

비전통 에너지자원 개발이 글로벌 산업에 미치는 영향과 과제¹⁾

산업은행 차장 조 경 진
(ckj74@kdb.co.kr)

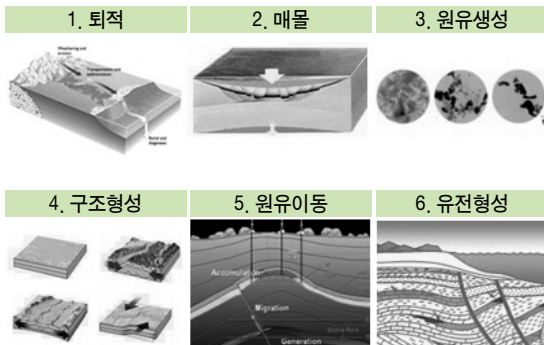


1. 서론

비전통 에너지자원은 시추방법과 매장위치 등에서 전통 에너지자원과 차이가 있으며 천연가스 계열과 석유 계열로 구분된다. 일반적으로 에너지자원은 동·식물, 플랑크톤 등이 퇴적되어 매몰 된 후 높은 열과

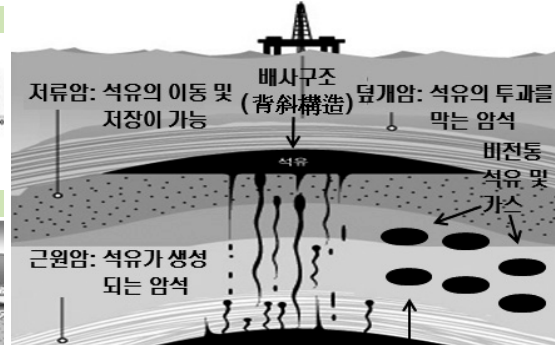
압력을 받아 원유 및 천연가스 등으로 변형된다.²⁾ 전통 에너지자원의 경우는 근원암³⁾에서 생성된 석유 및 천연가스가 저류암⁴⁾을 통해 지층으로 이동 중 배사구조(背斜構造)⁵⁾에 모여 저장된다. 반면 비전통 에너지자원은 근원암에서 생성된 원유 및 천연가스가 지표면으로 이동 중 지층의 투과성 차이, 지각변동 등에

[그림 1] 석유 및 천연가스 생성과정



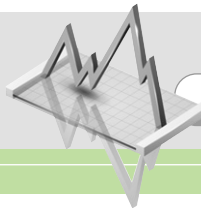
자료: 한국석유공사 등 자료 재구성

[그림 2] 에너지자원의 부존위치



자료: 인터넷 자료 등을 재구성

1) 본고는 조경진, “비전통 에너지자원 개발이 글로벌 산업에 미치는 영향과 과제,” 『조사월보』, vol. 12, no. 11, 산업은행(2012)의 내용을 수정·보완한 것임.
2) 유기성인체에 근거.
3) 유기물이 퇴적되어 형성된 암석으로 원유 및 천연가스가 생성됨.
4) 원유나 천연가스를 함유하고 있는 다공질 암석.
5) 위가 볼록한 지형으로 전통 석유 및 천연가스가 저장되는 지층구조.



의해 여러지층과 지표면에 다양하게 분포되는 차이점이 있다. 따라서 비전통 에너지자원은 유동성이 약해 전통 에너지자원 보다 시추비용이 높고 회수율이 낮다. 또한 매장위치 및 물리·화학적 특성도 전통 에너지자원과 달라 시추방법에서도 차이점이 있다.

최근 북미 셰일가스로 대표되는 비전통 에너지자원에 대한 관심이 높아지고 있다. 북미에서는 셰일가스 생산 확대에 에너지가격 하락, 제조업 원가경쟁력 향상, 고용 및 투자 확대 등 경제전반에 큰 파급효과를 낳고 있다. 또한 캐나다의 오일샌드도 풍부한 매장량으로 고유가시대의 새로운 대안으로 부상하며 개발이 확대되고 있다. 향후에도 셰일가스, 오일샌드 등 비전통 에너지자원의 개발은 세계 경제와 산업에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이에 본고에서는 개발이 확대되고 있는 비전통 에너지자원의 개발 현황과 산업에 미치는 영향에 대해 살펴보겠다.

2. 비전통 에너지자원의 종류 및 특징

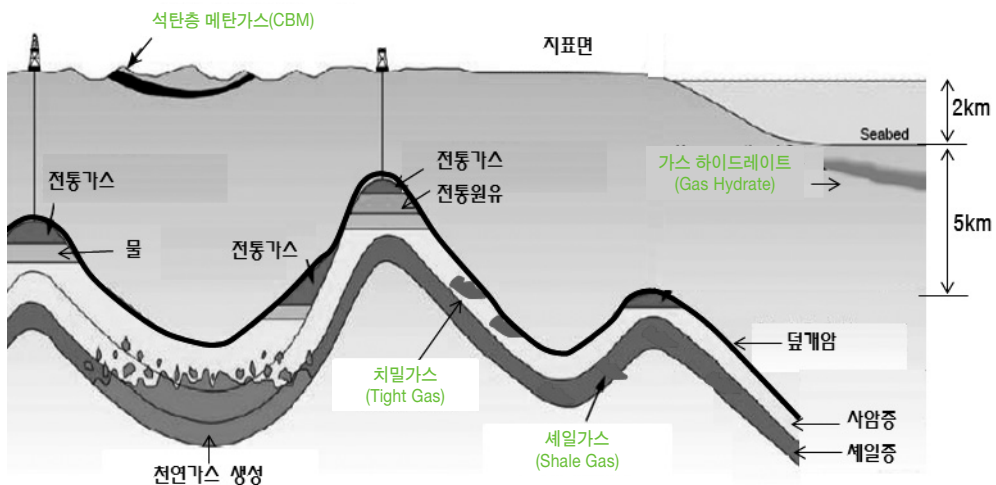
가. 천연가스 계열

비전통 천연가스는 매장된 지층에 따라 셰일가스(셰일층), 치밀가스(사암층), 석탄층메탄가스(석탄층), 가스하이드레이트(심해) 등 4종류로 구분된다.

비전통 천연가스는 전통 천연가스와 매장위치가 다르나 성분이 유사하여 메탄 70~90%, 에탄 5%, 프로판 및 부탄 5~25%로 구성되어 있다. 현재 가스하이드레이트를 제외하면 대부분 상업생산 중이다.

비전통 천연가스의 개발이 확대된 배경으로 시추기술의 발달을 들 수 있다. 대표적으로 셰일가스의 경우 수평시추법(Horizontal Drilling)과 수압파쇄법(Hydraulic Fracturing)의 발달로 생산량이 크게 증가하였다. 수평시추법은 시추관을 지표면에서 수직으

[그림 3] 천연가스 매장 분포



자료: Robert Clarke, "The Global Unconventional Gas Trend Wood Mack," October, 2010 재구성



〈표 1〉 비전통 천연가스 종류와 특징

종류	생산지역	특징
셰일가스 (Shale Gas)	북미	- 셰일층내 빈 공간이나 유기물에 흡착된 가스 - 셰일층내 넓게 퍼져있고 유동성도 낮음
석탄층메탄가스 (CoalBed Methane)	북미, 중국, 호주	- 석탄 생성시 석탄에 흡착된 가스 - 전체 성분 중 메탄(CH₄)이 95% 이상
치밀가스 (Tight Gas)	북미	- 주로 투과성이 낮은 사암층에 분포 - 낮은 유동성, 연속적 형태로 분포
가스 하이드레이트 (Gas Hydrate)	일본, 한국 등 (연구단계)	- 천연가스가 얼음에 갇혀 있는 구조 - 심해의 낮은 온도와 높은 압력에서 생성

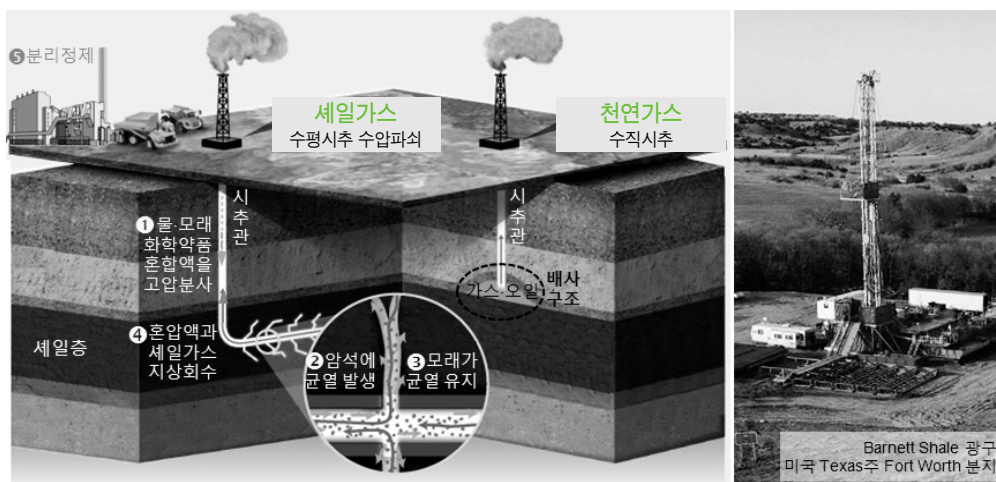
자료: 이정환, “비전통가스 자원개발 현황 및 전망,” 한국가스공사 연구개발원(2010)

로 1~2.5km를 굴착한 후 석유·가스 저장층에 진입하여 수평을 유지하면서 1~3km를 연장하는 기술이다. 수압파쇄법은 물(95%), 모래(4.5%), 화학약품(0.5%)의 혼합액을 고압(500~1,000기압)으로 주입하여 암석을 분쇄한 후 흡착된 가스를 유동시켜 회수

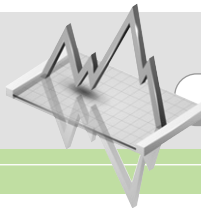
하는 방식이다.

기존 수직시추 방식에 의한 셰일가스 회수율은 약 12%로 경제성이 낮았으나, 1999년 수평시추와 수압파쇄를 복합한 기술이 미국 Barnett 광구에 최초로 적용되자 회수율이 40~50%로 증가하였다.

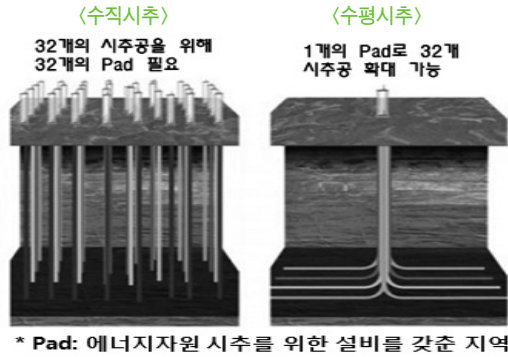
[그림 4] 수평시추 및 수압파쇄법 상세도



자료: 녹색성장위원회, EIA(Energy Information Administration) 등 자료 재구성

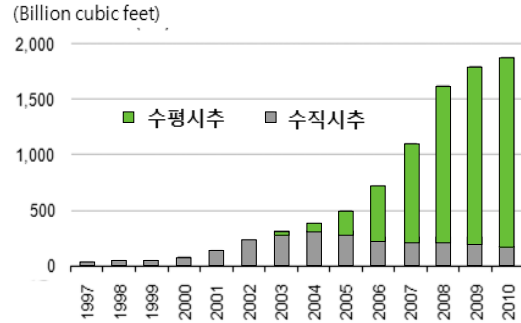


[그림 5] 수평시추와 수직시추 비교



자료: Energy in Depth 자료 재구성

[그림 6] Barnett(미국) 지역 셰일가스 생산량 추이



자료: EIA(Energy Information Administration)

나. 석유 계열

비전통 석유자원은 API⁶⁾도 10 미만, 점도 10,000cp 이상, 황 등 불순물 함량 등의 특징으로 전통 석유와 구분한다.⁷⁾ 비전통 석유자원의 종류로는 오일세일, 셰일 오일, 오일샌드, 초중질유 등 4종류가 있다. 오일세일, 오일샌드 등은 점도가 10,000cp 이상으로 높아 유동성이 없고 황 함량도 7% 이상으로 전통 석유보다 높다. 초중질유의 점도는 100~10,000cp로 타 비전통 석유보다 낮지만 전통 석유의 10~100cp 보다 높고 API도 10을 초과하는 경우도 있다.

오일 세일을 제외한 비전통 석유는 북미, 남미 등에서 상업생산 중이다. 오일 샌드, 초중질유 등은 점도와 불순물 함량이 높아 시추시 희석과 정제과정이 추가되어 전통 석유대비 생산비용이 높은 편이다.

비전통 석유자원의 시추기술은 유종별로 차이가 있는데 대표적으로 오일샌드의 경우 노천채굴법과 지하 회수법(In-Situ)으로 구분된다. 1967년부터 사용된 노천채굴법은 상부층이 75m 이하인 경우에 적용되며 원유성분의 회수율이 90%대로 높다. 지하회수법은 스팀주입 중력배수방식(Steam Assisted Gravity Drainage, 이하 SAGD 방식)과 순환증기 자극방식(Cyclic Steam Stimulation, 이하 CSS 방식)이 대표적이다. SAGD 방식은 두 개의 수평정을 오일샌드 층에 삽입한 뒤 위쪽 수평정에 증기를 주입하여 가열한 후 점도가 낮아진 원유성분을 아래쪽 수평정을 통해 회수하는 방식으로, 30% 수준의 공극률 및 두께 20m 이상의 저류층에 적합하며 회수율은 20~40% 수준이다. CSS 방식은 수직관을 오일샌드층에 삽입하여 4~6주간 증기를 주입한 후 4~8주간 저류층을

6) 미국석유협회(American Petroleum Institute)에서 제정한 석유의 비중을 나타내는 기준. API 10도 이상이면 물보다 가볍고 10 미만이면 물보다 무거운 유분.
7) Deborah Gordon, "Understanding Unconventional Oil," May, 2012.



〈표 2〉 비전통 석유자원 종류와 특징

종류	생산지역	특징
오일 셰일 (Oil Shale)	북미, 중국 (연구단계)	- 깊지 않은 지층에 분포됨에 따라 높은 압력과 열을 받지 못하여 원유형성 전단계(케로겐) 형태로 남아 있는 석유자원 - 케로겐을 열분해하여 원유로 전환
셰일 오일 (Shale Oil)	북미	셰일층에서 추출되는 원유로 전통 석유자원과 매장위치만 다를 뿐 특성이 유사
오일샌드 (Oil Sand)	캐나다	- 비투멘(휘발성이 없고 점도가 높은 원유) 성분을 10% 이상 함유한 모래나 사암 - 지표면과 지층에 분포
초중질유 (Extra-Heavy Oil)	베네수엘라	- 원유의 일종으로 상온에서는 유동성이 없어 계면활성제 등을 섞어 사용가능 원유로 전환 - 주로 발전용 연료로 사용

자료: 양병천, “잠재적인 미래 석유자원 오일셰일,” 한국석유공사, 2011
 민경석, “캐나다 오일샌드 개발과 원자력에너지,” 한국석유공사, 2008
 이광우, “석유시장의 잠재적인 안전판, Non-Conventional Oil,” LG경제연구원, 2010
 한국석유공사 홈페이지(www.knoc.co.kr)

[그림 7] 오일샌드 노천채굴 (캐나다)



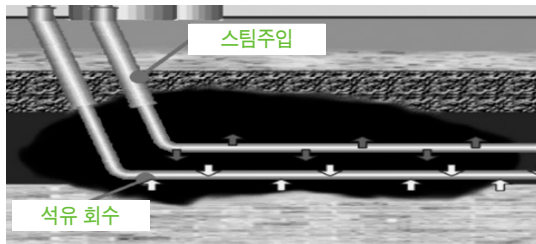
자료: www.gatewayvancouver.com

[그림 8] 오일셰일



자료: 양병천, “잠재적인 미래 석유자원 오일셰일,” 한국석유공사, 2011

[그림 9] SAGD 방식

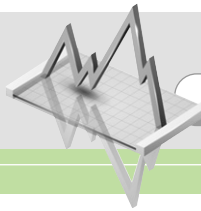


자료: Japan Canada Oil sand LTD 자료 재구성

[그림 10] CSS 방식



자료: American Association of Petroleum Geologists 자료 재구성



가열하여 점도가 낮아진 원유성분을 회수하는 방식이다. 저류층이 얇고 불균질한 지층에 적용되며 회수율은 대략 10~25% 수준이다.

3. 비전통 에너지자원의 부상배경 및 개발 현황

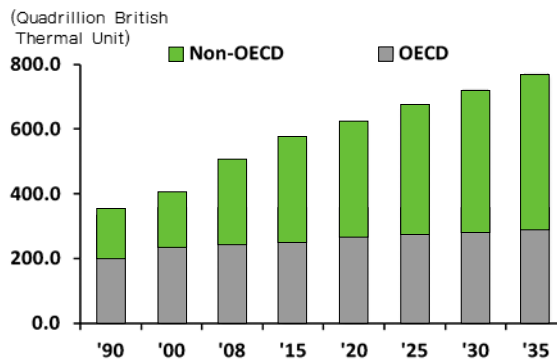
가. 비전통 에너지자원의 부상배경

1) 에너지 수요는 증가하나 공급여력은 감소

2008~2035년간 세계 에너지수요 증가율은 중국 등 비 OECD 국가들의 수요증가에 힘입어 연평균 1.6%로 꾸준히 증가할 전망이다.

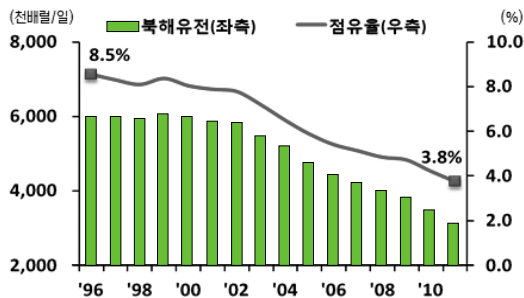
그러나 전통 유전의 고갈 및 원자력 등 대체에너지의 불확실성이 증가하여 이에 대안으로 비전통 에너지자원의 개발 필요성이 높아지고 있다. 최근들어 북해유전의 고갈, 신규 유전발굴시 개발이 어려운 심해

[그림 11] 에너지 수요추이 및 전망



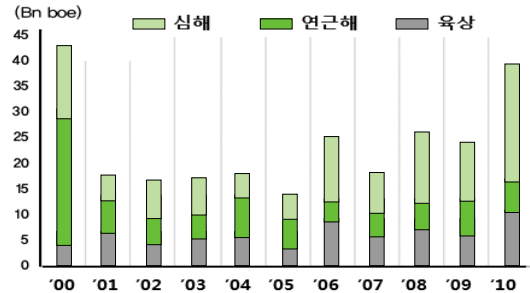
자료: EIA(Energy Information Administration)

[그림 12] 북해유전 생산량 및 점유율 추이



주: 영국, 노르웨이 생산량 합계
자료: BP statistical Review 2011

[그림 13] 신규 유전 발굴 추이



주: Bn boe(Billion Barrels of Oil Equivalent)
자료: Wood Mackenzie



유전 비중이 증가하는 현상이 나타나고 있다. 또한 2011년 일본 후쿠시마 원전사고로 원자력발전에 대한 위험성이 부각되었고 독일에서는 2022년까지 원전을 전량 폐기한다고 공표했다.

2) 생산지역 다양화에 의한 에너지공급 안정화 필요성

최근들어 이란, 러시아 등 정치적 리스크가 높은 국가들을 중심으로 자원을 무기화하려는 움직임이 나타나고 있다. 2009년 러시아는 우크라이나와 천연가스 가격협상 중 가스공급을 중단했던 사례가 있다. 이란도 2012년 초 핵개발에 따른 서방의 제재시 원유수출을 중단하겠다고 발표하여 두바이유 가격이 배럴당 120달러대까지 상승시킨 사례도 있다. 반면 비전통

에너지자원은 북미, 아시아, 남미 등에 고루 분포되어 있어 개발이 확대될 경우 자원 무기화에 따른 리스크를 완화시킬 수 있을 것으로 기대된다.

3) 고유가 지속 및 생산기술 향상

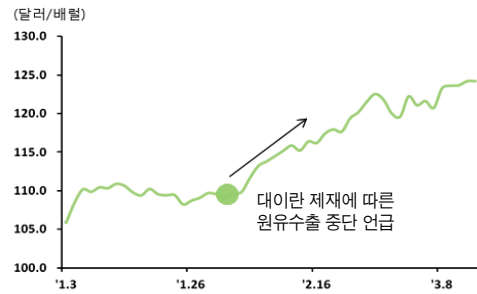
캐나다 오일샌드는 전통 원유시추 대비 약 10~20달러 추가적인 생산비용이 소요되나 배럴당 90~100달러대의 고유가 지속으로 채산성 확보가 가능하게 되었다. 또한 비전통 천연가스는 수평시추법, 수압파쇄법 등의 시추기술 발달로 생산원가가 하락하며 경제성을 확보하였다. 북미 셰일가스 생산비용은 3~7달러/MMbtu로 기존 전통 천연가스 생산단가인 3~9달러/MMbtu와 동등 수준에 근접하였다.

[그림 14] 셰일가스 매장 분포



자료: EIA(Energy Information Administration)

[그림 15] 2012년초 두바이유 가격 추이



자료: 페트로넷

〈표 3〉 지역별 천연가스 생산비용

(단위: 달러/MMBtu)

종 류	유라시아	중동	아시아	북미	서유럽
전통	2~6	2~7	4~8	3~9	4~9
비전통	3~7	4~8	3~8	3~7	미개발

주: 생산비용은 탐사, 개발, 운영경비 등 포함, 운임 제외
자료: IEA(International Energy Agency)

나. 비전통 천연가스 개발현황

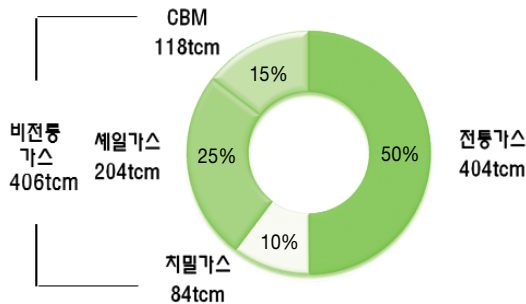
- 1) 매장량은 전통 천연가스와 동등, 생산량은 전체 원유 생산량의 10%대에 그침

비전통 천연가스의 세계 총 매장량은 406tcm⁸⁾으로 전통 천연가스 404tcm과 동등 수준으로 평가되고 있

다. 중동과 유럽을 제외한 대부분의 지역에서 비전통 천연가스 매장량이 전통 천연가스 매장량을 능가하고 있다. 지역별 천연가스 매장량 중 비전통 천연가스의 비중은 북미가 67.2%, 아시아가 71.6%로 나타나고 있다.

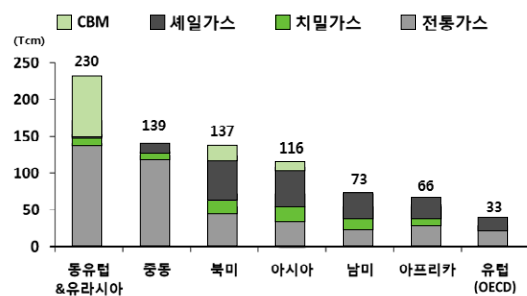
생산량에 있어서는 2009년 기준 0.4tcm으로 세계 천연가스 생산량의 2.7tcm의 약 13%를 차지한 것으로 나타났다.⁹⁾

[그림 16] 비전통 vs 전통 천연가스 매장량



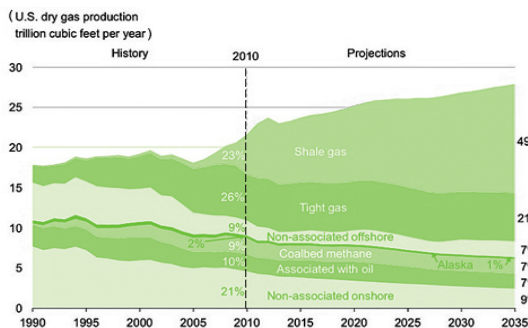
자료: IEA(International Energy Agency)

[그림 17] 지역별 천연가스 매장량



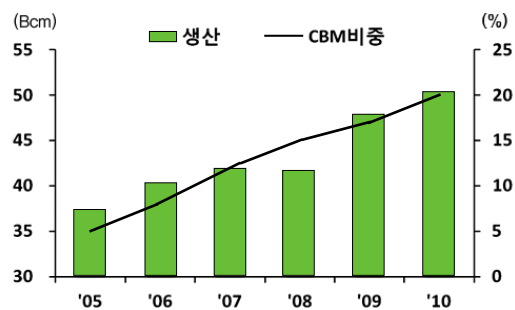
자료: IEA(International Energy Agency)

[그림 18] 미국 천연가스 종류별 생산 전망



자료: EIA(Energy Information Administration)

[그림 19] 호주 천연가스 생산량 및 CBM 비중 추이



자료: BP statistical Review 2011

CLSA, "Growth Spurt," April 2012

8) trillion cubic feet의 약자.

9) IEA, "International Energy Outlook," 2011.



2) 북미, 호주 등을 중심으로 개발이 확대될 전망

비전통 천연가스의 개발은 시추기술과 인프라가 우수한 미국이 주도하고 있다. 미국의 셰일가스, 치밀가스 등 비전통 천연가스 생산량은 매년 증가하고 있어 2010년 미국 전체 천연가스 생산량의 약 58%를 차지하고 있다. 셰일가스의 탐사개발도 Exxonmobil, Chevron 등 고도의 시추기술을 보유한 미국업체가 주도하고 있다. Exxonmobil은 2009년 미국의 셰일가스 전문 업체인 XTO Energy를 42억달러에 인수하여 셰일가스 관련 사업의 비중을 확대하고 있다. 호주의 경우 전체 천연가스 생산 중 석탄층메탄가스의 비중이 20%대로 높은 수준이며 향후 개발이 확대될 것으로 예상된다.

3) 중국, 유럽 등은 지질구조, 인프라 부족, 환경문제 등으로 본격생산 지연

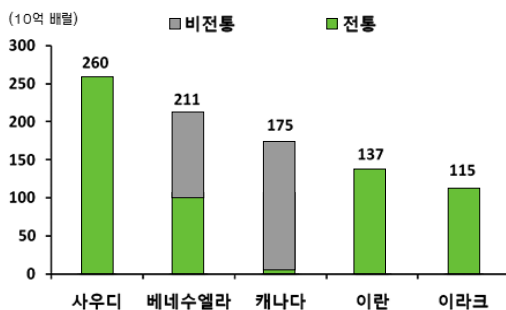
세계 최대 셰일가스 매장국인 중국은 수압파쇄에 필요한 수자원 부족¹⁰⁾, 지층구조의 특징, 인프라 부족 등으로 개발이 지연되고 있다. 유럽의 경우도 폴란드, 영국, 프랑스 등에서 환경오염, 지진발생 가능성 등으로 개발에 대한 논란이 지속되고 있어 본격적인 생산까지는 시간이 필요할 것으로 전망된다.

다. 비전통 석유 개발현황

1) 매장량은 전통 석유의 1/5, 생산량은 전체의 2~3%에 그침

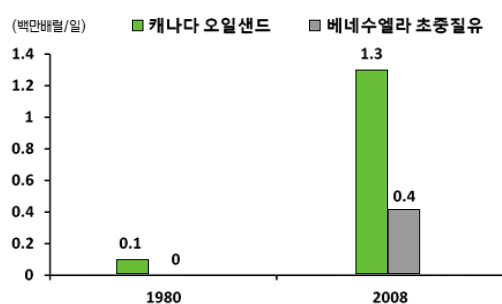
비전통 석유 중 오일샌드 및 초중질유의 세계 총 매장량은 0.3조배럴로 전통 석유자원의 매장량인 1.4조배럴의 1/5 수준이다¹¹⁾. 국가별 원유 매장량에서 비전통 석유자원을 포함할 경우 캐나다와 베네수엘라의 매장량이 큰 폭으로 증가한다. 캐나다의 전통 석유 매장

[그림 20] 국가별 원유 매장량



자료: EIA(Energy Information Administration)

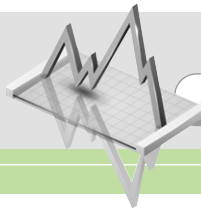
[그림 21] 비전통 석유 생산 추이



자료: IEA(International Energy Agency)

10) 수압파쇄를 위해서는 셰일가스전 시추공 1개소당 1일 15,000~20,000톤의 공업용수가 필요.

11) 오일 셰일의 경우 매장량을 발표하는 기관마다 1~5조배럴로 편차가 커서 집계에서 제외하였으며, 최근 북미지역에서 생산량이 증가하고 있는 셰일오일도 정확한 매장량 집계 없이 제외.



량은 50억배럴이나 비전통 석유자원인 오일샌드 등을 포함할 경우 1,750억배럴로 크게 증가한다. 베네수엘라 경우도 비전통 석유자원을 포함할 경우 사우디에 이어 세계 2위의 원유 매장국으로 순위가 크게 올라간다.

최근까지 비전통 석유의 생산량은 1.7백만배럴/일로 전체 석유생산량의 2~3% 수준에 그쳐 미미한 수준이다. 비전통 석유는 전통 석유대비 생산단가가 높고 환경문제 등의 이슈로 단기간 급격한 생산량 확대는 어려울 것으로 전망이다.

라. 개발의 문제점

1) 천연가스 가격하락으로 셰일가스 채산성 악화

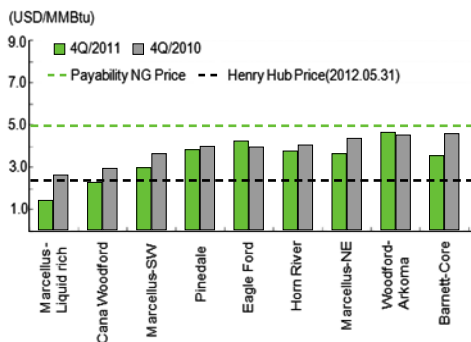
미국에서는 셰일가스의 생산량 증가로 천연가스 현물 가격이 크게 하락하면서 셰일가스 사업의 채산성이 악화되고 있다. 2012년 미국 천연가스 Henry Hub¹²⁾ 평균 가

격은 2.8달러/MMBtu로 2008년 월평균 고점인 12.7달러/MMBtu 대비 1/4~1/5 수준까지 하락하였다. 천연가스 가격이 손익분기점을 크게 하회하면서 다수의 셰일가스전 사업자가 실적악화에 직면하였다. 2009년 하반기부터 오일가스전 굴착장비수(Rig Count)는 지속적으로 증가추세이나 셰일가스 개발의 채산성 저하로 2010년 이후 가스전 Rig Count는 감소세를 보이고 있다.¹³⁾

2) 환경오염에 대한 논쟁

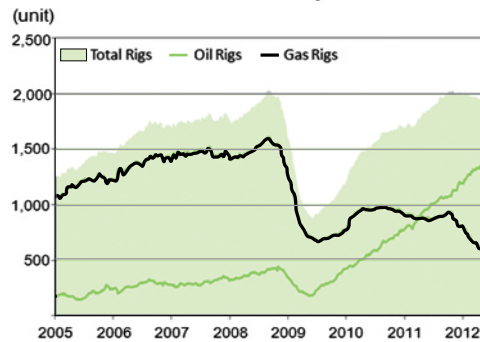
셰일가스 개발시 사용되는 화학물질이 지하수로 스며들어 오염을 유발한다는 주장이 제기되고 있다. 실제 미국 셰일가스 시추지역의 인근 주택에서는 지하수에 불을 붙일 경우 인화되는 현상이 나타나고 있다. 또 캐나다에서는 오일샌드 시추시 점도가 낮아진 원유 성분이 주변 호수로 유입되어 생태계를 파괴하고 지하수에 발암물질을 증가시킨다는 주장도 제기되고 있다.

[그림 22] 미국 셰일가스 광구별 손익분기점 현황



자료: Altamasa Holdings

[그림 23] 미국 석유가스 Rig Count 추이



자료: Baker & Hughes

12) 미국 Louisiana주 Erath시 인근의 천연가스 배관 인터체인지로 미국 천연가스의 표준가격인 NYMEX(뉴욕상품거래소) 천연가스 선물거래를 위한 표준 인도지점.

13) 현재 운송비의 부담, LNG 수출설비의 부족 등으로 유럽, 일본 등 가격이 높은 다른 지역에 공급 하기가 곤란하여 셰일오일로 전환하거나 일부가동을 중단.

[그림 24] 북미 셰일가스 개발 인근주택 지하수 인화



자료: KBS 뉴스 자료

[그림 25] 캐나다 앨버타 오일샌드 개발지역



자료: www.cnews.canoe.ca

4. 글로벌 산업에 미치는 영향

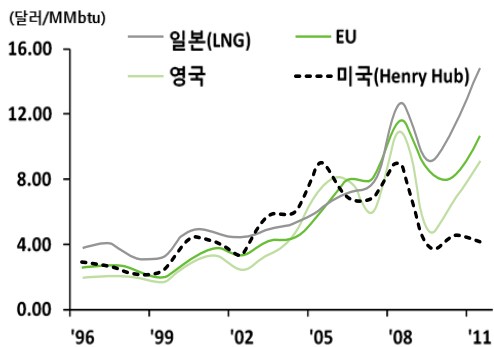
가. 북미 제조업 경쟁력 향상

1) 에너지가격 하락으로 북미 제조업의 제조원가 개선

미국은 셰일가스 등 비전통 천연가스의 생산증가로 천연가스 가격이 하락하며 산업 내 제조원가 개선에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 2008년 평균 10.8달러

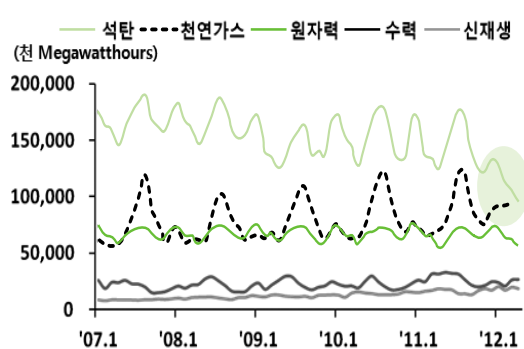
러/MMbtu 까지 상승했던 미국의 천연가스 가격은 2011년 4.0달러/MMbtu 까지 하락하며 타 국가의 천연가스 가격과 차이가 확대되고 있다. 미국은 천연가스 가격하락으로 천연가스를 이용한 발전량도 늘어나 2012년 4월 미국 에너지자원별 전기 생산량에서 석탄과 동등수준인 32% 까지 증가하였다. 이와같이 천연가스를 기반한 발전량 증가는 미국 내 전기가격 안정화에도 기여하고 있다. 2012년 미국의 롱아일랜드 전력공사는 천연가스 가격 하락으로 4월부터 전기요

[그림 26] 국가별 천연가스 가격 추이

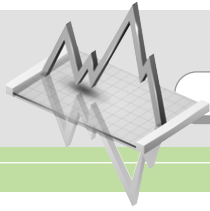


자료: BP Statistics Review 2011

[그림 27] 미국 에너지자원별 전기생산량 추이



자료: EIA(Energy Information Administration)



〈표 4〉 산업별 에너지 소비 중 천연가스 비중(2009년)

(단위: %)

산 업	프랑스	독일	일본	한국	미국	OECD평균
철강	17.0	22.3	9.1	14.5	42.1	24.3
석유화학	13.0	36.6	6.0	15.3	48.8	37.6
비철금속	28.3	34.1	2.6	47.4	43.8	28.1
수송기계	35.2	27.4	-	22.6	56.7	43.0
일반기계	29.8	50.3	16.6	10.3	48.5	34.9
음식료담배	38.0	45.5	25.6	26.6	52.7	42.1
섬유	50.0	44.7	-	14.6	50.8	38.7

자료: IEA, "Energy Balances of OECD Countries," 2011

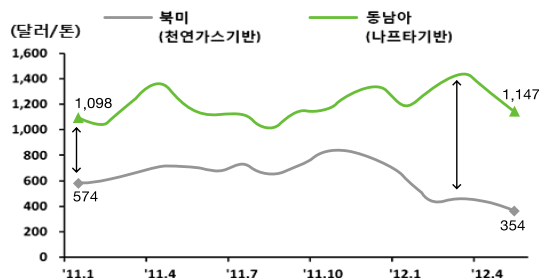
금을 평균 4.3% 인하한다고 발표하였다.¹⁴⁾

또한 미국의 산업 내 에너지자원별 사용비중에서 천연가스의 비중이 40~50%로 높아 천연가스 가격하락으로 제조업의 원가 개선에도 긍정적인 영향을 미칠 전망이다.

2) 천연가스를 원료로 사용하는 석유화학 및 비료산업이 최대 수혜

석유화학산업은 제조원가의 60~80%가 원료비로 원료가격의 하락이 원가경쟁력 향상에 큰 영향을 미친다. 북미의 경우 에틸렌 생산설비의 약 80%가 천연가스(에탄) 기반으로 최근 천연가스 가격하락으로 원가경쟁력이 향상되었다. 2012년 5월 북미의 에틸렌 제조원가는 2011년 1월보다 약 38% 하락한 354달러로 나프타 기반 동남아 제조원가의 30% 수준까지 하락하였

〈그림 28〉 지역별 에틸렌 제조원가 추이



자료: 씨스켄 등 산업데이터 등 재구성

〈표 5〉 제조원가에서 원료비(천연가스) 비중

(단위: %)

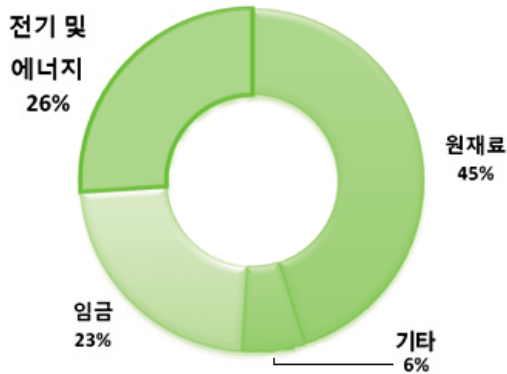
제품	비중
질소비료	75
메탄올	75
암모니아	75
폴리에틸렌	75
에틸렌옥사이드	50~75

자료: BernsteinResearch

14) 뉴욕 중앙일보, "통아일랜드 전기요금 내달 인하, 평균 4.3% 절감," 2012.3.

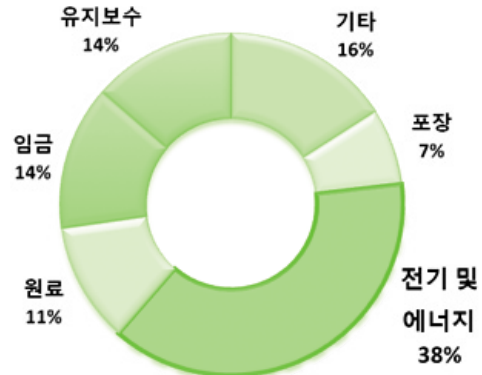


[그림 29] 미국 알루미늄 제조원가 구조



자료: IHS global insight

[그림 30] 미국 시멘트 제조원가 구조



자료: BernsteinResearch

다. 비료산업에서도 질소비료는 제조원가에서 원료비 비중이 약 75%로 높아 천연가스 가격하락의 수혜를 입고있다.

3) 고에너지 산업군인 비철금속, 시멘트 등도 제조원가 개선

비철금속, 시멘트 등은 제조원가에서 에너지비용이 차지하는 비중이 20~40%로 높아 에너지가격 하락에 따른 제조원가 개선이 기대된다. 이와같은 영향으로 원가경쟁력이 향상된 미국 내 비철금속, 철강기업들의 신증설과 재가동이 증가하고 있다. 미국 알루미늄 제조사인 Ormet는 2006년 폐쇄했던 루지아나 공장을 재가동 한다고 발표하였다.¹⁵⁾

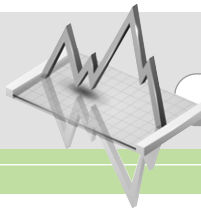
나. 글로벌 교역구조 변화

1) 에너지자원의 공급처 다변화

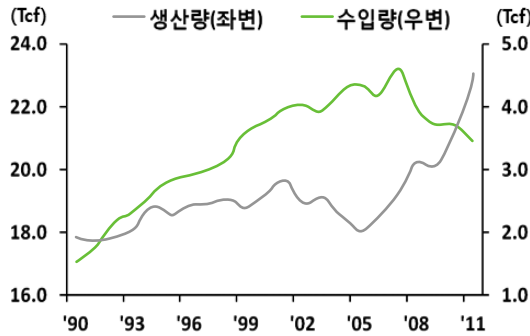
최근까지 에너지자원의 주요 공급처는 중동, 러시아 등에 국한되었으나 비전통 에너지자원의 개발이 확대시 북미, 호주 등으로 다변화될 전망이다. 북미는 비전통 천연가스 생산증가로 천연가스 수입량이 2007년 이후 감소하고 있으며 2016년 이후에는 LNG 수출도 계획하고 있다. 호주도 석탄층 메탄가스 등의 개발로 향후 주요 천연가스 수출국으로 부상할 전망이다.

또한 미국에선 석탄의 수출이 늘어나고 있는데 이는 자국 내 천연가스를 이용한 발전량 증가로 석탄수요가 감소한 것이 원인으로 분석된다. 미국의 2011년 석탄 수출량은 107백만톤으로 1991년 이후 최대치를 기록하였다. 이와같은 영향으로 세계 석탄시장의 공급과잉

15) Financial Times, "Shale gas boosts US manufacturing," 2011.9.

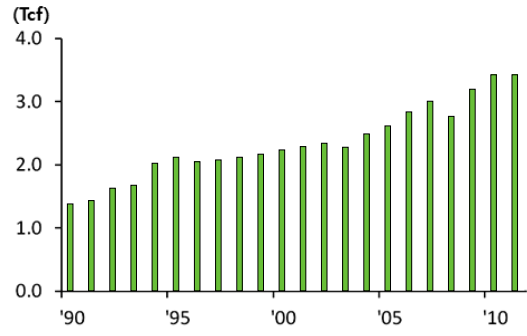


[그림 31] 미국 천연가스 생산 및 수입 추이



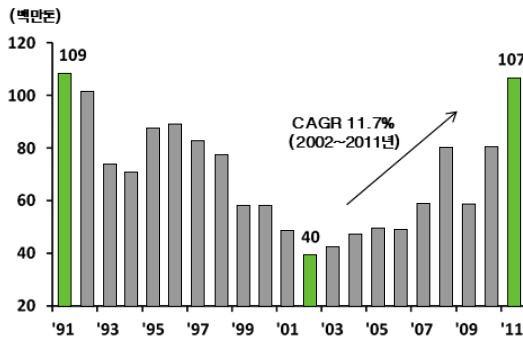
주: Tcf(Trillion Cubic Feet)
자료: EIA(Energy Information Administration)

[그림 32] 호주 천연가스 수출 추이



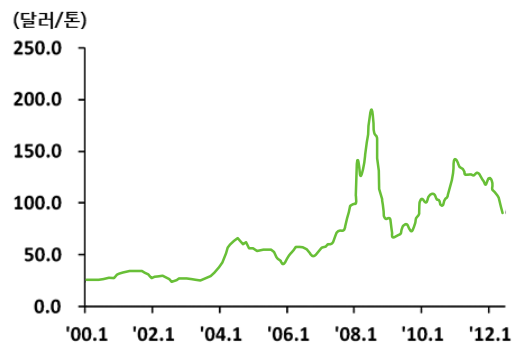
주: 수출=생산량-내수량으로 추정
자료: BP Statistics Review 2011

[그림 33] 미국 석탄 수출 추이



자료: EIA(Energy Information Administration)

[그림 34] 석탄 월별 가격 추이



자료: 씨스캠(호주 thermal coal 기준)

〈표 6〉 GTL 생산능력 추이 및 전망

(단위: 천b/d)

국 가	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
남아공	36	36	36	36	36	36	36
카타르	35	35	75	155	175	175	175
말레이시아	15	15	15	15	15	15	15
나이지리아	0	0	0	0	20	34	34
합계	86	86	126	126	246	260	260

자료: 이문배, “셰일가스 혁명이 GTL산업에 미칠 영향,” 「세계 에너지시장 인사이트」, 제12-19호, 2012



이 유발되며 석탄가격 하락에 영향을 미치고 있다.

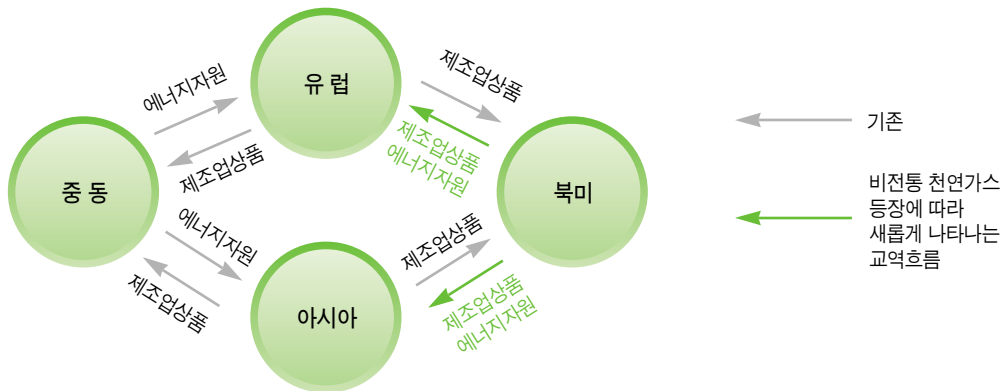
천연가스 가격하락은 GTL(Gas-To-Liquid)산업도 확대시킬 전망이다. GTL이란 천연가스를 정제 및 변환시켜 만들어진 항공유, 디젤 등 석유제품으로 현재 나이지리아, 카타르 등에서 생산 중이다. 최근 중동, 미국 등에서 GTL설비의 신증설 검토가 증가하고 있는 것으로 나타났다. 남아프리카 공화국의 Sasol은 미국 루이지애나에 2~4백만톤 규모의 GTL 공장 건설을 검토 중이다.

2) 북미 제조업의 수출확대에 따른 경쟁심화

향후 북미에서 제조업의 원가경쟁력 향상으로 수출이 증가할 경우 글로벌 교역구조에도 변화가 예상된다. 북미에서 원가경쟁력을 확보한 석유화학 등을 중심으로 수출비중이 늘어나 글로벌 수출시장의 경쟁강도를 높일 전망이다.

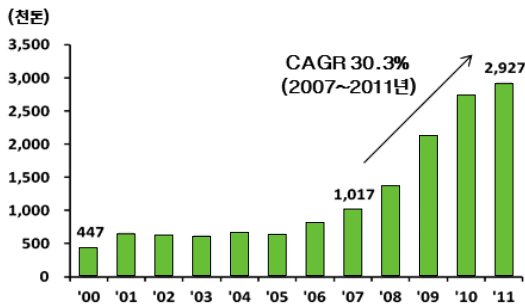
최근 원가경쟁력이 향상된 북미제품의 수출증가로 해외 수출시장의 구도변화가 진행되고 있는 대표적인 예

[그림 35] 글로벌 교역구조 변화



자료: 산업은행 조사분석부

[그림 36] 미국 PVC 수출 추이

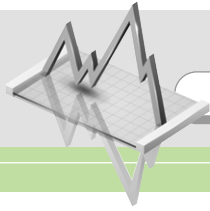


자료: 무역협회 미국통계

〈표 7〉 중국 PVC 수입시장 국가별 점유율 추이

국 가	2009	2010	2011
북미	18	23	29
한국	10	8	8
일본	23	31	24
대만	20	25	26
아세안	14	10	8
기타	15	3	5

자료: 무역협회 중국통계



로는 석유화학제품인 PVC를 들 수 있다. 미국의 PVC는 천연가스 가격하락에 따른 원가경쟁력 향상으로 2007~2011년간 수출이 연평균 30.3% 증가하였으며 2011년 중국 PVC 수입시장에서 점유율 약 29%로 1위에 올랐다.

다. 신규시장 확대

1) 건설 및 엔지니어링: 북미 발전소 및 플랜트 수요

발전단가 하락 및 온실가스 배출감소 등의 장점으로 천연가스 기반 발전소가 증가할 전망이다. 천연가스

발전시 CO₂는 석탄보다 약 37%, 석유보다 약 20% 감소하여 대기오염을 낮출 수 있다. 에너지자원별 전력생산단가 비교결과에서도 천연가스 발전이 가장 높은 원가경쟁력을 보유했 것으로 예상되고 있다.

또한 북미지역의 수익성이 향상되고 있는 산업들의 플랜트 시장도 확대될 전망이다. 북미 석유화학산업의 경우 2017년까지 총 1천만톤의 에틸렌 신증설이 발표되었다. 비료업체인 Potash도 2003년 가동 중단한 루지아나 암모니아 공장의 재가동을 위해 158백만달러의 투자를 결정하였다.¹⁶⁾ US Steel(Ohio, 95백만달러), Vallourec(Ohio, 650백만달러) 등 에너

〈표 8〉 에너지자원별 전기 생산단가 비교

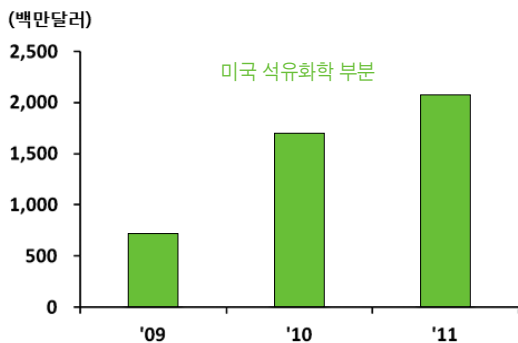
(단위: MegaWatt-hour)

구 분	태양열	원자력	풍력	석탄	수력	천연가스
생산비용	312	114	97	95	86	63

주: 2016년 가동 예정인 발전소 기준

자료: Matt Ridley, "The Shale Gas Shock," The Global Warming Policy Foundation, 2011

〈그림 37〉 LyondellBasell사 EBITDA 추이



자료: LyondellBasell

〈표 9〉 북미 에틸렌 신증설 현황

(단위: 천톤)

기 업	2012~2014	2017
Dow	386	1,300
Equistar	431	90
Formosa		800
Ineos	114	
기타	665	5,810
총합	1,596	8,000

자료: ICIS

16) Financial Times(2011.9), 'Shale gas boosts US manufacturing'



지 강관 수요를 위한 신증설도 증가하고 있다.¹⁷⁾

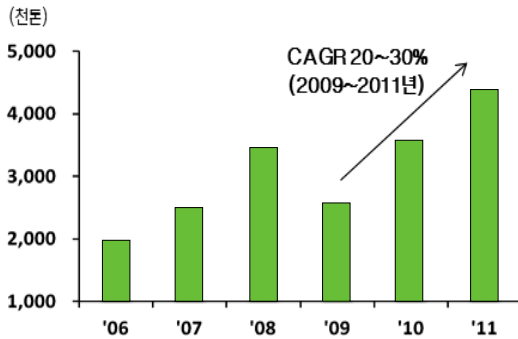
2) 금속: 에너지 시추용 강관 및 플랜트 용 금속제품 수요

비전통 에너지자원의 개발확대로 시추용 강관 등 금속제품의 수요도 증가할 전망이다. 미국 시추용 강

관의 수요는 2009년 이후 연평균 20~30% 증가하고 있다. 2011년 한국의 대미 강관수출도 전년대비 30.9% 증가하였다. 향후에도 에너지자원의 이동용 배관, 신규 플랜트용 금속제품의 수요증가가 예상된다.

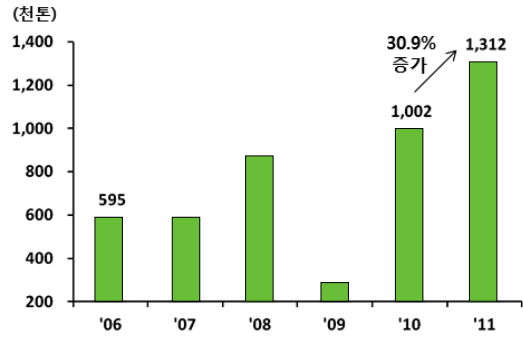
3) 금융: 비전통 에너지자원에 대한 PF 및 M&A 수요

[그림 38] 미국 에너지용 강관 수요 추이



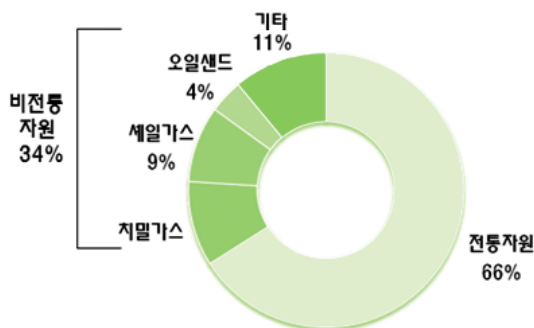
자료: 미국 철강협회

[그림 39] 국내 對美 강관 수출 현황



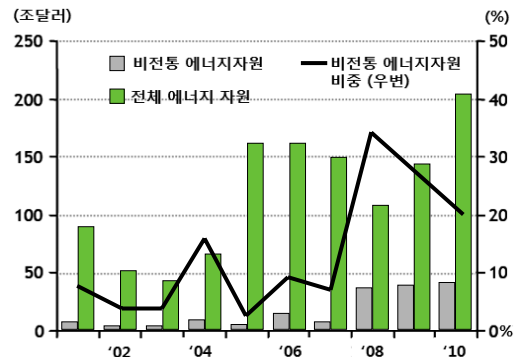
자료: 한국 철강협회

[그림 40] 에너지자원 투자액 비중 전망 (2011~2014년)



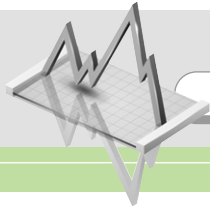
자료: 20th World Petroleum Congress, "Energy Solutions For All," December 2011

[그림 41] 에너지자원 M&A 자금규모 추이



자료: IEA(International Energy Agency)

17) PWC(2011,12), "Shale gas : A renaissance in US manufacturing?"



<표 10> 비전통 에너지자원 개발이 산업에 미치는 영향

산 업	영향		
	북미	한국	세계
에너지	- 천연가스 및 석탄 수출증가	- 에너지 수급 안정 및 자원개발 참여 기회 확대	- 비전통 에너지자원 개발확대 - LNG 등 수출경쟁심화
발전	- 천연가스 발전비중 증가 및 석탄발전 감소	- 국가별로 천연가스와 석탄 중 경쟁력 있는 원료의 발전비중 증가	
석유화학	- 천연가스 기반 제품 원가경쟁력 향상 및 수출확대 - 나프타 기반 BTX 제품 수입증가	- 북미제품 수출증가로 수출경쟁 심화 - 나프타 기반 BTX제품 수출기회 확대	- 천연가스 기반 제품의 공급과잉 및 경쟁심화 - 천연가스로 생산 어려운 부타디엔, BTX 등은 공급 여력 감소
비료	- 천연가스 기반 질소비료 원가경쟁력 향상 - 기존설비 재가동 및 신증설 증가	- 대미 수출량이 적어 영향 미미하나 신규 시장개척시 경쟁심화	- 북미지역 질소비료 수출국의 수출 감소 및 경쟁심화
정유	- 천연가스 사용증가로 수요가 감소한 발전용 정유제품 수출 증가	- 발전용 정유제품 수출 경쟁 심화	
시멘트	- 에너지 가격하락에 따른 제조원가 개선	- 대미 수출 비중이 높지 않은 내수산업 으로서 영향력 미미	
철강 및 비철금속	- 에너지 가격하락에 따른 제조원가 개선 - 에너지용 강관시장 확대 - 신증설 및 재가동 증가	- 에너지용 강관 수출기회 확대 - 북미의 수출 확대시 글로벌 수출시장의 경쟁 심화	
자동차	- 천연가스 가격하락으로 천연가스 자동차 시장 확대 가능성	- 북미의 천연가스 자동차 시장 확대시 수출기회 증가	
조선	- LNG선 수요증가에 따른 신규 LNG선 수주가능성 증가		
건설	- 천연가스 발전설비 및 원가경쟁력 회복한 산업의 신증설 플랜트 수요 증가	- 발전설비 기술미비로 북미시장 참여 제한적 - 플랜트 수주 가능성 확대	- 플랜트 수주 가능성 확대
금융	- 자원 M&A, 플랜트 PF 증가에 따른 자금수요 증가	- 유럽은행 참여기회 제약으로 투자기회 증가	

자료: 산업은행 조사분석부

2011~2014년간 세계 에너지자원 개발 투자액 중 비전통 에너지자원의 비중이 약 34%로 증가할 전망이다. 2008년 이후 비전통 에너지자원에 대한 M&A 자금수요가 증가하고 있다. 미국의 유전 및 가스 자원의 M&A 금액은 2010년 3분기 20.8억달러에서 2011년 3분기 48.8억달러로 증가하였으며 이중 약 46%가 비전통 에너지자원인 셰일가스 관련 금액이었다.

또한 향후 또한 북미, 호주 등의 LNG 수출 확대시 LNG선의 추가발주도 예상된다. 2013~2017년까지 30여척 수준의 LNG선 추가 발주도 기대되어 침체된 조선시황을 회복하는데 일정부분 기여할 전망이다.

5. 의미와 과제

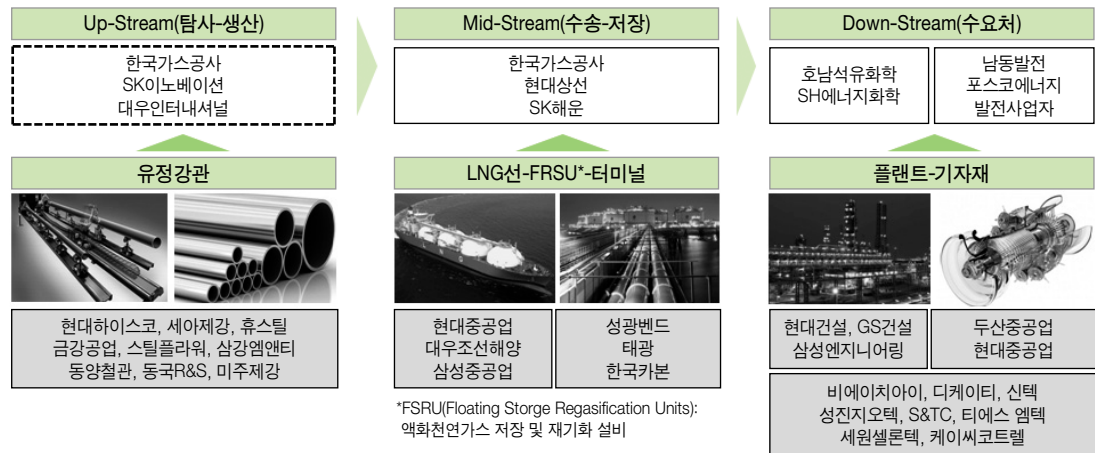
4) 자동차 및 조선: 천연가스 자동차, LNG선 등의 수요

과거 천연가스 자동차는 짧은 주행거리, 높은 가격¹⁸⁾, 안정성 등의 문제로 수요가 제한적이었다. 그러나 향후 천연가스 가격 안정화가 지속될 경우 온실가스 배출량이 적고 연료비 절감효과 등의 장점으로 천연가스 자동차에 대한 수요도 증가할 전망이다.

향후 비전통 에너지자원의 개발은 북미의 셰일가스 등을 중심으로 확대되는 한편 장기적으로 중국, 남미, 유럽 등에서도 진행될 전망이다. 비전통 에너지자원의 개발 확대는 에너지 공급처의 다변화 및 공급량 증가로 이어져 전반적인 에너지자원의 가격 안정화에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

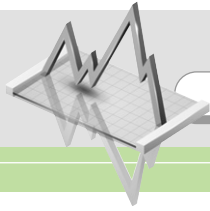
비전통 에너지자원의 개발확대는 국내 경제에 위기

[그림 42] 셰일가스 관련 국내 유관산업 현황



자료: 산업은행 기술평가부

18) 가솔린 차량대비 연료저장탱크, 제반설비 등의 차이로 가격이 2,000~10,000달러 추가 소요.



〈표 10〉 국내 공기업의 비전통 에너지자원 개발 현황

기관명	지역	광구	지분율	매장량
석유공사	캐나다	블랙골드 오일샌드	100.0%	216백만bbl
	미국	이글포드 셰일오일/가스	23.7%	112백만boe
가스공사	캐나다	훈리버/잭파일/노엘 셰일가스	50.0%	4.94Tcf(가채매장량)
	캐나다	코르도바 셰일가스	5.0%	2.18Tcf(가채매장량)

자료: '우리나라 공기업의 비전통 에너지자원 개발현황과 시사점,' 기획재정부(2012.6)

인 동시에 기회로 작용할 전망이다. 북미 천연가스 가격하락으로 촉발된 북미 제조업의 수출증가 가능성은 한국 제조업체들에게 경쟁심화에 따른 리스크로 부각되고 있다. 반면 에너지 공급처 확대, 신규 강관 및 금융 수요 등 새로운 기회도 증가하여 이에 따른 전략수립도 필요한 시점이다.

에너지자원 개발은 5년 이상 소요되며 실패할 확률도 높아 국내 개별기업이 독자적으로 사업을 추진하기에는 어려움이 있다. 따라서 비전통 에너지자원의 개발을 위해 에너지 공기업을 중심으로 민관 컨소시엄을 구성하여 리스크를 낮추고 기업들의 경험과 네트워크를 확대할 수 있는 국가차원의 전략이 필요하겠다.

참고 문헌

〈국내 문헌〉

민정석, “캐나다 오일샌드 개발과 원자력에너지,” 한국석유공사, 2008
이광우, “석유시장의 잠재적인 안전판, Non-

Conventional Oil,” LG경제연구원, 2010
이정환, “비전통가스 자원개발 현황 및 전망,” 한국가스공사 연구개발원, 2010
양병천, “잠재적인 미래 석유자원 오일세일,” 한국석유공사, 2011
이문배, “셰일가스 혁명이 GTL산업에 미칠 영향,” 「세계 에너지시장 인사이트」, 제 12-19호, 2012

〈외국 문헌〉

Robert Clarke, “The Global Unconventional Gas Trend Wood Mack,” October 2010
BP, “BP Statistical Review of World Energy,” June 2012
IEA, “Energy Balances of OECD Countries,” 2011
—, “World Energy Outlook 2010,” November 2011
EIA, “International Energy Outlook 2011,” September 2011
BernsteinResearch, “The Upside Story For US Cement. Part I – Conversion to Shale



- Gas; A Realistic and Sustainable Short-term Benefit,” June 2012
www.woodmackenzie.com
- 20th World Petroleum Congress, “Energy Solutions For All,” December 2011
www.gatewayvancouver.com
- IEA, “Are We Entering A Golden Age of Gas?,” November 2011
www.cnews.canoe.ca
- CLSA, “Growth Spurt,” April 2012
www.icis.com
- Matt Ridley, “The Shale Gas Shock,” The Global Warming Policy Foundation, 2011
www.lyondellbasell.com
- IHS global insight, “The Economic and Employment Contributions of Shale Gas in the United States,” December 2011
www.steel.org(미국 철강협회)
www.kosa.co.kr(한국 철강협회)

〈웹사이트〉

- www.knoc.co.kr(한국 석유공사)
- www.Petronet.co.kr(페트로넷)
- www.kita.net(무역협회)
- www.greengrowth.go.kr(녹색성장위원회)
- www.eia.gov(Energy Information Administration)
- www.ieg.org(International Energy Agency)
- www.energyindepth.org
- www.jacos.com(Japan Canada Oil Sands Ltd)
- www.aapg.org(American Association of Petroleum Geologists)
- www.cischem.com(씨스켄)
- www.bakerhughes.com
- www.altamesa.net
- www.gatewayvancouver.com
- www.kbs.co.kr