

기후변화협약 대응기술로서 이산화탄소 포집 및 저장기술의 중요성

박 상 도 · 이산화탄소저감 및 처리기술개발사업단 단장
박 태 성 · 이산화탄소저감 및 처리기술개발사업단 팀장

e-mail : sdopark@kier.re.kr
e-mail : tspark@kier.re.kr

이 글은 기후변화협약 대응 기술로서 이산화탄소 포집 및 저장기술의 중요성과 향후 추진 방향 및 전망에 대하여 소개한다.

지구온난화 및 기후변화협약

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 최근 발표한 4차 보고서를 통해 2005년 현재 대기 중 이산화탄소 농도는 산업혁명 전에 비해 약 100ppm 정도 증가한 379ppm으로 이와 같은 추세라면 30~40년 후 자연상태 수준의 2배인 550ppm까지 상승하여 대재앙이 예상된다고 경고하고 있다. 대기 중 이산화탄소 농도 증가로 인한 지구온난화현상의 주원인이 인간이 사용하는 화석연료이라는 것은 주지의 사실

이며 이로 인한 급격한 기후변화 현상은 막연히 먼 미래의 남의 나라 일이 아닌 이미 우리 일상 에 직 · 간접적으로 영향을 미치고 있는 당연한 문제인 것이다.

이러한 지구온난화 문제에 대해 범지구적 차원에서 해결하고자 1992년 공동의 차별화된 책임 및 능력에 입각한 의무부담을 원칙으로 시작된 기후변화협약은 공동이행, 청정개발체제, 배출권 거래제 등을 포함한 교토메카니즘이 도입됨에 따라 환경협약에서 경제협약으로, 미국이 기술개발을 통한 실질적인 기후변화협약 대응을 주장하며 교토의정서 불이행을 선언하고 2005년 7월

「청정개발 및 기후에 관한 아 · 태 지역 파트너십」을 결성하여 기술 공조를 추진함에 따라 기술협약으로까지 발전하고 있다.

이산화탄소 회수 및 처리 기술

국제환경 규제 강화와 소비 고 급화에 따라 전 세계적으로 에너지 환경은 '안정적 에너지 수급' 목표에서 '지속가능 발전을 위한 친환경적 에너지원 확보'로 그 패러다임이 변하고 있는 상황에서 PNNL(Pacific Northwest National Lab.)의 기후변화기술 시나리오는 향후 2100년까지

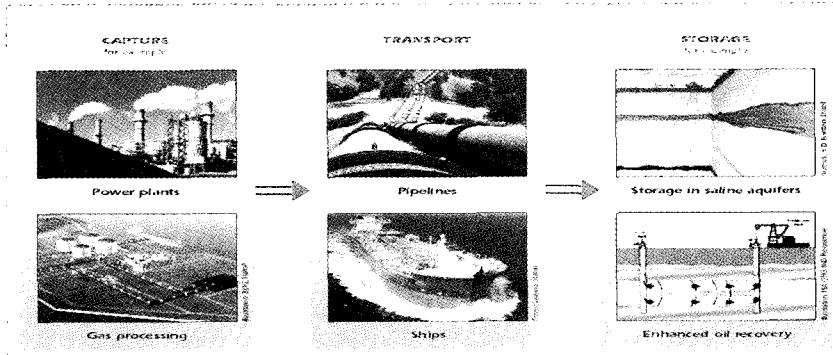


그림 1 이산화탄소 포집 및 저장기술(CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage)

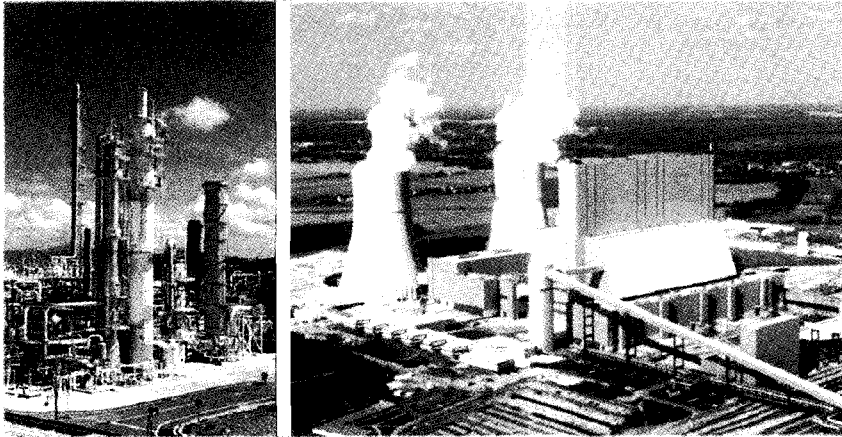


그림 2 미쯔비시중공업의 CO₂ 흡수 공정 및 독일의 산소 연소 Demo plant

30~50%의 에너지를, IEA는 세계에너지 통계자료(2004)를 통해 2030년까지 70% 이상의 에너지를 화석연료가 담당할 것으로 보고하고 있다. 따라서 획기적인 미래에너지기술이 개발될 때까지 당분간 화석연료를 사용할 수밖에 없는 현실을 감안한다면, 이산화탄소 문제를 해결할 수 있는 기술이 연계된 화석연료 활용 기술은 피할 수 없는 선택이다.

현실적으로 지구 대기 중 이산화탄소 농도를 안정화시킬 수 있는 방법은 화력발전소와 같은 대

량 발생원으로부터 이산화탄소를 효과적으로 분리하고, 저장소로 수송하여, 대기로부터 격리시키는 기술뿐이며, 선진국들은 기후변화협약의 의무부담을 달성하기 위해 이산화탄소 포집 및 저장기술(CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage) 개발에 박차를 가하고 있다.

이산화탄소 회수 기술

CCS 기술 중 이산화탄소 회수 기술은 전체 비용의 70~80%를 차지하는 핵심 기술로서 크게 '연

소 후 회수기술(post-combustion technology)', '연소 전 회수기술(pre-combustion technology)' 및 '산소 연소 기술(oxy-fuel combustion technology)' 등으로 구분된다. 연소 후 배기가스에 포함된 이산화탄소를 회수하는 기술인 연소 후 회수 기술은 기존 공정에 적용하기 가장 용이한 기술로 흡수제를 이용하여 이산화탄소를 흡·탈착하여 이산화탄소를 분리하는 방법으로 획기적인 흡수제 효능 향상과 공정 개발 등에 초점이 맞추어져 개발되고 있다. 대표적인 연소 후 회수기술 공정으로는 일본의 미쯔비시중공업에서 개발한 200톤/일 규모

의 KEPCO/MHI 공정을 들 수 있으며, 일본은 이 공정을 말레이시아에 수출하여 이산화탄소를 회수 상용공정을 운전 중에 있다. 연소 전 회수기술은 연소를 통해 이산화탄소가 발생되지 않도록 하는 공정기술로서, 부분산화나 천연가스 개질 및 수성가스변위 반응 등이 포함되며 생성된 수소와 이산화탄소를 분리하여 수소를 생산하는 기술이다. 산소 연소 기술은 공기 중의 산소와 질소를 분리하여 산소만을 연소기에 공급, 화석연료를 연소시켜 고농도

의 이산화탄소 배가스를 얻은 후 회수하는 기술로서 아직까지 상용화 전단계로 실증 수준의 연구를 수행하고 있다. 현재 ENCAP 프로젝트로 독일에 30MWth 데모 공정이 운전 중이고, 호주와 일본은 2008년까지 호주 퀸즈랜드에 30MW 규모의 pilot 공정을 설치 중에 있다.

이산화탄소 수송 및 저장 기술

이산화탄소를 회수한 후 저장소까지 수송하는 기술은 1,000km 미만까지는 파이프라인을 이용하는 것이 유리하며, 그 이상일 경우나 장거리 해외 수송의 경우 운반선을 이용하는 것이 경제적이다. 선진국의 수송 기술

은 이미 상용화되었으나 우리나라나 기타 개도국의 경우는 국내 저장소가 없기 때문에 반드시 수송선을 통해 저장소로 이동해야 하며, 따라서 수송부분도 어느 정도까지는 기술개발 및 상용화가 필요한 부분이다.

수송된 이산화탄소는 해양, 지중, 지표 등에 저장될 수 있으나 해양저장은 해양 생태계 문제로 현재 보류 중이며, 지표 저장은 이산화탄소를 고착화시킨 광물의 저장소와 비용이 높은 단점이 있으며, 기술적으로 초기단계이다. 반면 지중 저장은 대대적으로 추진되고 있는 대표적 저장 기술로 내륙 혹은 해저의 깊은 지층에 저장하게 되는데, 저장소 위치에

따라 폐유정/가스정 저장, 폐석탄층 저장, 대수층 저장 등이 있다. 저장 기술은 대규모의 비용과 인력이 소비되는 분야로 대부분 국가 혹은 기업간 공동 개발형태로 이루어지며 대표적인 실증 프로젝트는 노르웨이 Statoil 사의 Snohvit와 Sleipner 해양 지중 저장, BP 사의 In Salah 및 미국과 캐나다 공동의 Weyburn 프로젝트 등을 들 수 있다.

향후 추진 방향 및 전망

최근의 CCS 기술개발 활성화 이면에는 기술개발을 통해 새로운 사업의 가능성이 있기 때문이며, 그 핵심에 탄소세와 CDM 사

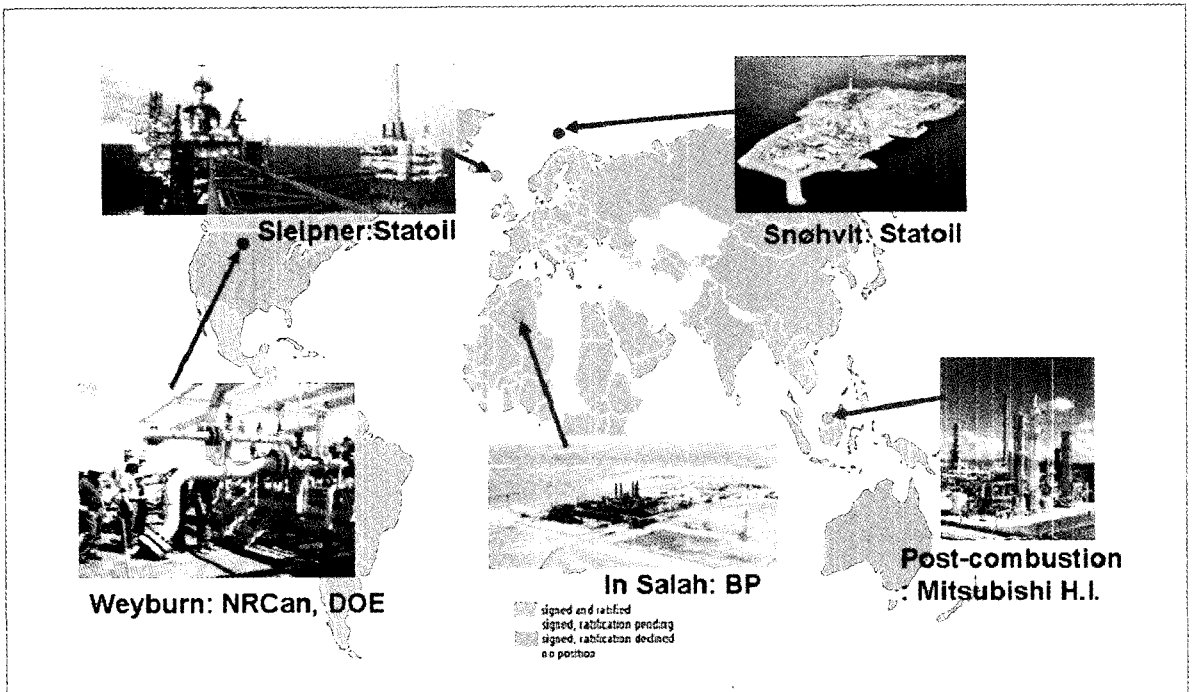


그림 3 대표적 이산화탄소 저장 실증 프로젝트

업이 있다. 이 두 가지 모두 교토 메커니즘의 한 단면으로 이산화탄소를 회수하여 저장하는 기술을 개발하면 탄소세와 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism)를 통해 기술개발 비용을 회수할 수 있다. 특히 2006년 열린 제12차 당사국 총회에서 일본, 캐나다, 중동 산유국들의 CDM 기술로 CCS 기술을 채택하지는 주장을 함에 따라 향후 CCS 기술의 개발 필요성은 한층 더 높아질 전망이다.

이러한 상황에서 주요 선진국들은 국가주도로 기후변화 대응 기술개발에 막대한 연구비를 투자하고 있다. 미국의 경우 기후변화협약에 탈퇴한 입장임에도 연방정부 부처들이 합동으로 참가하는 CCCSTI(Committee on Climate Change Science and Technology Integration) 산하에 CCSP(Climate Change Science Program)와 CCTP(Climate Change Technology Program)를 구성하여 통합 관리하고 있으며 2005년도에 32억 달러의 연방정부 예산을 기

술개발에 투자하였다. 일본은 별도의 기후변화협약 대응 통합프로그램은 없으나 New sunshine과 같은 국가주도의 대형 R&D 프로그램을 통해 기술개발을 추진하고 있으며 2004년 8,000억 엔 규모의 예산을 투입하여 부문별 기술개발 전략을 수립·추진하고 있다. EU의 경우 기후변화 대응 연구개발 추진에 있어 각 국가별 대응보다는 체계화된 프로그램들을 통해 범 EU 공동 대응책을 수립하여 추진하고 있으며 ECCP(European Climate Change Program)에서 기후변화협약 대응 EU의 정책과 대안을, 대표적 프로그램인 FP6('02~'06년)에서는 「지속가능 발전」이란 주제를 통해 기후변화협약 대응 온실가스 저감 연구개발을 21억 유로를 투입하여 수행 중이다.

우리나라의 경우, 교토 의정서 상의 의무감축 대상국은 아니지만 '99년 이후 3년 단위의 「기후변화협약 대응 종합대책」을 수립·추진 중이며, 과학기술부는 제3차 종합대책 중 연구개발 관

련 분야를 범정부차원에서 체계적으로 종합 정리한 「기후변화협약 대응 연구개발 종합대책」을 국무회의에서 확정하고 지구온난화에 대비한 범정부 차원의 R&D를 적극 추진하고 있다. 이에 과학기술부에서는 21세기 프론티어 연구개발사업으로 「이산화탄소저감 및 처리기술개발사업단」을 2002년에 출범시켜 2012년까지 10년간 체계적이고 종합적인 연구를 추진하고 있는 실정이다. 그러나 CCS 기술은 에너지 환경 기반 공공기술로서 연구기간이 길고, 개발 위험부담이 크기 때문에 시장논리로 접근이 불가능한 분야이다. 따라서 장기적 관점에서 국가 주도로 산·학·연의 공동 대처 노력을 집중해야만 앞으로 다가올 우리나라의 의무감축에 대하여 효과적으로 대응할 수 있을 것이다. CCS 기술개발을 위한 R&D 및 상용화를 착실히 준비한다면, 향후 의무감축에 따른 국가적 위기를 극복할 수 있을 뿐 아니라 CCS 시장을 선점할 수 있는 좋은 기회가 될 것이다.

기계 용어해설

기구(Balloon)

풍선과 같이 주머니에 헬륨, 수소, 가열 공기 등 가벼운 기체를 담아 그 정부력을 이용하여 공중에 뜨는 것으로, 추진용 동력을 갖지 않는 항공기의 일종.

기준 래크(Basic Rack)

인벌류트 치형의 평형 기어에서 피치원 직경을 무한대로 하면 피치원은 직선으로 되어, 직선 치형의 래크로 되는 것.