

기후변화협약과 에너지기술

신희성(한국에너지기술연구소)

1. 기후변화협약의 개요

가. 지구온난화와 기후변화협약

적정한 양의 온실가스(Greenhouse Gas, GHGs)는 지구의 에너지불균형을 초래하지 않으나, 문제는 인간의 인위적인 활동에 의해 급격히 증가한 GHGs가 지표면에서 반사되는 태양열의 일부를 적외선 형태로 흡수함에 따라 지표의 온도를 상승시키는 온실효과를 초래하는 것이다.

주요 GHGs의 지구온난화기여도(1980~1990년)는 이산화탄소 55%, CFCs 24%, 메탄 15%, 아산화질소 6%로 나타났다. 이를 통해 이산화탄소가 지구온난화의 가장 주요한 원인임을 알 수 있으며, 다음인 CFCs는 이미 몬트리올의정서에 의해 실제적인 규제가 이루어지고 있다.

이러한 GHGs에 의한 지구온난화 현상과 그 영향에 대해 처음 문제가 제기된 것은 1896년 스웨덴의 화학자 Sante Arrhenius에 의해서였다.

이후 1979년 제1차 세계기후회의(World Climate Conference)가 개최되었으며, 1980년대 후반에서 1990년대 초반 사이에 기후변화에 관한 본격적인 많은 논의가 있었다. 1988년 WMO와 UNEP는 기후시스템과 기후변화 자체 및 기후변화의 환경적·경제적·과학적 영향과 가능한 대응전략들에 관한 현황을 평가하기 위해 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)을 설립하였다.

1990년 IPCC는 스웨덴의 Sundsvall회의에서 지구 기후변화에 관한 첫번째 평가보고서를 발표했다. 이 보고서는 기후변화에 관한 과학적 증거를

확립하였으며, 기후변화협약을 위한 협상의 기틀을 마련했다.

1990년 제2차 세계기후회의에서는 기후변화에 관한 조약의 필요성을 제안했다.

1992년 6월 브라질의 리오데자네이루에서 UN환경개발회의(UNCED, 일명 지구정상회담(Earth Summit))가 개최되었고, UN 기후변화협약(Framework Convention on Climate Change, FCCC)은 유럽연합을 포함한 154개국으로부터 승인되었다. FCCC는 GHGs 배출감축에 관한 구속적인 목표를 포함하지는 않았지만, 선진국들이 GHGs 배출에 관한 국가보고서를 제출할 것과, 개발도상국들도 비슷한 보고서를 작성할 수 있도록 경제적·기술적 도움을 줄 것을 요구하고 있다. FCCC는 50번째 비준서를 받은지 90일 후인 1994년 3월 21일부터 효력을 발휘하였으며, 1997년 12월 현재 170여개 국가가 가입하고 있다.

나. 협약의 목적 및 주요내용

FCCC는 기후변화를 직접적으로 다룬 최초의 구속력 있는 국제협약으로써 협약을 비준한 국가에서는 국내법과 같은 법적 효력을 갖게 된다.

FCCC의 기본원칙에 근거한 의무사항을 정도에 따라 구분을 하면, OECD 회원국(FCCC의 Annex II 그룹)과, 시장경제로 전환되어가고 있는 나라들(OECD 국가와 동유럽 국가들(Annex I 그룹)로, 그리고 개발도상국으로 나뉜다. FCCC에 따르면 OECD 국가들에는 가장 강력한 조치가 필요하며, 시장 경제로 전환중인 나라는 어느정도 융통성



있는 조치가 가능하다.

FCCC에서는 개발도상국에 의한 의무사항의 동의는 선진국으로부터의 경제적·기술적 지원에 달려있으며, 아주 낙후되어 있는 나라와 기후학상으로 특히 기후변화에 피해를 입기 쉬운 나라의 요구는 특별히 고려되어야 한다는 것을 인식하고 있다.

따라서 국가 상황별로 의무사항에는 차이가 있으며, 선진국들은 개발도상국과 함께 적용되는 일반 의무사항외에 부가적인 의무사항을 부여받도록 되어있다.

다. 협약의 이행을 위한 후속조치현황

1995년 3월 28일~4월 7일 독일 베를린에서 개최된 제1차 당사국총회(COP1)에서는 선진국에 대한 FCCC의 의무사항이 불충분하다는데 동의하였으며, '공동이행활동'(Activities Implemented Jointly, AIJ)에 대한 시험단계가 시작되었다. 새로운 공동이행이라는 개념에 대해, COP1에서는 어떤 나라든 시험단계에 참여할 수 있다는 데 동의했다.

1996년 6월 9일~19일에 스위스 제네바에서 COP2가 열렸으며, FCCC를 어떻게 강화할 것인지에 대한 논의를 가속화할 필요성이 있음을 강조했다.

COP3는 1997년 12월 1일~11일까지 일본 교토에서 개최되었으며, 그 결과로써 교토의정서(Kyoto Protocol)를 채택하였다.

교토의정서의 채택은 우선 선진국을 중심으로 배출량 감축에 대하여 국제적으로 구속력이 있는 최초의 법적 규범을 확보했다는 큰 의미가 있으며, 이를 시발점으로 하여 GHGs 감축의무는 중장기적으로 전세계 모든 분야에 상당한 변화를 가져올 것으로 예상된다. 교토의정서는 법적 구속력을 갖는 국제적 합의서로 총 27조와 부속서로 구

성되었다.

의정서에 포함된 배출 감축목표를 살펴보면, 선진국은 전체적으로 2008년부터 2012년까지 목표기간에 6가지 GHGs(CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) 중 CO₂, CH₄, N₂O 3종의 GHGs 배출을 1990년에 비하여 최저 5% 감축하고, 다른 3종의 GHGs는 1995년 수준으로 감축 동결할 것으로 요구하고 있다. 당사국들은 또한 공동으로 정해진 감축목표를 초과해 배출하지 않도록 되어 있다.

2. 우리나라 이산화탄소 배출과 기후변화협약의 영향

가. 우리나라의 이산화탄소 배출현황과 전망

우리나라가 FCCC의 제출의무에 따라 1998년 2월 제출한 국가보고서에 따르면, 우리나라의 GHGs별 지구온난화 기여도는 이산화탄소가 87.7%, 메탄(CH₄)이 10.9%, 이산화질소(N₂O)가 1.4%를 차지하는 것으로 나타났다(100년 적산 기준).

1995년 기준 우리나라의 이산화탄소 배출량은 101.1백만TC였으며, 1996년부터 2010년까지 연평균 5.2%의 배출 증가율을 보여 2000년 148.5백만TC, 2005년 187.4백만TC, 2010년 217.0백만TC로 증가할 것으로 전망하고 있다. 이는 전세계 국가 중 1995년 기준으로 12위에 해당하는 배출량이며, 2000년 9위, 2010년에는 6위의 배출국이 될 것으로 전망되고 있다.

한편 이산화탄소 배출과 가장 큰 관련을 갖고 있는 에너지수요는 1차 에너지기준으로 1995년 150.4백만TOE에서 2010년 328.1백만TOE로 연평균 5.3%의 증가를 보일 것으로 전망하였다.

다만, 이러한 우리나라의 에너지수요 및 이산화탄소 배출전망은 IMF 이전의 경제상황과 전망치

를 반영한 것으로서 현실과는 상당한 차이를 보일 것으로 예상되며, 따라서 재분석과 전망이 필요할 것이다.

나. 기후변화협약이 우리나라에 미치는 영향

세 차례의 당사국총회 결과로 볼 때 향후 FCCC의 협상에서 최대 이슈는 개발도상국의 GHGs 배출감축프로그램 참여 문제가 될 전망이다. 1998년 4월 파리에서 개최된 OECD 환경각료 회의에서 미국과 EU는 채택되지는 않았으나, 우리나라와 멕시코에 대해 '수량적 감축 목표안'의 제출을 요구한 바 있으며, 이러한 압력은 다양하고 지속적으로 이루어질 것이 분명하다.

한편 FCCC의 선진국 리스트를 재평가 규정에 따라 개정시한인 올해 개최될 아르헨티나 COP4에서는 선진국 리스트가 개정될 것이며, 이미 OECD회원국인 우리나라와 멕시코는 선진국으로 포함되어 배출목표를 부여받을 가능성이 있다.

이러한 감축의무는 특히 철강, 석유화학과 같은 에너지다소비 업종의 비중이 큰 산업구조를 갖고 있는 우리나라에 IMF와 더불어 우루과이라운드와는 비교도 되지 않을 정도의 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

이산화탄소 배출감축이 우리나라 경제에 미치는 영향을 경제전문기관(LG경제연구원)의 분석 결과를 토대로 살펴보면, 우선 우리나라가 감축의무 대상에 포함되지 않을 경우(BAU) 2010년의 GDP는 612조원(1990년 불변가격)에 달할 것으로 전망하였다. 여기에 2010년부터 1990년 수준으로 배출을 동결하는 감축안을 적용할 경우 2010년의 우리나라 GDP는 116조원으로 2010년 BAU 전망치의 19%, 1996년 GDP는 279조원의 42%에 불과할 것으로 예상하였다. 이는 우리나라 경제가 80년대 중반 수준으로 후퇴하는 것을 의미한다.

기후변화협약 대응수단에 대한 검토

우리나라는 FCCC에 대비하여 GHGs 배출 및 흡수통계를 작성하고, 에너지, 임업, 농축산, 폐기물, 교통부문 등 전 부문에서 배출 저감정책을 수립하여 시행하고 있으며, 여기에는 환경기준, 배출허용기준과 같은 구체수단과 환경부담금과 음료용기의 예치금제도 등의 경제적 기술개발 정책 등이 포함되어 있다.

또한 정부는 날로 거세지고 있는 감축 압력에 대응하기 위해 1998년 4월 국무총리를 위원장으로 하고 재정경제부, 외교통상부, 산업자원부, 환경부 등 정비기관과 민간전문가들이 참여하는 대규모 '기후변화협약 범정부 대책기구'를 발족시켰으며, 에너지소비절약 및 효율증진, 태양열 등 청정에너지의 개발보급 확대, GHGs 배출 저감기술 개발 등의 종합대책을 검토하고 있다.

아울러 최근 우리나라는 교토 COP3에서 38개 선진국들이 약속한 2008년보다 10년 늦은 2018년부터 이산화탄소 배출량 감축 의무를 받아들이는 것을 국제사회에 통보한 것으로 알려져 있으며, 이는 이산화탄소 배출감소를 위한 보다 구체적인 고 적극적인 대응노력이 필요함을 의미한다.

가. 정책수단

(1) 공동이행

공동이행은 FCCC의 참가국 둘 이상간의 협동형태로 FCCC의 의무사항을 충족시키기 위해 GHGs의 배출을 줄이거나 흡수하기 위한 프로젝트로, 공동으로 협력하고 공정하게 그로 인한 이득을 공유하는 수단이다. 즉 선진국 등은 배출 감축 가능성이 많은 개발도상국 등에 효율을 높이는 기술과 장비 도입에 필요한 자본 등을 투자하고, 그로 인해 개발도상국 등에서 기존시설과 설비를 사용했을 때에 비해 줄어드는 GHGs 배출량



만큼의 추가적인 배출 허용량을 투자국이 갖게 되는 이행수단이다.

(2) 배출권 거래제

배출거래제는 일단 배출감축 비용이 적게 드는 나라(대부분 개발도상국 등)에서 기존에 비해 연료효율이 높고 오염원 배출이 적은 신기술을 응용해 일단 GHGs 배출량을 줄여놓고, 그 줄어든 만큼을 그에 대한 투자비용보다 높은 가격에 다른 배출 감축비용이 높은 나라에 파는 것이다. 그러므로 미리 자신들의 돈으로 투자를 하고, 그 대가를 나중에 받아 경제적인 이득을 취하고자 하는 것이다.

배출권 거래는 국가 또는 기업이 배출감축에 들어가는 비용을 줄이고, 효과적인 배출감축을 실현시킬 수 있는 보완적 수단의 하나가 될 수 있다.

(3) 탄소세

탄소세는 화석연료의 가격을 높이므로 해서 탄소가 함유된 연료의 생산자나 공급자로 하여금 더욱 효율적이고, 배출이 적은 연료소비방법을 찾도록 하기 위한 수단이나, 탄소세를 부과하기 위해서는 제조업계와 다른 유통산업 등에 상당한 조정이 필요하다. 다국간 경쟁체제에서 특정 국가에서만 탄소세가 부과된다면 그만큼의 상품 및 서비스의 가격 상승으로 결과적으로 해당 국가의 산업은 경쟁력에 있어 상당히 불리한 입장에 서게 된다. 그러므로 탄소세를 도입한 나라의 산업 경쟁력이 손상되지 않고 목적인 만큼의 환경효과를 얻을 수 있는 세제도가 마련되어야 한다. 또한 거두어진 모든 세금은 산업계로 다시 돌아가 산업계가 환경친화적으로 발전될 수 있도록 연구 및 기술개발에 투자되어야 한다.

(4) 각 수단별 비교

■ 공동이행과 배출권 거래제

공동이행은 투자국이 GHGs 배출을 줄일 수 있는 기술과 그에 필요한 자본 등을 투자해서 투자대상국의 GHGs 배출을 줄이고, 그 줄어든 만큼을 투자국의 배출 허용 증가량으로 간주받는 수단이다. 따라서 배출 허용 증가량을 얻기 위해 투자대상국에 자금을 공급하므로 허용 증가량에 대한 대가로 볼 수 있고, 이런 점에 있어 배출 거래제와 비슷하다. 단 투자대상국의 입장에서는 자신들의 배출제한과 별개로 일단, 선진국들로부터 고급 기술과 자금을 공급받아 산업계의 연료효율을 높이고, GHGs 및 기타 오염원 배출을 줄일 수 있음으로써 이득을 볼 수 있다.

배출 거래제는 국내외적으로 시행됨으로, 그를 위한 체제의 정비와 거래교섭 등 행정비용이 막대할 것으로 예상된다. 그에 반해 공동이행은 국가 대 국가, 산업계간의 개별적으로 추진하는 형식이므로 그 행정비용은 배출거래제에 비해 적을 것이며, 또한 선진국의 고급기술과 자본들이 후진국으로 이전되는 부가효과를 볼 수 있다.

■ 탄소세와 배출거래제

국제적인 배출거래제도가 반드시 탄소세의 도입을 배제하는 것은 아니지만 이 두 정책수단은 GHGs를 감축하는 데 있어 보통 경쟁적인 수단으로 간주된다.

탄소세는 탄소가 함유된 에너지를 사용하는 모든 분야와 사람들에게 적용될 수 있지만, 배출 거래제는 기업이나 국가간에만 적용이 가능하다.

탄소세는 가솔린, 가정 난방용기름, 비행연료 등 모든 탄소를 함유하고 있는 연료의 소비에 적용될 수 있으나 배출거래제는 총 배출량의 30~50%를 차지하는 수송분야나 서비스분야까지 적용되기는 어렵다.

배출거래제는 거래 파트너를 찾기 위해 브로커나 교환기구 등에 지불하는 비용 및 협상비용과 승인과정에서 발생하는 비용, 그리고 계약 비용

등의 상당한 처리비용이 발생한다.

(5) 국가별 선호경향

미국은 배출거래제를 강력히 지지하고, 교토의 정서에 거래제를 포함하려 상당히 노력했다. 그 이유는 다른 선진국과 달리 미국은 에너지 효율이 낮아 인구당 이산화탄소배출 수준이 높고, 탄소세에 있어 미국은 다른 화석연료 의존도가 낮은 나라에 비해 불리한 입장에 서게 되기 때문이다.

EU는 상대적으로 에너지 효율이 높아 미국에 비해 탄소세에 대한 부담이 적기 때문에 전통적으로 에너지세나 탄소세 등을 국가간에 도입하는 강한 공동의 정책이나 수단을 지지해왔다.

러시아 연방과 우크라이나 배출거래제를 지지하고, 이를 통해 재정적인 이득을 얻으려 하고 있다. 이들의 배출감축목표는 1990년 수준 대비 2008~2012년까지 0%이다. 그러나 구 소련의 경제 붕괴와 비효율적인 발전소 폐쇄로 이미 1990년 수준에 비해 30% 미달해 있는 상태이다. 만약 배출목표에 근거해 거래 허가량을 할당받는다면, 즉각적으로 시장을 장악해 많은 재정적 이득을 얻을 것이다.

중국을 비롯한 개발도상국들은 배출거래제에 극히 민감하게 대응하고 있다. 이 제도를 일본과 미국 등의 그들의 국가적 책임을 회피하고자 하려는 대안으로 인식하고 있으며, 배출허가량과 감독기구의 공정성을 확보할 수 있는 지침과 규칙 마련에 큰 관심을 보이고 있다. 개발도상국들은 선진국에서만 시행된다는 전제하에 탄소세에 대해 긍정적이다.

나. 기술개발

정책수단들은 주로 각 국가 또는 국가그룹들의 주어진 감축 의무이행을 위한 것들로서 개별국가

의 비용효과적인 전략의 성격이 강하며, 특히 대부분 정책수단들의 이면에는 선진국들이 자국이 보유하고 있는 환경기술의 우위를 이용하여 기술 수출증대 등 국가경쟁력을 높이고자 하는 의도가 포함되어 있기 때문에 기술의 역할은 더욱 중요해질 전망이다.

미국의 경우 교토의정서상의 감축의무-7% 달성을 위해 기후변화 행동계획(Cliamte Change Action Plan)을 수립하여 추진하고 있으며, 기존 기술은 물론 상업적인 측면에서 활용가능한 모든 기술을 적극 활용하여 GHGs 배출 저감을 이룬다는 정책기조를 갖고 있다. 발전부문에서는 태양광, 태양열, 풍력 등 신재생에너지기술, 가압유동층과 석탄가스화 복합발전기술에 대한 연구에 주력하고 있으며, 산업부문에서는 고성능 터빈시스템, 첨단소재 개발 및 열전달 연구 등 미래 혁신기술개발 계획을 갖고 있다.

일본은 에너지수입 비중이 큰 국가로 상당한 에너지를 원자력에 의존하고 있으나 최근 원자력 분야의 심각한 사고 등으로 이를 확대하는데 큰 제약을 받고 있다. 따라서 에너지의 효율적 이용과 이산화탄소 저배출 에너지 공급구조를 확립하기 위해 태양에너지, 신재생에너지, 연료전지 등에 대한 신기술개발을 지원하고, 발전소의 열효율개선 석탄액화 및 가스화기술, 석탄액화/가스공정과 수소이용시스템을 통합한 석탄전환 콤플렉스 구축, LNG, 수력 등의 에너지원 개발에 주력하고 있다. 또한 승용차에 개발을 지원하고 있다.

EU는 공동체차원에서 배출감축 목표를 달성하기 위하여 3가지 장기전략을 추진하고 있으며, 이 중 하나인 비재정적 대책은 EU가 공동체 차원에서 수행중인 사업으로 주로 에너지절약 제고, 에너지효율성 증진 및 에너지기술 발전에 초점을 두고 있다.



4. 에너지기술의 역할과 비람직한 기술개발 방향

다양한 정책수단과 기술을 갖고 있는 선진국과 풍부한 신재생에너지 및 저배출 에너지원 잠재량을 확보하고 있는 국가들은 FCCC 대응을 위해 보다 다양하고 폭 넓은 대응방안을 갖고 있으며, 이를 오히려 자국의 경쟁력 강화의 기회로 이용하려 하고 있다.

우리나라의 경우 지구온난화에 대한 이산화탄소 기여도가 88%이고, 이산화탄소의 96%가 화석에너지의 소비에 의해 배출되고 있으며, 이는 우리나라가 대규모 에너지수요를 필요로 하며, 대부분의 에너지를 수입에 의존하는 에너지자원 빈국이라는 점이 FCCC 대응을 위한 적절한 대안선택을 어렵게 하고 있다.

이러한 점들을 고려할 때 우리는 우선 가능한 범위내에서 저배출 연료로의 대체, 에너지이용효율 향상, 대체에너지이용 확대, 그리고 기준이나 조세제도 등의 정책수단을 대안으로 선택할 수 있을 것이다. 장기적으로는 기술개발과 저배출 산업구조로의 전환이 필요할 것으로 판단된다.

FCCC 대응을 위해 우리나라가 가지고 있는 기본방안으로는 발전부문에서는 단기적인 저감 잠재력이 크지 않으므로 효율개선 및 대체에너지기술 개발을 중장기적으로 추진하며, 산업부문의 경우 에너지다소비 업종인 철강, 석유화학, 비금속광물 부문을 중심으로 에너지절약 및 이용효율 향상 기술개발을 중점적으로 추진하는 전략을 갖고 있다.

수송부문에서는 린변엔진, 차체경량화, 전기자동차 등의 개발을 통해 절감 잠재력을 키우고, 가정·상업부문에서는 태양열온수기와 고효율 조명기기의 개발 및 사용확대를 통해 대응한다는 방안을 추진하고 있다.

이상의 대응방안을 살펴볼 때 전체적으로 에너

지기술개발과 강하게 연관되어 있음을 알 수 있다.

정부는 에너지절약, 대체에너지, 청정에너지기술을 통합한 '에너지기술개발 10개년계획(1997~2006)'을 수립, 총 2조472억원의 예산을 투입하여 목표년도인 2006년 기준으로 최종에너지 예상수요량의 10%를 절감하고, 총에너지의 2%를 대체에너지로 공급하며, 석유 등 화석연료의 청정이용기술 확보를 목표로 하고 있다. 그리고 이산화탄소 처리 및 기후변화 예측을 위한 기술개발을 G-7 환경공학기술 연구개발 사업으로 1992년부터 추진해오고 있다.

이와같은 기술개발 노력의 성공을 통한 우수한 에너지환경기술의 확보는 특히 우리나라와 같은 개발도상국의 입장에서 지속적인 성장을 위한 저배출 산업구조를 구축하는데 크게 기여할 것이며, 배출권거래제와 공동이행 수단 등의 실시에도 우리나라의 산업경쟁력을 확보해 줄 것이다.

또한 이러한 정부의 기술개발 노력은 민간기업의 협조와 참여가 반드시 뒷받침되어야 한다.

한편, 기술개발에는 막대한 인적자원과 비용이 투자되므로, 선진국에 비해 재원이 풍부하지 않은 우리나라의 경우 계획의 수립에 있어 보다 심도 있는 고려가 필요하다. FCCC에 대비한 기술개발 계획은 감축시기와 목표에 따른 절감목표량을 비용효과적으로 충족시킬 수 있는 종합적인 대안을 검토하여야 할 것이다.

끝으로, 이러한 통합 기술개발계획의 수리비 및 실행에 신뢰성과 전문성을 제고하기 위해서는 전문기술개발기관의 참여와 역할이 보다 확대되어야 할 필요가 있다. 향후의 환경과 결합된 에너지 문제는 실제적인 기술대안에 의한 해결이 중심이 될 전망이며, 기술에 대한 전문적인 정확한 분석 및 능력은 계획의 시행착오와 추진의 효율성을 크게 증진시킬 수 있을 것이다.