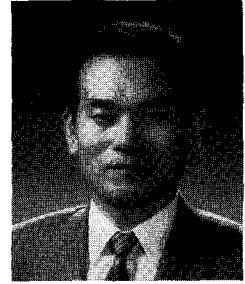


# 지구온난화문제에 대한 국제적 동향과 대응방향



조 순 행  
한국에너지기술연구소

## 1. 머리말

산업혁명 이후 산업 발전이 계속되면서 석탄, 석유 등의 화석연료의 사용량이 계속 증가하고 있으며 특히 개발도상국에 있는 나라들은 경제발전을 뒷받침하기 위한 에너지소비량이 증가하고 있는 추세이다. 우리나라는 60년대 이후 급속적인 경제성장을 거듭하면서 에너지소비가 급격히 증가하고 있으며, 이중에 85% 정도가 화석연료를 1차에너지원으로 하고 있다. (<표 1> 참조)

이러한 화석연료소비의 급격한 증가에 따라 지구의 대기는 날로 오염되어 세계 각지에서 점차 그 피해 현상이 늘어나고 있으며 오염원의 배출 규제가 엄격해지고 있다. 이러한 지역적인 대기오염은 주로 유황산화물, 질소산화물, 휘발성유기화합물, 분진 등으로 국지적인 피해를 주고 있으나 80년대 말부터 오존층 파괴, 지구온난화 등 지구 전체에 영향을 미치는

문제들이 심각하게 대두되고 있다.

중요한 지구환경문제로는 이산화탄소, 메탄 등이 대기중에 방출되어 농도가 증가함으로써 지표로부터 방출되는 적외선을 흡수함으로써 야기되는 지구평균온도의 상승과 이에따라 발생할 수 있는 갖가지 자연재해를 일컫는 지구온난화문제, 화석연료의 연소로부터 발생하는 유황산화물, 질소산화물 등이 대기중으로 방출되어 구름속의 수분에 용해된 다음 비가 내릴 때에 지표면에 내려오는 산성의 비때문에 산림의 파괴, 湖沼의 pH(산성이나 알칼리성을 나타내는 지표)저하, 어류폐사 등의 피해를 일으키는 산성비, 프레온의 방출로 인한 오존층의 파괴로 유해 자외선양이 증가하여 피부암의 유발, 자연 생태계에 영향을 주는 오존층파괴, 유럽의 기업이 다이옥신 등의 유해물질을 나이지리아, 기니 등에 투기한다든가 대만의 핵폐

〈표 1〉 우리나라의 에너지원별 소비추이 및 전망

(백만 TOE)

구 분	1980	1990	1992	1996	2000	2010	2020	2030
L N G	-	3.0	4.8	12.2	17.0	31.8	48.3	68.5
석 유	26.8	50.2	70.9	99.9	121.6	164.2	188.4	212.7
석 탄	13.2	24.4	23.6	32.3	41.8	69.5	101.6	136.9
수 력	0.5	1.6	1.2	1.3	2.0	3.5	5.3	7.7
원 자 력	0.9	13.2	14.1	18.5	25.8	56.1	87.1	129.7
기 타	2.5	0.8	0.7	1.2	2.3	3.0	3.6	4.3
총 계	43.9	93.2	116.0	165.2	210.4	328.1	434.3	559.9
화석연료 비중(%)	91.1	83.3	85.6	87.3	85.7	80.9	77.9	74.7

기물을 북한에 버린다든가, 핵폐기물을 바다속에 투기하는 등의 유해폐기물의 越境이동, 해양오염, 화전민에 의한 산림 훼손, 농토나 목초지의 전용, 무계획한 삼림의 벌채 등에 의한 삼림파괴와 열대림의 훼손, 과도한 방목이나 경작, 땀감의 채취 등 인위적 요인에 의한 사막화 현상, 인간 활동에 의한 생식, 생육지의 파괴, 남획에 의하여 멸종되어가는 야생동식물 문제 등 여러가지 문제들이 있다.

그중에서도 지구온난화문제는 전지구적으로 대책을 세우지 않으면 다음 세기에 엄청난 재난을 당할 수 있거나 돌이킬 수 없는 결과를 초래할 수 있는 문제로 지적되고 있다.

지구온난화문제는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 염화불화탄소 등의 온실효과가스가 다량으로 대기중으로 방출되어 태양열의 복사에너지를 흡수함으로써 지구 평균온도를 상승시킴으로써 해면의 상승, 기상 이변, 강수량 변화, 식량공급, 생태계, 경제사회적인 여러가지에 영향을 미칠 것으로 예상하고 있다.

1995년에 작성된 IPCC(Intergovern-

mental Panel on Climate Change : 기후변동에 관한 정부간 패널) 2차보고서에서는 적절한 대응을 하지 않는 경우에 2100년 경에는 지구 평균온도가 약 2℃ 높아져서 해수면은 약 50cm 정도 상승하게 될 것이라고 보고하고 있다.

## 2. 지구온난화에 관련된 국제적 움직임

이산화탄소 증가에 의한 지구의 온난화 현상은 오래 전부터 지적되었지만 1979년의 제1차 세계기후회의에서 지구온난화의 위험성이 지적되었고, 80년대 후반에 들어와서 국제적인 관심을 끌게 되었다. 이러한 문제가 대두되면서 1988년에 세계기상기구와 유엔환경계획의 주관으로 IPCC가 설립되어 1990년에는 IPCC의 제1차보고서가 작성되었고 이를 토대로 1990년 11월 제네바에서 개최된 제2차 세계기후회의에서는 각료급 선언이 채택되어 지

구온난화방지 행동계획과 이산화탄소 배출억제 목표, 그리고 이를 위한 대응책이 제시되었다.

이후 여러 차례의 각료회의 및 IPCC회의를 거쳐서 1992년 6월에는 브라질의 리우에서 유엔환경개발회의가 개최되어 102명의 각국 수뇌가 참석하는 회의에서 환경과 개발에 관한 선언이 채택되었고 “기후변화협약”이 채택되었으며 1994년 3월21일부터 공식 발효되었다.

동 조약은 1996년 12월까지 164개국이 비준을 한 세계적인 조약으로서 조약을 비준한 국가에게는 국내법과 같은 효력을 가진다. 기후변화협약(FCCC : Framework Convention on Climate Change)은 기후에 대하여 인위적인 요소 때문에 위험한 영향을 미치지 않는 수준으로 대기중의 온실효과가스의 농도를 안정화시키는 것을 궁극적인 목적으로 하며, 지구온난화방지를 위하여 장기적인 관점에서 대책을 강구함으로써 대기중의 온실효과가스의 농도를 안정화시키는 것을 목적으로 한다.

조약의 규정에 의하면 1년에 한번씩 당사국회의(Conference of the Parties : COP)를 하도록 되어 있어서 1995년 3월에 베를린에서 제1회 당사국회의가 개최되었고, 1996년 7월에는 제네바에서 제2회 당사국회의가 개최되었으며, 금년에는 12월에 일본의 교토에서 제3회 당사국회의가 개최될 예정이다.

제1차 베를린회의에서는 다음과 같은 내용이 결정되었다. ① 제3차 당사국회의에서는 2000년 이후의 온실효과가스의 배출삭감 행동계획에 관한 의정서를 채택하도록 한다. ② 이를 위하여 실무협상회의(Adhoc Group Berlin Mandate : AGBM)를 설치하여 운영하도록

하며 AGBM의 검토과제는 선진국에 대하여 2000년 이후의 규제목표수량과 정책, 조치에 관한 검토를 하며 발전도상국에 대하여는 배출원과 흡수원의 목록 작성 및 완화책을 작성하고 실천하도록 하는 내용이다.

제2차 제네바회의에서는 1995년 말에 작성된 IPCC 2차보고서를 높이 평가하였으며 이의 과학적인 견해를 존중하기로 하였고, 선진국들이 2000년까지 1990년 수준으로 지구온실가스 배출을 감축하기 위하여 추가적인 노력이 필요함을 지적하였으며, 제3차 당사국회의에서 채택되는 의정서는 법적 구속력이 있는 온실가스배출 억제, 삭감을 충분히 포함시킨다는 내용이 논의되었다.

작년 12월에 제네바에서 개최된 제5회 실무협상회의에서는 제3차 당사국회의(COP3)에서 채택될 의정서에 대한 교섭이 시작되었는데, 주 내용은 2000년 이후의 감축수량목표안, 이 수량목표를 달성하기 위한 정책, 조치, 기타 검토기구의 강화, 러시아, 동구 등 경제시스템 移行國의 취급문제 등이다.

벨기에, 덴마크 등 유럽국들은 2010년까지 1990년 수준의 15% 삭감안을 제시하고 대상가스도 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 프레온 등을 포함시키자는 안을 제시하며, 미국은 구체적인 안은 제시하지 않지만 감축방법에 대하여 복수년누계목표 설정안, 선진국간 배출권 양도 허용, 발전도상국과 공동실시 등을 주장하였다. 여기에 대하여 일본은 1인당 이산화탄소 배출량과 일률삭감안을 선택적으로 적용하는 절충안을 제시하였다.

삭감수치목표는 일률적 방식이 아닌 국가별로 다른 수준을 설정하는 방식을 채택하고

1990년 대비 배출량이 증가하는 국가에 대하여는 낮은 목표치를 설정하는 방향으로 조정이 논의되고 있다고 한다.

오는 10월에 개최될 차기 의정서 협상실무 회의는 2000년 이후 이산화탄소 등 온난화가스의 삭감목표를 정하는 마지막 회의가 될 것이다.

1995년에 작성된 IPCC의 제2차 보고서에서는 과학적인 측면, 경제사회적인 측면 등 세 가지 분야로 나누어 검토보고서를 작성하였는데, 중요한 내용으로는 기후변화 예측에 있어서 1차보고서에서는 2100년에 지구 평균기온이 3℃ 상승하여 65cm 정도의 해수면 상승이 있을 것이라고 예측하였으나, 2차보고서에서는 에어로졸의 효과를 고려하여 지구평균기온이 2℃ 상승하고 이에 의한 해수면 상승은 50cm 정도가 될 것으로 예측하였다. 그리고 앞으로 온실효과가스의 배출량의 변화에 따라 기후에 미치는 영향이 달라지므로 이에 대한 대책이 늦어지면 적응하기 위한 비용이나 손해가 크게 증가될 가능성이 있음을 지적하였다.

이러한 온실효과가스를 안정화시키기 위하여 인위적인 배출량을 매우 낮게 억제할 필요가 있으며, 이를 위한 조치로써 필요한 기술의 확보, 경제적인 대책이 가능하며, 이러한 대책은 가능한 한 많은 국가에서 공동으로 실시하는 것이 더 좋은 효과를 발휘할 수 있다고 보고하였다.

### 3. 지구온난화가스 배출저감기술

앞에서도 잠시 언급하였지만 지구온난화를

유발하는 가스는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 염화불화탄소 등으로 그 중에서도 이산화탄소가 가장 영향을 크게 미치고 다음이 메탄인 것으로 보고되고 있다.(이산화탄소 55% : 메탄 15% : 프레온 17% : 아산화질소 6% : 기타 7% ; IPCC보고서)

우선 가장 크게 영향을 미치는 이산화탄소의 배출을 절감하여 대기중의 이산화탄소 농도를 안정화시키는 것을 고려할 필요가 있다. 이산화탄소의 농도 상승에 의한 온난화를 방지하기 위한 대책으로는 이산화탄소의 발생을 억제하는 방법과 발생한 이산화탄소를 회수하여 고정화시키는 법이 있을 수 있다. 가장 좋은 방법은 이산화탄소의 발생을 원천적으로 줄이기 위한 방법이 될 수 있을 것이다. 이산화탄소의 발생은 경제·산업활동을 영위하기 위한 에너지원으로 탄소를 포함한 화석연료의 사용으로 발생하므로 화석연료의 사용을 줄이기 위한 방법을 모색해야 할 것이다.

이러한 방법으로 우선 화석연료의 사용 효율을 높이는 방법이 있을 수 있다. 우리나라는 70년대의 석유파동 이후 각 분야에서 에너지 절약을 위한 노력을 기울여 옴으로써 많은 효과를 거두었지만 아직도 일본과 같은 선진국과 비교하면 에너지원단위가 상당히 높은 편이다. 따라서 각 분야에서 에너지절약을 할 수 있는 잠재 가능성이 많이 있다고 볼 수 있다.

산업부분에서는 에너지의 단계적 이용, 폐증기의 회수, 폐열 이용, 모터나 전기기기의 고효율화, 폐자재의 재활용, 에너지 및 원재료의 소비가 적은 공정, 열병합발전 등으로 시스템 효율 개선, 철, 강, 알루미늄, 시멘트 등의 원재료의 생산 제조시 이산화탄소 배출 삭감, 생

산공정의 변경, 배출되는 가스중의 용매의 제거 회수 재이용, 공급원재료의 교환, 리사이클링에 의한 재활용률 제고, 매립지, 또는 하수처리장의 메탄가스의 정제 활용, 또는 이동하거나 정지한 발생원으로부터 방출되는 염화탄화수소 냉각제의 누설량 감소기술 등이 있을 수 있다.

수송부문에서는 소형 차량 사용, 토지 이용 패턴, 수송시스템, 라이프스타일의 변경 등으로 에너지 집약도가 낮은 수송 양식으로 바꾸어 수송부문의 에너지소비를 효율화할 수 있을 것이다.

민생부문에서는 건물 구조물을 통한 열손실을 감소시키고 공기조화 및 급수시스템 등 시설 효율을 높여야 한다.

발전부문에서는 가스터빈과 증기터빈을 조합시키는 복합기술, 예를 들면 천연가스 복합발전, 가압유동층보일러 복합발전, 석탄가스화 복합발전 등을 채택하여 기존의 열효율 40%로부터 약 50% 정도로 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 최근에 정부에서도 기술개발을 위하여 집중적으로 투자하고 있는 연료전지발전기술도 발전효율을 40~60% 향상시킬 수 있는 기술로 기대되고 있다.

다음은 온실가스를 배출하지 아니하는 에너지, 즉 신재생에너지 활용으로 이산화탄소의 배출을 줄일 수 있다. 태양광을 이용한 발전은 지금도 도서지방이나 기존의 배전시스템과 격리된 지역에서는 부분적으로 사용이 되고 있지만 태양전지의 효율을 높이고 생산원가를 낮추어 활용도를 높이도록 해야한다. 태양열을 이용한 온수 이용, 난방, 지열, 풍력, 수력, 파력의 이용, 폐기물소각열의 이용도 그 활용도를

높일 수 있도록 기술적으로 보완할 필요가 있다. 매립지나 농축산물, 하수슬러지, 도시폐기물 등의 혐기성 발효시 배출되는 가스는 주로 메탄과 이산화탄소인데 효율적으로 정제 분리되어 활용되지 않고 배출되어 온실가스의 농도를 높이는 경우가 허다하다.

지속적인 경제발전을 위하여 필요한 에너지 공급을 화석연료에만 의지할 수는 없으므로 화석연료의 비중을 줄이기 위하여 현실적으로 원자력발전이 필수적인데도 불구하고 많은 나라에서 반핵운동이나 폐기물처리 때문에 적절한 입지를 선정하지 못하고 에너지자원의 배분에 여러가지 어려움을 겪는 경우가 있는데, 장기적인 안전성을 확보하고 국민들의 공감대를 형성하여 원자력을 적절히 활용할 필요가 있다.

다음에는 발생한 이산화탄소를 회수하여 배출을 줄이는 방법이 있다. 현재도 발생한 이산화탄소를 회수하여 화학공장의 원료로 사용하거나 중화학공업의 용접가스, 식품음료산업에 사용하고 있지만 한편에서는 나프타나 석유를 태워서 이산화탄소를 발생시켜 여기에서 이산화탄소를 정제분리하여 사용하는 산업체도 여러 곳이 있어서 이런 곳에서 우선적으로 연료나 나프타를 태우지 말고 다른 배출처에서 발생하는 이산화탄소를 회수하여 활용하도록 하면 에너지소비도 줄이고 지구온난화 방지에도 기여할 수 있을 것이다. 그리고 나아가서 지구환경보전의 견지에서 다량의 이산화탄소를 회수하여 새로운 고정화 방법이나 처리 방법을 활용하여 대기중의 이산화탄소의 농축을 방지하도록 할 수 있을 것이다.

연소배가스로부터 이산화탄소의 분리회수기술은 흡수, 흡착, 막분리, 심냉분리 등이 있으

며 연소가스를 공기로 사용하지 않고 산소를 공급함으로써 배출가스 중에서 농도 높은 이산화탄소를 얻는 방법이 있을 수 있다.

흡수분리기술은 종래에 석유화학공업에서 발생하는 혼합가스에서 이산화탄소를 제거, 또는 회수하는 목적으로 활용되어오던 기술로 주로 MEA(monoethanolamine), DEA(diethanol amine), MDEA(methyldiethanolamine) 등 알카놀아민이나 탄산칼륨 같은 탄산염 수용액을 흡수제로 사용하며 에너지 소비가 많고 장치부식이 심하다. 특히 연소배가스와 같이 산화물이나 산소가 포함된 가스를 처리할 때에는 흡수제의 劣化가 심하며 부식이 심한 것으로 알려져 있다.

70년대 후반에 Kerr-McGee사에서 MEA를 사용하는 흡수공정으로 연소배가스로부터 이산화탄소를 회수하여 소다회공장에 사용할 일이 있으며, 현재 ABB Lummus와 공동으로 상업화하고 있다. 1991년에 200톤/일, 300톤/일 규모로 석탄유동층연소보일러 배가스에서 이산화탄소를 회수하는 시설이 설치되었다.

Dow Chemical은 MEA에 부식방지제로 동이온을 함유한 첨가제를 사용하여 Gas/Spec FS-1이라는 공정을 개발하여 Fluor Daniel사에서 Econamine FG공정으로 상업화하고 있다. Union Carbide에서는 부식방지제를 첨가하여 1984년에 Amine Guard공정을 개발하여 450톤/일 규모의 장치를 설치하였다.

일본의 동경전력에서는 Dow Chemical의 흡수공정을 도입하여 화력발전소 배가스와 연결하여 1,000 Nm<sup>3</sup>/h 배가스 처리용량의

pilot plant를 설치하여 시험운전을 하였고, 계속하여 흡수제 개선연구를 하여 에너지사용량을 650kcal/kg -CO<sub>2</sub>까지 줄일 수 있는 기술을 확보하였다.

흡착분리기술은 역시 수소제조공정에서 수소를 정제할 때에 이산화탄소를 제거하는 목적으로 오래 전부터 사용되었으나, 연소배가스로부터 고순도 이산화탄소를 제품으로 생산하기 위한 기술로는 별로 실용화되지 아니하였다.

흡착분리기술은 높은 압력에서 활성탄이나 제올라이트 등의 흡착제에 이산화탄소가 흡착되었다가 압력을 낮추면 탈착되어 나오는 성질을 이용하는 것으로 1987년에 일본의 NKK사에서 제올라이트를 흡착제로 사용하여 제철소 열풍로 배가스보일러로부터 배출되는 연소배가스(CO<sub>2</sub> 농도 약 25%)로부터 시간당 약 3,000 Nm<sup>3</sup>의 이산화탄소를 회수하는 CO<sub>2</sub> PSA가 처음으로 상용화되었고, 1989년에는 신일본제철에서 활성탄을 흡착제로 사용하여 전로가스보일러 배가스로부터 이산화탄소를 시간당 약 3,000 Nm<sup>3</sup> 정제회수하는 장치가 상용화 설치되었다. 이후 NKK에서는 1기와 비슷한 규모의 설비가 2기 추가 설치된 바가 있다.

이와 같이 제철소 배가스와 같이 이산화탄소 농도가 높은 곳에서 회수하는 흡착분리기술은 실용화되었으나, 화력발전소 배가스와 같이 이산화탄소의 농도가 낮은 곳에서 고순도 이산화탄소를 회수하는 기술은 아직 실용화되지 아니하였다.

일본의 미쯔비시중공업에서 개발한 2단 CO<sub>2</sub> PSA는 시간당 1,700 Nm<sup>3</sup>의 연소배가스를 처리하는 파일로트플랜트를 동북전력의 센다이발전소에 설치하여 운영을 하고 있고 동경전력의

요코쓰카 발전소에는 시간당 1,000 Nm<sup>3</sup> 의 연소배가스를 처리하는 CO<sub>2</sub> PTSA(압력변동 및 가열재생을 사용하는 방식)의 pilot plant 를 설치하여 시험운전을 실시하였다

우리나라에서는 한국에너지기술연구소에서 흡착분리공정을 개발하여 제철소배가스와 같이 이산화탄소 농도가 높은 배가스로부터 이산화탄소를 농축시키는 경우에는 일본의 NKK보다 회수율을 50% 증가시키고 생산성을 배로 늘리도록 개선한 기술을 확보하였고, 화력발전소보일러 배가스와 같이 이산화탄소 농도가 낮은 곳에서 이산화탄소를 회수하는 경우에는 2단 CO<sub>2</sub> PSA를 적용하는 시스템을 개발하여 역시 일본의 유사공정보다 성능을 크게 향상시켜 pilot plant 시험을 마치고 현재 실용화 준비중이다. 현재 삼성정밀화학(주) 울산공장에서 열병합발전소 배가스에서 이산화탄소를 회수하여 요소와 멜라민 수지의 원료로 활용하는 것을 검토하고 있고, 대한정밀화학 온산공장에서는 킬른배가스로부터 이산화탄소를 회수하여 탄산바륨, 탄산스트론튬을 제조하는 원료로 활용하는 것을 검토하고 있으며, 동양화학에서는 개질기 배가스로부터 이산화탄소를 회수하여 중탄산소다를 제조하는 원료로 사용하는 것을 검토하고 있다.

분리막을 이용하여 이산화탄소를 분리하는 기술도 있다. 기체분리막은 액화나 증류와 달리 분리 대상 물질의 상변화를 필요로 하지 않기 때문에 분리에 필요한 에너지가 적고 조작이 간편하여 1970년 대에 본격적인 연구가 착수되어 1980년대에 점차 실용화되기 시작하였는데 수소분리, 질소농축, 산소부화 등에 주로 사용되고 있다.

현재 상품화된 분리막으로는 Ube에서 생산한 Polyimide막은 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 분리계수가 46 정도로 가장 성능이 좋은 것으로 평가되고 있는데 연소배가스의 이산화탄소 농축용으로 활용되는 예는 없다. 연소배가스에서 이산화탄소 분리농축용으로 활용이 되기 위해서는 분리계수가 200 이상이 되어야 다른 분리기술과 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 평가되고 있다. 이런 고분자 분리막 외에 세라믹분리막이나 액막, 투과촉진수송막 등도 연구되고 있으나 투과계수를 증가시켜야 한다든가 안정성을 확보해야 한다든가 하는 등 아직 기술적으로 해결해야 할 문제가 많다.

순수산소연소법은 기존의 화석연료를 연소하는 시스템이 공기를 사용하기 때문에 연소배가스에서 질소와 이산화탄소를 분리해야 할 필요성이 있으므로 연소공기 대신에 순수산소를 사용하면 배가스중에 이산화탄소만 남게되므로 바로 건조시켜서 액화할 수 있다. 이 방법은 미국과 캐나다에서 공동으로 연구해오고 있는 방법으로 배가스 중의 일부는 순환시켜 산소와 혼합하여 CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>의 혼합가스를 보일러에 공급하여 배가스 중에는 이산화탄소의 농도가 95% 이상으로 되어 회수한 다음 일부는 재순환하고 나머지는 유전에서 원유를 더욱 많이 채취할 수 있도록 하며 이산화탄소를 지하유전에 저장할 수 있는 Enhanced Oil Recovery용으로 활용될 수 있다.

이외에 연소가 되기 전의 연료로부터 탄소 성분을 제거하는 방법도 생각할 수 있다. 연료를 수증기로 개질하여 수소와 이산화탄소로 만든 다음 이산화탄소를 분리하는 것으로 이산화탄소가 배출되지 않는 수소에너지를 만들어 사

용하는 것이다.

회수된 이산화탄소의 처리기술로는 화학반응이나 생물학적으로 고정화하는 방법, 해양에 처리하는 방법, 그리고 지중처리하는 방법이 있을 수 있다. 화학적으로 고정화하는 방법은 수소나 탄화수소와 촉매를 사용하여 반응시켜 메탄올이나 휘발유와 같은 다른 연료, 또는 화학 원료를 합성하는 방법으로 세계 각국에서 기술개발에 열을 올리고 있다. 우리나라에서도 화학연구소에서 선도기술개발사업으로 추진중에 있으며 이산화탄소로부터 연료유를 생산하는 기술이 이미 실험실적인 개발에 성공한 것으로 보도되었다.

그리고, 이산화탄소를 고정하면서 저렴한 에너지소비로 다른 화학제품을 생산하는 기술로 스티렌모노머를 생산하는 공정, 이산화탄소를 고정하면서 오염물질의 배출을 줄일 수 있는 탄산수를 이용한 이온교환수지 재생기술 등 새로운 이산화탄소의 화학적 고정 기술이 한국에너지기술연구소에서 연구중에 있다.

생물학적으로도 식물이나 해조류를 이용하여 이산화탄소를 고정하는 방법이 국내외에서 시도되고 있다.

해양에 처리하는 방법은 이산화탄소 기체상태로 500m 정도의 바다에 용해시키는 방법, 액화시킨 다음에 이산화탄소를 1,000~2,000m의 바다속에 흡수시키는 방법, 액화 또는 고화시킨 다음에 3,000m 정도의 심해에 저장하는 방법이 있다. 일본의 공업기술원에서는 1997년 4월부터 해양의 중층에(1,000~2,000m) 방출하는 기술과 환경영향예측을 위한 기술개발에 착수하여 5년간 60억엔을 투자하기로 하였다. 심해저에 투기하게 되면 비교

적 환경 영향은 적을 것으로 판단되지만 요소 기술개발이 어렵다.

이산화탄소를 지중에 처리하는 방법도 있는데 천연가스田이나 유전에 이산화탄소를 저장하거나 지하대수층에 이산화탄소를 저장하는 방법, 그리고 원유층에 이산화탄소를 고압으로 주입하여 원유회수율을 높이는 동시에 이산화탄소를 저장하는 방법도 있다. 노르웨이는 북해 유전에 이산화탄소의 투기를 시도하고 있고 미국은 지중 격리 방법을 연구중에 있다.

#### 4. 기후변화협약의 이행을 위한 국내의 대응책

우리나라는 <표 1>에서 볼 수 있는 바와 같이 이미 1996년에 1990년의 에너지소비량보다 77% 이상 더 많은 에너지를 소비하였고 2000년에는 125%나 더 많은 에너지를 소비할 것으로 예상되고 있다.

따라서 OECD 가입국들, 즉 선진국들에게 적용되는 2000년까지 1990년 수준으로 에너지소비를 줄이라고 하는 것은 현실적으로 불가능한 과제이다. 한국의 1인당 이산화탄소 배출량은 1990년 기준으로 1.6톤으로 미국의 5.4톤에 비교하면 3분의 1에도 못미치는 양이나 이후 계속 에너지 사용량이 증가하여 2000년에는 3.2톤, 2010년에는 4.4톤, 그리고 2020년에는 5.6톤으로 증가할 것으로 예측하고 있다.(에너지경제연구원, 기후변화협약관련 국가보고서 작성 및 대응방안 연구, 1995)

우리나라는 OECD 가입에 따라 더 이상 이산화탄소 배출에 대하여 예외적인 국가로 남아



있을 수 없는 입장이 되었다. 따라서 지속적인 경제발전, 장기적인 국가발전계획에 대응하는 적절한 대책과 노력이 필요하다.

이를 위해서 첫째로 에너지 및 자원의 적절한 가격체계 및 세제가 도입되어야 할 것이다. 낮은 에너지가격, 낮은 수도세 및 하수도세 등은 소비를 부추기며 에너지절약이나 청정에너지도입, 폐에너지, 폐자원을 회수 재활용하려는 기업에게 충분한 동기부여를 하기가 어렵다. 적절한 가격체계를 유지하고 에너지·탄소세의 도입도 적극적으로 검토할 필요가 있다.

두번째로 국가적으로 에너지자원정책을 중시할 필요가 있다. 과거에 경제개발을 앞세워 내세울 때에 에너지확보가 경제발전의 동맥과 같은 역할을 하였으므로 동력자원부를 신설하고 중요시하였으나 십여년간 석유가격이 비교적 안정된 상태를 보이며 이 부분이 상대적으로 소홀하게 다루어진 감이 없지 않다. 그러나 이제 오늘날 에너지수입량이 250억불을 초과하며 지속적인 증가세를 보이며, 에너지와 환경문제는 국제적으로 커다란 문제로 대두되고 있는데 이러한 문제는 지구환경문제와 더불어 다음 세기의 지속적인 발전전망을 어렵게 하는 요소로 작용할 가능성이 크므로 이제라도 장기적인 안목을 가지고 에너지 및 자원의 적절한 확보, 절약과 지구환경문제를 대비하는 자세로 국가적으로 중요시하여야 할 것으로 여겨진다.

셋째로 에너지환경에 대한 기술개발 및 보급확대에 보다 적극성을 보일 필요가 있다. 당장의 경제성만을 고려할 것이 아니라 먼 훗날을 내다보는 기술개발 투자가 이루어질 필요가 있다. 다음 세기에 에너지소비 증가와 지구환경문제 때문에 국제적으로 겪게될 통상 마찰,

경제 환경을 고려하여 대처해 나갈 수 있는 방법은 오로지 미래를 내다보고 축적해온 기술의 확보 및 보급 밖에는 없다는 인식을 가져야 할 것이다. 시기를 놓치고 준비없이 큰일을 당하고 나면 그 때에는 돌이킬 수도 없고 후회할 수도 없는 일임을 절실하게 알아야 할 것이다. 그리하여 에너지소비를 최대한 절약하고, 청정 에너지, 신에너지의 보급을 늘리며, 기체, 액체, 고체상으로 배출되는 물질들은 가급적 회수하여 재활용하고 청정한 배출물만 내보내어 환경오염을 최대한으로 줄이고 경제발전을 계속할 수 있는 기술적인 근거를 확보할 필요가 있다.

넷째로 장기적으로 생각하여 환경친화적인 산업구조를 계획해나가야 할 필요가 있다. 화석연료를 많이 필요로 하는 산업구조는 점차 지양하고 필수적인 소비만 하도록 하며 오염물질을 최소로 배출하며 고부가가치의 생산을 할 수 있는 산업구조로의 모색을 할 필요가 있다.

마지막으로 우리나라는 연료의 소비나 물, 전기 등의 소비가 기본적인 생존을 위한 소비보다는 여러 분야에서 과소비적인 경향이 심하며 이로 인한 각종 오염물질이 배출되고 있으므로 21세기에도 지속적인 발전을 하며 이웃 여러 나라들과 원만한 관계를 유지하기 위해서 각 분야에서 검소한 소비생활을 할 수 있도록 교육, 정책, 제도, 기술개발, 홍보 측면에서 노력할 필요가 있으며 국제적으로 적절히 보조를 맞추며 대응을 해나가야 할 것이다. ☞