

KEEI ISSUE PAPER

이슈페이퍼



KOREA
ENERGY
ECONOMICS
INSTITUTE

정책 이슈페이퍼 17-04

최적화 구매기법 및 자주개발 강화를 통한 유연탄의 공급안정성 확보방안 연구

홍승혜



정책 이슈페이퍼 17-04

최적화 구매기법 및 자주개발 강화를 통한 유연탄의 공급안정성 확보방안 연구

홍승혜

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 2
- III. 정책 제언 / 13
- IV. 기대 효과 / 17
- <참고자료> / 19

I. 배경 및 문제점

- 국제 유연탄 시장에서 일어나고 있는 급격한 가격 변화 및 구조변화에 대처할 필요성이 높아지고 있음.
 - 국제 석탄가격은 2004년 이후로 가격변동성이 급격히 확대되고 있으며, 미국발 셰일가스 혁명으로 인해 급격한 가격변화 뿐만 아니라 수출국과 수입국 간의 전통적인 구도에 변화 발생
 - 특히 최근에는 중국의 탄광 조업일수 축소에 따른 석탄생산 감소 및 중국의 석탄수입 증가로 석탄가격이 급등
 - 우리나라 유연탄 수입의 30% 가량을 점유해온 인도네시아는 상당한 매장량이 있음에도 불구하고 자국 내 수요 증가 추세나 정부의 생산 규제에 따라 향후 수출감소의 가능성이 있음.
- 더욱이 우리나라는 대표적인 석탄 수입국임에도 불구하고, 유연탄 수요의 대부분을 단순수입을 통해 조달하고 있기 때문에 가격의 극심한 변동이 발생할 경우 수급 차질을 빚을 가능성이 높음.
 - 발전용 유연탄의 구매 및 관리에는 막대한 비용지출이 요구되기 때문에 유연탄 수입에 있어 국제 유연탄 가격 변동 및 시장변화에 대한 대비를 통해 공급안정성을 확보하면서 조달비용을 절감할 수 있는 방안이 필요
- 본 연구는 국제 유연탄시장의 변화에 따른 수급 불안정 대비 대책을 포함하는 전략적인 유연탄 구매방식 개선방안을 제시함으로써 민간 차원의 경제적이고 안정적인 유연탄 수급전략을 수립하고, 정부 차원에서의 수급안정화 및 자원개발에 대한 정책적 제언을 제시

- 현재 시장변화요인을 반영한 적시성 있는 유연탄 최적화 구매기법을 제시하는 한편, 자주 개발을 통한 유연탄 확보방안을 제안하여 수입유연탄의 수급안정화를 위한 정책적 방안을 모색
- 유연탄 구매의 경제성을 확보하기 위해 수입선 다변화뿐만 아니라, 구매방식 및 운송방식의 개선 등 다양한 측면에서 구매방식의 믹스전략을 제시

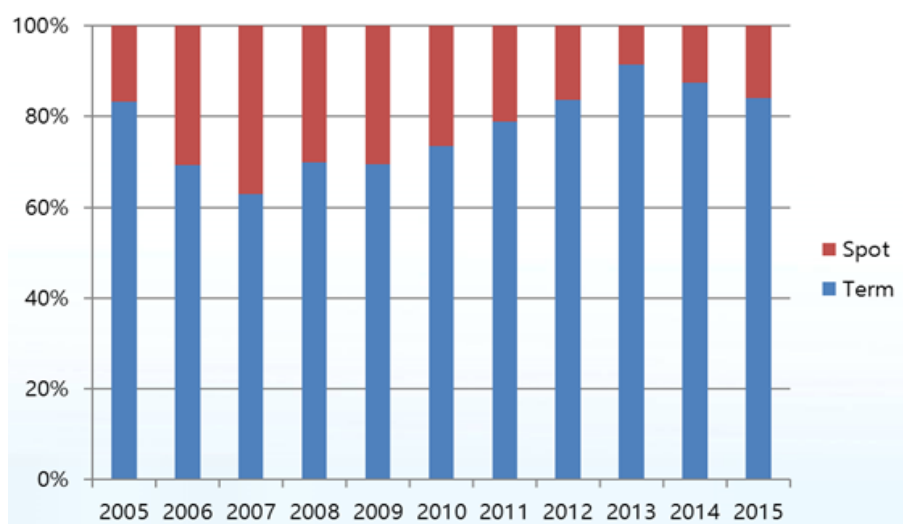
Ⅱ. 조사 및 분석 결과

1. 국내 발전사들의 유연탄 구매방식

□ 현재 각 발전사별로 수입되고 있는 유연탄의 대부분은 장기계약 물량임.

- 지난 10년간 발전5사의 장기계약 비율은 평균 70~90% 이상 유지해옴.

[그림 1] 국내 발전사들의 유연탄 구매형태 변화



자료: 한국남동발전(2016)

- 나머지 10~30%는 Spot계약을 통한 석탄구매로 값싸고 양질의 석탄을 구매하기 위해 경쟁하고 있음.

□ 또한 발전5사는 연료 공동구매를 통해 연료비를 절감하려는 노력을 지속

- 발전사들은 발전사간 전략적 공조와 유연탄 공동구매 물량 확대를 통해 협상력을 확보하고 품질 안정성을 제고하기 위하여 2014년부터 공동구매 확대 협약을 체결
- 그러나 협약서를 체결했던 2014년도에만 22%를 달성하여 목표치인 15%를 상회했고 2015년부터 다시 개별구매 방식으로 전환
 - 2015년과 2016년 7월 기준 공동구매 비율은 각각 3.7%(298만톤)과 5.6%(250만톤)에 머물고 있음.

<표 1> 발전사들의 유연탄 공동구매 추이(단위: 만톤)

구 분	2011	2012	2013	2014	2015	2016. 7
공동입찰	-	145	230	540	101	-
공동협상	312.5	312.5	287.5	1,213	197	250
공동구매 합계	312.5	457.5	517.5	1,753	298	250
총 구매량	7,925	7,779	7,768	7,980	7,978	4,457
공동구매 비율(%)	3.9	5.9	6.7	22.0	3.7	5.6
협약서상 목표치(%)	-	-	-	15	30	40

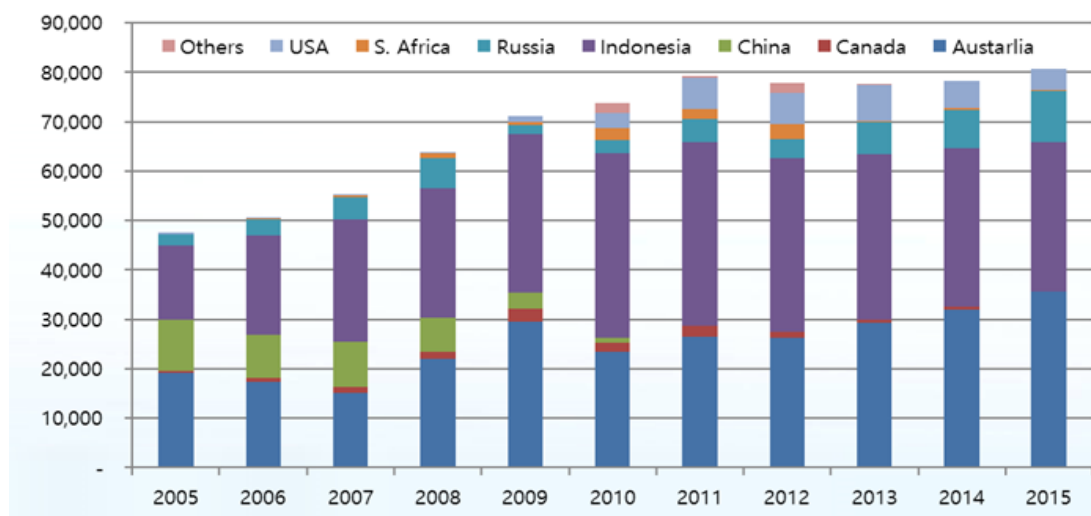
자료 : 국감 보도자료(2016.10.10.)¹⁾, 에너지데일리(2016.10.10)

1) 국감 보도자료(2016.10.10.일자) 참조. theminjoo.kr/fileDn.do?seq=19080

□ 한편 발전사들의 주요 유연탄 공급처는 호주와 인도네시아로 지난 10년간 두 국가에서 70% 이상을 수입해왔음.

- 호주와 인도네시아에 대한 의존도는 2015년에 더 높아져 수입량 81백만 톤 중 인도네시아 37%, 호주 44%, 러시아 13%, 미국 5% 등의 비중으로 여전히 특정 국가에 대한 편중도를 보이고 있음.
- 인도네시아의 석탄수출 규제가 공급 불안정 요인으로 작용하여 상대적으로 안정적인 호주와 지리적으로 가까운 러시아로부터의 수입이 증가하는 추세임.

[그림 2] 공급처별 석탄수입량 추이(단위: 천톤)



자료 : 한국남동발전(2016), IEA(2016a)

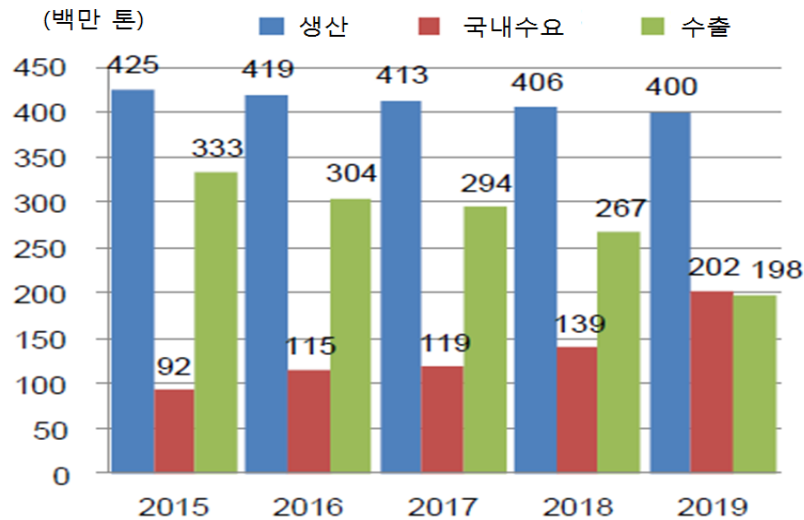
□ 유연탄 운송계약 방식을 살펴보면, 발전사들의 유연탄 수송계약은 장기 운송계약(COA: Contract of Affreightment)을 위주로 하되 Spot 계약을 병행하고 있음.

- 5개 발전사들의 장기운송계약 비중은 2015년에는 75~85%였으나 2016년에는 발전사들의 총 유연탄 도입물량의 90%에 달함.
 - 이는 중장기계약 물량과 상당히 유사한 수준을 보이고 있는데, 장기계약 물량은 사전에 물동량을 예측할 수 있기 때문에 전용선이나 장기용선을 활용하는 것이 보편적이기 때문
- 장기계약 비중이 높은 우리나라 발전사들의 구매방식 특성 상, 향후에도 CVC(Consecutive Voyage Charter; 연속항해용선) 등의 장기수송계약을 통해 유연탄을 수입하게 될 가능성이 높음.
- 그러나 최근 들어 국내 발전사들은 콜롬비아 등 저렴하면서도 가격 변동성이 낮은 대체 수입원을 고려하기 시작
 - 기존에 고정가격 하에서 장기 계약 형태로 운영되던 수송선 일부를 Spot 계약 형태로 변화

2. 국제 석탄시장의 동향 및 전망에 따른 대응방안

- 최근 세계석탄시장의 주요 공급 및 수요측면의 변화로는 인도네시아 석탄 수출의 정체 또는 감소 우려와 중국의 조업일수 단축에 따른 석탄가격 상승을 들 수 있음.
- 세계 석탄의 50%를 소비하는 중국의 석탄관련 정책 및 규제와 인도네시아의 국내 석탄소비 및 석탄산업 규제 동향을 향후 면밀히 모니터링하고 대책을 강구할 필요가 있음.
 - 특히 인도네시아의 석탄수출이 정체 또는 감소세를 보일 경우 세계 석탄시장은 구조적 변화를 겪게 될 것이며, 이에 따른 석탄 수입선 변화 및 수급 불안에 대비하는 것이 중요

[그림 3] 인도네시아 석탄 생산·수요·수출 전망



자료: IEEJ, 『國際石炭情勢の 展望』, 2016. 7. 26.

원전은 인도네시아 광물자원부 광물석탄국(2015.9)임.

○ 따라서 구매위험을 분산하기 위해 한 국가나 한 공급자에 의존하지 않도록 공급처를 다양화하여 석탄물량의 안정적인 확보를 보장해야 함.

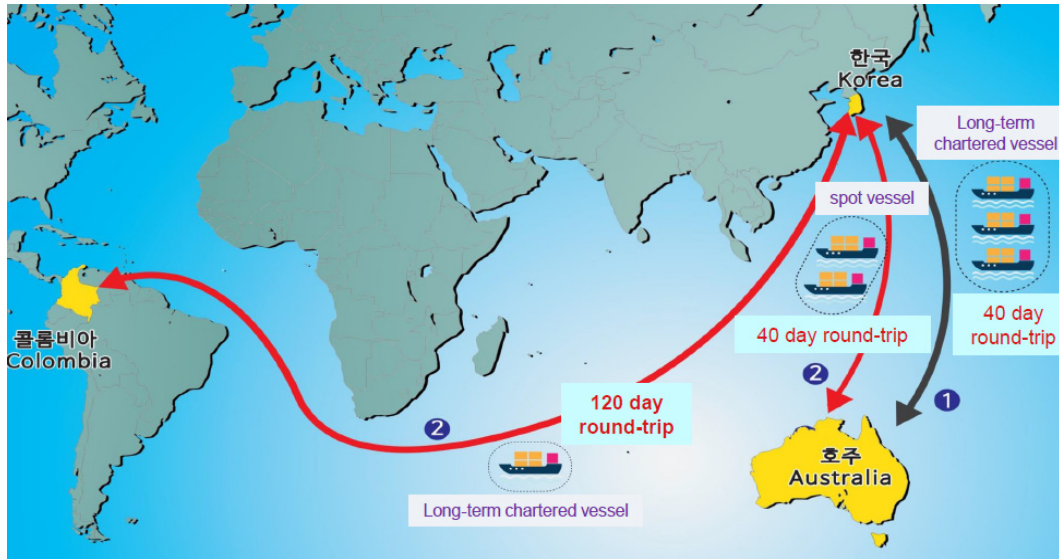
□ 최근 들어 뚜렷해지고 있고 장기화 조짐마저 보이고 있는 석탄가격 및 해상운임의 하락세로 인해 석탄발전 설비를 운영하고 있는 발전사들의 유연탄 수입전략에도 조금씩 변화의 조짐이 보임.

○ 그동안 호주와 인도네시아에 국한되어 있던 석탄 수입선을 다변화하려는 움직임이 있었는데 이는 해상운임의 급격한 하락에 기인한 바가 큼.

- 장거리 운임이 과거에 비해 크게 하락한 수준이어서 원격지에 있는 저렴하고 품질이 우수한 석탄을 대량으로 수송하는 것이 가능

- 그 예로 동서발전은 가격변동성이 적으면서도 저렴한 원격지 물량을 장기계약으로 도입하고, 대신 기존 근거리(호주 및 인도네시아) 물량에 대해서는 Spot 계약을 통해 운송비 절감을 꾀하고자 하고 있음.

[그림 4] 원격지(콜롬비아) 석탄 수송의 개념도



자료: 한국동서발전(2016)

- 현재 고열량탄은 주로 호주에서, 저열량탄은 인도네시아에서 수입하고 있으나 향후에는 호주와 더불어 러시아로부터의 석탄수입 또한 고려해볼 필요가 있음.
- 러시아는 고열량탄과 저열량탄이 혼재되어 있고 지리적으로도 우리나라와 인접해있기 때문에 러시아탄 수입을 증가함으로써 공급처 다변화를 꾀해야 함.
- 호주로부터도 저열량탄의 수입을 늘려서 인도네시아탄 수입 감소에 대처하거나, 필요시에는 콜롬비아에서도 고열량탄 도입이 가능
- 발전사들은 호주 및 인도네시아로부터의 유연탄 공급이 일시적으로 중단되었을 때를 대비하여 러시아 유연탄 생산업체와 업무협약을 체결하는 움직임을 보임.

- 동서발전, 중부발전 등은 러시아 유연탄 생산업체와의 협력을 통해 유연탄 수급 불안 발생시 러시아 고열량탄을 신속히 공급받을 수 있도록 수급위기 상황에 대비하고 있음.

3. 최적구매 모형을 활용한 유연탄 확보전략

□ 본 연구에서는 포트폴리오 이론의 기초적인 체계를 유연탄 수입선 비중 결정 문제에 도입하여 최적구매 모형을 구성

- 포트폴리오 이론은 고정된 수익률(return)에 대해 최소 리스크를 제공하거나 고정 리스크에 대한 최대 수익률을 제공하는 효율(efficient) 포트폴리오를 도출하게 하는 평균-분산(mean-variance) 최적화 과정에 기반을 둠.
- 모든 투자자는 위험 회피적(risk averse)이고 투자자는 모든 자산에 대한 정보를 가지고 있지만 최적 포트폴리오를 결정하기 위해서는 기대 수익률과 분산(variance) 및 공분산(covariance)만 알고 있으면 되며 거래 비용이나 세금은 없는 것으로 가정
- 이러한 가정 하에서 목적함수와 제약조건은 다음과 같이 구성됨.

$$\begin{aligned} \min \sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N X_i X_j \sigma_{ij} \\ \text{subject to } &\sum_{i=1}^N X_i r_i = r_p \quad \text{and} \quad \sum_{i=1}^N X_i = 1, \\ &X_i \geq 0, \quad \forall X_i \in [i = 1, 2, \dots, N]. \end{aligned}$$

- 위 식에서 N 은 포트폴리오를 구성하는 자산의 개수이고 X_i 는 i 번째 자산이 전체 포트폴리오에서 차지하는 비중임.

- r_i 는 i 번째 자산의 기대 수익률이고 σ_{ij} 는 i 번째 자산과 j 번째 자산 수익률 간의 공분산임.

○ 본 연구에서의 최적구매 모형은 X_i 를 i 번째 국가에서의 유연탄 구매 비중이라고 두고 최적화 문제를 통해 수입처별 비중을 도출

- 이를 위해 비용과 리스크의 합을 최소화시키는 다음의 목적함수를 가정

$$Z = \sum_{i=1}^N P_i X_i + \lambda \sigma_p^2$$

- P_i 는 i 번째 국가에서 유연탄을 수입할 경우 가격, 운임 비용 등 유연탄 구매와 관련된 모든 제반비용을 합친 것을 의미함.

- λ 는 구매자(여기서는 발전사)의 위험 회피 정도를 나타내는 임의의 모수이며 구매자의 가격변동에 대한 민감도를 나타냄.

○ 본 모형에서는 우리나라가 가장 많이 유연탄을 구매하고 있는 호주, 인도네시아, 러시아와 함께 새롭게 각광받고 있는 국가들 중 콜롬비아를 포함시켜 총 4개의 수입처를 가정

- 가격 자료는 최근의 상황만을 반영하도록 2015년 1월부터 2016년 7월까지의 월간 시계열 자료를 이용

- 이들 국가들에서 유연탄 도입 시 발생하는 비용으로는 유연탄 가격과 운임 비용만을 반영함.

- 운임 비용은 최근의 동향을 개략적으로 반영하여 호주 20달러/톤, 인도네시아 10달러/톤, 러시아 5달러/톤, 콜롬비아 45달러/톤을 적용

□ 위와 같은 가격자료로부터 <표2>와 같이 공분산 행렬을 도출

○ 본 모형에서는 유연탄 품질과 관련하여 열량 제약조건을 적용

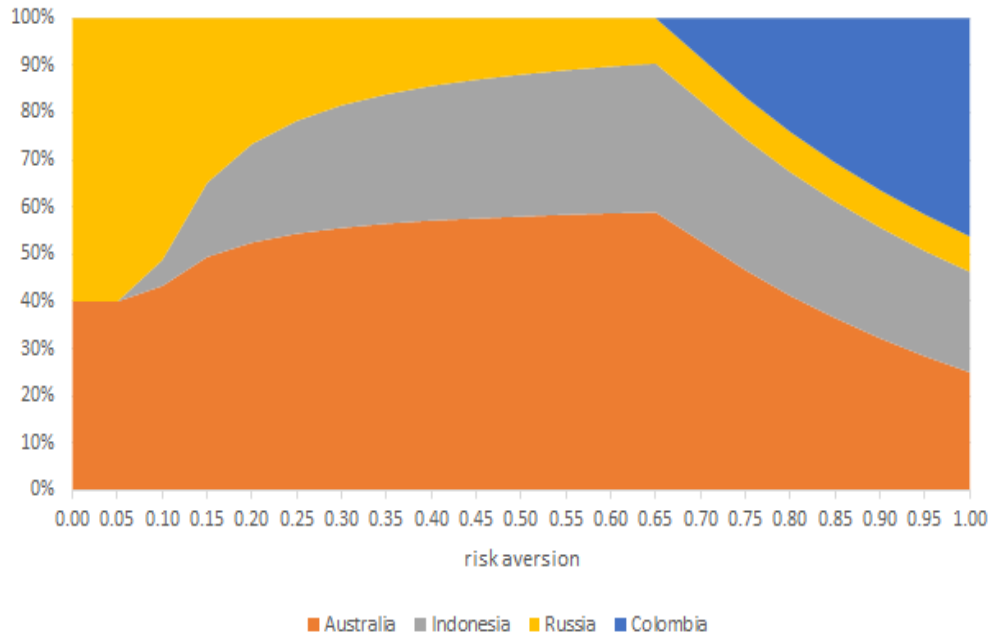
- 각 지역별 유연탄 발열량을 호주 6,000 kcal/kg NAR, 인도네시아 5,200 kcal/kg NAR, 러시아 5,500 kcal/kg NAR, 콜롬비아 5,800 kcal/kg NAR 로 가정
- 수입되는 전체 유연탄의 평균 품질이 5,700 kcal/kg NAR 이상이 되는 것으로 가정

<표 2> 지역 간 공분산 행렬 추정 예시

구분	호주	인도네시아	러시아	콜롬비아
호주	66.57	48.35	54.75	38.25
인도네시아	48.35	37.69	41.76	26.9
러시아	54.75	41.76	58.48	30.71
콜롬비아	38.25	26.9	30.71	29.17

- 이상의 조건 하에서 위험회피 정도를 0에서 1까지 변화시킬 경우 각 국가의 구매 비중이 어떻게 변화하는지 나타낸 그래프가 [그림 5]임.
- 위험회피 정도가 0인 경우에는 호주와 러시아에서만 유연탄을 수입하는 것으로 나왔음.
- 공분산 행렬을 참고할 경우 호주와 러시아의 분산값이 상대적으로 높은 수준임에도 이들 상품에 대한 위험회피 강도가 0이므로 오히려 이들 국가들로부터만 석탄을 수입하는 경우임.

[그림 5] Risk aversion 강도에 따른 수입처별 비중 변화 시뮬레이션 예시



- 한편 위험회피 정도가 0.5인 경우 러시아 대신 인도네시아의 비중이 확대되어 약 30%, 호주는 58%, 러시아는 12% 정도를 차지
 - 앞서 살펴보았던 수입처별 비중을 참고할 경우 현실 설명력이 어느 정도 있음.
 - 모형에서 적용한 발열량과 운임 가격 등의 자료가 현실과 동일하다고 할 경우 현재의 우리나라 발전사들의 위험회피 정도가 0.5 안팎이라고 역으로 추론 가능
- 위험회피 정도가 더 증가하는 경우 기존 수입처들의 비중이 서서히 줄어드는 대신 콜롬비아와 같이 가격 변동성이 가장 작은 국가들로부터의 수입량이 급격히 증가하게 됨.
 - 반대로 가장 가격 변동성이 심한 호주의 비중이 급격하게 감소하는 양상임.

4. 자주개발 강화를 통한 해외유연탄 확보방안

□ 우리나라는 유연탄의 수입 의존도가 높은 데다 호주와 인도네시아 등 특정 국가에 70% 이상 편중된 수입구조로 인해 유연탄 수급불안이 항상 존재하고 있음.

○ 따라서 자원 확보를 위한 다방면의 노력이 필요하며, 그 일환으로 해외 유연탄 개발사업을 전개할 필요가 있음.

□ 우리나라는 호주 및 인도네시아를 중심으로 탐사 및 개발사업을 많이 전개함.

○ 탐사 및 개발 단계의 사업은 인도네시아 및 몽골에 많이 집중됨.

- 인도네시아는 유연탄 부존 잠재성이 크고 투자환경이 아프리카 지역보다 상대적으로 양호하며, 두 국가 모두 지리적 접근성이 용이한 장점이 있음.

○ 생산사업의 경우는 호주와 인도네시아가 대부분을 차지

- 특히 투자환경이 우수하고 다른 국가들에 비해 투자 위험이 낮은 호주에 국내 기업들이 많이 진출

- 국내 기업이 진출해있는 생산단계 사업 중 인도네시아 석탄 생산 프로젝트에서 절반 이상의 운영권을 보유하고 있음.

- 반면, 호주에서는 소지분 참여가 주를 이루고 있고, 메이저 기업과 동반진출을 하는 경우가 많음.

□ 기존 개발사업 유지뿐만 아니라 개발유망 광산을 발굴하여 자원개발사업을 지속해나가는 것이 자원 확보를 용이하게 할 것으로 사료됨.

□ 그러나 해외 유연탄 개발 자체만으로 공급물량 확보를 꾀하기엔 불투명성이 존재

- 이를 보완하기 위해 해외 유연탄 개발 진출을 통해 석탄 교역분야에 진출하게 된다면 국제 유연탄 시장의 흐름에 대해 정확한 정보 획득이 용이해질 뿐만 아니라 급변하는 석탄시장 정세에 신속하게 대응할 수 있게 됨.
 - 대표적인 예로 일본의 J-Power는 2003년부터 직접 석탄 교역 사업을 시작했고 2010년부터 석탄 교역 전담팀을 구성하여 운영하고 있음.
- 발전용 유연탄이 국내 전력생산에서 큰 비중을 차지하는 중요한 연료인 만큼, 석탄 교역 사업을 육성하여 해외에서 개발한 석탄을 직접 판매함으로써 수익을 창출하는 것은 물론, 국내에 필요한 석탄을 직접 조달하려는 노력이 필요
 - 이를 통해 석탄 도입비용을 절감한다면 공급안정성뿐만 아니라 경제성 측면에서도 유연탄 수요기업 및 발전사에게 이점이 될 것임.

Ⅲ. 정책 제언

1. 국내 발전사들의 유연탄의 구매방식 개선방안 제언

- 갑작스런 가격 상승이나 공급여건이 불안해질 경우를 감안한다면 장기계약 물량의 비중을 급격히 축소하기에 다소 무리가 있을 것임.
- 2011년 이후 국제 유연탄 가격의 하락에도 불구하고, 발전사들이 가격조건이 유리한 현물 구매보다 장기계약 비중을 높게 유지하고 있는 이유는 공급 안정성을 우선시하기 때문으로 사료됨.

- 장기계약의 감소는 수급 안정성 및 장기계약 협상력을 약화시키는 결과를 초래할 수 있으며, 한번 감소된 장기계약을 다시 원래 수준으로 끌어올리는 것이 상당히 어려움.

- 이 같은 상황을 종합해보면, 발전사 대부분이 단기적으로 유연탄 조달비용을 낮추기 보다는 중장기적인 관점에서 높은 장기계약 비율을 고수하고 있는 현 상황이 설명될 수 있음.

□ 유연탄 구매의 경제성은 특정 구매방식에 의해 좌우되는 것이 아니라 구매시점, 구매량, 구매전략 등에 더 큰 영향을 받는 것으로 사료됨.

- 공동구매 확대 협약에도 불구하고 유연탄 공동구매가 다시 저조해진 것으로 보아 발전사들은 여전히 공동구매보다 개별구매가 더 효율적이라고 판단하고 있음.

- 발전사들의 공동구매 비율 감소에는 조달 안정성 및 협상력이 가져다주는 장점보다 구매시점의 가격의 영향이 더 크게 작용

- 특히 각 발전사별 필요한 유연탄 구매량이 다를 뿐더러 저열량탄 사용 비중에도 차이가 존재

- 이와 같은 상황에서 발전사들에게 협약서 상의 공동구매 목표를 지키기 강요하는 것은 무리가 있는 것으로 보임.

- 따라서 공동구매라는 특정 구매방식의 확대에만 초점을 맞추기 보다는 발전사들의 연료구매계획을 반영하여 공동구매 목표를 보다 현실적으로 재조정할 필요가 있음.

□ 최근 벌크선 운임 하락으로 기존의 장기 운송계약과 단기수송계약의 적절한 혼용을 통해 경제성 확보가 가능

- 가격변동성이 적으면서도 저렴한 원격지 물량은 장기계약으로 도입하고, 호주 및 인도네시아 등 기존 근거리 물량은 Spot 계약을 통해 운송한다면 비용 절감에 유리

□ 그러나 윤임이 아닌 유연탄 자체의 현물 구매비중 확대 등과 같은 움직임은 아직까지는 본격화되지 못함.

- 발전 과정에 소요되는 유연탄 관련 비용의 추산은 연료 구매의 측면뿐만 아니라 재고 관리 및 리스크 관리 등의 여러 측면을 함께 고려해야 하는 복잡한 과정을 수반
- 또한 단기적인 가격 급등락에 따라 현물구매 비중을 달리하기 보다는 장기 계약을 통한 헤징의 측면에 더 크게 방점을 두는 경우가 많음.
- 향후에는 수입처들의 특성에 대한 면밀한 분석을 통해 지역마다 현물의 비중을 조금씩 달리 하여 보다 유연한 구매 전략을 도입하려는 노력이 필요

2. 유연탄 수급안정화 및 자원개발 활성화를 위한 정책 제언

□ 국가 차원에서 세계 석탄시장 변화에 유연성 있게 대처하는 가이드라인을 제시

- 정부가 세계 석탄시장 변화에 대한 지속적인 관심을 기울임으로써 석탄자원 안정확보에 필요한 심도 있는 정보와 분석을 제공한다면 국내 발전사 및 유연탄 수요기업뿐만 아니라 국가적 차원에서도 안정적이고 경제적으로 유연탄을 확보하는 데 도움이 될 것임.

□ 유연탄은 우리나라에서 중요한 에너지원이며 향후 그 수요가 증가할 것이라는 점에서 유연탄의 안정적 및 경제적 확보를 위한 정부의 역할이 중요

○ 온실가스 감축정책 등의 영향으로 앞으로 발전 부문에서의 석탄 비중이 감소할 것으로 예상되지만 상당 기간 동안은 석탄이 중요한 기저발전 에너지원으로서의 역할을 할 것으로 판단됨.

- 따라서 안정적인 유연탄 연료의 공급 문제는 국가 에너지의 안정적 공급이란 측면에서 여전히 중요하다고 할 것이며, 앞으로의 자원개발 전략은 이러한 측면에 초점을 맞추어야 할 것으로 사료됨.

□ 해외개발을 위한 유연탄 보유국과의 협력뿐만 아니라 수입국 간의 협력 등 정부의 역할 확대가 필요

○ 우선 호주, 인도네시아 등 주요 석탄보유국과의 협력을 통해, 해외석탄의 안정적인 국내 조달을 달성해야 함.

○ 국가 간 에너지자원 분야에서의 협력은 앞으로 더욱 증대될 것으로 보임.

- 그 예로 중국 정부는 에너지 국제협력을 강화하여 해외 에너지자원 이용 및 에너지 기술·장비·투자프로젝트의 해외진출을 적극 지원하고 있음.

- 일본도 다자·양자 간 에너지협력체제를 구축함으로써 자원개발을 지원하고 적극적인 자원외교 및 자원보유국과의 협력을 전개하고 있음.

□ 국가적 차원에서의 해외자원개발 정책 방향성 설정이 필요

○ 우리나라처럼 특정 국가에 편중된 수입구조 하에서 유연탄 수급불안은 항상 존재할 수밖에 없기 때문에 이를 극복하기 위해서는 안정적이고 경제적인 수입방안을 강구해야 함은 물론, 해외 유연탄개발에 대한 지속적인 관심을 기울이는 등 자원 확보를 위한 다방면의 노력이 필요

- 리스크관리 측면에서 해외 유연탄개발을 통한 물량 확보는 꼭 필요한 전략으로 활용되어야 함.

- 더 나아가 유연탄 자원개발 투자 및 교역사업 진출을 통해 석탄 수입비용을 절감한다면 공급안정성뿐만 아니라 경제성 측면에서도 도움이 될 것임.

IV. 기대 효과

- 본 연구의 결과는 민간차원뿐만 아니라 정부차원에서도 우리나라 수입유연탄의 경제적/안정적 확보에 기여할 것으로 기대됨.
 - 우리나라의 유연탄 수요 증가에 대비하여 유연탄의 경제적/안정적 조달에 기여할 수 있는 정책적 방안을 강구하는데 기여
 - 최적구매 모형 분석 결과는 발전사들의 유연탄 수입선 비중 결정에 활용되어 수입구조 개선방안을 마련하는 토대로 이용될 수 있음.
 - 국가 차원의 세계 석탄시장 변화에 유연성 있게 대처하는 가이드라인 제시
는 세계 석탄시장의 변화에 따른 석탄 수급 안정 및 경제적인 석탄 확보에 대비하는 전략으로 활용될 수 있으리라 기대
 - 국내외 유연탄 시장 변화에 따른 대응방안 분석을 통해 발전사들이 장기 계약 형태로 운영되던 기존 방식에서 벗어나 보다 경제적으로 유연탄을 도입할 수 있는 전략을 모색
- 최적화 조달기법을 바탕으로 시장상황별 구매전략을 수립하는데 있어 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.
 - 발전용 유연탄 구매와 관련하여 공급안정성과 비용최적화 조건을 만족하는 조달기법을 개발

- 포트폴리오 이론을 적용한 최적구매 모형을 이용하여 유연탄 수입처별 비중을 도출함으로써 발전사들의 구매전략 수립 시 수입구조 개선에 기여

○ 해외 유연탄 가격변동에 따른 위험 관리 및 구매비용 절감 가능

□ 정부 차원에서의 자원개발 활성화를 위한 정책 제언을 통해 유연탄의 안정적인 및 경제적 확보를 위해 필요한 정부의 역할을 건의

○ 자원개발 활동은 해외 유연탄의 안정적인 확보 측면에서 여전히 중요성을 가진다는 것을 피력

- 자원개발을 통한 신규 수입선 확보 노력뿐만 아니라 개발유망 광산에 대한 자원개발사업을 지속적으로 전개해 나가는 것도 유연탄의 안정적인 확보를 용이하게 함.

○ 본 연구의 결과는 해외자원개발 정책적 개선방향을 모색하는 시사점으로 활용될 수 있음.

- 향후 정부가 지속적인 해외자원개발 정책방향을 설정하여 국가적 차원에서 자원개발사업의 방향성을 제시한다면 민간의 자원개발 활성화를 유도할 수 있음.

< 참고자료 >

HMC투자증권, “유틸리티 업종(민자발전산업)”, Industry Report, 2015. 9.9.

관세청, 『무역통계연보』, 각 년도.

권혁수, “위험관리기법을 통한 발전용 유연탄의 조달전략 수립”, 에너지경제연구원 기본연구, 2005.

권혁수, 정창봉, “연료가격 불확실성하의 발전용 유연탄 최적조달 기법 개발”, 에너지경제연구원 기본연구, 2007.

권혁수, 홍승혜, “아시아 주요 석탄수입국의 석탄확보 전략과 우리의 대응방안”, 에너지경제연구원 기본연구, 2014.

_____, “주요국의 석탄수출 잠재력 및 정책과 우리의 대응방안”, 에너지경제연구원 기본연구, 2015.

대한석탄협회 정보·통계, <http://www.kcoal.or.kr/info/info05.php>, 2016. 9.30.

산업통상자원부, “제6차 전력수급기본계획”, 2013.2.

_____, “제2차 에너지기본계획”, 2014.1.

_____, “제7차 전력수급기본계획”, 2015.7.

삼탄, “2016 SAMTAN Annual Report”, 2016.

서울대 투자연구회, Equity Investment Research: KSS해운(044450), 2014.10.18.

에너지경제연구원, 『에너지통계월보』, 각 호.

_____, “발전용 유연탄의 합리적인 구매방식”, 산업자원부 위탁연구, 2004.11.

_____, 세계 에너지현안 인사이트 제13-4호, 2013.12.

- _____, 세계 에너지시장 인사이트 제14-43호, 2014.11.28.
- _____, 세계 에너지시장 인사이트 제15-41호, 2015.11.13.
- _____, 세계 에너지시장 인사이트 제16-42호, 2016.11.21.
- 이원우, “유연탄 시장구조 변화 분석 및 대응전략”, 에너지경제연구원 기본연구, 2011.
- _____, “Coal in Korea; current status & outlook”, Coaltrans Korea 2016, 발표자료(영문), 2016.7.14.
- 정봉민, “해운시장 4개 부문”, 중앙대학교 강의자료, 2013. elearning.kocw.net/contents4/document/lec/2013/Chungang/Jungbongmin/4.pdf.
- 한국개발연구원, “대내외 여건변화에 부응한 전력산업구조 정책방향”, 2010 KDI 정책토론회 발표자료, 2010.7.9
- 한국광물자원공사, 『자원정보 포커스』, 각 호.
- _____, “고객 FAQ 궁금해요! 한국광물자원공사”, 2015.1.
https://www.kores.or.kr/common/download.do?fid=bbs&bbs_cd_n=121&bbs_seq_n=1&file_seq_n=1.
- _____, “2014 해외자원개발 현황분석”, 개발기획처 투자기획팀, 2015.6.
- 한국남동발전, “Korean Thermal Coal Outlook”, 발표자료(영문), 2016.
- 한국동서발전, “What is in store for Korea’s coal consumption and procurement 2016~2020?”, 발표자료(영문), 2016.
- 한국신용평가, “종합사례분석 I - 해운산업”, 제30기 기업신용평가분석과정 교재, 2015.10.

한국자원경제학회, “전력가격 안정을 위한 발전회사 연료구매방식 개선 방안”, 산업통상자원부 위탁연구, 2013.

한국전력공사, 『Kepco in Brief』, 각 년도.

환경부, “국가 온실가스 감축, 2020년 로드맵 마련”, 보도자료, 2014.1.28.

BP, “BP Energy Outlook”, 2016.

___, “BP Statistical Review of World Energy”, June 2016.

BTS Ltd., 월별 수입가격 통계.

EIA, “Average utilization for natural gas combined-cycle plants exceeded coal plants in 2015”, Today in Energy, April 4, 2016.

___, “Annual Energy Outlook 2016”, August 2016.

___, “Monthly Energy Review”, August 2016.

___, “Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources”, Annual Energy Outlook 2016, August 2016.

ExxonMobil, “The Outlook for Energy: A View to 2040”, 2016.

Hongwei Yang, “New climate change regime and low-carbon energy system - a quiet revolution of clean energy in China”, 『신기후체제 대응을 위한 미래 에너지시스템 구축 방향』 세미나, 에너지경제연구원, 2016.9.2.

Huang, Y.-H. and J.-H. Wu, “A portfolio theory based optimization model for steam coal purchasing strategy: A case study of Taiwan Power Company”, J. of Purchasing & Supply Management, 22, 131-140, 2016.

IEA, “Coal Information”, 2016a.

____, “World Energy Outlook”, 2016b.

IEEJ, “國際石炭情勢の 展望”, 第423回定例研究報告會, 2016.7.26.

IHS, “Global long term crude prices”, Global Crude Oil Markets, Feb. 2016.

IMF, “World Economic Outlook”, April 2016.

____, “IMF Primary Commodity Prices”, October 2016.

____, World Economic Outlook Database, <http://data.imf.org>.

Jha, A., “Dynamic Regulatory Distortions: Coal Procurement at U.S Power Plants”, Working Paper, 2015.

JOGMEC, “我が國への石炭供給にかかるリスク分析等調査”, 平成27年度 JOGMEC石炭開發部成果報告會, 2016.6.15.

Lloyd’s List Database, <https://www.quandl.com/data/LLOYDS/BCI-Baltic-Capesize-Index>, 2016.9.30.

Markowitz, H., “Portfolio selection”, The Journal of Finance, 7(1), 77-91, March 1952.

METI(經濟産業省), “エネルギー基本計畫”, 2014.

Platts, “Coal Statistics Monthly”, August 2016.

____, “Coal Trader International”, 2016.11.8.

UNFCCC, INDC Synthesis Report Press Release, 2015.10.30.

World Bank, “Commodities Price Forecast”, Jan. 2016.

국세법령정보시스템 홈페이지(<https://txsi.hometax.go.kr/docs/main.jsp>)

대한석탄협회 홈페이지(www.kcoal.or.kr)
매일경제 홈페이지(<http://www.mk.co.kr/>)
발전산업신문 홈페이지(<http://www.pgnkorea.com/>)
산업통상자원부 홈페이지(<http://www.motie.go.kr/>)
에너지경제신문 홈페이지(<http://www.ekn.kr/>)
에너지데일리 홈페이지(<http://www.energydaily.co.kr/>)
온실가스종합정보센터 홈페이지(<https://www.gir.go.kr/>)
전기신문 홈페이지(www.electimes.com/)
전력통계정보시스템 홈페이지(<http://epsis.kpx.or.kr/epsis/>)
조선일보 홈페이지(<http://www.chosun.com/>)
파이낸셜뉴스 홈페이지(<http://www.fnnews.com/>)
한국광물자원공사 홈페이지(<https://www.kores.or.kr/>)
한국무역통계진흥원 홈페이지(<http://www.ktspi.or.kr/>)
한국무역협회 홈페이지(<http://www.kita.net/>)
TRASS(Trade Statistics Service) 홈페이지(<http://www.trass.or.kr/service/pub/IntroServlet>)
한국은행 경제통계시스템 홈페이지(<http://ecos.bok.or.kr/>)
한국전력 홈페이지(<http://home.kepco.co.kr/kepco/>)
해외자원개발정보시스템 홈페이지(<http://www.ikoredis.or.kr/>)
현대제철 홈페이지(<https://www.hyundai-steel.com/>)
환경부 홈페이지(<http://www.me.go.kr/>)
e-나라지표 홈페이지(<http://www.index.go.kr/>)

정책 이슈페이퍼 17-04

최적화 구매기법 및 자주개발 강화를 통한 유연탄의 공급안정성 확보방안 연구

2017년 3월 31일 인쇄

2017년 3월 31일 발행

저 자 홍 승 혜

발행인 박 주 현

발행처 에너지경제연구원

444543 울산광역시 중가로 405-11

전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)714-2028

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-9347
