

이산화탄소 규제와 에너지 기술개발

이 글에서는 지난 2월 16일 지구온난화 완화를 위한 국제적 공동노력으로 이산화탄소 등 온실가스 배출량 감축을 주요 내용으로 하는 교토의정서 공식발효에 따라 환경협약이 경제협약 및 기술협약으로 발전함으로써 시급해진 에너지 기술개발의 중요성 및 국내외 기술개발 동향을 소개하고자 한다

↳ 박 상 도 / 한국에너지기술연구원 이산화탄소저감 및 처리기술개발사업단, 단장

e-mail : sdopark@kier.re.kr

교토의정서 공식 발효

“지구온난화를 이대로 방치하면 10년 뒤 지구에 대재앙이 올 수 있다.”

유엔 환경계획과 미국, 영국, 호주의 환경연구소 과학자들로 구성된 ‘국제기후변화태스크포스팀’에 의하여 이 같은 내용의 “기후의 도전에 대한 대응 (Meeting the Climate Change)”이라는 보고서(2005. 1.)가 발표되었다. 보고서에는 지구온난화를 야기하는 온실가스 즉 이산화탄소 배출량이 급증하면서 향후 10년 내 온도 상승폭이 2°C에 이르고 생태계에 치명적 결과가 초래될 것이라고 보고하고 있다.

이러한 심각한 지구온난화를 완화시키기 위한 국제적 공동노력으로 기후변화협약이 채택(1992년), 발효(1994년)되었으며, 이산화탄소 등 온실가스 배출량 감축을 주요 내용으로 하는 교토의정서가 지난 2월 16일 공식 발효되었다. 이 의정서에 따라 유럽연합(EU) 회원국 등 선진 38개국은 제1차 공약기간(2008~2012)이 시작되는 2008년부터 자국 내 온실가스 배출총량을 1990년대 수준 대비 평균 5.2% 감축하는 의무를 이행하여야만 한다. 협약 자체가 무산될 위기에 처하였던 의정서의 공식발효로 선진국의 온실가스 감축 수단이 본격적으로 가동되기 시작하였고, CDM(청정개발체제) 등 온실가스 감축 국제협력 사업, EU의 배출권거래 시장 등이 활성화 되었다. 즉, 지구온난화 완화를 위한 국제적 환경협약은 교토의정서 발효로 이산화탄소 감축비용이 발생하게 되는 경제협약으로 발전하게 된 것이다.

우리나라는 기후변화협약상 개발도상국으로 분류되어 있어 2008년부터 적용되는 온실가스 감축 의무 대상국에는 빠져 있지만, 교토의정서 발효로 온실가스 배출을 둘러싼 환경규제가 국제 무역시장의 새로운 장벽으로 떠올라 우리나라도 온실가스 배출량 감축의 직간접적인 압력에 놓이게 되었다.

대한무역투자진흥공사(KOTRA)에서는 1차 의무 이행 대상국인 일본, EU 등 우리의 주요 수출 대상국들이 온실가스 감축 규제를 본격화하면서 한국의 수출산업이 큰 타격을 받을 것으로 내다보고 있다.

또한 OECD 가입국이며, 이산화탄소 배출 세계 9위로 제2차 공약기간(2013~2017)의 의무부담 감축의 최우선 참여 대상국으로 지목되고 있어 선진국의 요구대로 오는 2013년부터 온실가스 배출량을 '95년에 비해 5% 줄일 경우, 실질 GNP 성장률이 0.78% 포인트 감소할 것으로 우려되고 있다.

한편, 세계 141개국이 비준한 교토의정서에 이산화탄소 최대 배출국인 미국과 2위인 중국, 5위인 인도가 불참하고 있으며 EU 국가인 스페인, 포르투갈의 2002년 가스 배출량이 1990년보다 40.5% 늘어나 교토의정서의 실효성을 기대하기 어려운 상황도 벌어지고 있다. 이러한 상황들이 향후 제2차 공약기간의 의무감축 등에 복잡한 변수로 작용하고 있어 우리나라의 경우, 올 2005년부터 있을 교토체제 이후(2013~2017)의 의무감축 협상 전략 및 참여 방안 등의 대책 마련이 매우 시급한 실정이다.

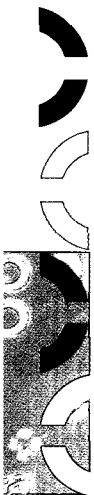


표 1 각국별 온실가스 감축의무(1990년 대비)

국가	미국	유럽연합	러시아	일본	캐나다	호주
증감률(%)	-7	-8	0	-6	-6	+8

지표상의 우리나라

2004년 10월 국제에너지기구(IEA)가 공개한 '세계주요에너지통계' 자료에 따르면, 2002년 한 해 동안 미국을 비롯한 선진국들의 온실가스 배출량이 줄어든 것으로 조사된 반면, 한국이 배출한 이산화탄소 배출량은 모두 4억 5,155만 톤으로 국가별로 세계 아홉 번째를 차지하였고, '90년 대비 92.7%의 배출 증가율을 보였다. 1인당 CO₂ 배출 규모를 볼 때, 선진국보다 비교적 낮고 EU 평균과 비슷하지만, 1인당 GDP를 감안할 경우 한국이 상당히 높다고 할 수 있다. 더구나 장래의 1인당 배출은 선진국과 대비 시 상대적으로 한국이 높아지는 경향을 보이고 있다. 이처럼 우리의 배출 관련 지표는 선진국과 유사하나 배출저감 능력에서는 선진국에 비해 크게 뒤지고 있는 실정이다.

에너지 기술 개발

앞서 언급한 바와 같이 기후변화협약은 지구온난화로 야기되는 이상기후현상을 예방하기 위한 범지구적인 환경협약이었으나, 온실가스 감축을 위한 구체적인 이행방안인 교토의정서가 발효되면서 온실가

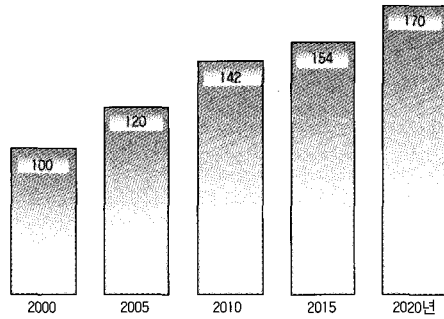


그림 2 한국의 온실가스 배출 전망(2000년 100으로 기준)

스의 주배출원인 화석연료의 사용이 제한되고, 이로 인한 경제활동이 위축되는 경제협약이라 할 수 있다. 미국은 지난 제8차 당사국총회(2002, 인도 뉴델리)에서 기술협약, 기술의정서로써 장기적 대응을 언급한 바 있어 기술개발의 중요성을 강조하였다. 결국, 교토의정서 발효여부와 상관없이 온실가스 배출을 줄이거나 처리하는 첨단기술(BAT : Best Available Technology)을 많이 보유하고 있는 국가나 기업이 세계경제에서 우위를 차지하게 될 것으로 예상되어 선진각국에서는 아래와 같이 국가주도로 장기적인 연구개발을 추진하고 있으며, 혁신적인 기술개발에 주력하고 있다.

이산화탄소 저감 및 처리 기술

제3차 당사국총회(1997, 일본)에서 규정한 6대 온실가스 중 규제 가능한 가스(controllable gas)로써 전체 온실가스 배출량의 약 88%를 차지하고 있는 이산화탄소는 지구온난화 방지를 위한 주요 처리 대상이 되고 있다.

이산화탄소 배출을 저감시키기 위하여 표 2와 같이 이산화탄소 저감 및 처리 기술이 이용되고 있다.

본 기술은 이산화탄소 무배출 및 화석에너지를 사용할 때 발생하는 이산화탄소를 줄이는 이산화탄소 저감기술과 발생한 이산화탄소를 처리하는 이산화탄소 처리기술로 구분되며, 구체적으로 에너지이용 효율향상, 신재생에너지 및 이산화탄소 처리 기술로 분류된다.

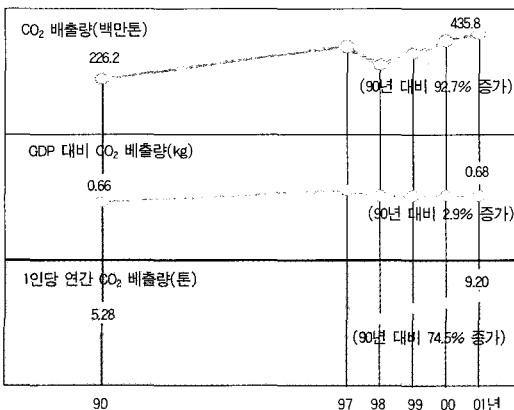


그림 1 한국의 온실가스 배출 현황

표 2 CO₂ 저감 및 처리기술 분류

기술분류	광원기술	세류기술
CO ₂ 저감기술	에너지 이용효율향상 기술	산업 에너지기술 건물 에너지기술 수송 에너지기술 전기 에너지기술 청정연료 이용기술
	신재생 에너지 기술	자연에너지 이용기술(태양, 풍력, 소수력, 해양, 지열, 바이오) 신에너지 이용기술(연료전지, 수소 에너지 등)
CO ₂ 처리기술	이산화탄소 처리기술	회수 기술 저장/고정화/재활용 기술

국외 기술개발 동향

1) 미국

기후변화에 대한 과학적 불확실성, 개도국의 불참 및 자국경제에 미치는 파급효과 등을 감안하여 교토 의정서 비준을 거부한 미국은 2012년까지 온실가스 집약도 방식으로 18% 감축목표를 별도 발표하고(2003년), 기술개발이 핵심임을 감안하여 중장기 연구개발계획을 수립, 추진하는 등의 많은 노력을 기울이고 있다.

2002년 기후변화 과학 기술 통합 위원회(CCCSTI)라는 범부처적인 기후변화 연구시스템을 공동하여 CCTP(Climate Change Technology Program), CCSP(Climate Change Science Program)으로 이원화된 연구개발을 추진 중에 있다. 특히, CCTP는 이산화탄소의 분리 및 회수(separation & capture), 저장(sequestration) 등을 주로 연구한다.

또한 기후변화대응기술의 개발 및 보급을 목표로 에너지 효율이 높은 주택, 건물과 옥상형 태양에너지 시스템, 전기 및 연료전지 시스템, 전기하이브리드 자동차, 바이오매스, 재생에너지 발전에 대한 세계 지원 등의 내용으로 CCTI(Climate Change Technology Initiative)를 추진하고 있으며, CCRI(Climate Change Research Initiative)를 통해 기후모델링 구축하여 지구환경시스템의 자연적이고 인위적인 변화 추이를 관찰, 예측 및 평가하기도 한다. 2000년부터 착수된 Vision 21은 2015년까지 상용플랜트 설계를 목표로 화석연료의 효율적 이용을 목표로 연료전지, 산소제조, 고

온연소, 이산화탄소 회수처리를 포함한 청정발전기술 개발에 주력하고 있다.

무엇보다도, IPHE(International Partnership for the Hydrogen Economy, 수소경제를 위한 국제협력기구), CSLF(Carbon Sequestration Leadership Forum) 등을 공동하여 미국중심체제로 유도하고 있다.

2) EU

2012년까지 1990년 배출량에서 8%를 줄여야 하는 유럽연합은 이미 2002년 현재 3%를 감축하였으며, 특히 지난 1월 독자적인 이산화탄소 배출권 거래시장을 출범시켜 감축목표 달성에 노력하고 있다. 더불어 유럽기후변화프로그램(ECCP)을 2000년 공동하여 기후변화에 대응하고 있으며, Energy Framework Programme를 통해 CARNOT(청정에너지 이용기술개발), ALTENER(재생에너지 이용 2012년 12% 향상), SAVE(에너지 이용효율 향상기술개발)를 추진하고 있다. 또한 Non-Nuclear Energy Research Programme으로 AZEP, SACS 추진하여 이산화탄소 분리 및 저장기술을 개발하고 있다.

3) 일본

1990년 온실가스 배출량을 기준으로 6%를 감축해야 하는 일본은 배출량이 당시보다 오히려 8% 늘어났기 때문에 목표연도인 2012년까지 14%를 줄여야 한다. 이를 위해 화석연료 사용을 줄이기 위한 대체에너지 개발에서 온실가스 배출권 거래제 도입에 이르기까지 다양한 방안을 마련하고 있다.

2002년 온실가스 감축목표 달성을 위한 지구온난화방지대책법을 개정하고, 2010년까지 1990년 대비 이산화탄소 15% 감축을 위한 기술개발(New Sunshine)을 착수하였으며, RITE와 NEDO 프로그램을 통해 온실가스 감축을 위한 중장기 기술개발에 집중하고 있다.

국내 기술 개발 동향

제10차 당사국총회(2004, 아르헨티나)에서 논의된 제2차 공약기간 의무부담에 관련하여 미국은

지속 가능한 성장이 보장되는 신축적인 기준이 설정되어야 하며, 수소경제체제 구축, 이산화탄소 회수 처리 기술개발 등 과학적인 이행방안 마련을 주장하여 기술개발의 중요성은 더욱 강조되고 있다.

한국의 온실가스 배출 현황은 국제적인 온실가스 감축 노력에 한국이 기여해야 함을 시사하고 있다. 이러한 국내외적인 압력에 대응하기 위해서는 외교적인 노력과 함께 제도 개선, 기술개발 등의 총체적인 노력이 필요하다. 특히, 에너지 다소비 산업구조를 가지고 있는 우리나라의 경우, 에너지기술개발은 이산화탄소 감축목표를 효과적으로 달성할 수 있는 가장 현실적이고 핵심적인 대안이 될 수 있어 중장기 국가프로그램을 통한 에너지 절약 및 효율향상기술 개발, 청정 및 신재생에너지 개발이 시급하다. 이러한 가운데 추진되고 있는 국내 대표적 기술개발 프로그램으로는 다음과 같다.

에너지절약, 대체에너지 및 청정에너지 기술개발을 통하여 최종 2012년에 에너지절약 10%를 목표로 2003년도부터 산업자원부의 에너지기술개발 10개년 계획(2003~2012)으로 추진되고 있다. 또한 환경부는 G-7사업(1992~1998)으로 이산화탄소 분리 및 전환 기술개발을 수행하였으며, 차세대핵심환경기술개발사업(2001~2010)으로 지구온난화현상에 대한 대응기술을 개발하고 있다. 또한 중장기적 입장에서 기후변화협약에 적극적으로 대응하기 위해 과학기술부에서는 21세기 프론티어 연구개발사업으로 '이산화탄소 저감 및 처리 기술개발 사업(단장 : 한국에너지기술연구원 박상도 박사)'을 선정하여 2002년부터 10년 장기 기술개발을 추진하고 있다. 이산화탄소 사업단에서는 이산화탄소 저감 잠재력이 매우 높은 혁신적인 기술 분야를 발굴하여 집중적이고 장기적으로 추진되고 있다.

이산화탄소 사업단

기후변화협약 대응 기술개발 사업단인 '이산화탄소 저감 및 처리 기술개발 사업단'은 앞서 설명한 세 가지 기술군(에너지이용효율향상기술, 신재생에너지기술, 이산화탄소처리기술) 중 신재생에너지 기술을 제외한 두 개의 기술의 혁신적 기술개발을 추진하고 있다. 반응분리 공정, 미활용에너지 이용, 고온순산화 연소 및 이산화탄소 회수처리의 네 개 기술 분야에 대한 CO₂ 저감 및 처리 핵심원천기술 개발을 통한 기후변화협약 대응기술을 확보하고, 철강, 석유화학, 시멘트, 발전 등에 집중 적용하여 의무감축시 경제적 부담을 최소화하며 2012년 국내 총 이산화탄소 배출량의 5%인 900만 톤톤 저감을 목표로 하고 있다.

맺 음 말

교토의정서의 발효로 환경협약이 경제협약으로 발전하면서 제1차 의무저감 대상국에서 제외된 우리나라도 경제적으로 미칠 영향에 민감하게 반응하고 있는 가운데, 2005년 제2차 공약기간 의무부담 참여방안 등의 협상이 시작되고 있다. 이에 국내 경제 파급효과를 최소화하는 신축적 의무부담 방식을 도출하고, 우리 경제가 수용할 수 있는 의무부담 강도 산정 및 멕시코 등 유사한 상황의 국가들과 국제공조를 강화하는 등의 대응전략이 필요할 때이며, 이와 더불어 연구개발 등 감축 참여 기반을 구축하는 노력은 선택이 아니라 필수가 되고 있다. 교토의정서를 거부한 미국을 비롯한 선진 각국에서도 에너지 기술개발이 핵심임을 감안하여 지속 가능한 발전을 꾀하고 있다. 이처럼 에너지 기술개발은 기후변화협약에 능동적으로 대응할 수 있을 뿐만 아니라 국가경쟁력 향상과 에너지, 환경 그리고 경제발전의 조화가 이루어진 지속 가능한 발전에 크게 기여할 것이다.