

세계 셰일가스 및 오일 컨퍼런스 참석 및 에너지 산업 전문가 면담

- 전재완 연구위원(성장동력산업연구센터)

I. 출장개요

□ 출장 일시 : 2012년 9월 17일 ~ 24일

□ 출장지역 및 방문처 : 미국 텍사스 휴스턴

- 방문처 : 조시 부시 센터(21012 세계 셰일가스 및 오일 컨퍼런스 개최지), SORTEC(휴스턴 채굴시설 설계 회사), 라이스대학교, TEXAS A&M 대학교, 한국석유공사 미국지사 등

□ 출장목적

- 최근 미국을 중심으로 활발하게 추진되고 있는 셰일가스 개발이 일시적 현상인지, 아니면 석유가스 개발의 새로운 패턴으로 기존의 석유개발 방식을 대체하고 장기적으로 지속가능하면서 에너지산업의 중요한 축으로 자리 잡을 수 있을 것인지에 대한 검토를 위해 관계 전문가들의 자문 및 평가와 자료 수집

- 셰일가스 뿐만 아니라 기존의 석유산업 UP STREAM 부문에 우리나라가 진출할 수 있는 방안을 모색 개발의 VALUE CHAIN 에 우리의 기자재 및 각종 용역제공 가능성 여부 타진

□ 출장일정

일자	수행업무
9월 17일 - 9월 17일	인천출발, LA경유 휴스턴 도착
9월 18일 - 9월 20일	컨퍼런스 참석 및 라이스 대학교 방문, SK, LS, LG 그룹 미국지사 관계자 면담
9월 21일 - 9월 22일	SORTEC, 한국석유공사 미국지사 방문, TEXAS A&M 대학교 방문
9월 23일 - 9월 24일	

II. 셰일가스 개발의 지속가능성에 대한 평가와 전망

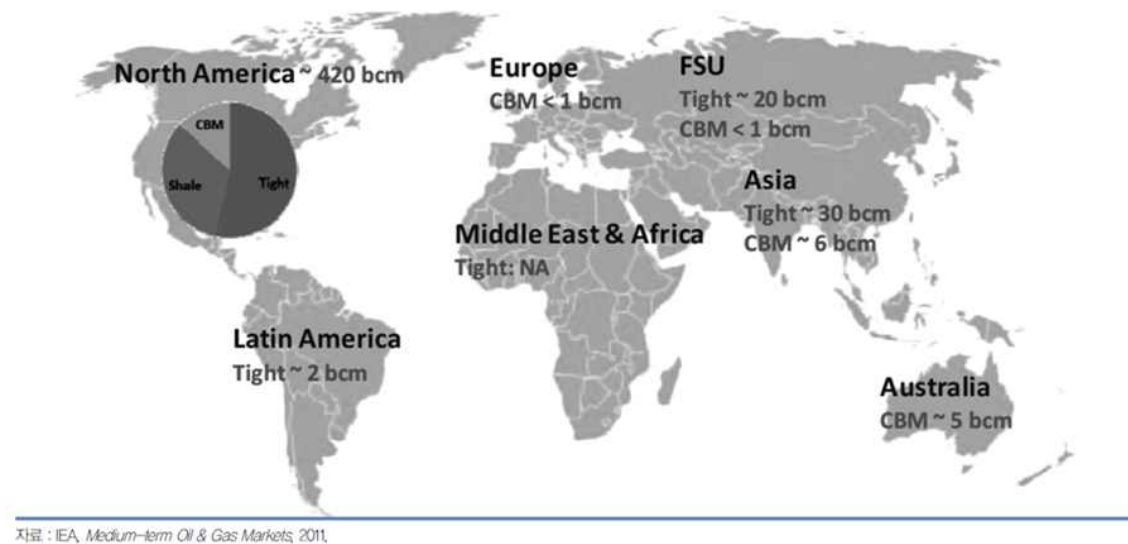
1. 셰일가스 개발의 지속가능성 평가

□ 매장량 추정의 불확실성

○ 불과 5년 전만해도 북미 지역에서의 비전통가스 생산이 급증하리라고는 예측되지 못했었음.

- 실제 미국에서는 LNG 수입 수요가 급증할 것으로 예상되면서 1억톤 이상 처리규모의 LNG 인수기지 건설이 붓물을 이루었음.

<그림 1> 지역별 개발 현황



○ 최근 들어 비록 미국의 셰일가스를 중심으로 한 비전통가스 생산이 급증하였지만 향후에도 그러한 생산이 지속될 지에 관해서는 상당한 불확실성이 내재되어 있음.

- 이는 현재까지 전세계적인 비전통가스 자원의 정확한 기술·경제적 가채매장량에 대한 평가가 미비할 뿐만 아니라 각종 환경논란과 미국의 셰일가스 생산 급증원인에 관한 평가 및 경험 축적에 상당한 시일이 소요될 것이기 때문임.

<그림 2> 전통가스 확인매장량과 셰일가스 가채매장량



○ 우선 북미 지역을 제외한 여타 지역의 실질적인 비전통가스 탐사 및 매장량 평가가 미비한 실정임.

- 기술 · 경제적 가채매장량은 지질구조에 따라 원시매장량의 5~30%(Recovery Factor; 회수율)로 다양하기 때문에 평가시 상당한 불확실성이 내재해 있음

- 일례로 최근 미국 에너지정보청은 미국 셰일가스 가채매장량을 전년대비 42% 감소한 482Tcf로 축소한 바 있음.

□ 기술적 불확실성

○ 셰일가스의 생산성과 관련된 기술적 불확실성도 존재함. 셰일가스의 생산성은 초기생산량, 생산감소율, EUR 등에 의존하게 되며, 상이한 EUR에 따라 생산정의 시추 횟수가 결정되기 때문에 개발 비용도 증감하게 됨.

- 현재까지 셰일가스정마다 초기생산량과 감소율이 매우 상이하여 동일 광구내 생산정들간에는 3배 정도, 다른 광구들간에는 10배 정도 생산성 차이가 나기 때문에 생산 예측의 불확실성이 높음.

□ 환경적 불확실성

- 또 다른 불확실성 요인은 비전통가스 개발과정에서 활용되는 수압파쇄공법의 환경오염 논란으로 인한 당국의 규제 강화 가능성임.
- 고강도의 환경규제 강화는 인허가과정에 따른 개발 지연과 대중적 반발이 적은 광구로의 이동을 초래함으로써 비전통가스의 탐사개발 비용 증가를 유발할 뿐만 아니라 비전통가스의 광범위한 개발을 제약하는 요인으로 작용하게 됨.
- 실제로 캐나다, 프랑스, 영국, 독일, 스위스 등의 일부 지역에서는 정확한 환경영향평가가 끝날 때까지 수압파쇄공법을 활용하는 비전통가스 탐사 및 시추를 한시적으로 제한하는 모라토리엄을 시행하고 있음.
- 비록 대부분의 환경오염 논란은 과학적 근거가 확실하지가 않지만 불구하고 대중적 반발이 확대되고 있어 정책적 환경 규제가 어느 정도까지는 강화될 것으로 예상됨.
- 환경오염에 대한 사회적 합의하에 개발이 적극적으로 이루어질 것으로 전망되며 주요 가스 수입국인 미국의 셰일가스 생산으로 세계 가스시장은 판매자 중심에서 구매자 중심으로 재편될 것으로 전망

<표 1> 셰일가스 개발 관련 환경 쟁점

	논란	평가
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수압파쇄 화학물질의 대수층 침투로 인한 식수원 오염 ○ 수압파쇄유체 중 0.5% 미만인 화학물질 성분 미공개 ○ 2009년 루이지아나 : 화학물질 지표 유출로 소(17) 사망 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공개가 의무화된 화학물질은 대량희석시 인체에 무해 ○ 대수층보다 가스층의 심도가 훨씬 깊어 침투가 어려움 ○ 대수층 구간의 적절한 케이싱으로 침투 방지 가능
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식수원 대수층으로 의 가스 침투 가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과거부터 대수층의 가스 침투는 자연

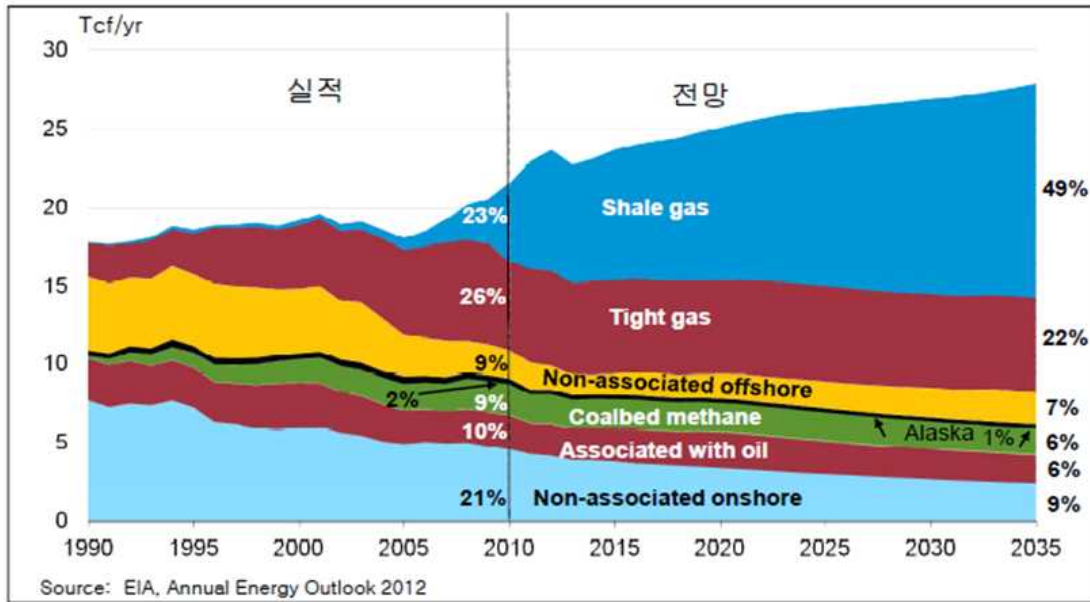
	<p>능성</p> <p>○ 2010년 펜실베니아 : 불완전한 케이싱으로 인해 누출된 가스로 인해 식수 정 폭발 및 식수 오염 발생</p>	<p>발생적 현상</p> <p>○ 식수에 포함된 가스는 대부분 생물성 가스로 유가스전 개발로 인한 경우는 희박</p>
	<p>○ 불충분한 하수 처리로 인한 지표면 수질 오염</p> <p>○ 가스정에 주입된 물의 1/3 정도가 생산 과정에서 회수</p> <p>○ 2010년 펜실베니아 : 35,000갤런의 하수 유출</p>	<p>○ 일반적인 산업용수 하수와 큰 차이가 없음</p> <p>○ 직접한 하수처리 시설을 통해 수질오염 예방이 가능</p> <p>○ 셰일가스 생산에 국한된 수질오염 사례는 없었음</p>
	<p>○ 수압파쇄 용수 사용으로 인한 수자원 고갈</p> <p>○ 셰일가스정당 1~5백만 갤런의 용수 사용</p>	<p>○ 다른 사업에 비해 적은 용수 사용 : 펜실베니아 가스시추 용수는 공공수도의 1/25, 발전사업의 1/100에 불과</p> <p>○ 재활용을 통한 용수 절감 가능</p>
	<p>○ 소음, 불쾌, 혼잡, 대기오염, 산림 훼손 등 환경 파괴</p> <p>○ 셰일가스정 개발기간 : 부지정리(60일), 시추(15~60일), 수압파쇄 및 완결(15~30일)</p>	<p>○ 수평정 시추기술 발달로 가스 매장면적의 1% 정도의 지표면 부지만 필요(수직정은 19%)</p> <p>○ 여타 에너지원 개발에 비해 비교적 자연 훼손이 적음</p>
	<p>○ 가스 방출 및 누출로 인한 온실가스 증가</p> <p>○ 전통가스 개발보다 많은 가스정 시추가 필요</p> <p>○ 가스정 완결과정에서 추가적인 가스 방출</p>	<p>○ IEA는 셰일가스의 전과정(Well to bumer)온실가스 배출량이 전통가스 평균대비 3.5~12% 많은 것으로 평가</p> <p>○ 그러나 천연가스는 석탄 대비 50% 적게 온실가스 배출</p>

자료 : GWPF, IEA, IHS CERA. Wood Mackenzie

- 이러한 기술적 · 환경적 불확실성 이외에도 최근 미국의 셰일가스 생산 증가의 원인과 향후 지속 여부에 관한 불확실성도 존재함.

<그림 3> 미국의 셰일가스 생산실적과 전망

- 2010년 생산 611 bcm, 소비 683 bcm,
- 2010년 생산량의 58% 비전통가스(셰일가스 23%), 2035년 77%(셰일가스 49%) 차지 전망



- 미국의 셰일가스 생산 급증이 실제적인 생산성 향상의 결과인지 아니면 상업 · 제도적 요인들로 인한 골드러쉬 효과에 것인지에 관한 평가가 이루어질 필요가 있음.
- 2000년대 중반 이후 미국의 셰일가스 생산이 급증하면서 가스 가격이 하락함에 따라 2000년대 말부터는 수익성이 저하된 가스 광구들의 신규 탐사개발이 급격히 감소하였고, 최근 고유가로 인해 시추가 유전 개발 쪽으로 이동했음에도 불구하고 천연가스 생산이 감소하지 않고 있음.
- 대다수 전문가들은 이러한 원인을 그동안의 기술발전과 경험 축적으로 인해 핵심지역 시추, 초기생산량과 회수율 향상 등과 같은 실질적인 가스정 생산성 향상에 기인한다고 보고 있음.
- 그러나 실질적인 생산성/경제성 향상보다는 상업 · 제도적 요인들로 인해 낮은 시장 가격에도 불구하고 셰일가스 생산이 지속되고 있다는 견해도 있음.
- 우선 셰일가스 개발을 주도하고 있는 독립계 기업들의 전략적 형태를 들 수 있음.
- 자금력이 취약한 독립계 기업들은 경쟁에서 생존하기 위해 자산매각에

의존하고 있는데, 이러한 자산매각을 원활하게 하기 위해서 낮은 채산성에도 불구하고 가스 생산을 의도적으로 부풀리고 있다는 것임.

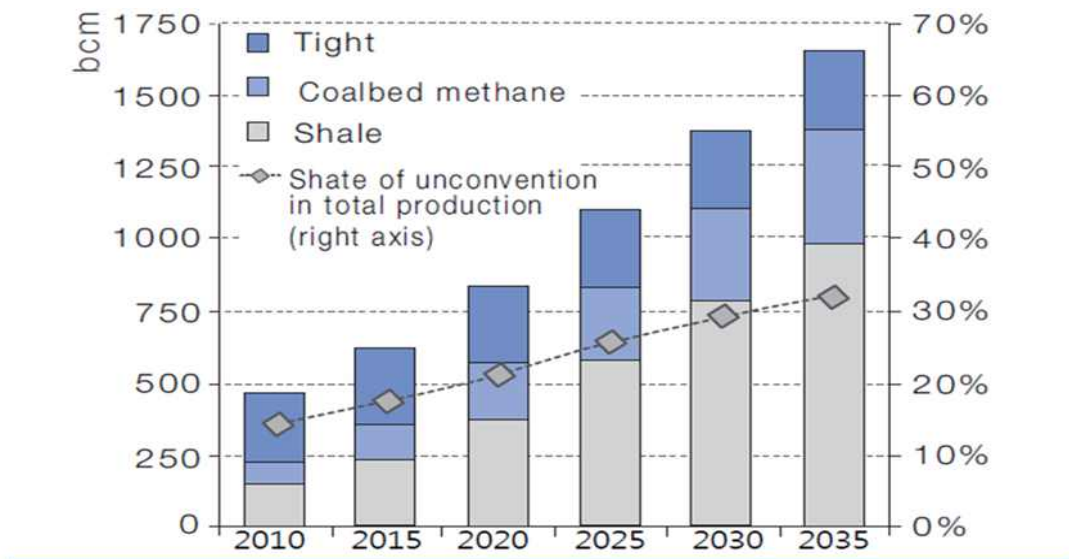
- 둘째로, 독립계 기업들이 잘 발달된 금융 시장을 통해서 일정 기간(1년 정도)동안 낮은 시장가격 위험을 헤징해 왔다는 점임.
- 셋째는 미국의 독특한 광구 개발 리스 조건과 관련되어 있음. 셰일가스 광구의 HBP(hold by production; 매입 후 3~5년 동안 시추와 생산 개시) 조건부 'use-it-or-lose-it' 리스 조건으로 인해 생산이 지속되고 있다는 것임.
- 넷째는 탐사개발 후 생산단계에서의 리스운영비용(LOE; Lease Operating Expenses)이 평균 \$2/Mcf 수준이기 때문에 낮은 시장 가격에도 조업을 중단하지 않는다는 것임.
- 다섯째로는 액체부산물이 함유된 셰일가스(Rich shale)생산이 증가했기 때문임.
 - 원유가격이 \$80/bbl 이상이고 셰일가스에 함유된 액체부산물이 50bbl/MMcf을 초과할 경우에는 셰일가스의 손익분기가격이 0으로 추정되는데, Marcellus, Eagle Ford 등 일부 셰일가스 광구의 액체부산물은 100bbl/MMcf 초과하기 때문에 가스 생산이 지속되고 있다는 것임.
 - 결국 낮은 시장 가격에도 불구하고 중장기적으로 셰일가스 생산이 지속될 수 있는가에 대한 평가에는 조금 더 시간이 필요할 것으로 보여짐.
- 무엇보다도 향후 비전통가스 생산전망의 불확실성과 관련되어 가장 중요한 요소는 기술발전과 경험축적을 통해서 시장가격 대비 개발/생산 비용을 얼마나 낮출 수 있느냐가 관건이라 할 수 있음.
 - 천연가스의 시장가격은 수급 여건에 따라 변동하게 되는데, 현재 북미지역처럼 \$2/MMBtu대까지 하락한 낮은 시장가격이 유지될 경우에도 셰일가스를 비롯한 비전통가스의 생산이 유지될 수 있을 정도로 생산비용이 낮아졌는지에 관해서는 상당한 불확실성이 존재함.

- Wood Mackenzie의 유망 비전통가스 광수에 대한 벤치마크 평가에 따르면, 상이한 규제, 인프라, 입지, 기술수준, 가스시장 등으로 인해 손익분기 가격도 상이하게 나타나고 있음.
- 유럽지역의 비전통가스 손익분기가격은 가장 높게 평가되고 있고, 아시아-태평양 지역에서는 석탄층가스의 손익분기가격이 비교적 낮게 평가되었음.
- 또한 북미 지역에서도 대부분의 비전통가스 손익분기가격이 현재 시장가격보다 높게 평가되고 있음.

2. 셰일가스 생산 전망과 에너지 시장에 미치는 영향

- 셰일가스를 비롯한 비전통가스의 개발이 이루어지기 위해서는 지질학적 평가, 자원 접근성, 상용 개발 기술, 산업/환경/정부승인 등 규제제도, 상업계약제도, 시장 접근성, 경제성 등 다양한 전제조건들이 충족되어야 실현가능함.
- 비록 중국과 아르헨티나, 유럽 일부 국가들(폴란드, 영국, 우크라이나 등)이 정책적으로 셰일가스를 비롯한 비전통가스 개발을 지원하고 있지만, 북미 지역과 호주를 제외한 여타 지역의 제반 비전통가스 개발 여건은 아직까지 미성숙되어 있는 실정임.

<그림 4> 비전통가스 생산전망



자료 : IEA, *Golden Rules for a Golden Age of Gas*, 2012.

- 따라서 미국과 호주의 셰일가스 및 석탄층가스 생산기술과 경험은 여타 지역으로 확산되고 각종 제도적 여건들이 마련되어 본격적인 생산이 이루어지기까지는 상당한 시일이 소요될 전망이다.
- 미국과 호주 이외의 여타 지역에서 2020년 이전까지 본격적인 비전통가스의 생산이 이루어지기는 어렵지만, 각국은 장기적인 비전통가스의 중요성을 감안하여 정책적 노력을 전개하고 있음.

- 선진국/생산국들은 비전통가스 개발 촉진을 통해서 장기적인 신성장 동력을 확보하는 동시에 에너지/환경 정책의 변화를 모색하고 있음.
 - 다만, 러시아, 카타르를 비롯한 전통가스 생산국들은 기존의 시장 점유율 유지와 수출 전략 변화를 모색하고 있음.
 - 반면 신흥국/소비국의 경우에는 비전통가스 개발 관련 선진 기술 습득과 가스공급 안보 확보를 위해서 개발을 촉진하고 있음
- 가스수요는 값싼 셰일가스의 공급으로 2035년까지 50%이상 상승 하여 가스가 세계 에너지 구성의 25%이상을 담당하게 될 것으로 예상되며 석유와 석탄이 수요에서 차지하는 비중은 2010년에 각각 32%, 28%였으나, 2035년에는 가스의 대체효과로 인해 각각 27%, 24%로 하락할 것으로 전망
- 원자력은 셰일가스의 대체로 인해 성장이 크게 둔화될 것으로 전망되며, 신재생에너지는 저가의 대규모 셰일가스 공급에도 불구하고 크게 영향을 받지 않을 것으로 전망
- IEA의 비전통가스 개발시 적절한 환경영향 감소 대책을 적용한 황금률 시나리오에 따르면, 세계 비전통가스 생산은 2020년 이전까지 증가율이 더디지만 그 이후부터 빠르게 증가하여 2035년에는 총 가스생산량의 32%인 1,630Bcm까지 생산이 증가할 것으로 전망되고 있음
 - 특히 셰일가스 생산은 2010년 145Bcm으로 비전통가스 생산의 31%를 차지했지만, 2035년에는 60%인 975Bcm까지 빠르게 증가할 것으로 전망됨.

3. 정책 시사점

- 세계 천연가스 시장이 완전경쟁 구조라면 셰일가스 개발은 당분간 그다지 성공가능성이 높지 않은 시나리오라 할 수 있지만 석유와 같이 시장에서 담합의 성격이 강해지면 셰일가스 개발은 활기를 띠 가능성이 높음.

- 셰일가스 생산비용에다 적절한 투자수익률을 보장하는 선에서 천연가스 시장 가격이 형성된다면 기존의 전통가스 생산자들은 공급량은 감소하더라도 이윤은 더 늘어날 가능성이 크기 때문에 셰일가스로 인한 담합의 유인은 매우 큼.
- 이러한 맥락에서 볼 때 전통가스 보유국과 메이저간의 이해관계가 맞아 지면 국제 가스시장은 담합으로 인한 한 단계 가격상승이 이어지고 장기적으로는 수급 안정도 기대하기 어려움.
- 최근 셰일가스 개발 狂風 현상의 중심에는 미국이 자리잡고 있음. 우리는 이런 흐름과 원인에 대해 좀더 면밀하고 차분하게 분석할 필요가 있음.
- 미국정부와 메이저가 앞장서 움직이는 셰일가스 광구 SALE PROMOTION은 세계 가스가격 안정이 목적이 아니라 전적으로 미국과 메이저기업들의 이익을 위한 것이라는 점을 직시해야 함.
- 앞서 지적한 바와 같이 셰일가스 탐사 및 채굴 기술은 거의 미국이 독보적인 지위에 있어 셰일가스 개발 활성화는 미국에 대한 투자활성화로 미국 경제에 큰 기여를 할 수 있음.
- 따라서 단순한 자원 확보 및 경제적 이윤동기 차원에서 정부와 민기업이 셰일가스 광구에 대해 투자하는 부문에 대해서는 보다 신중한 접근이 필요함.
- 반면 셰일개발이 활성화 될 경우 관련 선박, 플랜트, 기자재 수출 및 용역 부문에서 우리나라의 진출 잠재역량이 매우 크기 때문에 이 부문에 대한 진출이 보다 안정적이며 더 많은 이윤창출 기회를 확보할 수 있다고 평가됨.(SORTEC 관계자의 지적)
- 이러한 UP STREAM 부문에 대해 사업 진출을 확보할 경우 상응하는 소규모 지분 투자는 필요하다고 판단됨. 실제 메이저들은 지분 참여와 시공 사업 참여를 엄격히 분리하고 사업자에 대해 최소한의 지분 투자 기회를 부여하고 있음.