2013년 2월 20일

셰일가스 개발기술의 현황 및 과제

한국석유공사

신규사업처장 장 성 진

KNOC 한국석유공사 KOREA NATIONAL OIL CORPORATION

목 차

1. 셰일가스 정의 및 특성

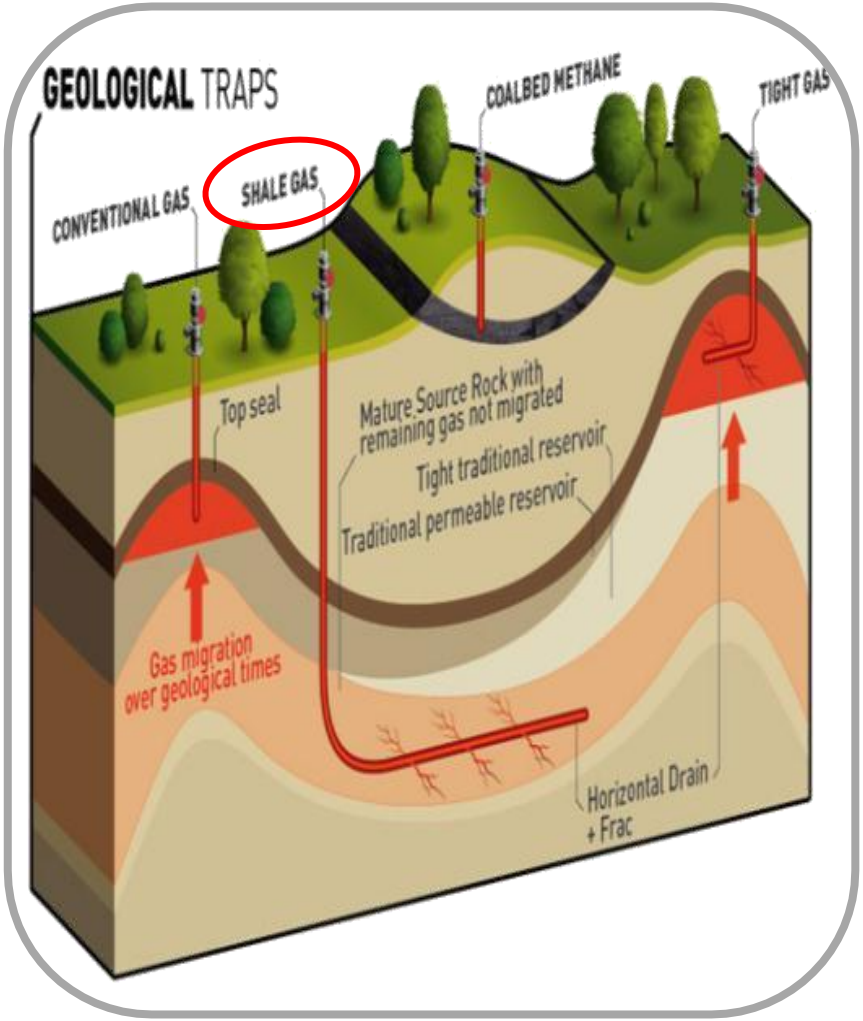
2. 셰일가스 개발 주요기술 및 향후 전망

3. 향후 과제 및 석유공사의 역할

1. 셰일가스 정의 및 특성

- ❖ 셰일가스란?
- ❖ 셰일가스 저류층의 특성
- ❖ 셰일가스 구성 및 유체 특성
- ❖ 셰일가스 저류층 압력 및 생산 특성

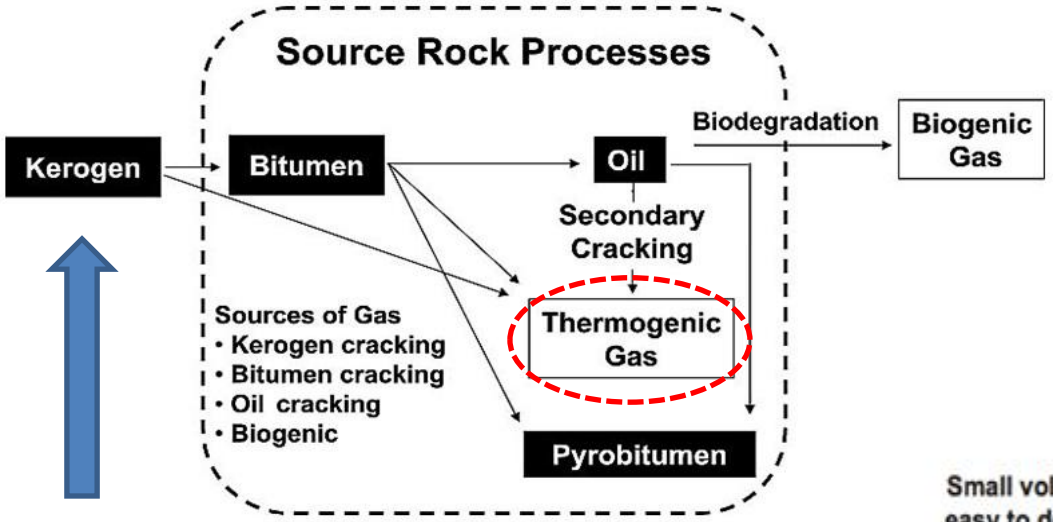
셰일가스란?



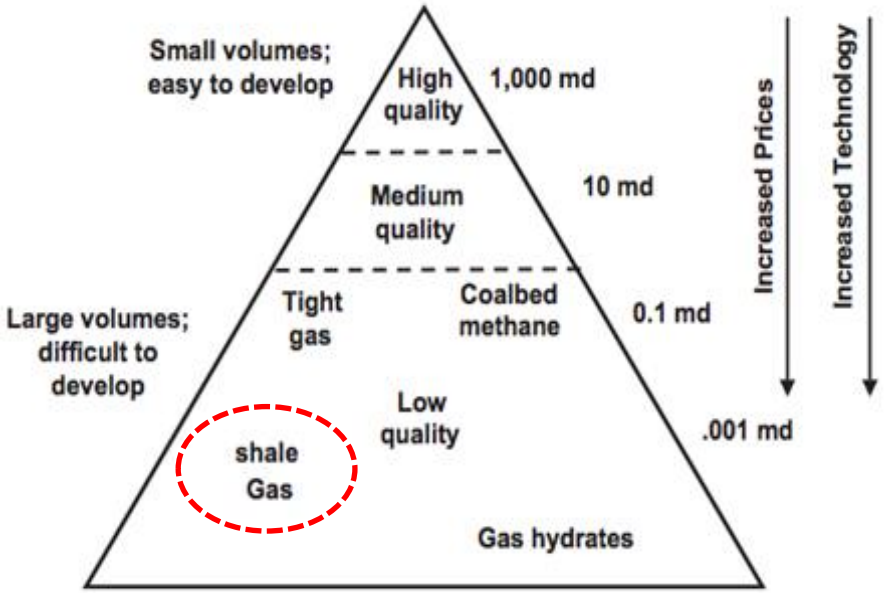
셰일가스층

- 셰일가스는 셰일층에 존재하는 천연가스로, 90%이상이 물 생산 없이 Dry Gas로 생산
- 동일 분지라도 지역에 따른 특성변화가 심해, 경제성 있는 개발 가능 지역 선점이 중요
- 셰일가스 저류층은 근원암과 저류암이 동일하고 공극률은 일반적으로 4~12%임
- 유체투과도가 매우 낮아(Nano-Darcy), 생산시 수압파쇄법 적용이 반드시 필요
- Trap 구조가 없고, Water-Oil Contact가 없음

Shale Gas Definition



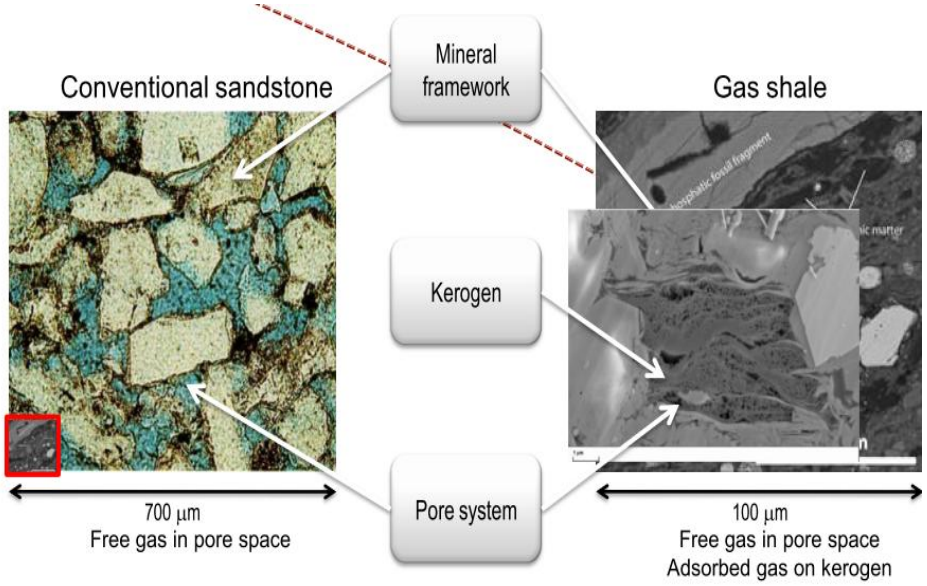
Organic Sediments

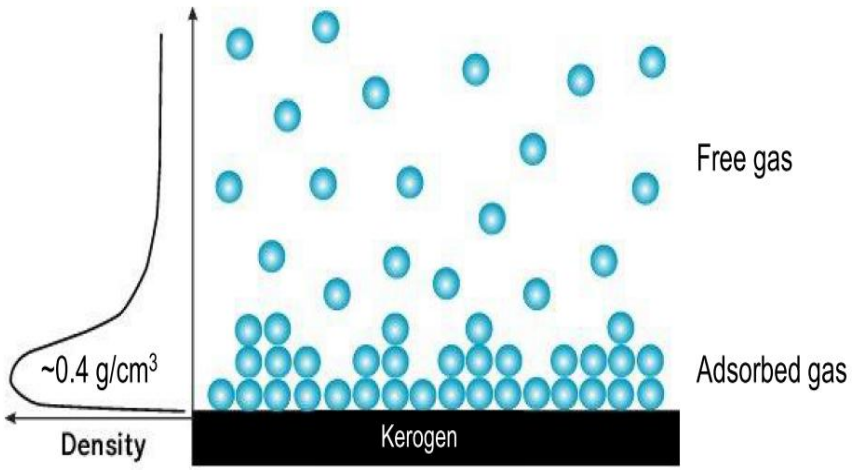


셰일가스 구성

셰일가스 구성 및 유동 특성

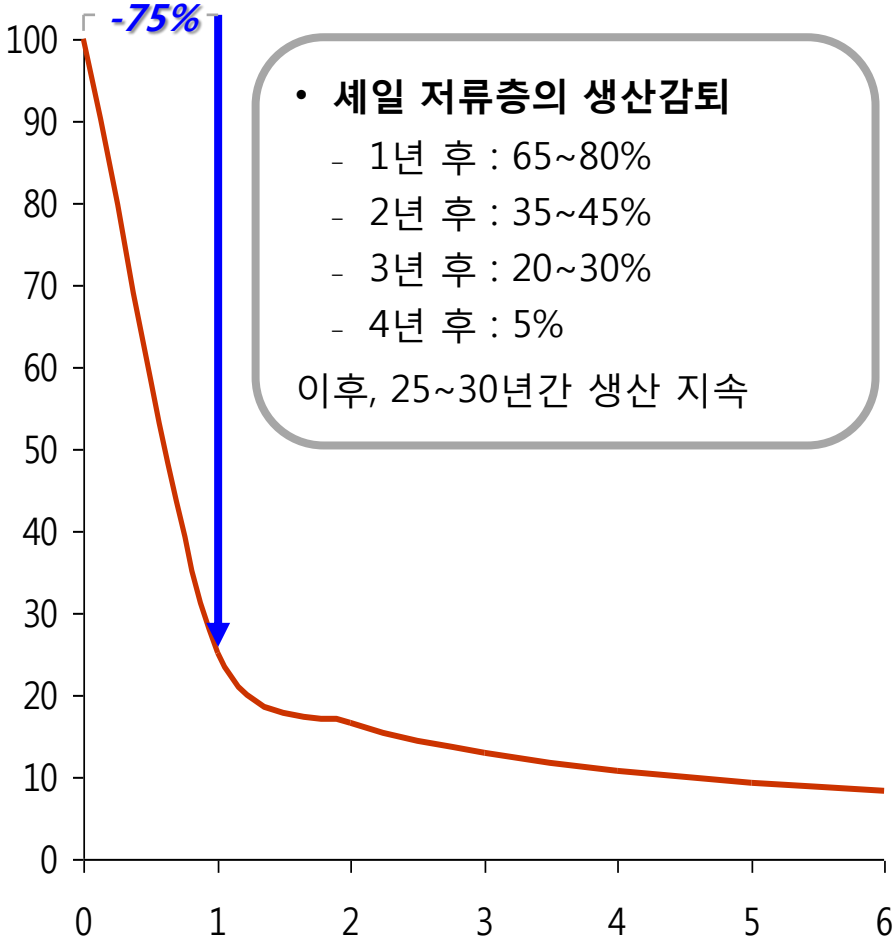
- 셰일 저류층에 부존하는 가스는 자유가스, 흡착가스로 구분
- 원유가 존재할 경우, 용존가스도 셰일가스에 포함
- 일반적으로, 흡착가스의 부존량은 자유가스의 6~8배 정도
- 흡착가스는 저류층 압력이 충분히 낮아져야 생산 가능





셰일가스 저류층 생산 특성

Well 생산감퇴율 (%/Year)



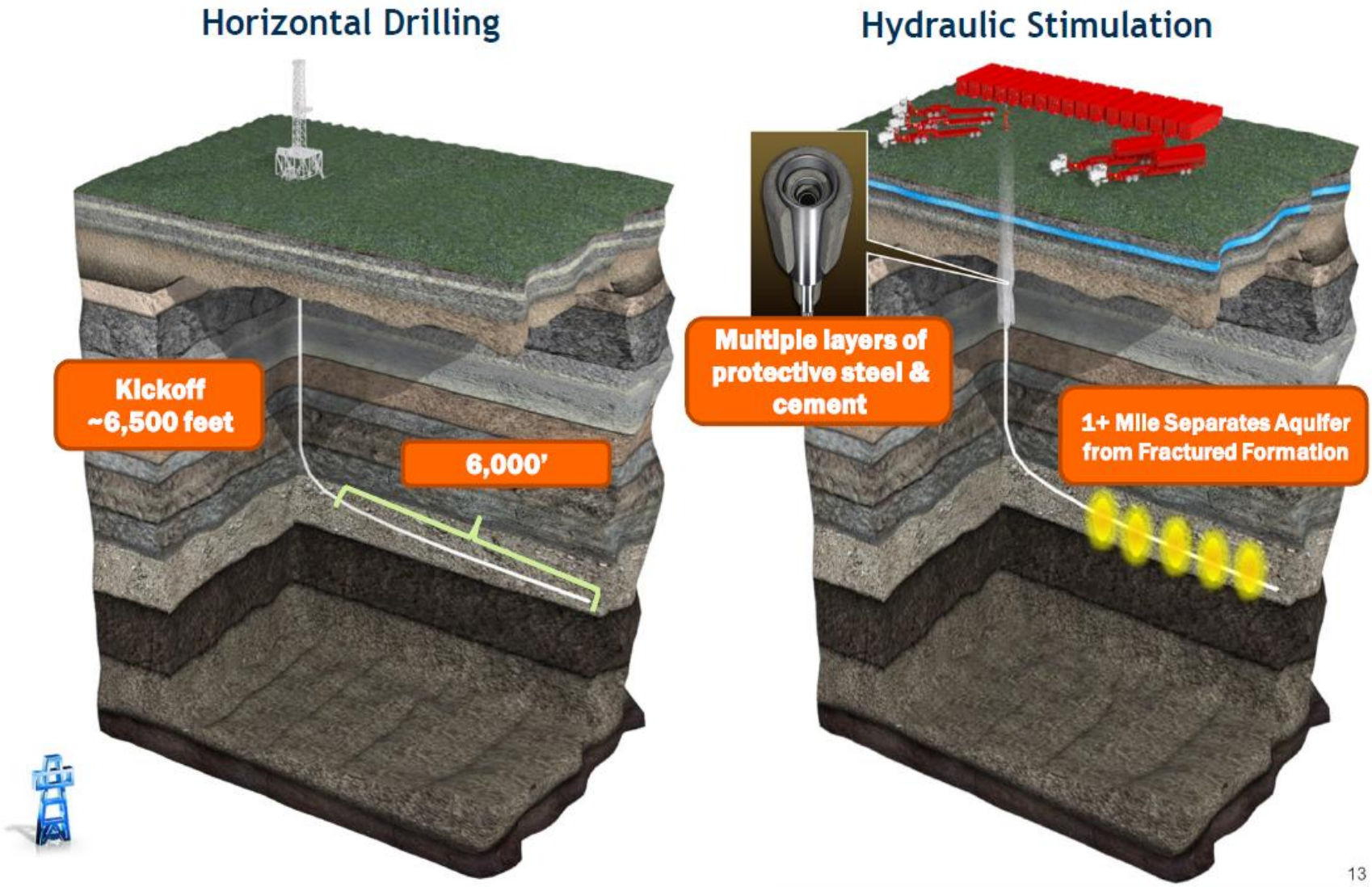
- **셰일 저류층의 생산감퇴**
  - 1년 후 : 65~80%
  - 2년 후 : 35~45%
  - 3년 후 : 20~30%
  - 4년 후 : 5%

이후, 25~30년간 생산 지속

- 일반가스 저류층 보다 높은 생산감퇴율
- 셰일 저류층의 압력이 높을수록,
  높은 초기 생산량과 회수율(Haynesville)
- 고압과 수압파쇄법 적용은 무관
- 일반 가스 저류층보다 높은 압력 구배

*** Source: Marcellus statistics, EU energy council**

셰일가스 시추 및 유정 완결



2. 셰일가스 개발 주요 기술 및 향후 전망

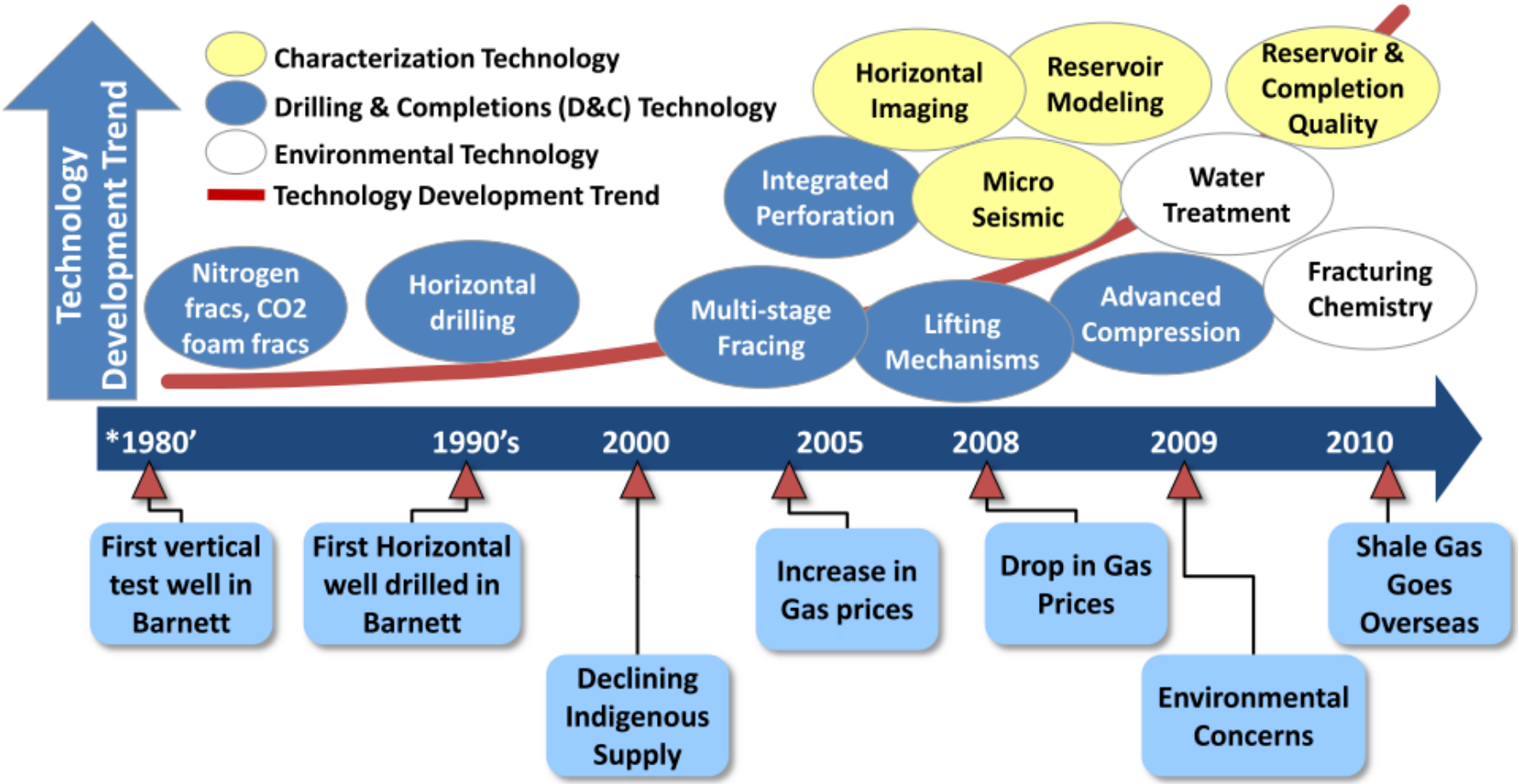
- 개발 프로세스
- 기술 동향
- 셰일가스 개발 주요 기술
  - 탐사
  - 시추 및 유정 완결
  - 생산
- 향후 과제

KNOC 한국석유공사 KOREA NATIONAL OIL CORPORATION

셰일가스 개발 프로세스

잠재성 평가 (Shale Screening)	저류층 특성파악	시추 및 완결 (자료 취득 및 평가)	개발 계획 수립
▪ 탄화수소 부존 확인 ▪ 관련데이터 검토 – 탄성파 – 지구화학/지역학 – 시료분석 – 검층자료 ▪ 분석 및 분류 (평가)	▪ 저류층 경계확인 ▪ 주응력 분포 예측 ▪ 자연균열 규명 ▪ 암석역학/광물학적 특성규명 ▪ 부존량 결정	▪ 시 추 ▪ 수압파쇄 – 천 공 – 유정완결 – 유정자극법 설계 ▪ 평 가 – 생산 Potential 확인 – 수압파쇄 특성 규명	▪ 생산정 설계 ▪ 유정배치 설계 – 수직정 – 수평정 – 다구간 시추 ▪ 용수 공급 / 처리 ▪ 생산 / 수송 / 판매

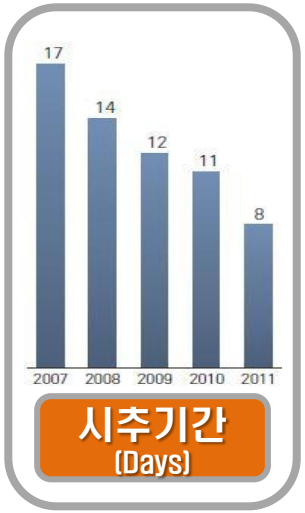
셰일가스 개발 기술 동향

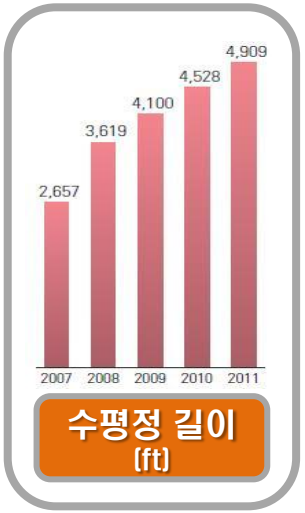


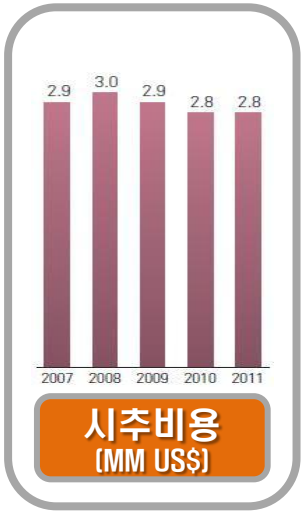
* Source: Schlumberger Shale Gas Summit 2010

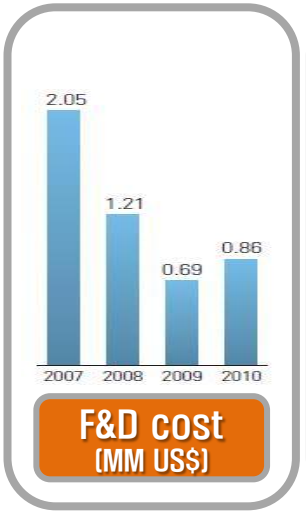
셰일가스 개발 기술 동향

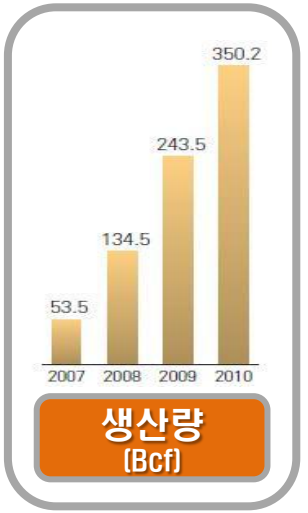
- **수평시추** 및 **수압파쇄 기술**의 발달에 따라 개발비용이 낮아지고 상업성이 높아 짐에 따라
- 활발히 개발되어 생산량이 급증하여 최근 북미 천연가스 가격 하락의 주요 요인이 됨.

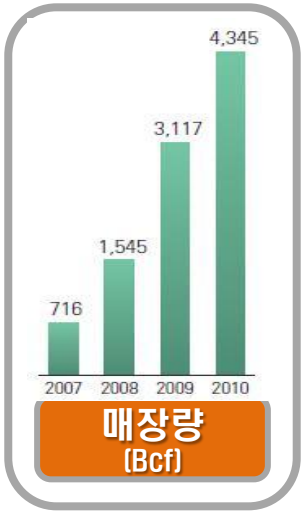








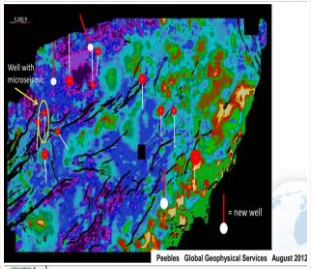
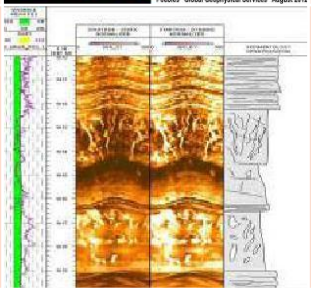




* Source: Schlumberger 2011(Shale Gas Revolution)

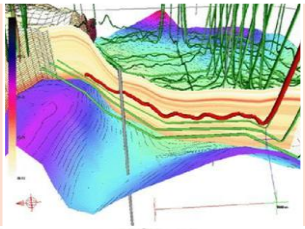
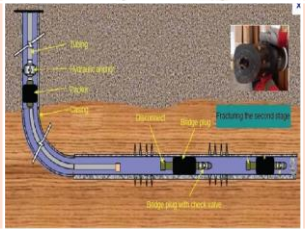
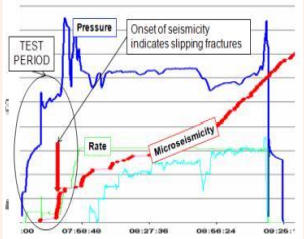
셰일가스 개발 주요 기술(1)

➢ 탐사 분야

분류		내용	Conventional 기술 대비
지역 평가 (분지/ Play Screening)		- 유추법 또는 문헌조사를 통한 분지/플레이의 퇴적환경 및 층서 발달사 평가	근원암 분석에 집중
2D/3D 탄성파 탐사		- 자료취득, 처리, 해석을 통한 지하지질구조 영상화 및 해당 지층의 분포 파악	-
코어링 및 물리검층		- 수직정 시추 자료취득, 분석 및 평가를 통한 저류층 및 부존유체 특성 규명 * 지화학/암석물리/암석역학 분야로 세분화	- 암석내 케로젠 함량 고려 (흡착 및 자유가스량 계산 필요) - Brittleness 도출 후, 최적 수압 파쇄 위치 선정

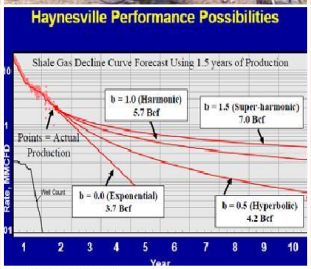
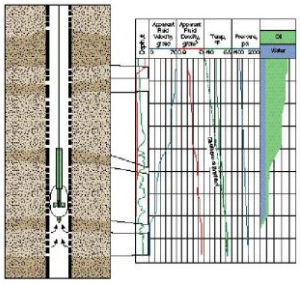
셰일가스 개발 주요 기술(2)

➢ 시추 및 유정완결 분야

분류		내용	Conventional 기술 대비
방향성 시추		- 수평시추 구간 셰일 저류층 간 접촉면적 최대화 (수직 시추 평균 2,500m, 수평시추 평균 2,000m) - 시추방향 제어(Geosteering)로 목표층 굴착	-
PAD 시추 설계		- 지질특성 및 경제성을 바탕으로 Pad 위치/개수, Pad내 유정 개수/간격 설계	-
다단계 유정완결		- 생산 효율성 증대를 위한 유정완결 설계 - 운영 효율성 및 자산가치 극대화를 위한 유정 설계	-
수압파쇄 운영/설계 모니터링		- 인위적인 균열을 발생시켜 저류층 내 유체투과도 향상 - 수압파쇄 전/후 설계/관측 통해 파쇄 효율 및 품질 분석	다단계(Multi-stage) 수압 파쇄 기법 적용

셰일가스 개발 주요 기술(3)

➢ 생산 분야

분류		내용	Conventional 기술 대비
생산 모니터링		- 정두 또는 공저에 설치된 모니터링 장비를 이용 유체의 생산 현황 파악	-
생산 분석		- 생산자료(유량 및 압력자료) 분석을 통한 저류층 상태 진단, 유정별 생산능력 및 궁극가채량 파악	선형 유동(Linear flow) 상태를 가정하여 생산량분석 (Rate Transient Analysis) 시행
생산 검층		- 검층 장비를 이용한 수압파쇄 품질(Quality) 및 파쇄 구간별 생산기여도 파악	-

3. 향후 과제 및 석유공사의 역할

- 개발관련 고려사항
- 향후 과제
- 석유공사의 관련 기술 보유현황 및 자체 개발 계획

KNOC 한국석유공사 KOREA NATIONAL OIL CORPORATION

개발 관련 고려 사항

- ☐ 경쟁력있는 리스 취득가 : 경제성
- ☐ Liquid/Gas 비율 : 경제성
- ☐ 핵심부문 기술력 : 운영 필수요소
- ☐ 전문 장비, 자재 및 기술용역 시장 확보의 용이성 : 운영 필수요소
- ☐ 수자원 확보 : 운영 필수요소
- ☐ Infrastructure 구비 여부 : 대규모 투자
- ☐ 환경이슈 : 중~장기적 관점
- ☐ 리스관리의 전문성 : Landman 역할의 중요성

향후 과제

❑ **셰일층 개발 기술은 기존 유가스전 및 치밀저류층 개발을 통해 발전해온 기술**

- 지화학 분석, 암석역학 분석, 수평시추 및 수압파쇄 기술 등

❑ **셰일가스 개발을 위해 초점을 맞출 핵심 기술은,**

- "비효율적인" 저류층을 "효율적(경제적)"으로 개발할 수 있는 기술

☞ **빠른 대응** : 분지에 대한 이해, Sweet Spot 선점

☞ **시간 절약** : 시추완결기간 및 리그 운영

☞ **현장 경험** : Geosteering 기술, 수압파쇄 (Multi-stage),
Service Company 효율적 활용 기술

석유공사 셰일가스 개발기술 보유 현황

탐사 분야

❑ **셰일 분지/플레이별 유망성 평가 수행**
- '10년 : 러시아 및 미국 지역 평가 (미국 Eagle Ford 사업 추진)
- '11년 : 유럽 및 중국 지역 평가
- '12년 : 미국 및 남미 지역 평가 (미국 Smackover 사업 추진)

❑ **물리검층 및 코어 분석을 통한 저류층 특성화**
- 미국 EagleFord 셰일가스 현장 자료 분석 시행 (수직정 1공, 수평정 3공)

시추 및 유정 완결 분야

❑ **수평정 시추 및 수압파쇄기술 현장 적용**
- 베트남 15-1 광구 : 흑사자 유전 수평정 2공 시추 및 금년도 수압파쇄기술 적용 계획
- 카자흐스탄 아리스탄 광구 : 수직 시추공에서 수압파쇄기술 적용 통해 생산량 증대
- 미국 및 캐나다 육상 광구 : 미국 Anadarko사 및 캐나다 HOC사는 다수의 수평정 시추 및 수압파쇄 기술 운영 중

❑ **수압파쇄 모델링을 통한 수압파쇄 설계 및 운영**
- '11~12년 캐나다 HOC, 미국 Anadarko 현장 자료를 이용한 R&D 수행
- 수압파쇄 설계의 내부 프로세스 확립을 통해 현장 적용성 확보

생산 분야

❑ **생산자료 분석을 통한 균열 및 저류층 특성, 궁극가채매장량(EUR) 도출**
- 미국 EagleFord 현장 생산자료를 기반 유량천이분석(Rate Transient Analysis) 기법 적용

❑ **셰일가스 저류층 모델 구축 및 생산 민감도 분석 시행**
- 균열 저류층 모델 구축 및 시뮬레이션 수행, 향후 현장 자료 적용 계획

석유공사 자체 개발 계획

1

셰일가스 집중 개발 대상지역 선정

- 2개 지역(캐나다, 미국) 수직정 시추
- 수직정 결과 평가를 통해 집중 개발 대상 지역 선정

2

대상 지역에 대한 추가 수평정 시추 및 테스트

- 수직정 시추 결과를 토대로 수평정 위치 선정
- 수평정 시추 및 테스트 시행을 통한 추가 평가

3

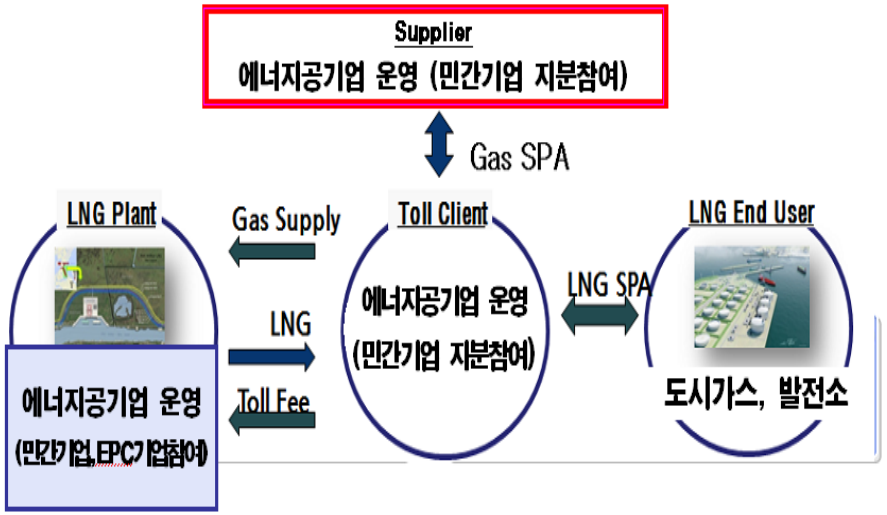
추가 투자 계획 수립 및 사업 확장

- 토지 및 자산 추가 매입
- LNG Project 피드가스 공급

한국형 셰일가스 개발 도입 모델

◈ 『한국형 셰일가스 개발·도입사업 모델』 **구축**

- 자원개발 → LNG 플랜트 건설 → 국내도입의 Value Chain 형성
- 기술, 인프라가 발달한 북미지역에 우선 진출하여 플랫폼 구축
- 경험, 기술력 축적 후 타 지역(중국, 유럽) 등) 진출



[상류] : 석유공사 주도로 셰일가스 개발 전문기업 인수, LNG 국내도입을 위한 공급거점 확보

[플랜트] : 민간기업 주도로 LNG 플랜트 건설, 운영에 참여

[하류] : 가스공사 주도로 하류 연계를 통한 LNG 국내도입

감사합니다