

가스 하이드레이트 R&D 타당성 평가

김 유정¹⁾, 김 성용²⁾, 허 대기³⁾

The R&D - Validity of Gas hydrates

Yu Jeong Kim, Seong Yong Kim, Dae-Gee Huh

Key words : Gas hydrates(가스 하이드레이트), new & renewable energy(신재생에너지), (다기준평가), Benefit-Cost analysis(비용편익분석)

Abstract : Gas hydrates draw great attention recently as a new clean energy resources substituting conventional oil and gas hydrate its presumed huge amount of volume reaching 10 trillion tons of gas and environmentally friendly characteristics. Gas hydrate can contribute to the rapidly increasing consumption of natural gas in Korea and achieve the self support target by 2010 which is 30% of total natural gas demand. This paper shows the importance and benefit of Gas hydrate comparing with new & renewable energy in Korea

1. 서론

가스 하이드레이트는 전 세계적으로 약 10조 톤에 이르는 막대한 추정매장량과 환경친화적 장점을 가지고 있어서 고갈의 위험성을 내포한 석유나 천연가스를 장기적으로 대체할 획기적인 청정에너지 자원으로 각광받고 있다. 우리나라 경우 한국지질자원연구원의 예비탐사 결과 동해 수심 약 1000M 이상 되는 심해 지역에서 가스 하이드레이트 부존을 간접적으로 확인하였다. 이러한 가스 하이드레이트 개발은 향후 소비가 급격히 증가할 천연가스 보급에 기여함과 도이에 2010년 정부목표인 30%의 천연가스 자급률 달성을 가능케 할 수 있다. 따라서 정부는 국가 안보차원에서 가스 하이드레이트 개발에 대한 지속적으로 적극적인 지원을 아끼지 말아야 한다.

본 연구에서는 가스 하이드레이트의 특성 분석을 시행하고 새로운 신에너지원으로서의 입지를 확인하기 위해 현재 우리나라가 법적으로 지정하고 있는 11개 신재생에너지원과의 비교분석을 시행하였다. 이러한 분석을 통해 가스 하이드레이트의 중요성 및 편익을 알아보고 정책적 함의를 도출하였다.

2. 본론

2.1 가스 하이드레이트 현황

‘가스 하이드레이트’란 물분자들내에 메탄분자가 끌려들어간 일정한 서벳(sherbet)같은 결정체로, 즉, 고압, 저온환경에서 천연가스와 물이 결합하

여 고체상태로 존재하는 천연가스의 일종이다. 얼음처럼 고체화된 상태를 말한다. 포함된 천연가스의 95%이상이 메탄으로 구성되어 있어 메탄하이드레이트(Methane Hydrate)라고도 한다.

가스 하이드레이트는 1810년 최초로 확인되었으나 1990년 이후가 되어서야 에너지원으로서의 연구가 구체화 되었다.

2.2. 가스 하이드레이트의 중요성

가스 하이드레이트는 다음과 같은 이유에서 새로운 에너지원으로서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다.

첫째, 가스 하이드레이트에 포획된 메탄의 추정 매장량은 10조 톤으로 유전과 천연가스전에 포함된 메탄 양의 25배 이상으로 막대하며, 이들 대부분(98%)은 수심이 깊은 해저의 천부 퇴적층에 부존되어 있다.

둘째, 가스 하이드레이트 부존지역은 재래형 석유, 천연가스와는 달리 지역적 편중이 심하지 않다. 특정 온도, 압력 조건을 만족하는 경우 전세계

1) 한국지질자원연구원, 정책연구부

Email: kvj@kigam.re.kr

Tel: 042-868-3025 ,Fax: 042-868-3062

2)한국지질자원연구원, 정책연구부

Email: ksy@kigam.re.kr

Tel: 042-868-3061 ,Fax: 042-868-3062

3)한국지질자원연구원, 석유해저부

Email: huh@kigam.re.kr

Tel: 042-868-3013 ,Fax: 042-868-7275

영구동토지역과 심해저 퇴적층에 걸쳐 비교적 광범위하게 분포되어 있다.

셋째, 가스 하이드레이트의 주 구성성분인 메탄은 연소 시 현재 사용되고 있는 다른 화석 에너지에 비해 이산화탄소를 적게 배출하는 환경친화적인 특성을 가지고 있다. 환경의 중요성이 부각되고 기후변화협약에 따라 기존 에너지원인 석유 및 석탄 사용에 대한 경각심이 증대하고 있는 시점에서 청정 에너지원으로서 천연가스의 수요는 지속적으로 증가될 전망이다.

Fig.1 천연가스 소비실적 및 전망(단위: 천톤)

구분	1990	1995	2000	2001	2002	2005	2010	2015
도시가스	575	3413	9528	10300	11194	13483	17482	21243
발전용	1741	3606	4689	5288	6509	6500	4168	6997
합계	2328	7118	14217	15588	17703	19983	21650	28210

* 한국가스공사, 에너지경제연구원 및 산업자원부

그러므로 가스 하이드레이트의 재래형 화석에너지에 대한 대체가능성 및 친환경적 특성을 동시행 충족할수 있는 새로운 에너지자원이라 할 수 있다. 이미 오래전부터 일본, 미국, 캐나다 등 선진국들은 가스 하이드레이트에 대한 R&D에 정부차원에서 많은 노력을 기울여 오고 있다. 특히, 일본과 미국은 아직까지 세계적으로 연구 단계에 머물고 있는 가스 하이드레이트 개발 생산기술의 선점과 독점을 통해 미래에너지자원의 확보에 있어서 주도권을 잡으려는 의지를 강하게 표출하고 있다.

2.2 선진국 가스 하이드레이트 연구 현황

가스 하이드레이트 기술개발은 선진국을 중심으로 활발히 진행중에 있는데 미국, 캐나다, 러시아, 일본, 노르웨이, 영국 등이 중심을 이루고 있다.

특히 최근에는 동북아시아에서의 연구가 활발한데 일본, 중국, 러시아가 막대한 연구비를 투입하여 탐사사업을 전개하고 있다.

1995년부터 국책사업으로 시작한 일본의 가스 하이드레이트 사업은 1999~2000년에 Nankai 해구에서 시추한 탐사정의 성공에 이어 2000~2003년의 2차원, 3차원 탄성파탐사를 토대로 2004년에는 30~40개의 탐사정이 시추될 예정이다. 일본의 가스 하이드레이트 탐사 및 개발에 대한 연구는 자국에 국한되지 않고 캐나다의 Mallik 사업, 오호츠크해 사업 등에도 활발히 참여하고 있다.

중국은 가스 하이드레이트 연구의 후발주자이나 에너지 자립을 위하여 매우 적극적으로 가스 하이드레이트 사업에 나서고 있으며 남중국해에서 매우 선명한 BSR²⁾(bottom simulating reflector)이 발견되어 가스 하이드레이트의 매장량이 상당할 것으로 예상된다.

러시아의 경우는 동토지역인 메소야카 가스전에서 전세계 유일하게 가스 하이드레이트의 생산경험을 가지고 있으며 현재는 오호츠크해에서 탐사활동을 수행하고 있다.

독일의 4개 연구기관과 러시아의 8개 연구기관이 추진했던 KOMEX(Kurile Okhotsk Sea Marine Experiment) 프로젝트는 1998년부터 2002년까지 탐사작업을 수행하였으며, 2003년부터는 일본, 한국, 러시아, 벨기에, 독일의 연구기관이 콘소시움을 이루어 2700톤급의 러시아 탐사선을 이용한 CHAOS (Hydrocarbon Hydrate Accumulations in the Okhotsk Sea) 프로젝트를 수행중에 있다.

미국은 82년 본격적인 기초연구에 들어가서 2000년부터는 XMRQUFQJQrk지 제정하며 5년간 4750만달러의 연구비를 투자하여 2015년 상업적 개발을 목표로 하고 있다.

2.3 우리나라의 현황 및 개발 잠재성

산업자원부와 가스공사는 공동출연사업으로 동해 지역에 대한 기초탐사를 2000년부터 실시하고 있으며, 한국석유공사도 자체적으로 대륙붕 6-1광구 지역에 대한 가스 하이드레이트 탐사를 실시하여 그 부존 가능성을 확인한 바 있다.

가스 하이드레이트는 천연가스 매장량의 약 100인 10조톤이 넘는 매장량을 보유하고 있다. 현재 전 세계의 연간 천연가스 사용량은 20억톤으로 가까운 미래에 생산기술이 개발되어 총매장량의 10%만이라도 생산이 가능하다면 전 세계는 500년 동안 걱정없이 천연가스를 사용할 수 있게 된다.

우리나라는 1996년 기초연구에 착수한 이래 2000년부터는 동해지역에 대한 탐사작업을 지속적으로 수행하여 가스 하이드레이트의 부존을 확인한 바 있다. 아직까지 국내 매장량을 계산한다는 것은 시기상조이다. 그러나 매장량 계산에 필요한 여러 가지 인자들에 대한 가정을 토대로 계산한 결과 우리나라가 최소 30년간 사용할 수 있는 약 6억톤의 가스 하이드레이트가 부존되어 있는 것으로 예측되고 있다. 따라서 현재의 천연가스 가격인 톤당 250달러를 적용하면 약 1500억 달러에 달하는 수입대체 효과를 얻을 수 있다.

2.4 국내 신재생에너지 보급현황

1) 신재생에너지 투자비용

○ 기술개발 투자는 미국, 일본 등 선진국의 2~4%로 매우 낮은 수준이며 기술수준은 선진국 대비 50~70% 수준에 이릅니다

< 주요 분야별 자금지원실적(1988~2003) >

분야	과제 수	기술개발사업비(백만원)		
		정부지원	민간부담	계
태양광	54	23,274	15,037	38,311
바이오	81	20,025	10,902	30,927
풍력	12	14,305	10,104	24,409
연료전지	41	42,929	38,645	81,574

2) BSR은 탄성파탐사에서 가스 하이드레이트 부존층의 하부경계면에 나타나는 해저면에 평행한 강진폭의 반사면을 말한다.

○ 신·재생에너지 구조의 취약 및 보급 미흡

신·재생에너지의 상용화가 활발히 진행되고 있는 약
아 현재 일반 민간 지역에 보급된 사항이 일부 에너지
원에 국한되어 있다.

< 신·재생에너지원별 보급현황(2003) >

분 야	보 급 실 적
태양열	◦태양열온수기 및 급탕 19만여대 보급 : 2003년도 801대
태양광	◦ 총 5,981kWp 보급 - 2003년도 563kWp - 電化시설(930kWp), 통신 및 비상전화 (127kWp), 가로등 및 해양용(656Wp), 비상 전화(404kWp), 수질개선용(103kWp), 도로 표시등(287kWp), 기타(511kWp)
바이오	◦성형탄(신·재생탄, 착화탄) 보급 총 1,358 천톤, 2003년도 103천톤 ◦매립지가스(LFG) (2003년) : 발전 100,193MW h, 열 및 연료: 130,198Gcal ◦메탄가스 : 총 101기 가동, 시설용량(305 증기톤/시간) ◦바이오디젤 2개소 : 1,845kl(2003년 생산 량)
풍 력	◦제주도, 포항, 전남무안 등 115기 가동 : 2003년 발전량 : 20,863MWh

* 자료 : 에너지관리공단

3. 가스 하이드레이트 제외한 타 재생에너지의 한계성

□ 낮은 에너지 밀도

- 태양광, 풍력 및 바이오는 에너지 밀도가 낮아서 상
당량의 부지확보가 중요함. 따라서 발전의 가능성을
고려할 경우에는 경제성뿐만 아니라 소요용지를 확
인하여 현실적으로 가능함을 파악해야 함.
- 원전 1기(15만평)대체에 필요한 부지 : 풍력 280
배, 태양광 80배

< 신·재생에너지로 대체시 필요용지면적 >

필요용지 면적	원자력	풍력	태양광
	15만평	4200만평	1200만평

□ 수요처의 한계(활용)

- 태양광과 풍력은 주로 발전과 냉난방에 쓰이므로
사용처의 한계가 있음.
- 그러나 가스 하이드레이트는 석유 대체제로 동력
자원으로 사용가능.

- 에너지 사용량의 상당량을 차지하는 자동차연료로
사용: 환경적 개선효과 상당히 클것임(자동차의
배기가스는 환경오염의 주요인으로 작용)

□ 생산량의 부족

- 우리나라의 지역적 한계(좁은 국토) 및 기후적 환
경으로 인해 태양력, 풍력, 바이오 등의 에너지생
산량은 전체에너지소비량에 극소량에 그침(1-2%)
- 30년간 사용량 존재 : 에너지 안보가 증시되는 현
시점에서 에너지의 절대량을 확보하는 것을 매우
중요. 국가 경제성장과 직결되는 요소임.

□ 높은 생산 가격

- 현재 태양광, 풍력은 발전비용이 높아 정부보조지
원책 시행 중.
- 신·재생에너지 발전전력 차액지원 제도의 확대.
- 태양광, 풍력 등 5개분야 발전 전력을 높은 가격
으로 우선 구매하기 위해 원별로 구매 기준가격을
정하고 시장에서 거래되는 가격과의 차액을 보전해주
는 발전전력 차액지원제도를 기 도입 (전력산업기반
기금)

< 운영중인 신·재생에너지 발전 기준가격 >

에너지원	태양광	풍력	소수력	매립지 가스
기준가격 (원/Kwh)	716.40	107.66	73.69	65.20

□ 소음 및 미관적 문제 및 생태계 파괴

○ 주민 저항력 존재

- 풍력: 회전날개로 인한 소음 발생
: 조망권 침해 또는 시각적인 장애 발생
: 풍력의 날개길이가 상당히 위협적이고
미관적 문제 발생
: 회전날개에 야생조류의 충돌 사망 및 대규
모인 경우 생태계 파괴.
- 바이오: 악취

- 현재 국가에서 집중투자하고 있는 태양광, 풍력,
바이오 등과 같은 신·재생에너지의 가장 큰 한계점은
에너지밀도가 낮아서 많은 용지가 요구되고, 발전
및 냉난방등에만 사용되는 특정 사용처에서만 사용
가능한 것임. 따라서 보급량에 한계가 있음(2011년
까지 전체 에너지 사용량의 5%확대를 목표로 하고
있음).

- 반면 하이드레이트는 석유에 비해 에너지 밀도가
높으며, 발전뿐만 아니라 냉난방, 산업에너지 및 자
동차 연료로 사용될 수 있어 사용처가 다양하여 석
유 및 석탄의 대체에너지로 사용 가능.

4. 가스 하이드레이트의 우수성 : 타 재생에너지 대비)

□ 직접 경제적 편익

- 수입대체 효과 : 석유대체효과 산정
- 에너지안보확보효과
 - (고유가인 석유 대체) 안정적 가스 하이드레이트 공급 및 사용으로 인한 산업활동 성장 효과 : 산업별 분석 시행 (다른 신재생에너지는 이 효과 산정 불가. 사업의 타당성과 직결)
 - 석유수입에 따르는 아시아 프리미엄제거 효과

□ 사회적 편익

- 발전원 구성의 변화 : 원자력발전 → 가스 하이드레이트 발전
- ☆ 다른 신재생 에너지는 극히 일부분만 대체 가능하여 효과가 별로 없음.
- 2015년까지 전력수급기본계획에 따르면 2015년까지 전력생산의 37%를 원자력이 담당하여 앞으로 12기 추가건설 예정(18.4조원). 선진국은 안전성문제로 원자력발전소를 더 이상 신설하지 않고 있음.
- 가스 하이드레이트로 에너지원 확보를 통해 원자력 발전의 감소 효과 → 사회적 안정성 확보 효과
- ☆ 발전소 건설 비용 감소효과
 - : 원자력발전소건설비용 > 화력발전소 건설비용
- ☆ 주민반발비용: 민원비용
- ☆ 폐기물처리비용을 고려한 안전비용
 - : 폐기물처리비용, 폐로처리비용

□ 환경적 편익: 시나리오 분석

- 기후변화협약 - 9월 말 러시아의 교토의정서 비준 이후 교토의정서 발효가 현실화되면서 이산화탄소 배출거래 가격이 상승
 - : 8.9유로 (10.86-11.24\$)
- 이산화탄소배출량을 저감시키는 것은 경제활동에 중요한 변수로 작용 할 것임.
 - 1차 공약기간(2008-2012) : 우리나라 의무국에서 제외
 - : 2010년까지 에너지사용량의 30% 대체시 이산화탄소 배출량을 산정하여 국제시장에 이산화탄소배출권을 판매함으로써 얻는 수익
 - * 다른 에너지에 비해 약 20배효과 발생
 - 2차 공약기간(2013-2017) : 우리나라 의무국에 포함될 것이 거의 확정적 임. 이산화탄소배출량을 2000년 수준으로 감축의무를 지게 될 것임.
 - : 산업체의 이산화탄소 배출저감부담의 탈피로 인한 산업활동 원활 효과
 - * 다른 신재생에너지는 이 효과 산정 불가 사업의 타당성과 직결
- 자동차연료에서 석유대체제로서의 환경편익 산정
 - 온실가스 및 NOx, SOx 배출량 저감 효과
 - * 다른 신재생에너지는 이 효과 산정 불가

4. 정책적 함의

실패에 대한 리스크가 있더라도 자원 확보의 중요성이 매우 크므로 지속적인 투자가 필요하며 꾸준한 탐사와 관련기술개발을 위해 노력을 해야 할 것이다.

현재 고유가 시대로 WTI 52\$ 돌파하였으며 우리나라 온실가스배출량은 1억 4803만t(2001년기준)으로 온실가스배출권 가격이 분당 평균 10.86-11.24\$인데 비해 천연가스 사용의 증가 없이는 매년 거액의 달러를 날릴 수 밖에 없는 사정이다.

한편 하이드레이트를 통한 이산화탄소저감은 반대로 커다란 경제적 수익을 가져다 줄 수도 있다. 캐나다 전력회사는 양돈회사(매탄가스저장기술개발)인 아그리콜라로부터 9백만 달러를 주고 10년간 1백75만톤의 배출권을 구매한 바 있다.

환경성과 에너지의 안보 확보의 관점에서 바라볼 때, 재생에너지와 화력에너지의 여러 가지의 한계로 인해 신재생 에너지의 확보가 필요한 시점이다. 경제성장의 동력이 되는 에너지자원의 확보는 더 이상 미룰 수 없는 과제이며, 기존 신재생에너지원을 통해 얻을 수 있는 에너지보급량이 가스 하이드레이트에 비하면 매우 작은 수준으로 국가에너지 안보성 및 무역수출품의 경쟁력 보장을 위해서는 국내 에너지 자급도를 높이는 것은 시급한 사항이다.

References

- [1]허대기, 2004 '가스 하이드레이트개발 기본 계획 수립방안연구' 산업자원부
- [2]Acharya G., 2000, Approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems, Ecological Economics, 35:63-74
- [3]Kim, Y.J, I. S. Kim and E. Heo, 2002, "Toward Sustainable Resource Management in the EU and Korea," Proceedings of Joint SETAC Europe and ISIE Meeting(10th LCA Case Studies Symposium and International Society for Industrial Ecology Meeting in Europe 2002), Poster Session, December 2-4, Barcelona, Spain.