

2011. 4. 14 | 제 39 호 |

폐광지역의 르네상스, 첨단에너지 생산지대로의 부활

- 김종민(원장)
- 이원학(부연구위원)
- 이영길(선임연구위원)
- 김인중(선임연구위원)

강원발전연구원
RESEARCH INSTITUTE FOR GANGWON

RIG

2011. 4. 14 | 제 39 호 |

폐광지역의 르네상스, 첨단에너지 생산지대로의 부활

- 김종민(원장)
- 이원학(부연구위원)
- 이영길(선임연구위원)
- 김인중(선임연구위원)

대표적 토종 에너지 석탄은 구공탄, 조개탄이 되어 우리나라 경제적 번영의 지주 역할을 톡톡히 해냈고 세계가 부러워하는 산림녹화의 신화를 창출했다. 그러나 반세기에 걸쳐 6억 톤 넘게 석탄을 공급해 온 강원도 태백, 정선, 영월, 삼척은 값싼 우라늄, 석탄, 석유 등 수입에너지 쓰나미에 폐광지역으로 전락했다. 고귀한 생명자원지대에 카지노와 리조트가 대체산업으로 들어섰으나 옛날의 영광은 물론 명성을 지켜내기에도 역부족이다.

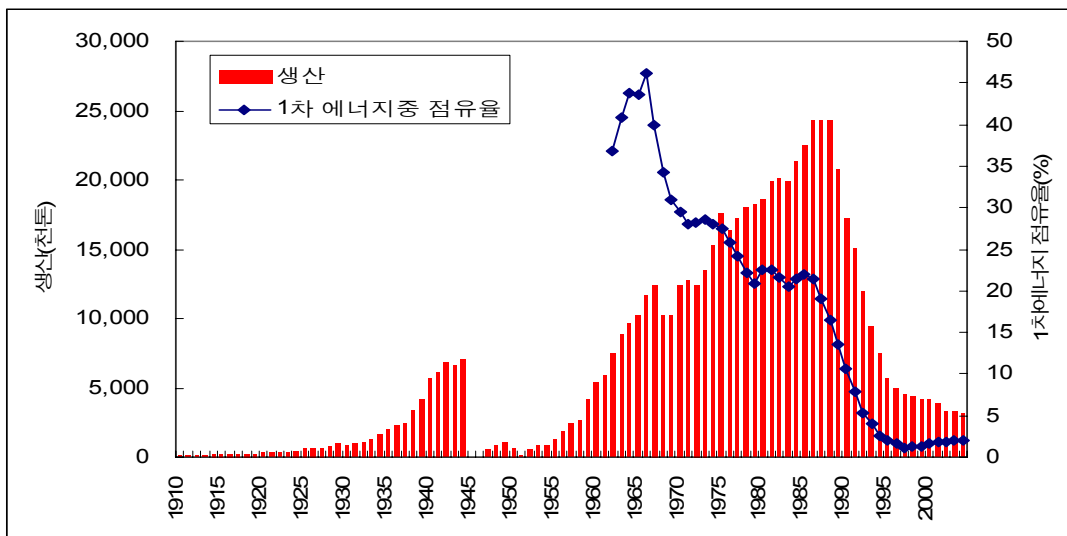
최근 일본 원전사고는 강원도 폐광지역에 르네상스가 오고 있음을 웅변한다. 치솟는 에너지 가격, 급격한 기술의 발전은 강원도에 묻혀 있는 10~15억 톤의 석탄으로 눈길을 돌리게 한다. 로봇으로 채탄하고 구공탄, 조개탄보다 다루기 쉽고 효율 높은 연료를 만들자. 탄광 내 이산화탄소의 저장(CCS)과 메탄가스 추출(CBM) 그리고 청정석탄가스(IGCC, CTL) 생산기술 R&D가 필요하다. 방치된 폐광지역이 청정석탄산업 클러스터로 거듭 날 때 우리의 내일은 보다 밝아진다.

새로운 석탄기술로 에너지 위기를 넘긴다 해도 오래 가지는 못한다. 수소와 리튬을 이용하는 핵융합발전의 상용화까지 징검다리 역할을 할 수 있을 뿐이다. 실험실 속에서 미래 에너지로 각광받는 KSTAR 핵융합로의 상용화 현장 전개는 빠르면 빠를수록 좋다. 에너지전쟁의 세기를 최전방에서 충성스럽게 견뎌온 강원도 폐광지역에 핵융합발전 클러스터가 자리 잡도록 하는 것은 자연스러운 논리적 귀결이며, 역사적 기여에 대한 합리적 보상이기도 하다.

I. 새롭게 평가받는 석탄 에너지

- 석탄 산업은 고용문제, 외화절감, 지역개발문제 등 직접적인 것과 더불어 국토산림의 보존에도 절대적 기여
 - '86년 약 7만명 고용, '81년 약 40억 불 외화절감 효과, '87년 강원도 부가가치의 45.2%(5,306억 원), 지속적인 신탄(장작)류 소비감소로 인한 산림 축적을 증가

- 석탄은 우리나라는 물론 전 세계적으로 가장 중요한 에너지원으로 활용되어 왔음. 근대 산업화의 기초로 1980년대 말까지 절대적인 에너지원으로 사용됨. '80년대에 연간 약 2,400만 톤까지 생산
 - 지식경제부 최중경 장관 “석탄산업과 관련해서 폐광촌이라고 하지만, 우리나라 산업의 ‘성지’라고 표현하고 싶다”(2011년 3월 17일)



자료 : 강원 탄광지역의 어제와 오늘(2006, 강원도)

〈국내석탄의 생산 및 1차 에너지중 점유율〉

- 석탄은 '09년 기준으로 우리나라 1차 에너지원별 소비에서 28% 차지하고, '10년 기준으로 전체 전력 발전의 42%가 석탄화력 발전소에 의존할 정도로 중요한 에너지 자원임

- 석유자원의 고갈위협과 불균형적인 분포에 따른 무기화, 고유가 부담, 국내 화석연료의 과중한 해외 의존 등 다양한 문제로부터 탈피하기 위해 석탄 자원의 활용이 적극 논의되고 있음
 - 국내 석탄매장량은 약 15억 톤(가채매장량 7억 톤)으로 상당량이 존재하고, 수입 시장도 다변화 되어 있기 때문에 수급이 용이함. 그러나 온실가스 배출, 대기환경 문제로 기존의 발전방식에는 문제점이 존재하기 때문에 청정연료로의 변화가 필요
 - 석탄은 청정성과 효율성이 해결된다면 가장 선호하는 화석연료가 될 가능성이 높고, 이런 문제를 해결하기 위해 대두되는 것이 청정석탄기술로 '08년 그린에너지산업 발전전략, '09년 그린에너지로드맵 등을 통해 IGCC, CCS, CTL, SNG, DME 등 석탄의 청정에너지화 정책이 추진되고 있음
- 미국 오바마 정부는 청정석탄기술을 미국 에너지 독립의 대안으로 판단하고 적극적 정책 추진. 미국에서 IGCC 2개소(250MW급), SNG 1개소(130만 톤/년)가 가동중에 있고, 향후 IGCC 10여 개, SNG 10여 개, CTL 20여 개 추진 예정
- 현재 청정석탄 기술이 수입 석탄(고급 석탄)을 활용하여 추진되지만 향후 국내 및 해외 저급 무연탄 사용으로 전환 될 것임. 따라서 강원도에 R&D 연구기관 유치를 통해 기술 확보 및 실증단지 조성이 필요함

II. 녹색 석탄에너지에 대한 새로운 도전

■ 첨단 로봇을 활용한 석탄채탄

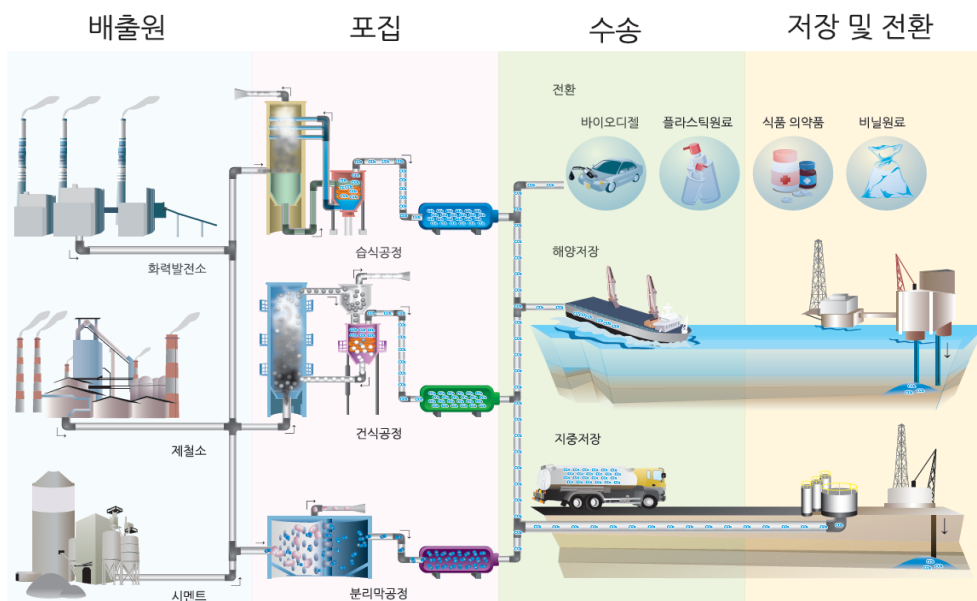
- 인건비 상승 및 위험성 증가로 인해 국내 무연탄의 채탄 경제성 확보가 어려움. 국내 석탄 가격이 수입보다 20%이상 높은 문제 발생
- KAIST와 대한석탄공사 중심으로 석탄채탄 로봇개발 수행. 향후 로봇을 양산하기 위한 산업단지 개발 및 운영 인력 양성 등의 과정이 필요. 이는 향후 국내·외 자원개발을 위한 방향으로 진화될 것으로 예상됨



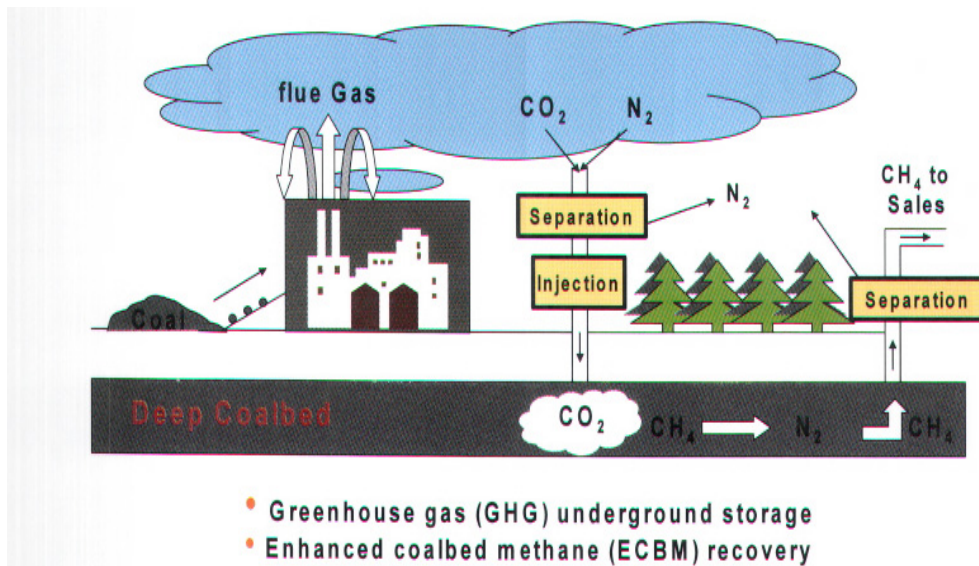
- 역할 : 폭파를 위한 다이너마이트 장착, 암석을 뚫는 작업 수행, 석탄 운반 등을 원격조정 방식으로 운영
- 이점 : 채탄로봇을 활용할 경우 생산성 향상 및 재해율 감소 예상
- 전망 : 향후 북한 자원 개발 등에 활용 될 경우 수요 증가 예상

■ 이산화탄소를 저장(CCS)하고, 메탄가스를 추출(CBM)

- 이산화탄소 포집 및 저장(Carbon Capture and Storage)은 대기 중으로 CO₂를 배출하는 대신 포집하여 영구적으로 저장하는 기술
 - CCS 기술은 2050년 전 세계 온실가스 감축량의 19%를 담당하고, 향후 20년간 약 550조 원 규모의 시장으로 성장할 것으로 전망됨
 - 우리나라는 '10년 정부 및 민간이 향후 10년간 2조 3천억 원을 투자하는 국가 CCS 종합 추진계획 수립
 - CO₂를 포집한 후에 저장하는 저장소로 지중 및 해양이 논의되지만, 석탄층 지중 매입이 현실적인 대안으로 평가되고 있음



- 석탄층 메탄가스(Coal Bed Methane)¹⁾의 자원화는 석탄층에 다량으로 함유된 메탄가스를 추출하는 것으로 과거에는 석탄 채굴과정에서 가스폭발로 이어져 사고가 발생하기도 함. '90년대 미국을 중심으로 포집기술이 상용화 되고 있음
 - 이것은 CCS 저장기술과 연계하여 추진이 가능한 것으로 CO₂를 저장하고, 저장 압력을 이용해 메탄가스를 추출하는 방식임. 현재 한국가스공사, 한국 지질자원연구원 등은 몽골에서 탐사 추진중에 있음

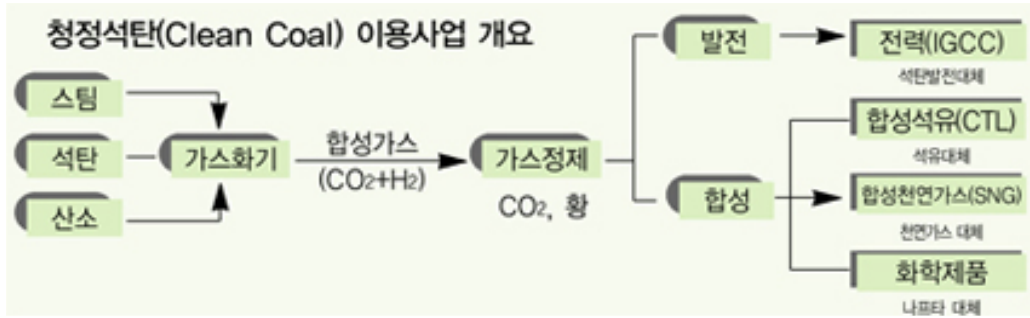


자료 : 국내 석탄층 메탄자원(CBM) 개발타당성 및 경제성 평가 기획연구(2005, 산업자원부)

■ 청정석탄으로 전환

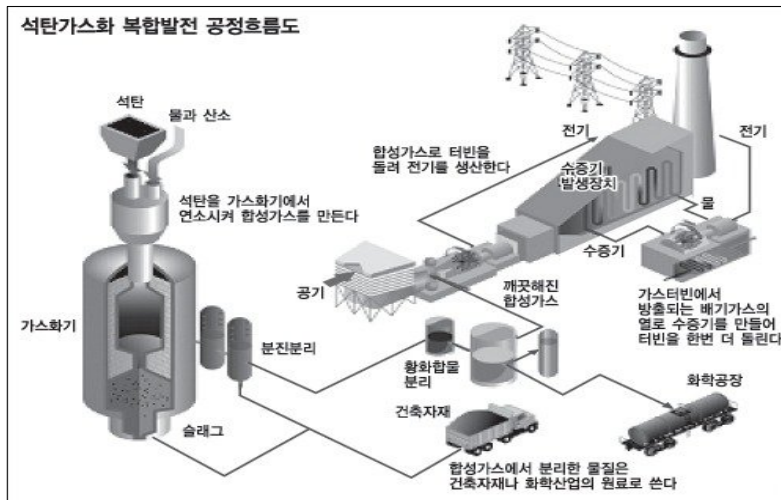
- 석탄가스화 사업은 저가의 석탄을 산소, 스팀과 같이 고온(1,300℃), 고압(40~80기압) 상태에서 합성가스(CO+H₂)를 제조한 후 이를 이용해 석탄합성석유(Coal-To-Liquid, CTL), 합성천연가스(Synthetic Natural Gas, SNG), 전력(Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC), 암모니아 메탄올 등의 화학제품을 생산하는 청정석탄 연료화 사업을 의미함

1) CBM은 석탄층 자체내에서 만들어지고, 보관되는 가스로 천연가스와 같은 연소 특성을 갖는 에너지. CBM 기술을 확보할 경우 새로운 청정에너지의 확보는 물론, 강력한 온실가스인 메탄을 대기중으로 배출하지 않기 때문에 기후변화 대응사업으로 탄소배출권 거래에도 활용이 가능할 것으로 전망됨



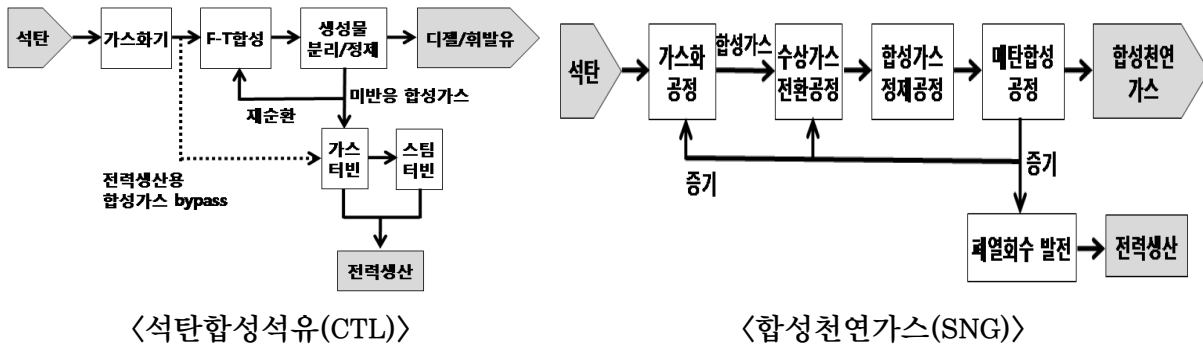
자료 : 청정석탄 기술개발, 온난화 늦춘다(투데이에너지, 2011년 2월 8일)

- 석탄가스화 복합발전(Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC)은 석탄으로부터 전기, 수소, 액화석유를 생산하는 차세대 석탄발전 기술로 석탄을 고온·고압으로 가스화 시켜 전기를 생산하는 친환경 발전기술
 - '14년까지 한국서부발전이 태안에 300MW급 IGCC 실증 플랜트 건설을 목표로 추진중('11년 11월 착공 예정). 제5차 전력수급기본계획에 따르면 300MW 2기가 추가로 건설될 예정



- 석탄합성석유(Coal-To-Liquid, CTL)는 남아공 Sasol사에서 15만 배럴/일 생산. 한국에너지기술연구원에서 소규모 실증플랜트 구축을 완료하고 시범 생산. 향후 유가가 더욱 높아질 경우 적극 추진될 것으로 판단됨
 - '35년까지 시장 지속 성장 예측 : 16만 배럴 → 331만 배럴/일

- 합성천연가스(Synthetic Natural Gas, SNG)는 포스코에서 연간 50만톤 규모의 생산 플랜트를 전남 광양에서 추진중. 기존의 천연가스 인프라를 활용할 수 있기 때문에 천연가스의 대체자원으로 활용 가능성 높음
 - 포스코는 1조 원을 투자하여 매년 2,000억 원 정도의 액화천연가스 수입 비용 절감을 예상하고 있음



자료 : 제1차 그린에너지로드맵

- 디메틸에테르(Di-Methyl Ether, DME)는 석탄, 갈탄 및 저품질 석탄, 석탄층 메탄, 바이오메스를 활용. LPG와 마찬가지로 민생용, 수송용, 발전용으로 활용이 가능할 것으로 판단됨
 - 현재 4개 지역에서 DME-LPG 혼합연료 시범 보급사업이 진행되고 있음

Ⅲ. 녹색에너지 지대로의 변화를 위한 강원도의 R&D 전략

- 과거 석탄은 국가 경제발전의 원동력이었으나, 경제성장으로 인해 그 활용도가 감소하였음. 국내에 거의 유일한 화석연료이지만, 경제성을 이유로 현재 거의 개발되지 않고 있는 상태
- 최근 석탄은 다양한 기술의 개발로 청정연료로 제 2의 도약기를 맞이하고 있지만, 대부분 수입 석탄을 활용하고 있음. 이것은 국내 무연탄이 저급탄이라는 점과, 석탄을 채굴하는 비용이 높기 때문임

- 이러한 문제는 국가 R&D를 통해 저급탄을 활용하는 문제, 로봇을 활용하여 석탄을 채굴하는 방법 등이 개발을 통해 해결 가능함. 이러한 석탄을 활용한 연구와 실증은 석탄 산업의 중심지인 강원도에서 수행되어야 함
- 따라서 강원도는 청정석탄기술 발전소를 강원도에 유치하는 전략과, 국내 및 북한 석탄을 활용하는 R&D 전략을 동시에 추진해야 할 것임
 - 전략 1(단기) : IGCC, CTL, SNG, DME, CCS, CBM 등 청정석탄 관련 발전소 유치를 통한 기반 구축
 - 동해안 항만을 이용하여 수입한 석탄을 활용하여 추진
 - 전략 2(중·장기) : 국내 및 북한 석탄(저급탄)을 활용하는 R&D를 통해 에너지 자립화 방안 마련
 - 강원도 석탄지역에 국가급 “청정석탄 기술 연구소(가칭)”를 설립하여, 석탄 자원의 포괄적 활용방안에 대한 연구를 수행
- 사업화를 위해 대한석탄공사, 한국가스공사, 한국지질자원연구원, 한국에너지기술연구원 등의 국가 연구기관, 한국남부발전 등 발전사업자, 포스코, SK이노베이션 등 대기업과의 연계체계의 마련이 시급
 - 이를 통해 국가 R&D 및 실증화 사업의 강원도 석탄지역 유치가 시급
- 석탄자원 이후를 준비하는 핵융합발전 클러스터 조성 : 영구적이고 대량생산이 가능한 미래에너지
 - 국가핵융합연구소에서는 “한국의 태양 KSTAR(Korea Superconducting Tokamak Advanced Research)” 이라는 초전도 핵융합 연구장치를 개발
 - 에너지·환경 문제를 해결하기 위한 국제핵융합 실험로 공동연구개발사업인 ITER 참여(프랑스 카다라쉬에 건설, 선진 7개국 참여)
 - KSTAR 성공을 통해 가장 앞선 기술력 보유
 - 상용화를 위한 핵융합발전 클러스터의 강원도 석탄지역 유치 추진