

이슈페이퍼

KEEI ISSUE PAPER

이슈페이퍼 22-11

전원구성을 고려한 연료가격 충격의 전력 도매가격 안정성 영향 분석

박우영·이상림·김재엽



KOREA

ENERGY

ECONOMICS

INSTITUTE



에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

이슈페이퍼 22-11

**전원구성을 고려한 연료가격 충격의 전력
도매가격 안정성 영향 분석**

박우영·이상림·김재엽

1. 연구 배경 및 목적

□ 연구 배경

- 국내 에너지전환 정책이 가속화되면서 탈원전·탈석탄 기조가 국가 에너지정책의 큰 흐름으로 자리매김
 - 제9차 전력수급기본계획에서는 석탄화력 발전소 24기를 폐지하는 등 탈석탄 정책을 추진하여 2030년 기준 전환부문 온실가스 감축목표 달성할 계획
 - 장기적으로 기저발전인 원자력발전과 석탄발전의 설비용량은 감소하는 반면 신재생에너지와 LNG 복합발전의 설비용량 증가 예상
- 침두부하를 담당하고 있는 LNG 복합발전의 역할이 확대될 경우 연료가격 충격이 전력 도매가격의 변동성 확대로 이어질 가능성 증대
 - 연료가격 상승 충격에 따른 LNG 발전비용의 증가는 전력도매가격의 상승으로 이어져 전기요금 상승 압력을 가중시키고, 가계 및 산업에 부담으로 작용
- 향후 기후변화 대응, 2050 탄소중립 목표 달성 등을 추진하는 과정에서 국제 에너지 가격의 불확실성은 지속 및 확대 가능성 존재
- 따라서 발전용 연료가격의 변동과 전원구성을 종합적으로 고려한 전력시장 분석과 전력가격 안정성 제고에 기여하는 전원계획 평가 및 발전방안 마련 필요

□ 연구의 목적

- 연료가격의 변동과 전원구성의 변화가 전력시장에 미치는 영향을 미시적·거시적 관점에서 분석하고, 전원계획의 전력시장 안정성에 대한 기여를 평가하기 위한 이론적·방법론적 기초 구축

- 이를 위해 먼저 전력시장만을 분석 대상으로 하는 미시모형의 단점을 보완할 수 있는 거시적 관점의 전력시장 분석 모형 개발
- 다음으로 전원구성의 변화에 따라 연료가격충격이 전력시장가격으로 전이되는 효과가 얼마나 변화하는지를 정량적으로 분석

2. 연구내용 및 주요 분석 결과

□ 연료가격 충격 시나리오 구축: 임계점 VAR 분석

- 임계점 VAR(threshold vector autoregression) 모형을 활용하여 유가 시계열을 고유가 국면과 저유가 국면으로 나누어 유가 상승 충격을 분석
 - 연료가격 상승 충격 시나리오 도출을 위해 먼저 유류, 천연가스, 석탄, 핵연료 등 발전용 연료가격들 간의 높은 상관관계와 동조성에 주목
 - 이에 임계점 VAR 모형을 통해 국면별 유가 상승 충격을 분석하고, 유가 충격에 대한 천연가스, 석탄, 핵연료 가격의 탄력성을 추정
- 임계점 VAR 모형으로 추정한 유가의 임계점은 4.10%이며, 유가가 장기 추세로부터 4.10% 이상 높은 시점을 고유가 국면으로 정의
 - 추세를 제거한 유가 시계열과 임계점 값을 함께 살펴보면 총 76분기의 관측 시점 가운데 저유가 국면은 45분기, 고유가 국면은 31분기에 걸쳐 발생
- 모든 발전용 연료가격은 고유가 국면에서의 탄력성이 저유가 국면의 탄력성보다 훨씬 크게 추정되었으며, 통계적으로도 유의
 - 원자력의 경우 고유가와 저유가 국면에서 모두 탄력성 추정치가 0에 수렴하며, 통계적으로 유의하지 않은 것으로 도출

- 고유가 국면에서 임계점으로부터 정점까지 유가의 평균 변화는 12.28% 수준이며, 이 때 석탄, LNG, 원자력 연료가격은 각각 7.05%, 12.43%, 0.06% 상승
- 임계점에서 정점까지의 유가 변화 최대치는 약 27.4% 수준으로, 이 때 석탄, LNG, 원자력 연료가격은 각각 15.7%, 27.7%, 0.14% 상승 추정
 - 이는 과거 시계열을 통해서 도출할 수 있는 가능 보수적인 연료가격 상승 시나리오로 미시 및 거시 모형 분석에 적용하여 전력도매가격 영향 분석
- 고유가 국면에서는 저유가 국면보다 유가 상승 충격의 지속성이 낮은 것으로 분석되었으며, 이러한 결과는 충격 식별을 위한 외생성 순서에 관계없이 강건

□ 미시모형(M-Core) 전력도매가격 분석

- 연료가격 상승 충격이 전력도매가격에 미치는 영향을 제9차 전력수급기본계획의 전원구성과 연료비 비중이 낮은 원전의 이용률 변화를 고려하여 분석
 - 제9차 전기본의 설비예비율 22%를 유지하는 계통환경 및 신재생 발전원 공급을 전제로 원전 이용률을 $\pm 10\%p$ 변화시켜 시나리오 분석 시행
- (발전비중 변화) 원전 이용률 80%, 석탄화력 이용률 60%를 유지하는 제9차 전기본 목표 시나리오의 전제조건에서 원전 이용률이 상승하면 LNG 등 기타 발전원들의 비중이 줄어들어 전력도매가격 변동성 완화
- (전력도매가격 변화) 연료가격 상승 충격 시 원전 이용률 80%가 지속된다면 SMP는 26.6~27.6% 인상되며, 원전 이용률 70% 수준에서는 29.7~29.8% 상승, 원전 이용률이 90%까지 상향되면 24.3~26.5% 상승
 - 제9차 전기본에 따른 2030년 전원구성 변화만으로는 연료가격 상승 충격에 대한 전력도매가격의 변동성을 완화하는 역할은 제한적(즉, 원전 이용률 80% 조건을 유지하고 제9차 전기본의 설비계획을 따를 경우 연료가격 상승 시 SMP 변동성을 완화하는 효과가 매우 적음)

- 연료비 의존도가 낮은 원전의 이용률이 증가하면 연료가격 상승에 따른 전력도매가격 상승세가 현저히 완화되는 경향 발생
- 원전 이용률이 80%에서 90% 수준으로만 상향되더라도 연료가격 상승 충격에 따른 전력도매가격 상승률을 약 4~7.6%로 억제

○ (총정산금액 변화 및 전기요금 인상 압력) 연료가격 충격으로 인한 전력도매가격 상승은 발전사 정산금액의 상승을 야기하고, 소비자 전기요금으로 전가

- 2020년 원전 이용률 70%일 때 총정산금액 인상폭은 23.1%, 원전 이용률 90%일 때의 총정산금액 인상폭은 19.1% 수준
- 2030년 원전 이용률 70%에서 22.6%의 총정산금액 인상폭, 원전 이용률 90%에서 20.5%의 총정산금액 인상폭 발생
- 2015~2019년 전기요금 원가정보에서 총수입액 대비 구입전력비의 평균비율(84.8%)을 감안하면 원전 이용률 70%일 때보다 90%일 때 전기요금 인상 압력을 9.4~16.3%까지 완화 가능(2020년 16.3%, 2030년 9.4%)

□ 거시적 관점의 전력시장 분석모형(DSGE) 개발

- 전력시장만을 대상으로 하는 부분균형(partial equilibrium) 분석인 미시모형의 단점을 보완하면서 연료가격 충격에 따른 거시적 파급효과를 일관성 있게 분석할 수단으로서 ‘전력시장 DSGE 모형 개발’을 연구
- 전력시장 DSGE 모형은 전원구성과 함께 우리나라의 전력시장의 특징들을 반영하도록 고안되었으며, 전력시장의 상황을 모형에 투영시키기 위해 우리나라 전력시장 관련 데이터를 토대로 모형경제 추정
- 더 나아가 충격기의 전력시장 반응을 미시모형의 결과와 비교 분석함으로써 모형개발의 성과와 한계 분석

- (전원믹스 시나리오 분석) 제9차 전기본 상 2030년 전원구성으로 이행의 연료가격 상승 충격에 대한 전력시장과 거시경제의 부담 완화 효과는 제한적
 - 연료가격 상승 충격 발생 시점의 전력도매가격은 2020년 전원믹스에서는 8.4% 상승하지만, 2030년 믹스에서는 7.8% 상승으로 약 0.6%p 둔화
 - 2020년과 2030년 전원믹스에서 GDP 와 인플레이션(π_Y)에 대한 연료가격 충격의 효과는 각각 0.07%p, 0.03%p 완화
- (모형 개발 평가) 전력시장 및 거시경제 데이터를 통해 모형경제를 추정하고 현실경제에서 확인되는 여러 현상과 특징의 상당부분을 모사하고 있으나, 미시모형 분석결과와 상당한 차이 발생
 - 첫째, 전력시장 DSGE 모형의 연료가격 상승 충격에 따른 전력도매가격의 상승률이 미시모형 분석결과에 비해 매우 낮게 추정
 - M-Core에서는 2020년과 2030년의 연료가격 상승 충격에 대한 전력도매가격 상승률이 각각 26.6%와 27.6%로 추정되었지만, 전력시장 DSGE 모형에서는 각각 8.4%와 7.8%
 - 이는 전력시장 DSGE 모형이 연료가격 상승에 따른 전력수요 감소를 반영할 수 있기 때문으로 분석
 - 둘째, 연료가격 상승 충격에 대한 전원구성의 변화가 전력도매가격에 미치는 영향에서 미시모형과 거시모형이 상이
 - 미시모형에서는 2020년의 전원구성에서 2030년의 전원구성으로 이행될 경우 연료가격 충격에 따른 전력도매가격 상승률이 1.0%p 증가, 반면 전력시장 DSGE 모형에서는 0.6%p 감소
 - 이는 발전비용이 상대적으로 높은 가스발전기가 한계발전기로 전력도매가격을 결정하는 전력시장구조의 현실을 전력시장 DSGE모형이 반영하지 못함으로써 발생하는 문제

3. 결론

- 본 연구는 전력시장을 포함한 DSGE 모형을 개발하여 거시적 관점에서 전력 시장을 분석할 수 있는 기반을 마련
 - 그러나 미시모형 결과와의 비교 분석에서 확인한 바와 같이 전력시장 DSGE 모형은 여러 한계점을 내포
- 또한 제9차 전기본의 2030년 전원구성 변화만으로는 연료가격 상승 충격에 대한 전력도매가격의 변동성을 완화하는 역할은 제한적이라는 사실을 확인
 - 이에 더해 원전 이용률이 증가할수록 연료가격 상승 충격에 따른 전력도매 가격 상승압력이 약화될 수 있다는 사실은 전원구성에서 연료비 의존도가 낮은 원전과 재생에너지 역할의 중요성 부각
- 향후 전력시장 DSGE 모형의 한계를 극복하고 활용도를 제고하기 위해 다음과 같은 모형개선을 위한 연구가 필요
 - 첫째, 실제 전력거래시장의 전력도매가격 결정 체계를 DSGE 모형에 반영할 수 있는 방안 연구
 - 둘째, 모형경제의 현실 정합성을 제고하기 위해서는 소매전기요금 정책의 관성(inertia)과 전력시장의 불완전성을 모형에 반영
 - 셋째, 향후 탄소중립 등 기후변화 관련 정책 개발에 활용하기 위해서는 에너지원별 탄소배출을 모형에 포함
 - 마지막으로 발전용 연료들 간의 상관성을 거시모형에 포함시키는 작업을 통해 모형의 완결성을 제고