



셰일가스(Shale Gas) 개발 현황 및 전망



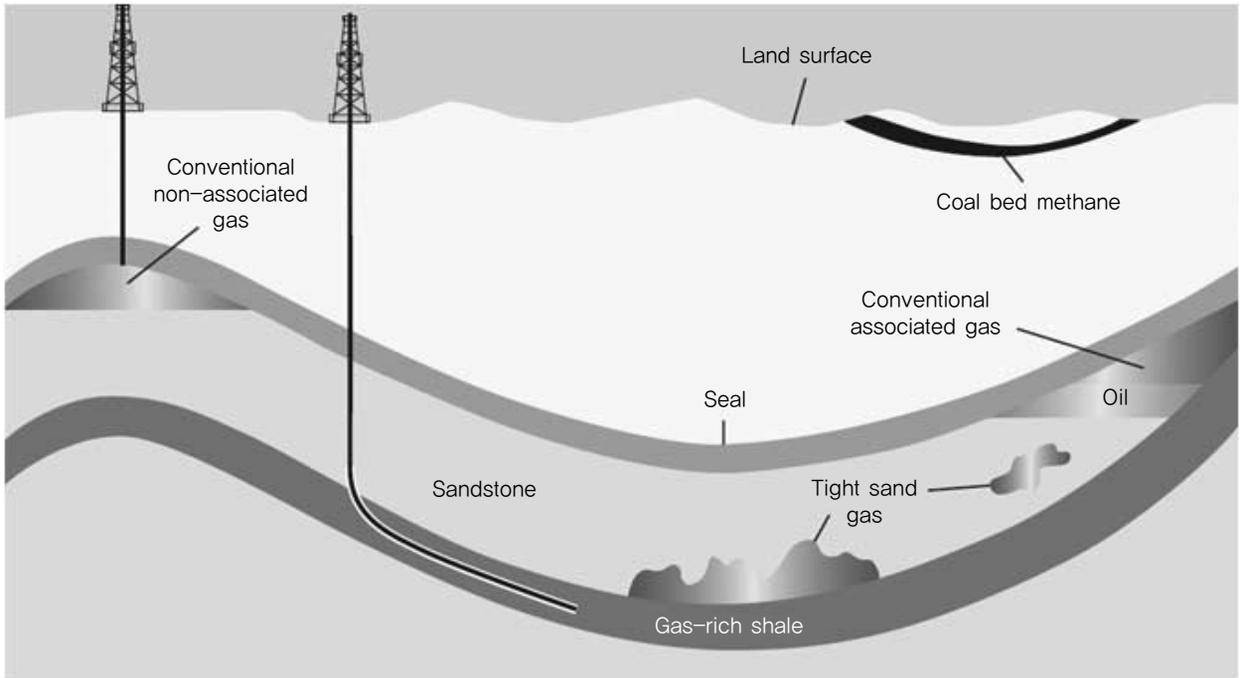
한 원 희
한국가스공사 경영연구소 책임연구원

1. 개 황

2000년대 말부터 혁명이라고까지 일컬어지는 미국의 셰일가스 개발 및 생산 급증은 향후 천연가스 공급의

패러다임을 변화시킴으로써 장기적으로 천연가스 황금 시대의 도래를 야기할 것으로 전망되며 전 세계적으로 관심이 고조되고 있다.

셰일가스 개발 기술 및 현황과 함께 셰일가스 붐의



[그림 1] 천연가스 자원의 지질 구조

원인을 살펴보고, 셰일가스 개발의 전 세계적인 확산과 관련된 기술 경제적 불확실성과 전제조건들을 살펴본 후 세계 셰일가스 생산 전망과 시사점을 도출하고자 한다.

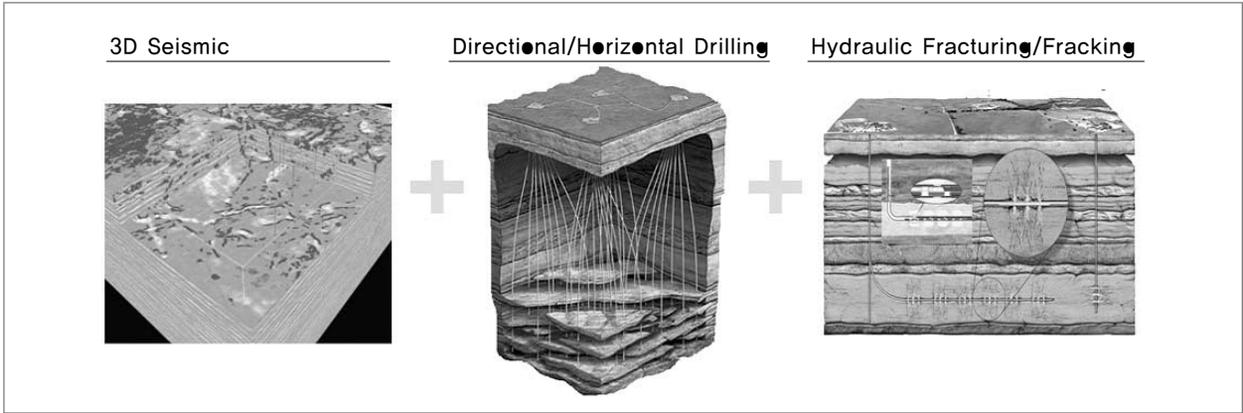
2. 개발 현황

셰일가스는 전통적인 배사구조 형태의 가스전에서 생산되는 가스과 달리 유동성이 낮고 넓게 산포되어 있어 기존 생산 방식과는 다른 방법을 통해 생산되는 비 전통가스 중의 하나이다. 이러한 셰일가스 개발에는 전통가스와는 달리 방향정·수평정 시추기술과 수압파쇄 기술이 필요하다. 이러한 기술은 1940년대까지 부분적으로 활용되어 왔으나 1990년대 들어 급진전이 이루어졌고 최근에는 한 곳(Drilling Pad)에서 다수의 방향정 굴착이 가능하거나 수평정의 굴착 길이 증가, 다중수압파쇄(12-stage) 등의 기술이 빠르게 발전하고 있다. 이러한 천연가스 채굴

기술의 발전은 2000년대 3D 탐사기술의 발전과 함께 결합되면서 그동안 개발이 어려웠던 셰일가스 개발이 미국을 중심으로 2000년대 중반 이후 본격화되기 시작했다.

2011년 세계 비 전통가스 생산량(Coal Bed Methane, Tight Gas, Shale Gas)은 세계 천연가스 생산량(3,375BCM)의 16%를 차지했지만, 치밀가스(Tight Gas)가 절반 정도를 차지하였고 셰일가스는 미국에서만 생산되었다. 그럼에도 불구하고 셰일가스가 전 세계적인 관심을 불러일으키고 있는 이유는 과거 몇 년간 셰일가스 생산이 급증하여 시장 가격이 크게 하락한 미국의 경험이 향후 전 세계적으로 확산될 것이라는 기대가 점증되고 있기 때문이다.

셰일가스 개발의 선두주자인 미국은 최근 경기 침체 여파와 더불어 과거 몇 년간 셰일가스를 중심으로 한



[그림 2] Shale Gas 개발 기술

가스 생산이 급증함에 따라 가스 가격이 1980~1990년대 수준인 \$2/MMBtu 까지 급락하였다. 미국 에너지정보청(EIA)에 따르면, 2000년대 초반 감소세였던 미국의 천연 가스 생산은 중반 이후 셰일가스 생산 증가와 함께 증가하였는데 1.7%(2000년)에 불과했던 셰일가스 생산 비중은 30%(193BCM, 2011년)까지 급증한 것으로 추정되며, 2035년에는 50%(384BCM)에 육박할 것으로 전망되고 있다. 이러한 미국의 셰일가스 개발 경험과 전망으로 인해 경제적·공급안보 측면에서 주요 천연가스 소비지역의 셰일가스에 관한 관심이 고조되고 있을 뿐만 아니라 향후 셰일가스가 세계 천연가스 시장은 물론

에너지 시장의 패러다임을 변화시킬 것이라는 기대가 커지고 있다.

셰일가스에 대한 관심이 고조되고 있는 이유는 현재 전통가스 확인매장량(Proved Reserves)과 맞먹는 셰일가스의 기술적 가채자원량(Technically Recoverable Resources)이 전 세계적으로 고르게 분포되어 있기 때문이다. 이는 세계 천연가스 생산이 유지될 경우 향후 60년 이상을 공급할 수 있는 규모이다. 특히, 셰일가스가 주목받는 이유는 전통가스가 지리적으로 유럽, 아시아 및 중동에 집중되어 있는데 반해 퇴적층이 존재하는

[표 1] 비 전통가스의 기술적 가채자원량(2011말 기준, TCM)

	Total		Unconventional		
	Conventional	Unconventional	CBM	Tight Gas	Shale Gas
E.Europe/Eurasia	131	43	20	10	12
Middle East	125	12	-	8	4
Asia/Pacific	35	93	16	20	57
OECD Americas	45	77	9	12	56
Africa	37	37	-	7	30
Latin America	23	48	-	15	33
OECD Europe	24	21	2	3	16
World	421	331	47	76	208

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

곳이면 어느 곳이나 매장되어 있을 가능성이 있는 지질학적 특성 때문이다. IEA의 평가에 따르면, 세계 비 전통가스의 기술적 가채자원량은 331TCM(11,688TCF)로 전통가스의 약 80% 수준에 달하며, 이 중 63%가 셰일가스로 추정되고 있을 뿐만 아니라 주요 천연가스 소비 지역인 아시아-태평양, 북미, 유럽 등에도 상당량이 매장되어 있는 것으로 추정되고 있다.

셰일가스가 주목을 받는 또 다른 이유는 미국의 경험에서 보여 지듯이 개발비용이 지속적으로 하락하고 있다는 점이다.

미국이 선도하고 있는 수평정, 다중 시추, 수압파쇄, 3D 탐사 등의 기술 발전과 함께 셰일가스 개발 경험 축적에 따라 개발기간 단축, 회수율 증진, 핵심지역(Core Or Sweet Spot) 우선 개발 등으로 셰일가스의 탐사 및 개발 비용이 현재 \$3~6/MMBtu대까지 하락하였다.

특히, 셰일가스는 치밀가스나 석탄층가스와는 달리 컨덴세이트, 에탄, 프로판 등과 같은 액체부산물(NGLs; Natural Gas Liquids)이 함유된 광구(rich shale play)가 있고, 이러한 액체부산물은 천연가스보다 상대적으로 높은 시장 가격에 판매되고 있어 경제성이 크게 제고될 수 있다.

3. 개발 불확실성과 전제 조건

불과 5년 전만 해도 북미 지역에서의 셰일가스 생산이 급증하리라고는 그 누구도 예측하지 못했다. 실제로 미국에서는 LNG 수입 수요가 급증할 것으로 예상하면서 LNG 인수기지 건설이 붐을 이루었다. 비록 최근 미국의 셰일가스 생산이 급증하고 있지만, 향후에도 이러한 생산이 미국뿐만 아니라 전 세계적으로 확산될 지에 관해서는 상당한 불확실성이 내재되어 있다. 현재까지

전 세계적인 셰일가스의 정확한 기술·경제적 가채매장량에 대한 평가가 미비할 뿐만 아니라 각종 환경논란과 미국의 셰일가스 생산 급증 원인에 관한 평가 및 경험 축적에 상당한 시일이 소요될 것이기 때문이다.

우선 북미 지역을 제외한 여타 지역의 실질적인 비 전통가스 탐사 및 매장량 평가가 미비한 실정이다. 기술·경제적 가채매장량은 지질구조에 따라 원시매장량의 5~30%(Recovery Factor; 회수율)로 다양하기 때문에 평가 시 상당한 불확실성이 내재해 있다.

둘째로, 셰일가스의 생산성과 관련된 기술적 불확실성도 존재한다. 셰일가스의 생산성은 초기 생산량, 생산감소율, EUR(Estimated Ultimate Recovery; 초기 생산량과 생산감소율 가정에 따른 궁극적인 회수 가능한 가스량) 등에 의존하게 되며, 상이한 EUR에 따라 생산정의 시추 횟수가 결정되기 때문에 개발 비용도 증가하게 된다.

현재까지 셰일가스정마다 초기 생산량과 감소율이 매우 상이하어 동일 광구 내 생산정 간에는 3배 정도, 다른 광구 간에는 10배 정도의 생산성 차이가 나기 때문에 생산 예측의 불확실성이 높다.

셋째로는 셰일가스 개발과정에서 활용되는 수압파쇄 공법의 환경오염 논란으로 인한 당국의 규제 강화 가능성이 있다. 고강도의 환경 규제 강화는 인허가 과정에 따른 개발 지연과 대중적 반발이 적은 광구로의 이동을 초래함으로써 비 전통가스의 탐사개발 비용 증가를 유발시킬 뿐만 아니라 비 전통가스의 광범위한 개발을 제약하는 요인으로 작용하게 된다. 실제로 캐나다, 프랑스, 영국, 독일, 스위스 등의 일부 지역에서는 정확한 환경영향 평가가 끝날 때까지 수압파쇄공법을 활용하는 셰일가스 탐사 및 시추를 한시적으로 제한하는 모라토리엄을 시행하고 있다. 비록 대부분의 환경오염 논란은 과학적 근거가

미약함에도 불구하고 대중적 반발이 확대되고 있어 정책적 환경 규제가 어느 정도까지는 강화될 것으로 예상된다.

마지막으로 최근 미국의 셰일가스 생산 증가의 원인과 향후 지속 여부에 관한 불확실성도 존재한다. 미국의 셰일가스 생산 급증이 실제적인 생산성 향상의 결과인지 아니면 상업·제도적 요인들로 인한 단순한 골드러쉬 효과(2000년 중반부터 가스 수요 증가와 높은 가스 가격으로 인해 수많은 독립계 개발회사들이 고비용의 생산성이 낮은 광구들까지도 광범위하게 앞 다투어 개발)에 의한 것인지, 이에 대한 평가가 이루어질 필요가 있다.

2000년대 중반 이후 미국의 셰일가스 생산이 급증하면서 가스 가격이 하락함에 따라 2000년대 말부터는 수익성이 저하된 가스 광구의 신규 탐사개발이 급격히 감소되었고, 최근 고유가로 인해 시추가 유전 개발 쪽으로 이동했음에도 불구하고 천연가스 생산이 감소하지 않고 있다. 대다수 전문가들은 이러한 원인을 그동안의 기술 발전과 경험 축적으로 인한 핵심지역 시추, 초기 생산량과 회수율 향상 등과 같은 실질적인 가스정 생산성 향상에 기인한다고 보고 있다.

그러나 실질적인 생산성·경제성 향상보다는 상업·제도적 요인들로 인한 낮은 시장 가격에도 불구하고 셰일가스 생산이 지속되고 있다는 견해도 존재한다.

우선 셰일가스 개발을 주도하고 있는 독립계 기업들의 전략적 행태를 들 수 있다. 자금력이 취약한 독립계 기업들은 경쟁에서 생존하기 위해 자산매각에 의존하고 있는데, 이러한 자산매각을 원활하게 하기 위해서 낮은 채산성에도 불구하고 가스 생산을 의도적으로 부풀리고 있다는 것이다.

둘째로는 독립계 기업들이 잘 발달된 금융 시장을 통해서 일정 기간(1년 정도) 동안 낮은 시장가격 위험을 헤징(hedging)해 왔다는 점이다.

셋째는 미국의 독특한 광구 개발 리스 조건과 관련되어 있다. 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 것이다.

넷째는 탐사개발 후 생산단계에서의 리스운영비용(LOE; Lease Operating Expenses)이 평균 \$2/Mcf 수준이기 때문에 낮은 시장 가격에도 조업을 중단하지 않는다는 것이다.

다섯째로는 액체부산물(수화물)이 함유된 셰일가스(Rich Shale) 생산이 증가했기 때문이다. 원유가격이 \$80/bbl 이상이고 셰일가스에 함유된 액체부산물(수화물)이 50bbl/MMcf을 초과할 경우에는 셰일가스의 손익분기 가격이 '0'으로 추정되는데, Marcellus, Eagle Ford 등 일부 셰일가스 광구의 액체부산물(수화물)은 100bbl/MMcf을 초과하기 때문에 가스 생산이 지속되고 있다는 것이다.

결국, 낮은 시장 가격에도 불구하고 중장기적으로 셰일가스 생산이 지속될 수 있는가에 대한 평가는 조금 더 시간이 필요할 것으로 보인다.

이러한 기술적·환경적 불확실성 이외에도 셰일가스를 비롯한 비 전통가스의 개발이 이루어지기 위해서는 지질학적 평가, 자원 접근성, 상용 개발 기술, 산업·환경·정부 승인 등 규제제도, 상업계약제도, 시장 접근성, 경제성 등 다양한 전제조건들이 충족되어야 가능하다. 비록 중국과 아르헨티나, 유럽 일부 국가들(폴란드,

영국, 우크라이나 등이 정책적으로 셰일가스 개발을 지원하고 있지만, 북미 지역과 호주를 제외한 여타 지역의 제반 비 전통가스 개발 여건은 아직까지 성숙되어 있지 못한 실정이다.

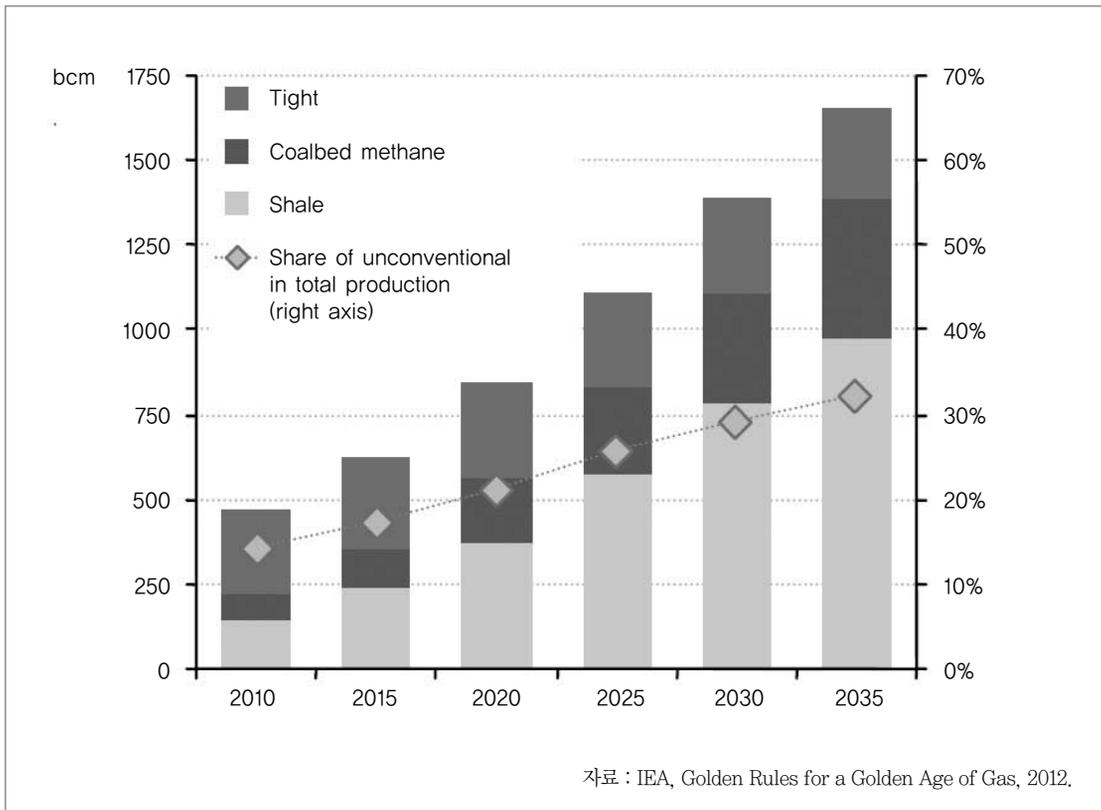
따라서 미국과 호주의 셰일가스 및 석탄층 가스 생산 기술과 경험이 타 지역으로 확산되고 각종 제도적 여건들이 마련되어 본격적인 생산이 이루어지기까지는 상당한 시일이 소요될 전망이다.

결국, 다양한 불확실성에도 불구하고 장기적인 셰일가스 개발의 전 세계적인 확산은 기술발전과 개발 경험 축적에 따른 셰일가스의 낮은 단위 생산비용이 미국 이외의 지역에서도 실현될지가 최대 관건이 될 전망이다.

4. 전망

풍부한 매장량을 갖고 있는 셰일가스의 경제적 개발 가능성은 장기적인 천연가스 공급 패러다임의 변화를 초래하고 있다. 석유와 마찬가지로 천연가스 역시 주요 소비지역 인근의 저비용 전통가스 개발은 이미 완료되었거나 빠르게 고갈되고 있기 때문에 증가하고 있는 천연가스 수요를 충족시키기 위해서는 장기적으로 고비용의 한계를 넘어선 전통가스 개발이 필요했었다.

그러나 미국의 경험에서와 같이 기술발전과 지리적 근접성 등으로 비 전통가스의 개발비용이 지속적으로 감소하게 되면서 전통가스보다 경제적으로 비 전통가스를 개발하는 것이 가능해졌다는 것이 점차 설득력을 얻어 가고 있다.



[그림 3] 세계 비 전통가스 생산 전망

비록 셰일가스 혁명이라고도 일컬어지는 미국에서의 비 전통가스 생산 급증이 전 세계적으로 확산되는 데에는 상당한 시간이 필요할 것으로 예상되지만, 장기적으로 비 전통가스 생산비용이 감소하게 되면 비 전통가스가 전통가스화되는 천연가스 공급 패러다임으로의 변화가 예상된다. 특히, 많은 전문가들로부터 향후 생산비용이 \$3/MMBtu 이하까지 하락할 것으로 기대되고 있는 셰일 가스는 이러한 패러다임 변화에서 중추적인 역할 (Game Changer)을 하게 될 것이다.

IEA의 비 전통가스 개발 시 적절한 환경영향 감소 대책을 적용한 황금률 시나리오에 따르면, 세계 비 전통 가스 생산은 2020년 이전까지 증가율이 더디지만, 그 이후부터 빠르게 증가하여 2035년에는 세계 가스 생산의 32%인 1,630BCM까지 증가할 것으로 전망되고 있다. 특히, 셰일가스 생산은 2010년 145BCM으로 세계 가스 생산의 4.4%를 차지했지만, 2035년에는 19.1%인 975BCM까지 빠르게 증가할 것으로 전망된다.

아직까지 전 세계적인 셰일가스 개발 전망과 관련해서는 기술·경제·환경적 불확실성이 상당 부분 내재되어 있다고 할 수 있다. 그러나 무엇보다도 가장 큰 불확실성은 최근 세계 경제가 겪고 있는 금융·재정 위기와 같이 불과 수년 전만에도 혁명이라고까지 일컬어지는 미국의 셰일가스 생산이 급격하게 증가할 것이라고 아무도 예측하지 못했다는 점이다.

그럼에도 불구하고 2020년 이후 장기적으로 광범위하게 분포된 셰일가스의 경제적 개발 증가 전망은 천연 가스 공급의 패러다임을 변화시킬 뿐만 아니라 전체적인 세계 천연가스 가격의 하락 안정화를 초래할 것으로 기대되고 있다.

따라서 셰일가스 개발 기술의 향상과 전 세계적인 확산은 일본 원전사태 이후 일시적인 원전정책의 담보와 함께 향후 청정에너지 시대로의 가고 에너지원으로써 천연 가스의 황금시대 도래를 촉진할 것으로 전망된다. KEA