

2011. 7. 26 | 제 68 호 |

“불 타는 얼음” 청정에너지 가스하이드레이트 그리고 강원도

- 김종민(원장)
- 이원학(부연구위원)
- 김승희(부연구위원)

강원발전연구원
RESEARCH INSTITUTE FOR GANGWON

RIG

2011. 7. 26 | 제 68 호 |

“불 타는 얼음” 청정에너지 가스하이드레이트 그리고 강원도

- 김종민(원장)
- 이원학(부연구위원)
- 김승희(부연구위원)

알칼리, 염소, 요드와 같은 화학물질을 발견한 영국의 유명한 화학자 험프리 데이비 경(Sir Humphry Davy, 1778~1827)은 1810년 세계 최초로 가스하이드레이트의 존재를 학계에 보고했다. 이후 200년 넘는 후속 연구를 통해 지금까지 알려진 석탄, 석유, 천연가스 등 화석 에너지에 포함된 탄소 총량의 2배가 넘는 어마어마한 양의 가스하이드레이트가 격자 형상의 얼음 덩어리로 깊은 바다 밑이나 영구 동토층에 매장되어 있는 것으로 밝혀졌다. 현재 가스 소비량 기준으로 5,000년분에 해당하는 양이다.

1m³의 수정체 얼음 덩어리 가스하이드레이트는 분해되면 0.8m³의 물과 170m³의 메탄 가스로 바뀌는 고효율 에너지 자원이다. 불을 붙이면 불꽃을 내며 타기에 ‘불 타는 얼음’으로 불리며 연소시 CO₂ 배출량이 기존 화석 연료보다 낮은 청정에너지이기도 하다. 요즈음 새롭게 다시 주목 받기 시작한 가스하이드레이트는 방대한 양, 고효율, 청정한 점 등에서 대단히 매력적이나 문제점 또한 많다. 채취가 쉽지 않고, 분해추출이 경제적이지 못하며, 가스 파이프라인을 막히게 하는 현상, 해저에 자연 포집된 온실가스의 처리 등 풀어야 할 과제가 많기 때문이다.

우리나라 동해 바다 밑에 30년 넘게 사용할 수 있는 가스하이드레이트 약 6억 톤(약 150조 원 상당)이 묻혀 있다. 2015년 상업생산을 목표로 시추 탐사에 나서는 등 분주하게 움직이고 있다. 불 타는 얼음의 상업화에는 첨단 기술의 가스 생산 및 저장시설이 필수이며, 또한 에너지 및 CO₂ 처리 관련 R&D 등이 수반되어야 한다. 동해안 유일의 최첨단 가스 생산저장시설을 갖추고 있고 전통적 에너지 종가지역인 강원도의 탄광지대야말로 가스하이드레이트 사업단이 관련 클러스터를 형성하고 연구개발해 나가기에 최적지이다.

I. 차세대 친환경 청정에너지 ‘가스하이드레이트’

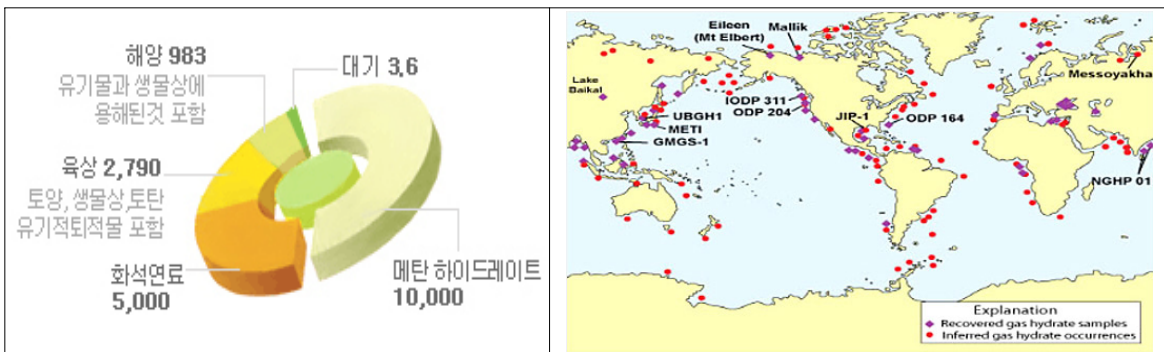
- ‘가스하이드레이트’는 외관상 얼음과 비슷한 고체 에너지원으로 ;
 - 깊은 바다와 같은 낮은 온도와 높은 압력 상태에서 천연가스와 물이 결합해 형성된 얼음 덩어리 형상의 고체 에너지원으로
 - 메탄, 에탄, 프로판, 이산화탄소 등 가스 분자가 물리적으로 결합해 격자구조를 형성한 것으로 상온·상압에서 물과 가스로 분리
 - 천연가스가 저온·고압(0℃ 26기압, 10℃ 76기압 등) 하에서 형성된 고체 함수화물의 내용이 90% 이상 메탄이어서 ‘메탄하이드레이트’라고도 하고,
 - 얼음과 유사한 특성과 외관을 지니고 있는데 불이 붙기 때문에 ‘불 타는 얼음’이라고 불림

- 1810년대에 발견되었으나 근래 들어 각광을 받는 새로운 화석연료로서
 - **고효율에너지** : 1m³의 가스하이드레이트가 해리되면 0.8m³의 물과 170m³의 메탄가스가 발생
 - **청정에너지** : 연소시 이산화탄소 배출량이 기존 화석연료에 비해 작음



- 자원의 개발은 하이드레이트의 해리를 전제로 이루어짐. 주요방법으로는 감압법, 열처리법, 억제제주입법이 있음

- 석유와 천연가스를 대체할 수 있는 청정에너지이며, 막대한 양이 영구동토지역이나 심해저 지층에 매장되어 있음
 - 현재까지 알려진 총 매장량은 화석에너지에 포함된 탄소양의 2배인 10조 톤이 넘는 것으로 추정. 이는 천연가스 확인 매장량의 25배 이상으로 현재 가스 소비량의 5,000년분에 해당하는 수준



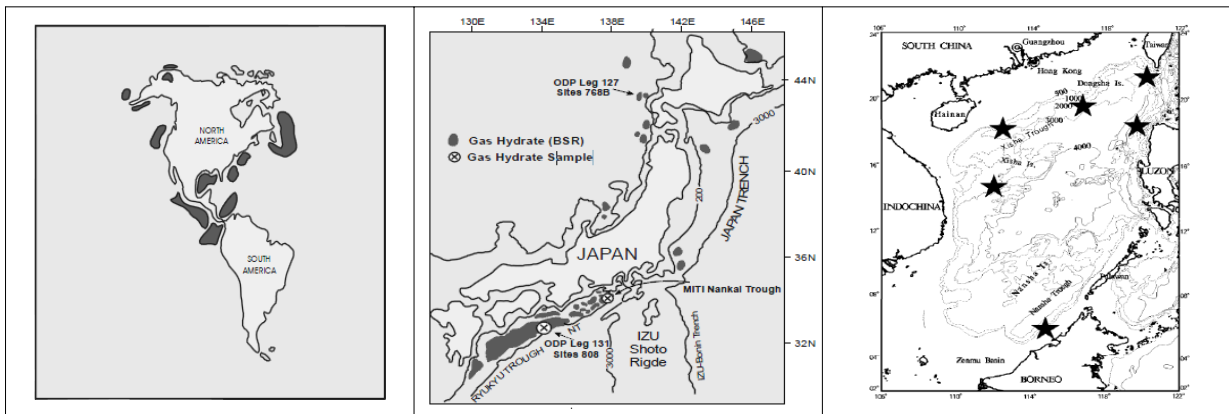
자료 : 가스하이드레이트 개발사업단 홈페이지(<http://www.gashydrate.or.kr>)

II. 해외 가스하이드레이트 개발 동향

- **미국** : 1982년부터 미국 에너지부(DOE)에서 연구 진행. 1998년 가스하이드레이트 연구 및 개발법을 제정하여 추진
 - DOE는 Alaska North Slope Project를 통해 육상시험생산을 계획
 - 미국의 부존된 자원추정량은 9,066조 m³(미국 천연가스 매장량의 1,800배)로 멕시코만과 알래스카 지역에 집중 매장
- **일본** : 안정적인 에너지 자원 확보 차원에서 가장 적극적으로 개발이 이루어지고 있음
 - 상업적 생산기술 확보를 위해 2001~2016년까지 일본 메탄하이드레이트 개발 프로그램 진행. 캐나다의 말릭 사업, 오호츠크해 사업 등에 적극 참여
 - 일본의 자원추정량은 35조 m³(일본 천연가스 사용량의 460배)

- 중국 : 중장기 가스하이드레이트 기술개발프로젝트(2002~2010)의 결과를 바탕으로 남중국해 북부해역의 가스하이드레이트 개발을 위해 동사(東沙), 선후(神狐) 2개 채굴지점 확정

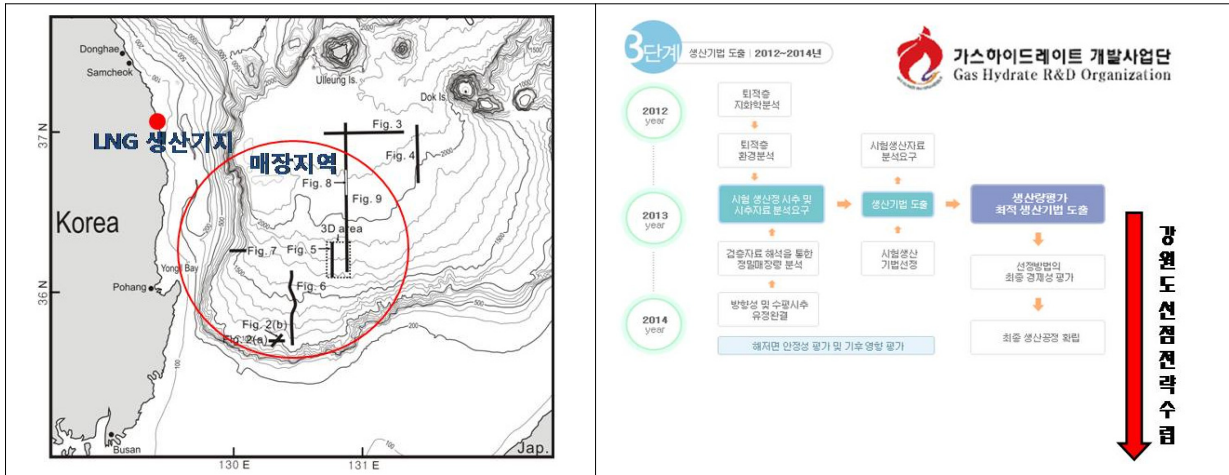
- 2015년까지 약 1.5억 달러를 투입하여 2020년 소량 개발, 2030년 산업화 개발을 완성할 계획임
- 탐사 및 개발을 강화하기 위한 전용선 건조



자료 : 이정환 등(2009), 에너지자원으로서의 가스하이드레이트 개발가능성 및 가치, 한국시스템공학회지.

Ⅲ. 우리나라 가스하이드레이트 자원 및 개발 현황

- 동해바다 울릉분지에 우리나라가 30년 간 사용할 수 있는 6억 톤(약 150조 원)이 매장된 것으로 평가
- 2015년 상업생산을 목표로 단계별 사업 추진
 - 1단계('05~'07) I 지역 탐사 및 시추, 2단계('08~'11) II 지역 탐사 및 시추, 3단계('12~'14) 시험생산
 - 우리나라는 미국, 일본, 인도, 중국에 이어 자국영해에서 실물을 채취한 국가로, 2005년부터 가스하이드레이트 개발사업단(한국지질자원연구원, 한국가스공사, 한국석유공사)을 통해 연구개발 진행



자료 : 김동호 등(2009), 동해 울릉분지의 가스하이드레이트 부존 형태, 지질학회지.

IV. 가스하이드레이트와 강원도

■ 강원도는 대한민국의 에너지 종가

- 강원도의 삼척, 태백, 정선, 영월의 탄광지대는 지난 1930년대 이후로 6억 톤의 석탄을 공급하여 국가 경제와 민생을 지켜온 토종에너지 공급지대이며,
 - 아직 10억 톤의 석탄이 묻혀 있는 곳으로 청정석탄 에너지를 생산하게 되고, 대기중 탄산가스를 탄광 내로 포집하여 메탄가스의 생산을 도모할 수 있는 미래에너지의 R&D 및 생산 거점으로서 육성해 나가야 할 지역이며
 - 아울러 청정에너지 개발 노력에 따라 국내 최고의 풍력단지, 그린파워 발전단지와 함께 동해안 유일의 최첨단 LNG 생산기지 및 저장기지가 갖추어진 곳으로 에너지 연구 개발과 생산 저장의 현장 전초기지임
 - 앞으로 지구 온난화에 따라 시베리아와 알래스카의 천연가스 등 화석 연료의 국내 반입이 본격화될 경우 강원도 동해안의 관련 능력 활용이 본격화될 것임

- 특히 이 지역은 국내 가스하이드레이트가 묻혀 있는 곳과 최근접한 지역으로서 관련 R&D는 물론 생산과 저장에도 매우 경제적이며, 각종 에너지 연구 생산의 집적화로 상징성은 물론 최고의 경제성과 효과성을 확보할 수 있는 곳임

■ **삼척 LNG기지 : 동해안 유일·첨단의 최신 가스 생산·저장기지**

- 국가 천연가스 수요가 연평균 1.8% 증가하고 소비가 '09년 : 26백만 톤 → '24년 : 34백만 톤으로 예측됨에 따라
 - 천연가스 공급설비 확충 : '24년까지 1,536만kl의 저장시설 확보
 - 저장비율(저장용량÷연간수요)을 '24년까지 21%로 확대('10년도 10%) 필요
- 이에 따라 인천, 평택(서부), 통영(남부)에 이어 동해안에 최신최첨단 LNG 생산기지 및 저장소 건설
 - 강원도 삼척시 원덕읍 호산리 일대에 120만 m²(약 37만 평) 규모로 조성
 - 24만kl의 저장소, 1,320톤/시간 기화송출설비, 27만kl급 LNG선 접안 부두 1선좌, 방파제 1.8km 등



자료 : 한국가스공사 홈페이지(<http://www.kogas.or.kr>)

〈삼척 LNG 생산기지 및 저장소 조감도(왼쪽)와 국내 천연가스 배관망도(오른쪽)〉

V. 강원도의 가스하이드레이트 클러스터 조성 방안

■ 에너지 종가에서 에너지 성지로 : 80년 잊혀져온 기회비용의 보상

- 강원도 탄광지대는 최고의 항구를 갖춘 에너지 자원-연구-개발-생산-저장-물류의 일관 체계를 효과적으로 갖출 수 있는 에너지 종가 지역인 바, 중국적으로 1) 청정석탄, 2) 가스하이드레이트, 3) 수소융합발전 등 에너지 성지로 발전해 나가는 것은 자연스러운 귀결임
- 특히 강원도 탄광지대가 80년 넘게 토종에너지를 생산 공급해오면서 타 지역에 비해 심각한 낙후를 면치 못하고 있는 등 제대로 지변 받지 못한 기회비용을 충당해주는 방안의 하나로서 우선적으로 이 지대에 가스하이드레이트 기지를 만드는 등 미래 첨단 에너지의 성지로 만들어 나가는 정책적 배려는 시의적절하다고 하겠음

■ 동해안 강원도 지역과 가스하이드레이트

- 국가는 동해안을 청정에너지 산업벨트로 조성하기 위해 2011년 동해안권 발전 종합계획을 수립함
- 국가계획은 삼척에 가스하이드레이트 관련 연구개발, 관련산업, 생산시설, 지원시설 등의 조성을 포함하고 있음
- 삼척은 현재 LNG 생산시설 및 저장소, 수도권으로 공급 파이프라인을 건설중에 있음. 가스하이드레이트가 매장된 동해 바다에서 유일하게 가스화 관련 국가 시설 위치



- 남부발전은 1단계로 2,000MW 규모의 유연탄 화력발전소 건설 이후 천연가스 발전소 건설 예정임
 - 가스하이드레이트를 활용하기 위한 R&D 및 실증화 연구 가능

■ 가스하이드레이트 생산의 기술적 난제

- 첫째로 자원 시추와 생산의 기술적 문제 해결을 통한 상업적 생산 조건의 마련이 필수적으로 연구개발되어야 함. 우선적으로 경제성을 충족하는 매장 지역의 탐사가 필요
- 둘째로 매장된 퇴적층 구조를 변화시킴으로써 발생하는 안전성 문제가 있음. 특히 해저면 붕괴로 인해 석유와 가스 같은 개발시설들, 연안 시설물, 해저 통신케이블 등을 파괴시킬 수 있기 때문에 대책 수립 필요
- 해리조절이 원활하지 않을 경우 자연계에 메탄가스(CO₂에 비해 지구온난화 강도가 21배 높음)와 같은 온실가스가 다량 방출되어 환경문제를 야기할 수 있음

■ 강원도에서 준비해야 할 것

- 가스하이드레이트 사업단, 한국가스공사, 지질자원연구원, 해양연구원, 대학, 국제 주요 기관들이 참여하는 국제 심포지엄 개최
- 동해안에 위치하는 울산, 포항 등에서 가스하이드레이트 기술 중심지 선점을 위한 노력을 기울이고 있음
 - 울산은 2009년 가스하이드레이트 기술개발 중심지로 도약하기 위한 국제 심포지엄 개최. 온실가스 감축, 천연가스 수송·저장기술, 관련된 기초 및 응용기술 논의
- 자원의 탐사 방법 연구, 시험생산 연구, 실증 및 상용화로 이어질 수 있는 R&D 연구센터 및 산업기지 조성이 필요

- 가스하이드레이트 개발사업단, 지질자원연구원, 한국가스공사, 한국석유공사 등 관련기관이 공동으로 참여할 수 있는 대책 수립

- 향후 삼척을 생산거점화하기 위한 논리 개발 추진 필요
 - 동해안의 다른 지역은 LNG 생산기지가 없고, 타 지역으로의 공급망 구축에도 삼척에 비해 불리
 - 통영, 평택, 인천 LNG 생산기지는 자원의 수송 물류비가 삼척에 비해 많이 소요