분에 대한 처리가 필요하다. 원자력 발전회사는 2000년말 현재 용량기준 시장점유율이 32%에 달하므로 전략적 행동의 가능성을 배제할 수 없다. 그러나 정부는 원자력 발전을 의무가동(must-run) 개념으로 접근하여 0원 입찰을 하게 할 방침이므로 우리의 모형에서 원자력회사는 경쟁적 변방기업처럼 가격 수용자로서 행동하는 것으로 간주할 수 있다. 수력 및 양수발전기는 응동력이 매우 뛰어나고 기동비용이 낮은 특징을 지니므로 계통고장 또는 부하급변시에 신속한 응답이 가능하다. 따라서 수력과 양수발전설비의 침투시간대의 시장지배력 문제를 당연히 살펴보아야 할 것이지만, 수력은 원자력회사와 함께 공기업의 형태로 남아 있을 것이므로 시장지배력의 문제는 당분간 유보될 수 있다.⁸⁾

넷째 민자발전회사(IPP)들의 경우에는 일정한 투자보수율을 보장하는 전력수급 계약(PPA)을 전제로 건설되었고 나중에 전력폴시장에 참여하든지 아니면 기존의 수급계약에 따를 수 있는 선택권이 주어진 상황이다. 우리의 모형에서는 LG Power가 인수한 안양·부천의 LNG발전소, 한화에너지의 LNG발전소, 그리고 LG부곡의 LNG발전소 등은 발전설비 용량이 크지 않으므로 독자적으로 시장가격에 영향을 미칠 가능성은 거의 없다고 본다. 또한 한전과 수급계약을 맺고 있는 자가발전사업자들 또한 잉여전력의 가격이 계약으로 정해져 있으므로 시장가격의 결정에 영향을 줄 수 없다. 이들은 모두 경쟁적 변방기업(competitive fringe)으로 처리된다.

마지막으로 제약조건 및 송전손실 문제의 처리이다. 열병합발전소의 경우는 열공급계약에 해당되는 시간대의 전력공급량 만큼은 전략적 행동의 가능성을 배제하여야 할 것이다. 하지만 우리 모형에서 이 부분까지 고려하지는 않았는데, 그 이유는 이들 발전소가 차지하는 비중이 크지 않기 때문에 최종 결과에 큰 차이를 주지 않은

8) 본 연구에서는 각 발전회사에 있는 양수발전기는 설비용량에서 제외하였다. 물론 각 개별 발전회사의 입장에서 양수발전의 전략적 활용은 중요할 것이며, 침투시장 및 보조서비스(ancillary service) 시장에서의 지배력 문제는 별도의 연구가 필요한 것으로 생각된다.

까닭도 있으나 근본적으로 열계약 조건의 엄밀한 설정이 쉽지 않기 때문이다. 한편 송전손실로 인해 전력의 생산량과 소비량 간의 차이가 존재하게 된다. 송전손실은 2~3%로 추정되므로 전력수요량보다 생산량이 크게 된다. 그러나 본 연구에서는 송전손실을 고려하지 않았다.

(2) 모형 및 알고리즘

앞 절에서 설정된 쿠르노 기업들의 경쟁행위를 분석하기 위해서는 우선 원자력, 수력, 그리고 여타 경쟁적 변방기업(competitive fringe)들의 공급량을 총수요로부터 차감해야 한다. 이를 통해 쿠르노 기업들이 직면하는 잔여수요곡선(residual demand curve)을 얻을 수 있다. 잔여수요곡선은 다음과 같이 주어진다.

$$D_r(P) = D(P) - \sum_J (S_J(P)) \quad (1)$$

여기서 $D(P)$ 는 시장수요함수, S_J 는 유형 J 의 공급량이며 J 는 원자력, 수력, 양수, IPP, 제주도, 자가발전자 잉여전력 등이다. $D_r(P)$ 는 잔여수요함수이다.

각 쿠르노 기업들은 (1)의 잔여수요곡선에서 다른 쿠르노 기업들의 생산량을 뺀 수요곡선에 직면하게 될 것이다. 즉, 각 쿠르노 기업 i 는 다음과 같은 수요에 직면한다.

$$D_i(P) = D_r(P) - \sum_{k \neq i} D_k \quad (2)$$

여기서 k 는 각 쿠르노 기업을 표시하며 $D_r(P)$ 는 (1)식에서 정의된 잔여수요함수, D_k 는 k 기업의 공급량을 의미한다.

위에서 설정된 수요함수가 주어지면, 각 수요수준에서 쿠르노 균형을 계산한다. 쿠르노 균형을 찾는 알고리즘(algorithm)은 격자탐색법(grid search method)을 사용하였다.⁹⁾ 다른 기업의 생산량이 주어져 있다는 가정 하에 각 쿠르노 기업의 이윤극

9) 쿠르노 균형을 격자탐색법으로 찾아야 하는 이유는 각 쿠르노 기업들의 한계비용곡선이 연속선이 아니라 계단함수(step function)의 형태를 띠고 있기 때문에 불가피한 것이다. 만일 연속적인 한계비용곡선으로 근접시키는 방법을 택한다면 전력시장 특유의 비용구조를 제대로 반영하지 못하고 오차의 범위가 너무 크게 된다.

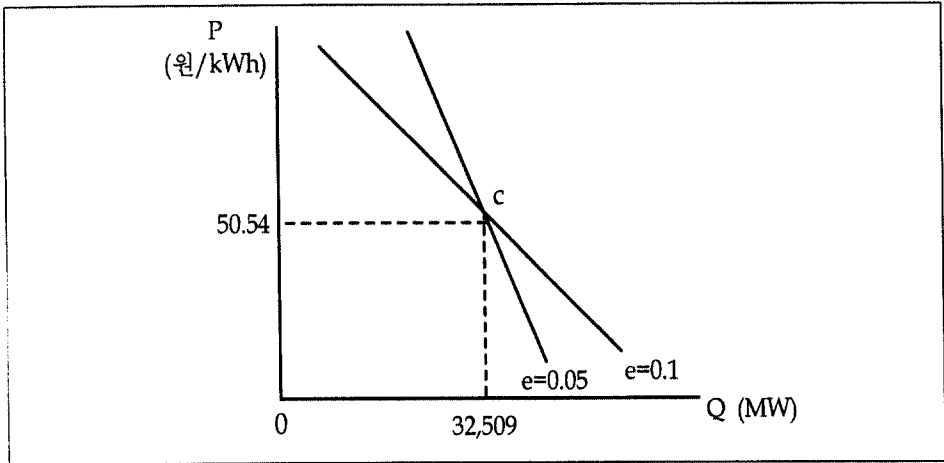
대화 산출량을 계산한다. 이 과정은 모든 쿠르노 기업에 대해 반복적으로 행해진 다. 최초의 생산자는 다른 모든 기업의 생산량이 0이라는 가정 하에서 이윤극대화 산출량을 도출하고, 두 번째 생산자는 이전 단계에 계산된 결과를 그대로 유지한 채 자신의 이윤극대화 산출량을 도출한다. 이런 과정을 반복적으로 거쳐서 모든 생산자가 산출량을 변화시킬 인센티브가 없는 점에 도달하는 경우 이것이 바로 쿠르노-내쉬균형점(Cournot-Nash equilibrium)이 된다.

쿠르노 모형의 균형가격을 유도하기 위해서는 수요함수에 대한 가정이 필요하다. 본 모형에서는 도매전력시장 소비자의 어떤 한 시간 단위에서의 수요함수를 $P = a - b \cdot Q$ 형태의 선형수요(linear demand)로 가정한다. 여기서 a , b 값을 구축하는 과정은 다음과 같이 설명된다. 수요함수의 기준점(benchmark point)을 얻기 위해 송전요금 및 배전(판매)요금을 포함하여 최종소비자에게 부과된 평균요금(2000년 기준) 74.65원/kWh을 활용한다. 이 값은 도매가격이 아니라 송전요금과 배전요금을 포함한 최종소비자 요금이므로 송배전요금을 차감해야 한다. 즉, 송전 원가 6.75원/kWh(1999년 기준), 배전(판매) 원가 10.19원/kWh(2000년 기준), 용량요금(CP) 7.17원/kW, hr을 합친 24.11원/kWh을 74.65원/kWh로부터 차감하면 50.54원/kWh를 얻는다. 이 요금수준을 발표된 각 시간별 예측수요량과 조합하면 매 시간별로 한 점씩 기준점을 얻게 된다. 위에서 상정한 선형수요 곡선은 그 기준점을 통과하는 직선으로 표현된다. a 의 상대적 위치, 기울기 b 의 크기는 수요의 가격탄력성을 어떻게 설정하는지에 따라서 달라지게 된다. 예를 들어 2000년 5월 10일 00시의 예상수요가 32,509MW라면 이 시간대의 수요곡선은 $(P, Q) = (50.54, 32509)$ 를 통과한다. 만일 c 점에서의 탄력성을 0.05 및 0.1로 설정하는 경우를 비교하여 그림으로 표시하면 <그림 6>과 같다.

물론 여기서 예상수요량이 변동하게 되므로 기준점(benchmark point)도 매시간마다 달라지게 된다. 이런 방식으로 1년 8784시간(2000년도는 윤달) 모두에 대해 각 시간대별 수요함수를 구축할 수 있다.¹⁰⁾

10) 여기서 중요한 이슈중의 하나는 모든 시간대에 대해서 일률적으로 2000년도 도매 평균요금 50.54원/kWh을 적용하는 것의 문제점이다. 전력수요는 계절별·시간별로 큰 변동을 보인다는 특성을 지닌다. 그 변동폭을 보면 계절적 격차보다는 오히려 하루 중 시간대별 격차가 더욱 큰 특성을 가지고 있다. 따라서 특히 8월에 대해서는 수요함수의 기준점(benchmark point)을 잡는 평균요금 수준을 경부하, 중부하, 첨두부하 시간대마다 차별적으로 적용하는

〈그림 6〉 수요함수의 구축



〈주〉 위의 그림에서 각 탄력성 $e=0.05$ 및 $e=0.1$ 는 c점에서의 탄력성을 의미한다.

(3) 자료

쿠르노 시뮬레이션을 위해서 2000년도의 전력수요량 및 각 발전회사별 용량, 변동비 자료를 활용하였다. 또한 설비용량으로부터 가용용량의 크기를 산출해 내기 위해서 각 발전기별 사고율과 계획정비율을 감안하였다. 쿠르노 기업들만의 잔여수요곡선을 구하기 위해 차감해야 할 생산량은 2000년도 실적치를 활용하였다. 1월과 8월에 대해서 『한국전력통계』에 나와 있는 평균전력(average load)를 적용하여 차감하였다.

예를 들어 1월(744시간)의 쿠르노 균형가격을 계산하기 위해서 어떤 자료가 수집되었는지를 예시하면 다음과 같다. 먼저 2000년 평균전력은 원자력 12,405MW, 수력(양수, 한수원, 수자원공사) 639MW, IPP(안양, 부천, 한국종합에너지, LG부곡) 863MW, 제주도 99MW 등이다. 자가발전자의 잉여전력은 최대 및 평균전력을 구분하여 얻을 수 없으므로 총발전량을 시간당으로 환산한 538MW를 사용한다. 이 수치들을 모두 합한 총 14,544MW를 제외한 나머지가 1월에 쿠르노 기업들이 직면하는 수요가 된다. 물론 쿠르노 균형값을 구하기 위해서 각 시간대별 예상수요에 대한 자료가 필요하지만, 자료의 제약 때문에 각 시간대별 실적치를 예상수요의 대변수(proxy)로 활용한다.

것이 필요할 것이다. 8월의 경우 저녁 10시부터 아침 8시까지의 경부하시간대에 대해서는 33.19원/kWh의 요금을 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

그러면 1월의 어느 시간대의 시장수요곡선이 구축되는 과정을 보자. 앞 절에서 설명한대로 수요곡선은 가격 50.54원/kWh와 그 시간대의 예상수요(자료는 실적수요량으로 사용)의 조합인 한 점을 통과하게 된다. 만일 수요의 가격탄력성이 0.09이라면 $b = 50.54 / (0.09 \times \text{실적수요량})$ 으로 계산되며, $a = 50.54 + (50.54 / 0.09)$ 로 구해진다. 이렇게 구축된 것은 전체 시장수요곡선이다. 이 시장수요곡선에서 가격선을 기준으로 쿠르노 기업 이외의 생산량 14,544MW를 차감하여 좌측으로 평행이동시키면 쿠르노 기업이 직면하는 잔여수요곡선(residual demand curve)을 얻는다. 이 잔여수요곡선을 기준으로 5개 발전사업자는 쿠르노 경쟁을 하게 된다.¹¹⁾

2. 모형의 결과

(1) 쿠르노 균형가격

앞서 설명한 격자탐색법(grid search method)을 사용하여 1월, 8월에 대해 각 시간대별 쿠르노 균형을 가격을 구하였다.¹²⁾ 시뮬레이션에서 반복이 멈추는 기준(stopping criteria)은 각 발전회사의 쿠르노 공급량의 변화가 0.1MW를 초과하지 않을 때로 하였다.

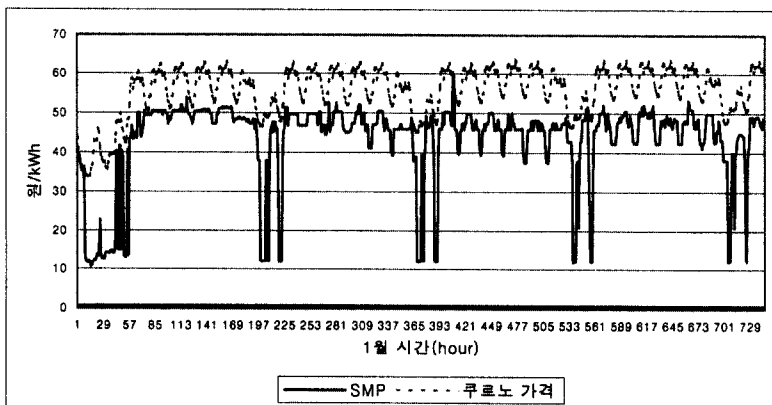
우리의 모형에서 도출된 균형가격과 2000년도 한전에서 전력시장을 모의 운영한 결과인 계통한계가격(SMP)과 비교한 것이 아래 <그림 7>과 <그림 8>이다.¹³⁾ 비용

- 11) 다음 절에서 상세히 설명될 쿠르노 모형의 결과로부터 얻어지는 전체 시장수요와 쿠르노 기업들이 제공하는 수요의 크기를 비교하면 다음과 같다. 1월의 경우 전시간대 평균부하는 29,671MW이며 이중 49.9%인 14,809MW를 5개의 쿠르노 기업이 공급하는 것으로 나타났다. 한편 8월의 경우에는 전시간대 평균부하는 32,402MW이며 이중 53.3%인 17,285MW를 5개 쿠르노 기업이 공급하였다. 쿠르노 기업이 공급하지 않는 부분은 발전력의 약40%를 차지하는 원자력 및 민간독립사업자(IPP), 수력 및 양수발전기 등에 의해 제공된다.
- 12) 나머지 달에 대해서도 모두 쿠르노 균형가격을 구하였지만, 겨울철(1월)과 여름철(8월)의 대표적인 달의 결과를 제시하였다.
- 13) 비용반영폴(CBP) 하에서 계통한계가격(SMP)을 산출하기 위해 각 발전회사들은 매 1개월 동안의 비용정보, 발전기별 기술적 특성에 관한 기본자료를 제출해야 한다. 비용자료는 열량단가(fuel cost, 원/Gcal), 기동비용(start-up cost, 원), 입출력 특성식(I/O curve)의 열소비 계수 등이며, 발전기의 특성자료는 기동소요시간, 발전소 최대 및 최소 발전용량(MW), 발전소 출력 증·감발율, 발전소 최소운전 및 최소정지시간 등이다. 이와 같은 비용자료 및 발전기 특성자료를 바탕으로 하여 해당 시간대에 운전되는 발전기들의 변동비 가운데 가장 높은 수준이 계산되는데 이것이 바로 계통한계가격(SMP)이다.

반영폴(CBP) 하의 계통한계가격은 어떤 시간대의 생산전력량이 주어지는 경우 전력계통 전체의 비용극소화를 가져다 주는 한계비용 수준을 의미한다. 이와는 달리 향후 도입될 양방향입찰시장(TWBP) 하의 계통한계가격은 각 발전기의 비용정보에 의존하는 것이 아니라 발전기별 입찰가격에 의존하게 되므로 각 사업자의 이윤극대화의 원리가 반영되게 된다.

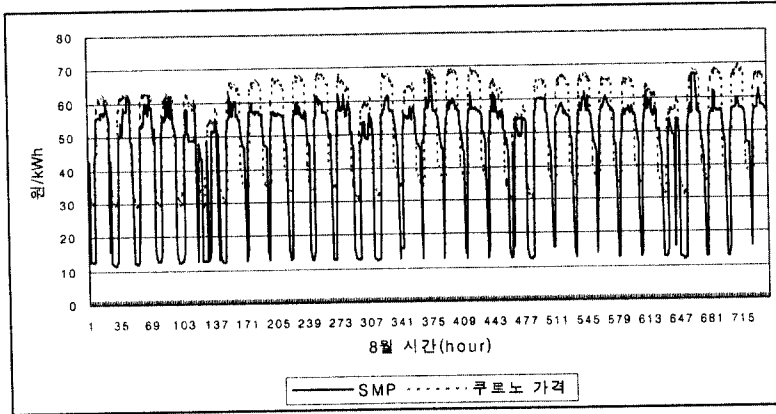
〈그림 7〉과 〈그림 8〉은 각각 1월, 8월의 쿠르노 균형가격과 SMP를 비교한 것이다.¹⁴⁾ 먼저 1월에 해당하는 〈그림 7〉에서 평일 낮시간대의 SMP 수준과 쿠르노 균형가격이 높다. 이때 쿠르노 균형가격은 약 62원/kWh 수준에 이르고 있다. 1월의 일부하파턴을 보면 부하가 거의 평준화되어 있으므로 심야시간대의 전력가격이 크게 낮아지지 않고 있다. SMP가 급락하는 시간대는 일요일에 해당된다. 한 가지 특징은 SMP가 높은 수준에 있을 때 쿠르노 균형가격도 높게 유지되지만 SMP가 급락하는 시간대에 쿠르노 가격이 하락하는 폭은 상대적으로 적다는 점이다. 이것이 의미하는 바는 각 쿠르노 기업의 입장에서 일요일 등 부하가 낮은 시기에 시장에 제공하는 물량을 줄여서 시장가격을 어느 정도 높은 선에서 유지하는 전략을 택하는 것이 이윤극대화에 유리하다는 것이다.

〈그림 7〉 2000년 1월 쿠르노 균형가격과 SMP ($e=0.09$)



14) 에너지경제연구원의 추정치에 따르면, 단기(1개월)의 가격탄력성은 산업용(-0.07), 가정용(-0.05), 상업용(-0.07)이며 전체 평균은 -0.09이다. 이 수치에 의거하여 가격탄력성(e)을 0.09로 두고 시뮬레이션을 수행하였다.

〈그림 8〉 2000년 8월 쿠르노 균형가격과 SMP ($\epsilon=0.09$)



〈그림 8〉은 8월의 패턴을 보여주고 있다. 8월은 SMP와 쿠르노 가격의 변동성이 매우 심한 특징을 보여주고 있다. SMP가 급락하는 시간대는 모두 심야시간대이며 SMP의 변동폭이 쿠르노 가격의 변동폭 보다 더욱 크다는 사실을 알 수 있다. 쿠르노 기업은 여름철 부하가 급감하는 심야시간대에 물량 공급을 줄임으로써 시장가격을 어느 정도 유지하는 전략을 택하는 것이 이윤극대화 방안임을 암시한다.

(2) 시장지배력의 측정

시장지배력의 크기를 측정하는 지표는 여러 가지가 있음은 제1장에서 언급한 바와 같다. 본 절에서는 가격-비용마진(price-cost margin)으로 시장성과를 측정하는 러너지수(Lerner Index)를 사용하여 시장지배력에 대한 분석을 행하고자 한다. 러너지수는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{Lerner Index} = \frac{P - MC}{P} \quad (3)$$

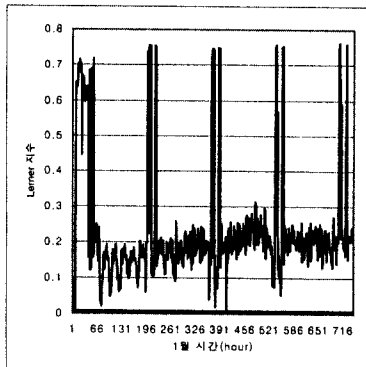
이 러너지수가 크면 클수록 가격이 한계비용으로부터 이탈한 정도가 크다는 것을 의미하며, 그만큼 기업의 시장지배력이 큼을 의미한다.

앞서 지적한대로 산업집중률과 개별기업의 시장점유율에 의거한 HHI 또는 CR 등은 시장지배력을 예측해 본다는 의미 이외에는 큰 유용성을 갖기 어렵다. 반면,

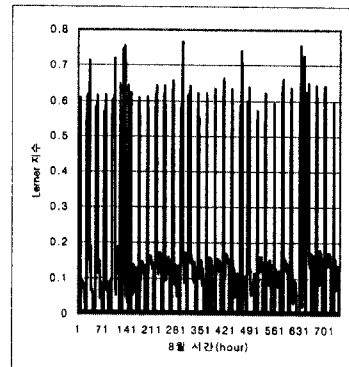
러너지수는 여러 시장조건이 반영된 이후 시장에서 결정된 사후적인 가격과 비용에 의거하고 있으므로 사후적인 시장성가에 의거한 시장지배력의 크기를 추정하게 된다. 이처럼 러너지수는 실제적인 관점에서 매우 유용하지만, 일반적으로 경쟁산업의 한계비용을 추정하기가 어렵다는 점 때문에 잘 사용되지 못한다. 그러나 한국의 전력산업에 대한 한계비용은 현재 시점에서 거의 정확히 알 수 있으므로 러너지수는 당분간 시장지배력을 측정하는 매우 유용한 수단이 될 수 있다.

아래 <그림 9>와 <그림 10>은 각각 1월과 8월에 대한 시간대별 러너지수를 계산한 것이다. 위의 공식 (3)을 적용하기 위해서 모형으로부터 도출된 각 시간대별 쿠르노 균형가격을 가격자료로 삼았고, 한계비용에 대한 자료로서는 SMP자료를 사용하였다. 현재 비용반영폴(CBP) 구조하에서 SMP는 한계발전기의 변동비에 의해 결정되므로 이를 사용해도 큰 오차가 없는 것으로 생각된다.¹⁵⁾

<그림 9> 2000년 1월 러너지수
($e=0.09$)



<그림 10> 2000년 8월 러너지수
($e=0.09$)



1월과 8월의 러너지수의 형태는 뚜렷한 차이를 보이고 있지만, 평일 낮시간대의 러너지수는 0.1~0.2 정도로 비슷한 수준을 보여준다. 러너지수의 수치는 시장지배력 분석에 유용한 의미를 지닌다.¹⁶⁾ 러너지수가 0.1~0.2라면 이는 도매가격 수

15) 비용반영폴(CBP) 구조하의 계통한계가격(SMP)은 급전우선 순위(merit order)에 의한 비용 극소화 원칙에 따라 계산된 것이다. 따라서 이 계통한계가격을 다른 시장구조 하의 가격과 비교하기 위한 한계비용으로 삼을 수 있다. 만일 향후 형성될 양방향입찰 시장이 완전경쟁이라면 이 때 입찰은 한계비용 수준에서 이루어지게 될 것이다.

16) 전력시장 구조개편을 행한 외국의 사례에서 보면 시장감시를 위한 분석방법으로서 러너지수

준이 한계비용에 비해 10~20% 정도 높게 형성되며, 가격이 한계비용에서 벗어난 만큼의 시장지배력이 존재한다는 것이다.

일요일의 부하가 특히 낮은 시간대에는 0.7정도로 점프하는 수치를 보이고 있다. 한편 8월의 경우 평일 낮시간대에는 러너지수가 0.1~0.2에서 변동하는 수치를 보이지만, 평일 심야시간대와 일요일의 낮은 부하시간대 주변에서 러너지수는 큰 폭으로 진동한다.¹⁷⁾

1월과 8월의 러너지수가 보이는 차이는 양 달의 첨두수요와 기저수요간의 상대적 격차에 의해 설명될 수 있다. 8월에는 첨두 전력수요와 기저 전력수요의 격차가 매우 심하다. 그에 비해서 1월의 경우는 첨두 및 기저의 전력수요 격차가 상대적으로 작다. 다시 말해서 8월의 일내 수요변동폭이 1월에 비해 훨씬 크다는 점을 상기하면 쉽게 이해될 수 있다.

(3) 수요의 가격탄력성

다음으로 전력수요에 대한 가격탄력성이 시장지배력에 미치는 영향을 살펴본다. 전력시장의 특징은 도매시장과 소매시장이 분리되어 있다는 것이다. 만일 경직된 최종소비자 요금규제가 지속되는 경우 도매시장의 변동성에도 불구하고 최종소비자들의 합리적인 반응을 기대할 수 없게 된다. 여기서는 최종소비자의 요금에 대한 반응정도가 도매시장가격에 어떤 효과를 가지는지를 살펴본다.

<그림 11>와 <그림 12>는 2000년 8월 1일(화)과 8월 11일(금)에 대해서 탄력성과 쿠르노 가격간의 관계를 시뮬레이션한 것이다. 전력에 대한 수요는 매우 비탄력적이므로 0.05에서 0.1정도까지 탄력성을 변화시킬 때 쿠르노 가격이 어떤 수준에서 결정되는지를 살펴본 것이다.¹⁸⁾

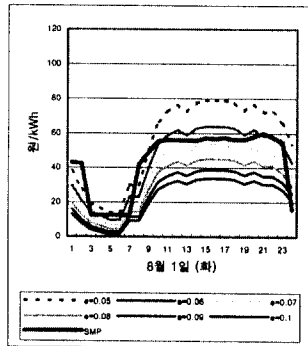
혹은 가격비용마진지수(PCMI) 등이 활용되고 있다. 예를 들어 캘리포니아의 경우 5%가 가격비용마진지수의 경계점이 되어 이 이상인 경우 시장지배력의 행사 가능성을 주목하게 된다.

17) <그림 9>와 <그림 10>에서 편의상 러너지수가 0이하의 값을 보이는 구간을 표시하지 않았지만, 쿠르노 가격이 SMP보다 낮아서 러너지수가 0이하에서 결정된 구간이 일부 존재한다. 이 구간은 특히 평일 심야시간대와 일요일의 낮은 부하시간대이다. 러너지수가 갑자기 점프하는 구간은 이 시간대를 조금 벗어나는 순간에서 이루어진다.

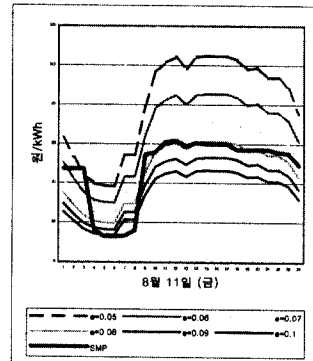
18) 물론 한국의 현재 상황은 수요의 가격탄력성이 거의 0에 가까운 정도로 최종소비자의 반응을 기대하기 어려운 요금규제 하에 있다. 하지만 자유로운 전력시장을 대상으로 한 연구에서 전력수요의 가격탄력성에 대해 0.1정도의 벤치마크를 설정하는 경우가 많으므로 이를 기준으로 삼아서 시뮬레이션을 수행하였다(Borenstein and Bushnell(1999)).

그림에서 점선으로 표시된 것은 탄력성이 0.05일 때의 쿠르노 가격을 나타내며, 한 선씩 아래로 내려가면서 0.06, 0.07, 0.08, 0.09, 0.1 등의 탄력성에서의 쿠르노 가격을 표시한다. 즉, 탄력성이 1보다 훨씬 작은 비탄력적인 범위 내에서 탄력성을 증가시킬 때의 쿠르노 가격 수준이 제시되고 있다. 굵은 선으로 표시한 것이 SMP이다.

〈그림 11〉 탄력성의 변화와 쿠르노
가격(8월 1일)



〈그림 12〉 탄력성의 변화와 쿠르노
가격(8월 11일)



그림에서 보듯이 8월 1일(화)과 8월 11일(금) 모두 일관되게 탄력성이 높을수록 쿠르노 균형가격은 낮아진다. 즉, 수요의 가격탄력성이 높아질수록 쿠르노 균형가격과 그에 의해 계산되는 러너지수가 크게 감소하는 것을 알 수 있다. 이것이 의미하는 바는 수요수준 등 주어진 조건 하에서 도매시장의 균형가격을 안정시키고 시장지배력을 낮출 수 있는 가장 확실한 방법이 수요의 가격탄력성을 확보하는 것이라는 점이다. 따라서 도매시장의 가격변동성이 최종소비자의 소비행태에 영향을 줄 수 있는 규제체계를 확보하는 것이 중요하게 된다.

(4) 경쟁사업자의 수

다음으로 경쟁사업자수가 시장지배력에 미치는 효과에 대해서 살펴보자.¹⁹⁾ 직관

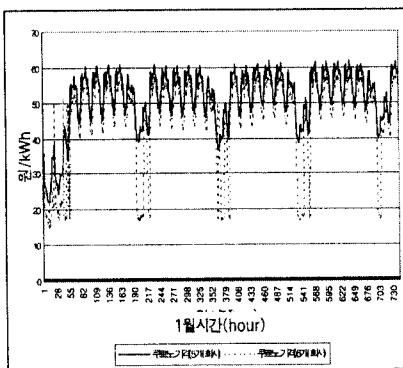
19) 기업의 수와 전력시장의 경쟁력간의 관계에 대해서는 여러 연구가 있어 왔다. 예컨대, Green and Newbery (1992)는 영국의 화력발전소를 2개가 아니라 5개로 분할하고, 진입장벽이 없을 경우 시장지배력으로 인한 후생손실을 거의 제거할 수 있다는 분석을 제시하고 있다.

적으로 경쟁사업자수가 늘어날수록 시장의 경쟁력은 높아질 것이며 무한히 많은 경쟁자가 존재하는 시장이 바로 완전경쟁시장이다. 가상적인 예로서 한 시장에 4개의 동일한 크기의 회사와 5개의 동일한 크기의 회사가 있는 경우에 대해서 HHI와 CR을 적용해 보자. 4개인 경우 $HHI=0.25$, $CR_3=0.75$ 이며, 5개인 경우 $HHI=0.2$, $CR_3=0.6$ 이다. 즉, 5개의 동일한 기업으로 분리되어 있는 시장이 더욱 경쟁적인 것으로 해석된다.

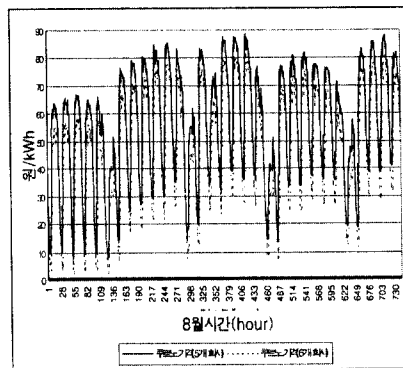
본 절에서는 5번째 쿠르노 기업인 동서발전회사를 적절히 두 개로 분리하여 쿠르노 가격에 대한 실험을 하고자 한다.²⁰⁾ 즉, 우리 모형에서 쿠르노 기업이 5개에서 6개로 늘어나게 된다. 쿠르노 모형의 일반적인 결과는 쿠르노 기업의 수가 증가할수록 균형가격이 감소한다고 알려져 있다.

아래 <그림 13>은 2000년 1월에 대해서 5개의 쿠르노 기업이 있는 경우와 동서발전회사가 두 개로 분리되어 6개의 쿠르노 기업이 존재하는 경우를 비교하였다. 5개 회사의 경우에 비해서 동일한 탄력성 수준에서 일정정도 낮은 균형가격을 얻었다. 특기할 만한 사실은 수요가 낮은 심야시간대와 일요일의 가격하락폭이 상당히 컸다. <그림 14>는 8월의 경우를 살펴본 것이다. 6개 회사 일 때 5개 회사일 때보

<그림 13> 2000년 1월 쿠르노
균형가격의 비교(5개 및 6개회사)



<그림 14> 2000년 8월 쿠르노
균형가격의 비교(5개 및 6개회사)



20) 동서발전회사의 2000년말 현재 설비총량은 5800MW인데, 이를 4000MW와 1800MW를 가지도록 분리하였다. 첫 번째 그룹에는 석탄발전소인 당진#1, 2호기, 울산석유 및 울산가스 발전기 등이 포함된다. 두 번째 그룹에는 석탄발전소인 호남#1, 2호기와 동해, 그리고 일산복합발전소가 포함된다. 두 그룹을 분리하는 원칙은 기저인 석탄과 첨두인 가스발전기를 고루 갖추도록 분할하는 것이었다.

다 쿠르노 가격수준이 조금 낮게 형성되며 이는 8월 전체에 대해 일관되게 유지되는 패턴이다.

여기서 보인 경쟁사업자의 수와 쿠르노 균형가격의 관계는 향후 전력시장의 인·허가 및 분할·합병정책에 대한 여러 가지 시사점을 제공해 주는데 이에 대해서는 다음 장에서 정리하고자 한다.

IV. 결론 : 전력시장의 규제에 대한 시사점

본 논문에서는 구조개편 이후 발전부문에 형성되어 있는 과점적 경쟁시장에 대해 쿠르노 모형을 적용하여 입찰균형가격 및 시장지배력의 정도를 예측하였다. 이 결과에 기초하여 향후 규제정책 및 시장제도의 운용 등에 대한 몇 가지 시사점을 도출할 수 있다.

우선 전력시장의 시장지배력 규제에 대한 시사점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 본 모형이 보여주는 결과는 담합 없이 과점시장의 균형상태를 유지한다면 시장가격은 쿠르노 가격 수준으로 결정될 것이라는 점이다. 이것이 함축하는 의미는 쿠르노 가격 및 이로부터 유도되는 러너지수(Lerner Index)는 전력도매시장에서의 시장지배력 규제의 최소한의 기준점이 된다는 것이다. 미국 캘리포니아(CAISO), PJM, NY 시장 등에서는 가격비용마진지수(PCMI) 등 여러 시장감시 지표를 사용하고 있는데, 이 러너지수가 그 지표의 하나로 활용될 수 있다.

둘째, 과점시장에서 쿠르노 경쟁자 수가 늘어날수록 균형가격 및 러너지수가 하락한다는 산업조직이론의 잘 알려진 결과를 한국 전력시장의 사례에서 확인할 수 있었다. 이것이 전력시장의 인·허가 및 분할·합병 정책에 대해서 함축하는 의미는 새로운 발전사업의 허가가 가격수용가인 소규모 독립기업을 양산하는 방향으로 가는 것보다는 의미있는 설비규모를 보유한 경쟁자가 많아지도록 해야 한다는 점이다. 현실적으로 향후 2010년까지 건설 및 계획 중인 발전소는 대부분 현존 5개 사업자의 시설에 추가될 계획인데, 새로이 지어질 발전소를 2-3개 그룹으로 묶어서 독자적인 발전회사를 구성하는 것이 좋을 것이라는 점이다.

셋째, 수요의 가격탄력성 확보의 필요성이다. 모형의 결과가 분명하게 보여주듯이 수요의 탄력성이 높아질수록 쿠르노 균형가격과 러너지수가 크게 감소한다. 이것이 의미하는 바는 도매시장의 가격변동성이 어떤 식으로든지 최종소비자의 수요

반응을 유발할 수 있는 규제체계를 만드는 것이 도매시장의 가격을 안정화시킬 수 있는 방안이라는 점이다. 전력도매시장의 가격변동성을 소매시장에 반영하는 규제 체계가 확립되는 경우 최종소비자의 가격에 대한 반응이 도매시장에도 영향을 미치게 될 것이다. 이런 의미에서 우리가 사용한 쿠르노 모형이 수요의 가격탄력성의 변화를 포함(nest)할 수 있으므로 여러 가지 의미 있는 분석결과를 유도할 수 있다.

본 연구의 한계로 지적할 수 있는 것은 앞서 언급한대로 쿠르노 모형은 다양한 형태의 제도적 분석을 시도해 볼 수 있다는 장점에도 불구하고 본 연구에서는 계약 시장에 대한 분석으로 모형을 확장하지 못한 점을 들 수 있다. 예컨대, 모형의 부분적인 수정을 통하여 차액정산계약(CfD) 등 여러 계약시장이 활성화된 상황을 전제로 할 때, 현물시장과 계약시장의 상대적 비중의 차이가 전략적 행동에 미치는 영향을 분석해 볼 수 있을 것이다.

■ 참 고 문 헌

1. 김남일, 『경쟁적 전력시장에서의 정부의 역할: 전략적 행동과 규제』, 에너지경제연구원, 2001. 12.
2. 산업자원부·공정거래위원회, 『경쟁시장 도입에 따른 전력산업의 규제전략 연구』, 2000. 9.
3. 한국전력공사, 『한국전력통계』, 2001.
4. 한국전력공사·경영경제연구소, 『경쟁적인 전력시장에서 발전경쟁력 분석연구』, 2000. 12.
5. 한국전력공사·전력거래소, 『2000 전력시장 모의운영 통계』, 2001. 2.
6. Borenstein, S., J. Bushnell, and C.R. Knittel, "Market Power in Electricity Markets: Beyond Concentration Measures," *Energy Journal*, Vol. 20, No. 4, 1999, pp. 65-88.
7. Borenstein, S. and J. Bushnell, "An Empirical Analysis of the Potential for Market Power in California's Electricity Industry," *Journal of Industrial Economics*, Vol. 47, No. 3, 1999, pp. 285-323.
8. Brunekreeft, "A Multiple-unit, Multiple-period Auction in the British Electricity Spot Market," *Energy Economics*, Vol. 23, No. 1, 2001, pp. 99-118.
9. Green, R.J. and Newbery, D.M., "Competition in the British Electricity Spot Market," *Journal of Political Economy*, Vol. 100, No. 5, 1992, pp. 929-953.
10. Green, "Increasing Competition in the British Electricity Spot Market," *Journal of Industrial Economics*, Vol. 44, No. 2, 1996, pp. 205-216.
11. Klemperer, P.D. and M.A. Meyer, "Supply Function Equilibria in Oligopoly under

- Uncertainty," *Econometrica*, Vol. 57, No. 6, 1989, pp. 1243-1277.
12. Newbery, "Power Market and Market Power," *Energy Journal*, Vol. 16, No. 3, 1995, pp. 39-66.
 13. Von der Fehr & Harbord, "Spot Market Competition in the UK Electricity Industry," *Economic Journal*, Vol. 103, May, 1993, pp. 531-546.
 14. Wolfram, "Strategic Bidding in a Multi-unit Auction: an Empirical Analysis of Bids to Supply Electricity in England and Wales," *Rand Journal of Economics*, Vol. 29, No. 4, 1998, pp. 703-725.

A Study of Strategic Behavior in Korean Power Industry : An Application of Cournot Model

Kim Nam-Yll*

Abstract

This article analyzes the restructured Korean power market, applying a Cournot model. The model forecasts the bidding equilibrium price and the size of market power. The following policy implications are derived. (1) The Cournot-Nash equilibrium price can be regarded as a threshold in market surveillance. (2) Had the fossil stations been divided among six instead of five companies, then market power would have been weakened in a reasonable degree, which renders some implications with respect to business permission, divestiture, and merger. (3) Increase in responsiveness of final demand to wholesale price fluctuation is an important factor to lower the Cournot equilibrium price and so market power. Therefore, appropriate regulatory system should be arranged to make electricity demand more elastic.

Key Words: electricity market, Cournot model, market power

* Research Fellow, Korea Energy Economics Institute.