

정책 이슈페이퍼 12-03

시장환경변화를 고려한 적정 천연가스 구매 포트폴리오

■ 서정규 외

목 차

- I. 배경 및 문제점 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 5
- III. 정책 제언 / 13
- IV. 기대 효과 / 15
- <참고자료> / 17



에너지경제연구원
KOREA ENERGY ECONOMICS INSTITUTE

I . 배경 및 문제점

1. 수급관리 관련 환경의 변화

- 에너지 믹스에서 천연가스의 중요성이 높아짐에 따라 안정적이고 경제적인 천연가스 조달 필요성 증가
 - 1차 에너지원 소비에서 차지하는 천연가스의 비중이 꾸준히 증가하는 추세로 국가 경제활동에서 천연가스가 중요한 위치를 차지
 - 20년간 천연가스 수요는 연평균 13.8%씩 증가하여, 1차 에너지 소비에서 차지하는 비중이 17.2%로 높아짐.
 - '11년 천연가스 수입액은 전체 에너지 수입액의 15.3%에 해당하는 239억 달러이며, 총 수입액의 4.6%에 해당

<표 1> 에너지부문에서의 천연가스 입지

구 분	1992	1996	2000	2004	2008	2011
1차 에너지소비(백만TOE)	116.0	165.2	192.9	220.2	240.8	271.3
천연가스 소비(천톤)	3,524	9,363	14,557	21,809	27,439	35,820
천연가스 비중(%)	3.9	7.4	9.8	12.9	14.8	17.2
천연가스수입액(백만달러)	632	1,887	3,785	6,552	19,806	23,881
총수입 중 비중(%)	0.8	1.3	2.4	2.9	4.6	4.6

자료: 에너지통계연보(2012)

- LNG 구매 단가와 원유가격 간의 높은 동조성으로 고유가에 따라 천연가스 소비자의 부담이 증가할 수 있어, 경제적인 수급관리가 필요

- 원유가격의 상승으로 '11년 LNG 수입단가는 '01년 대비 2.27배 증가하였으며, 이에 따라 천연가스 최종 소비자 가격이 1.7배 증가
- 연료비 부담의 증가는 1,800만 건에 달하는 도시가스 수요가들의 연료비 부담을 가중시킬 수 있음.
- 특히 서민의 연료비 부담 증가는 에너지 복지에 대한 지출 증가를 유발하여 국민경제에 부담을 줄 수 있음.

□ 국내 천연가스 수요의 높은 계절성에 대응하기 위한 도입 및 설비부문의 수급관리 재점검 필요

- 가스공사는 계절 간 수요의 격차에 대응하기 위해 저장설비의 확충, 도입 물량의 신축성 확보 등 공급부문에 대한 다양한 수급관리 활동 수행
 - '11년 말 기준으로 국내 저장용량은 수요량 대비 11.3%로 동하절기 수요격차에 대응하기에는 부족한 실정
 - 중장기 도입계약의 월별 도입물량 조절, 동절기 현물구매 등을 통해 부족한 저장용량에 따른 수급관리상의 문제를 해소
- 중장기적으로 저장설비의 확충과 더불어 LNG 현물시장의 활용 가능성을 감안한 경제적 수급관리 방안 필요
 - 장기천연가스수급계획에 따라 '24년까지 국내 저장용량은 수요량 대비 20%까지 늘어날 전망
 - 북미지역 가스생산 증가로 인한 유연물량 증가, 수출 및 소비국의 증가 등에 따른 단기 교역 시장 증가 예상
 - 수급관리를 둘러싼 환경 변화를 감안하여 기존의 최저 비용 수급관리에서 벗어나 대안들의 위험구조를 반영하는 비용-위험 최소화 방안 검토 필요

2. 포트폴리오 분석을 통한 수급관리 방안 도출

- 천연가스 수급관리를 위해, 공급부문에 대한 다양한 대안이 있으며, 이들 대안은 상호 보완 혹은 대체관계를 가짐.
 - 도입부문의 수급관리는 기간계약, 현물구매의 조합을 통해 연간 및 월간으로 필요한 천연가스를 조달하는 것을 의미
 - 수요 가변성과 계약의 경직성으로 장기계약 물량은 연간 필요량보다 적을 가능성이 높음. 연도별 부족물량은 중기 혹은 단기계약을 통해 조달
 - 일반적으로 도입부문 수급관리는 수요의 계절성에 따른 연중 부족물량의 보충과 관련된 것으로 현물구매를 통한 공급이 중요한 수단임.
 - 현물구매는 비용과 위험 측면에서 저장설비와 보완 혹은 대체관계를 가지는 수급관리 수단임.
 - 설비부문의 수급관리는 저장설비를 활용하여 계절 간 수요격차에 따라 발생하는 수급 불안정을 해소하는 것을 의미
 - 최근까지 저장설비의 부족으로 기간계약을 통한 동절기 수급조절이 어려웠으며, 성수기(동절기)에 현물구매를 통해 부족한 물량을 보충
 - 저장용량의 확충으로 비수기 현물구매를 통한 수급관리 대안을 활용할 수 있으며, 이는 성수기 현물구매와 대체관계를 가짐.
- 공급부문의 다양한 수급관리 대안 간의 비용-위험을 고려한 포트폴리오 구성에 대한 검토 필요
 - 공급부문의 수급관리 수단별로 비용 구조와 불안정성에 차이가 존재

- 유가 변동에 따라 구매비용이 결정되는 기간계약은 가격불안정성이 상대적으로 낮지만, 구매비용이 높고 수급관리를 위해 저장용량 필요
 - 저장설비는 비수기 현물구매 혹은 기간 계약의 잉여물량을 성수기에 활용할 수 있도록 함. 따라서 성수기 현물구매와 대체관계에 있음.
- 최소비용계획의 수립과 관련하여 비용-위험 포트폴리오 분석을 통한 적정 대안 도출 필요
- 천연가스 구매 대안의 적정 구성에 대한 검토는 적절한 공급 신뢰성 수준 하에서 최소비용을 지불하고 천연가스를 확보하기 위한 것임.
 - 대안별 비용은 불안정성을 수반하므로 불안정성을 고려할 수 있는 방안이 필요함.
 - 투자자산 포트폴리오분석을 근간으로 하는 비용-위험 포트폴리오 분석은 비용과 비용의 불안정성을 고려하여 적정 구매 대안을 도출
- 비용-위험(분산) 포트폴리오 분석을 위해서는 수급 대안별 비용과 비용의 불안정성에 대한 검토가 필요
- 기간계약과 현물구매는 가격결정구조가 다르며, 이에 따라 평균 단가와 단가의 불안정성에서 차이가 존재
 - 또한 비수기 현물구매와 기간계약 구매를 통해 동절기 부족물량을 보충하기 위해서는 저장비용에 대한 검토가 필요
 - 적정 수급관리 대안의 조합에 대한 검토를 위해 실적 비용과 함께 수급대안별 비용 구조 변화에 대한 전망이 필요

II. 조사 및 분석 결과

1. LNG 도입계약과 가격결정

- 천연가스 구매방식은 기간을 기준으로 중장기 기간계약과 단기 혹은 현물구매로 구분하며, 구매방식과 가격결정방식에 있어 차이가 존재
 - 중장기 기간계약은 계약조건이 다소 경직적이며, 원유가격에 따라 가격이 결정되는 특징이 있음.
 - 장기계약의 체결시점과 도입시점 간에 약 4~5년의 시차가 존재하며, 계약 체결 전후의 수요 변동에 따라 부족물량은 중·단기 계약으로 통해 보충
 - 대부분의 기간계약은 원유가격에 연동하여 가격이 결정되며, 최근 중·단기계약은 주요 소비국의 현물가격을 반영하는 경우도 있음.
 - 현물구매는 신속적인 구매가 가능하며, 원유가격보다는 국제 천연가스 수급 상황에 따라 가격이 등락하는 특징이 있음.
 - 현물구매의 일반적인 정의는 없으며, 기간계약이 아닌 카고 단위(약 LNG 6만 톤)의 신속적인 거래로 정의할 수 있음.
 - 필요할 때 조달하는 방식으로 잉여물량 처분에 대한 부담이 없음. 지역별로 가격이 다르고, 정형화된 가격기준이 없어 거래별로 가격에 차이가 남.
- 최근까지 기간계약의 LNG 가격은 원유가격에 연동하여 결정되고 있으나, 고유가로 인해 가격결정방식 변경에 대한 논의가 전개되고 있음.
 - 최근 북미의 비전통가스 공급 증가에 따른 천연가스 현물가격과 원유가격 간의 비동조성을 배경으로 기간계약 가격결정방식 변경 논의가 진행중

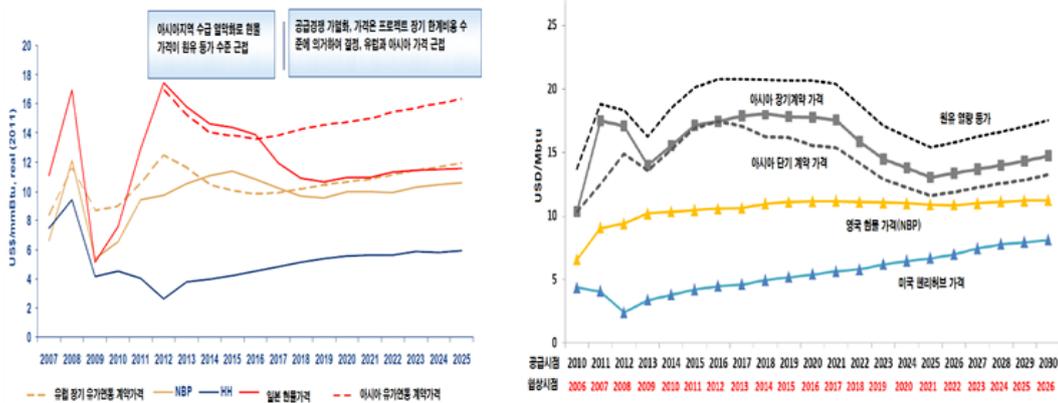
- 유럽의 수입국들은 원유나 석유제품 가격이 천연가스 수급상황을 반영하지 못하고 있다고 주장하고¹⁾, 기간계약 가격결정방식의 변경 필요성 제기
 - 천연가스 공급국들은 잉여물량의 축소로 수급상황이 변동하면, 원유가격 연동방식이 유리하다고 주장하고 있음.
 - 최근의 계약 재협상을 통해 전통적인 원유 혹은 석유제품 가격연동방식에서 허브가격의 움직임을 반영하는 하이브리드 형태로 변경 추세
- 유럽과 달리 아·태지역의 기간계약 가격은 원유가격 연동 방식이 지속될 가능성이 높은 것으로 전망되고 있음.
- 전문가들은 비가격적인 요인²⁾으로 유가 연동방식의 변경이 쉽지 않을 것으로 예상하고 있음.
 - 그럼에도 불구하고, 현물시장 확대, 신축계약 등장 등으로 유럽과 같이 허브가격의 움직임을 일부 반영하는 계약이 등장할 것으로 예상
- '05년 이후 현물거래량이 늘어나고 있으며, 수급상황에 따라 등락하지만 기간계약에 비해 저렴한 편이었음.
- 공급국과 소비국의 필요에 의해 이루어진 거래에서 유연물량의 증가에 따라 현물거래량이 전체 교역량의 25%를 상회
- 북미 셰일가스 생산 증가, 유럽 경기침체를 배경으로 '05년 이후 현물거래 비중이 크게 증가함.
 - '11년 원전사태로 일본의 현물구매가 크게 증가하였지만, 현물구매의 59%는 기간계약의 평균 가격에 비해 저렴하였음.

1) 근거로 가스 이용기술 발전, 연소기기 개체의 불편성, 환경기준 강화 등으로 석유와 가스의 대체 탄력성이 낮아지고, 석유수급은 수송용 수요가 좌우된다는 점을 들고 있음.

2) 비가격적인 요인으로는 현물가격 불안정성 우려, 공급 안보, 하류부문의 독점적 사업구조, 역내 타구매자의 행태 등을 제시하고 있음.

- 향후 장기계약시장이 높은 비중을 차지하겠지만, 현물시장의 비중도 꾸준히 증가할 것으로 예상되고 있으며, 기간계약 가격 대비 저렴할 것으로 예상
 - LNG 생산과 관련된 초기 투자비용으로 인해 장기계약 비중을 높은 수준으로 유지하지만, 현물의 비중도 증가할 것으로 예상
 - 관련 업계, 투자회사, 컨설팅사들의 아태지역 LNG시장 전망에 따르면, 기간계약 대비 현물구매 가격이 저렴할 것으로 예상
 - Wood Mackenzie(2012) 등은 '16년 이후 기간계약 대비 현물가격이 낮은 수준을 유지, 유럽 계약가격과 아·태지역 현물가격 간의 동조화가 예상됨.

[그림 1] 지역별 LNG 가격 전망



자료: Wood mackenzie(2012), Smith(2012)

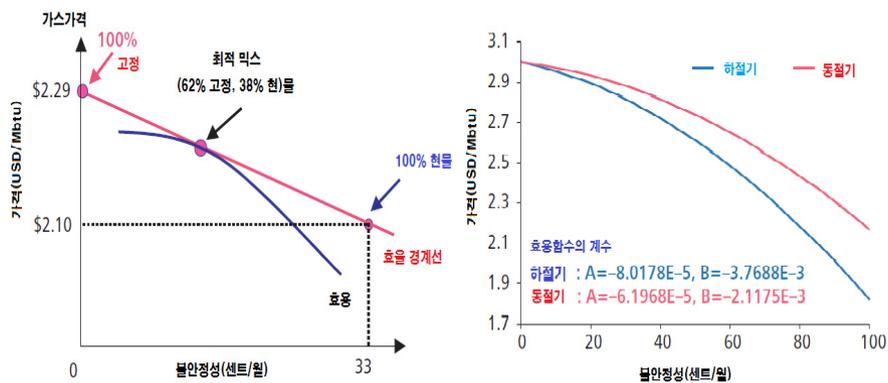
- 현물가격과 원유가격 간의 동조성이 축소될 것으로 전망되나, 다양한 요인으로 인해 현물가격은 기간계약 가격에 비해 불안정성이 클 것으로 예상
 - 현물가격은 계절별 수요의 차이, 지역별 수급상황, 수요 및 공급부문의 장애, 낮은 유동성 등으로 인해 기간계약 가격에 비해 높은 가격 불안정성

2. 포트폴리오 모형을 활용한 적정 수급대안 검토

□ 포트폴리오 모형을 활용한 분석 사례

- DU et al(2003)은 천연가스 구매시장을 배경으로 포트폴리오 모형을 활용한 지역 가스분배망 회사의 적정 천연가스 구매 믹스 분석사례를 제시
- 기간계약을 통한 월간구매와 일간 현물구매 간의 적정 비율을 도출하기 위해 포트폴리오 분석 방식을 적용
 - 포트폴리오 분석에 적용한 평균은 천연가스의 구매 단가이며, 위험을 나타내는 측도는 구매단가의 표준편차
 - 기간계약 가격은 고정가격이기 때문에 편차가 없음. 따라서 두 대안 간의 상관계수도 零의 값을 가지며 효율경계선은 선형임.
 - 효용함수는 가격과 표준편차를 변수로 하는 2차함수로 [그림 2]에서 알 수 있는 바와 같이 원점을 기준으로 오목곡선(concave curve) 형태를 취함.

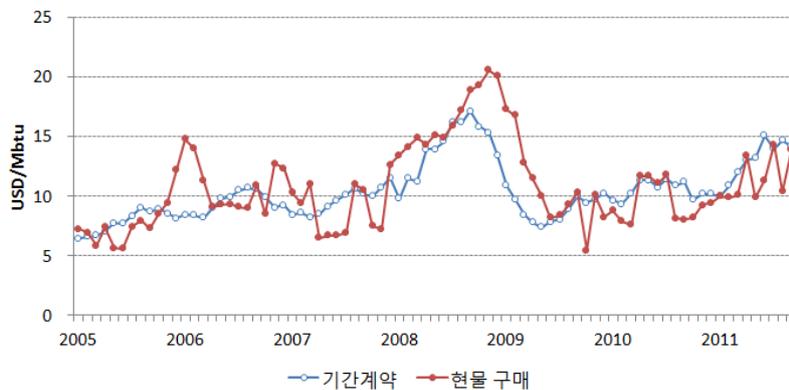
[그림 2] 가스 구매 효율경계선과 효용곡선 분석사례



주: 분석대상 지역은 하절기가 발전용 수요로 인해 성수기이며, 하절기의 효용곡선의 기울기가 가파름.

- 정준환(2012)은 포트폴리오 모형을 활용하여 국내 천연가스 기간계약 구매와 현물구매 간의 적정 구매믹스를 검토
 - 과거 6년간의 천연가스 월별 구매 실적자료를 활용하여 구매대안 변화율의 평균과 표준편차를 추정함.
 - 앞의 미국사례와 달리 효용경계선을 도출하기 위해 구매단가 변화율의 평균과 표준편차를 사용하고 있음.

[그림 3] LNG 장기-현물 도입 가격의 추이



자료: 한국가스공사 내부자료 및 자체 추정

- 기간계약을 통한 구매 비중을 94% 수준으로 높이는 것이 최저 위험 구매믹스에 부합한다는 추정 결과를 제시

□ 실적자료를 활용한 적정 구매 믹스에 대한 검토

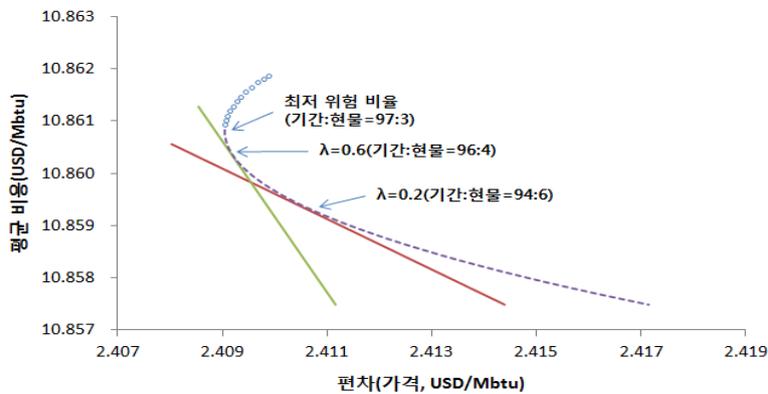
- '05년 1월~'11년 9월까지의 실적자료를 활용하여 기간계약과 현물구매의 적정 믹스를 평가
 - 저장용량의 제약을 감안하여 기간계약과 성수기 현물구매 대안의 적정믹스에 대해 검토
 - 분석에 적용한 구매 방식별 가격 기초 통계량은 <표 2>와 같음.

<표 2> 구매 방식별 가격 기초 통계량

구분	가격 기준	
	기간계약	현물
평균	10.42	10.77
표준편차	2.44	3.52
왜도	0.91	0.88
첨도	0.32	0.35
Jarque-Bera P-Value	35.4 (0.0000)	34.26 (0.0000)
상관계수	0.6646	
관측치 숫자	81	81

- 기간계약 구매단가는 저장설비 비용을 반영하였음. 이용률 80%를 가정한 신규 저장용량 비용(USD0.44/Mbtu) 적용
- 가격 변동의 분산을 기준으로 하는 최저 위험 포트폴리오는 기간계약과 현물구매의 비중이 97:3로 추정됨.
- 효용함수($U = E(r_p) - A\lambda Var(r_p)$)를 적용할 때, 적정 현물구매 비중은 4~6% 정도인 것으로 추정

[그림 4] 효용함수를 고려한 구매 믹스 검토



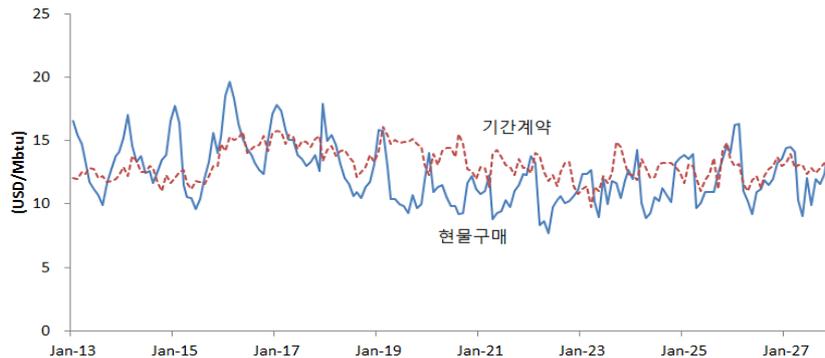
- 효용함수에서 $E(r_p)$ 는 평균, $Var(r_p)$ 는 분산, λ 는 구매자의 위험에 대한 태도를 반영하는 것으로 λ 값이 클수록 위험 회피 경향이 큰 편임.
- λ 값은 기업의 현재가치, Sharpe index 등을 활용하여 추정하며, 국내 가스기업의 λ 값은 0.20~0.60로 추정됨.
- 분석결과가 제시하고 있는 적정 포트폴리오의 구매비율로 천연가스를 구입하는 것을 어렵게 하는 현실적인 제약요인들이 있음.
 - '05년~'10년 중 실제 저장용량이 필요저장용량에 미치지 못하였음. 저장용량의 부족은 기간계약 구매량의 확대를 제한하게 됨.
 - 또한 기간계약을 필요한 시점에 항상 체결할 수 없는 구조적인 특징이 현물구매 비율을 높일 수 있음.

□ 구매가격 변화를 고려한 적정 구매 믹스에 대한 검토

- '13년 1월~'27년 12월까지의 가격 전망치를 활용하여 기간계약과 현물구매의 적정 믹스를 평가
 - '24년 국내 저장용량이 700만 톤으로 확충될 것으로 가정하여 기간계약 구매, 성수기 현물구매, 비수기 현물구매 등 3개 구매대안의 조합을 검토
- 기간계약 구매단가는 원유가격 연동비율 85%로 전제하여 추정
 - 분석기간 중 원유가는 USD85\$/배럴을 기준으로 등락하는 것으로 가정하고, 몬테 칼로 시뮬레이션을 통해 월별 원유가의 평균과 표준편차를 도출
 - 연동공식은 $0.1485 \times \text{원유가격} + 0.6$ 으로 전제, 원유가격이 배럴당 50달러와 110달러를 벗어나면, 선형식의 기울기가 0.12로 낮아지는 것으로 가정
- 월별 현물구매가격은 앞에서 설명한 전문기관들이 제시한 분석기간 중 LNG 수급상황 전망을 반영하여 추정

- 원유가와의 상관성, 월별 현물가격의 등락률, 연도별 시황 등을 반영한 몬테 칼로 시뮬레이션을 통해 월별 현물 구매단가의 평균과 분산을 추정

[그림 5] 월별 기간계약과 현물구매 가격 추정



- 원유가 및 현물구매 단가 전망치를 활용한 구매 믹스를 검토한 결과, 비수기 현물구매를 적극적으로 고려하는 것이 필요하다는 점을 알 수 있음.
 - 기간계약 구매, 비수기 및 성수기의 현물구매 간의 최저 위험 구매 비율은 78:14:8로 추정됨.
 - 비수기 현물구매의 저장비용(USD2.5/Mbtu), 허용될 수 있는 위험도를 감안할 때, 비수기 현물 구매 비율을 9%까지 높이는 것을 고려할 수 있는 것으로 나타남.
- 저장비용 이외에 비수기 현물 구매 비율 결정에 영향을 주는 요인으로 기간계약 가격결정공식 변동, 수송선 활용가능성 등이 있음.
 - 기간계약과 현물 간의 가격 차이가 지속되면, 기간계약 가격결정공식 조정 가능성이 있음. 또한 수송비의 등락은 현물구매 단가의 불안정성을 높임.
 - 이러한 요인들은 적정 비수기 현물구매 비율을 축소시키는 요인이 됨.

Ⅲ. 정책 제언

- 안정적이고, 경제적인 천연가스 구매 포트폴리오를 구성하기 위해서는 수급관리 수단들을 효과적으로 활용할 수 있는 여건을 조성하는 것이 필요
 - 지난 7년간의 실적 구매비용을 기준으로 볼 때, 기간계약과 현물구매 간의 최저 위험 구매 비율은 97:3 정도로 추정
 - 기간구매와 관련된 저장비용과 적정 위험 회피 수준을 고려하더라도 현물 구매의 적정 비율은 4~6% 정도로 추정
 - 그러나 실제 동절기 현물구매 비율은 10%를 상회하고 있음. 이는 저장설비 용량의 부족이 원인인 것으로 추정
 - 과거 동절기 현물구매의 40% 정도는 저렴한 저장설비를 활용한 기간계약으로 대체가 가능한 것으로 해석할 수 있음.
 - 따라서 최근의 수급계획에서 제시하는 저장용량 확충 계획은 타당성을 가지며, 저장설비의 확충이 계획대로 이루어지는 것이 필요
- 저장설비 확충과 향후 전개될 국제 LNG 시장 수급 상황을 고려할 때, 기간계약과 성수기 현물구매와 더불어 비수기 현물구매도 고려해야 함.
 - 향후 천연가스 시장상황에 대한 전망자료들을 활용하여 최저 위험 기준 구매비율을 추정한 결과, 비수기 현물구매 비율을 높이는 것이 경제적으로 이점이 있는 것으로 나타남.
 - 비수기 현물구매는 저장비용이 소요되지만, 향후 시장상황을 고려하면 저장용량이 허용하는 범위까지 비율을 높이는 것이 적절

- 그러나 저장용량 이외에 수송비용이나 기간계약의 가격결정방식 변화는 현물구매의 비율 확대를 제한할 것으로 예상
- 포트폴리오 모형을 통한 분석의 결과는 수급관리 및 천연가스 구매와 관련된 정책적인 시사점을 함축하고 있음.
 - 천연가스 시장 상황의 변화를 감안할 때, 현물구매 가격의 불안정성을 이유로 기간계약 구매 비중을 높이는 것은 부적절한 구매전략일 수 있음.
 - 기간계약의 구매단가를 결정하는 원유가격도 불안정성이 존재하며, 현물구매 가격의 비동조성이 존재한다면, 적정 조합에 대한 검토가 필요
 - 수급관리 목적으로 확충하고 있는 저장설비를 단순히 기간계약 구매물량의 관리용으로 활용하는 것은 비효율적임.
 - 현물과 기간 계약간의 가격 비동조성이 존재하게 되면, 비수기의 현물구매용으로 저장설비를 활용하는 것이 경제적인 이점을 가질 수 있음.
 - 또한 저장설비의 확충은 공급 안정성 이외에 경제적인 활용가치도 고려하면서 추진되어야 함.
 - 지금까지의 저장 필요량은 안정적 수급관리를 목표로 하고 있으며, 기간계약의 월별 도입량과 수요 간의 격차를 근거로 추정하고 있음.
 - 저장설비의 경제적 가치와 같은 맥락에서 기간계약 구매도 새로운 시각에서 살펴보는 것이 필요
 - 도입소요량(수요대비 계약물량의 차이)을 기준으로 기간계약을 체결하는 방식에서 탈피, 경제적인 요소를 가미하여 수요량을 초과하는 기간계약 구매도 고려해 볼 필요가 있음.

- 가격 수준이나 불안정성에 영향을 주는 다양한 요인들을 감안할 때, 포트폴리오 모형을 활용한 적정 수급대안 분석결과는 가변성이 높은 편임.
 - 포트폴리오 분석은 위험 요소를 감안한 경제적인 구매 대안을 도출하는데 활용할 수 있는 유용한 도구임.
 - 기간계약의 비가역성 등과 관련된 사항을 고려할 수 없는 정태모형의 특성상 분석기간이 비교적 길 경우에 분석결과의 해석에 주의가 필요함

- 적정 구매 전략의 수립을 위해서는 포트폴리오 모형을 활용한 위험분석과 더불어 구매 대안의 옵션가치를 고려하는 방안 강구
 - 옵션가치는 미래의 불확실성이 클수록, 적용기간이 길수록 증가함.
 - 따라서 불확실한 환경에 처해 있는 천연가스 구매활동과 관련하여 적절한 선택을 위해서 이들 옵션 가치에 대해 검토하는 것이 필요

IV. 기대 효과

- 포트폴리오 분석을 통한 최저 비용 구매 믹스에 대한 검토는 국가 경제의 에너지 비용 부담을 경감할 수 있는 대안을 제시해줌.

- '11년 기준으로 1차 에너지 소비에서 천연가스의 비중은 17.2%, 에너지 수입액의 15.3% 차지하고 있음.
 - 천연가스 구매단가의 변동은 거의 대부분의 천연가스를 수입에 의존하고 있는 경제활동 및 에너지 정책 수립에 중요한 의미를 가짐.

- 저장설비의 확충과 시장 환경의 변화를 감안할 때, 비수기 현물구매의 확대를 통해 구매비용을 절감하는 것이 가능할 것으로 예상

- 이러한 분석결과는 향후 천연가스 도입정책 방향 정립에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상
- 경제적 천연가스 구매 믹스 검토 이외에 경제적 저장용량 규모 산정에 포트폴리오분석을 활용하는 것이 가능할 것으로 예상
 - 저장설비는 기간계약 구매와 비수기 현물구매와는 보완관계를 갖지만, 성수기 현물구매와는 대체관계를 가짐.
 - 포트폴리오 분석을 통해 수급 대안의 비용과 위험을 고려한 적정 저장용량 규모의 평가가 가능함.

< 참고자료 >

1. 포트폴리오 분석의 이론적 검토

□ 투자자산 포트폴리오 이론

- 포트폴리오의 기대수익은 식 (1)과 같이 포트폴리오를 구성하는 금융자산들의 개별 기대수익, $E(r_i)$ 의 가중평균 값임.

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n \omega_i E(r_i) \quad (1)$$

- 위의 식 (1)에서 $E(r_p)$ 는 포트폴리오 p 의 기대수익을 나타내는 것으로 보유기간동안의 수익³⁾으로 정의.
- ω_i 는 포트폴리오에서 자산 i 가 차지하는 비중을, 그리고 $E(r_i)$ 는 자산 i 의 기대 수익.

- 포트폴리오의 위험은 포트폴리오 기대수익의 분산으로 나타낼 수 있으며, 식(2)와 같이 정의.

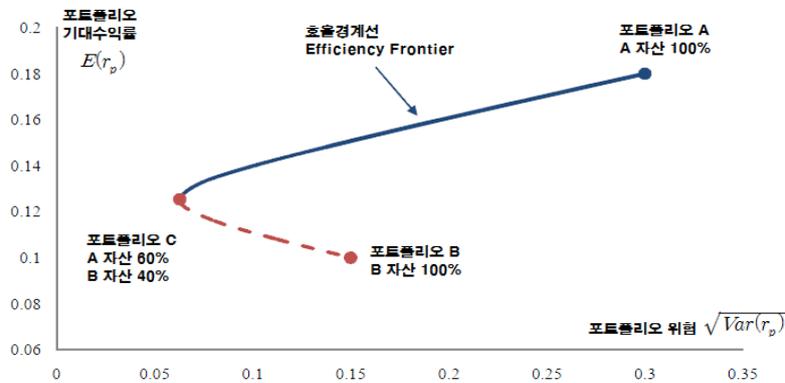
$$Var(r_p) = E[r_p - E(r_p)]^2 = \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j Cov(r_i, r_j) \quad (2)$$

$$= \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j \quad (3)$$

- 식 (2)에서 $Var(r_p)$ 는 포트폴리오 p 의 분산을, σ_i^2 은 포트폴리오를 구성하는 투자 자산 i 의 분산이며, $Cov(r_i, r_j)$ 는 투자 자산 i 와 투자 자산 j 의 공분산
- 식 (3)에서 $\rho_{i,j}$ 는 투자 자산 i 와 투자 자산 j 의 상관계수

3) 보유기간동안의 수익(Holding Period return)은 (최종 가치 - 초기 가치 + 현금 배당)/초기 가치를 의미한다.

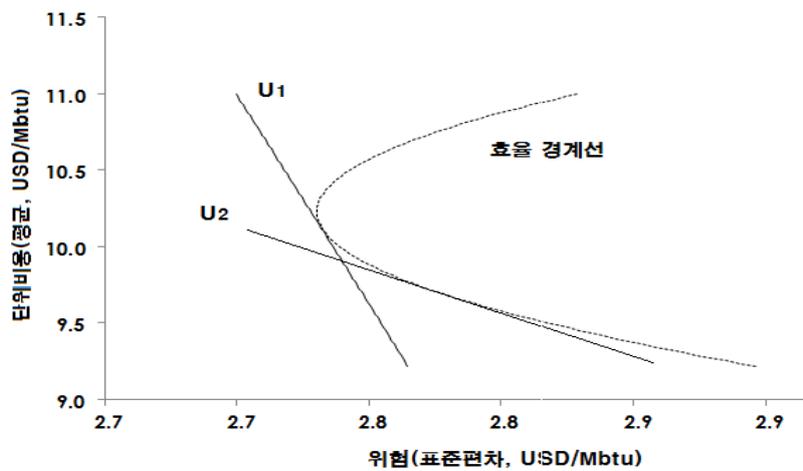
[그림 6] 투자자산 조합의 위험과 수익관계



- 식(1)과 (3)을 활용해 [그림 6]에서 제시된 효율경계선을 도출
 - 효율경계선은 주어진 위험에서 얻을 수 있는 최대 수익을 보여주는 점들의 궤적임.
 - 포트폴리오 A는 상대적으로 수익은 높지만 위험이 크고, 포트폴리오 B는 수익은 낮지만, 포트폴리오 A에 비해 위험이 작은 편임.
 - 반면에 포트폴리오 C는 위험을 최소화할 때 얻을 수 있는 수익을 보장해주는 포트폴리오임.
- 효율경계선 상의 적정 포트폴리오를 도출하기 위해서는 효용곡선이 필요
 - 효용함수는 투자자의 위험에 대한 태도를 요약하는 함수로 분산과 평균을 변수로 하는 이차함수가 널리 활용되고 있음.
 - 효용곡선과 효율경계선이 접하는 점의 표준편차와 기대수익을 제공하는 대안의 조합이 적정 포트폴리오가 됨.
- 투자자산 포트폴리오와 구매 포트폴리오의 차이
 - 투자자산 포트폴리오 모형과 마찬가지로 구매 포트폴리오 모형도 위험(분산)을 최소화하는 모형임.

- 투자자산 포트폴리오와 달리 비용 포트폴리오 모형은 주어진 위험에서 비용을 최소화하는 포트폴리오를 도출하기 위한 것임.
- [그림 7]과 같이 효율경계선 상에서 선택 가능한 대안이 최저 위험 대안의 평균값보다 낮은 범위에 위치하고 있음.

[그림 7] 비용-분산 포트폴리오 분석 예시



2. 참고문헌

정준환 외, 2012., 천연가스 도입계약 평가에 대한 연구, 한국가스공사 용역보고서, 에너지경제연구원.

최도영, 2010., 국제 에너지가격 변동요인 분석을 이용한 에너지 포트폴리오 구성에 관한 연구, 에너지경제연구원.

Awerbuch, S., Yang, S., Languil, P., 2007. Efficient electricity generating portfolios for Europe: maximizing energy security and climate change mitigation. EIB Papers in Economics and Finance, vol. 12, no. 2, 8 - 37.

- D. Ledesma, 2012. 3, LNG Pricing, Markets in Europe and Outlook, Presentation to Florence School of Regulation.
- F. Fesharaki, 2012., Global and Asian Gas Dynamics: Impact of Shale Gas Revolution, presented at Kogas.
- IEA_a, Golden Rules for a Golden Age of Gas, 2012.
- IEA_b, Gas, 2012, Medium-Term Market Report 2012: Market Trends and Projections to 2017, IEA.
- Jansen, J.C. et al, 2006. Application of portfolio analysis to the Dutch generating mix Reference case and two renewables cases: year 2030 - SE and GE scenario, ECN-C-05-100.
- J.P.Morgan CAZENOVE, 2012., Global Gas: Full syteam ahead, but cross-basin arbitrageuis beware Henry Hub price diffusion. J.P.Morgan Global Equity Research.
- Krey, B., Zweifel, P., 2006. Ecient, diversied and secure electricity generation portfolios for Switzerland and the United States. Working Paper No. 0602, Scioeconomic Institute, University of Zurich, also in: Florence IAEE European Conference, 2007.
- Myazaki, K, et al. 2011., Can Henry Hub or NBP Become A Price Index for Asia Pacific LNG Contracts?, Prepared for GASTECH 2011.
- Smith, R., 2012, Asian Natural Gas: A Softer Market is coming, Presented at the U.S. EIA's International natural Gas Workshop.
- Stern, 2007. *Is There A Rationale for the Continuing Link to Oil Product Prices in Continental European Long-Term Gas Contracts?*, NG19, Oxford Institute for Energy Studies.
- Wood Mackenzie, 2012, 한국가스공사 세미나 발표 자료.

정책 이슈페이퍼 12-03
**시장환경변화를 고려한 적정 천연가스 구매
포트폴리오**

2012년 11월 6일 인쇄

2012년 11월 7일 발행

저 자 서 정 규 외

발행인 김 진 우

발행처 **에너지경제연구원**

437-713 경기도 의왕시 내손순환로 132

전화: (031)420-2114(대) 팩시밀리 : (031)422-4958

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 범 신 사 (02)503-8737
