

이산화탄소 규제의 움직임과 대책기술 개발동향

안태홍 / 산업기술정보원 환경담당

1. 지구온실효과에 대한 국제적 움직임

이산화탄소는 무색·무취의 기체로 유해한 오염 물질이 아니나 지구외부로 방출되는 에너지를 흡수·차단함으로써 지구온실효과를 유발시키기 때문에 지구환경보전을 위하여 산업활동에 의해 배출되는 양의 약 60%를 감소시킬 필요가 있다는 과

학적 견해가 지배적이다.

지구온실효과를 유발하는 가스로는 이산화탄소(CO₂), 프레온가스(CFC), 메탄가스(CH₄)등이 지목되고 있으며, CFC는 이미 몬트리올의정서에 따라 규제가 실시되고 있어 각종 국제회의에서 주로 산업활동에 따른 이산화탄소의 배출량을 감소시켜야 한다는 주장 및 결의가 <표 1>과 같이 이루어지고

<표 1> CO₂ 규제에 대한 국제적인 움직임

시 기	CO ₂ 규제에 대한 국제적인 움직임과 내용
88년 6월	터런토 국제회의 : 서기2005년 까지 현상태의 CO ₂ 排出量을 20% 감소 시키고 최종적으로는 排出量의 50%를 감소시킬 것을 제안.
88년 7월	미국 上院 : 연소시설에서 排出되는 CO ₂ 를 2000년까지 20% (T.Wirth 法案, S-2667), 50% (R.Stafford 法案, S-2663)감축시킬것을 제안.
89년 7월	선진공업국(G7) 파리정상회담 : 기후변동을 초래할 우려가 있는 CO ₂ 및 温室效果가스의 排出을 억제하기 위한 공동노력을 촉구.
89년 9월	동경 국제회의 : UNEP, 日本이 공동주최한 「地球環境保全에 관한 동경회의」에서 CO ₂ 排出에 대한 과세제도를 도입할것을 제안.
89년 11월	세계69개국 환경상 회의 : 「大氣汚染과 기상변동에 관한 각료회의」에서 CO ₂ 排出을 동결할 것을 원칙적으로 합의.
89년 11월	EC위원회 유럽각료회의 : CO ₂ 排出에 대한 과세제도를 제정할 것을 제안.
90년 5월	런던 국제회의 : 「기상변화에 대한 런던국제회의」에서 대차수상은 향후 15년 이내에 영국의 CO ₂ 排出量의 30%를 감소시킬것을 공언.
90년 11월	제 2차세계기후회의 : 이산화탄소 배출량을 각국의 계획에 의해 삭감할것을 제안.

있다.

이러한 움직임은 내년 브라질에서 개최되는 유엔환경개발회의(UNCED, 91.6월)에서 결의 될 기후협약 등으로 연결되어 세계각국이 이목을 집중시키고 있다.

2. 이산화탄소 배출량규제와 과세제도 논란

지구온실효과에 대한 IPCC, UNEP 등의 보고에 따라 환경문제가 국가나 지역을 초월하여 진행하는 것을 방지하고 지구환경문제에 대해 적절한 관리를 위하여 선진각국은 각종 국제회의에서 CO₂ 배출량에 대한 규제를 실시해야 한다는 주장과 함께 <표 2>와 같이 자체 삭감계획을 발표하고 있다.

이러한 각국의 삭감계획은 몬트리올 의정서와 같은 직접규제방식이고, 이산화탄소의 배출량을 억제하기위한 간접규제방식인 과세제도도 검토되

고 있다.

과세제도는 배출량에 따라 세금을 부과하는 것으로 현재 석유환산기준 바レル당 1\$-10\$, 석탄환산기준 톤당 6\$, CO₂ 배출량기준 톤당 5.7\$등의 기준이 검토되고 있으며, 세금은 지구환경보전을 위한 기금으로 사용된다. 이는 국가별, 산업별, 기업별 특성에 관계없이 적용되기 때문에 직접규제방식보다는 공평한 방법이며, 에너지 소비가 많을수록 비용부담이 크기 때문에 에너지 소비절약, 효율의 향상, 청정에너지로의 변환 및 대책기술개발을 촉진시킬 수 있다는 특징이 있다.

이산화탄소 배출량 삭감계획은 에너지 절약기술, CO₂회수 및 재활용기술등이 미흡한 개도국의 경제활동에 큰 영향을 줄 뿐만 아니라 핵폐기물 처리문제 등 안전성에 의문을 일으키는 원자력발전의 무분별한 확산이 우려되고 있다.

또한 청정에너지로의 변환은 <표 3>와 같이 이론상 20-30%의 배출량을 줄일 수 있으나 실제의 효과는 기술적으로 10%를 넘기 어렵다는 점이 지

<표 2> 선진각국의 이산화탄소 배출량 삭감 계획

국 가 명	배 출 량 설 정 목 표	비 고
E C	2000년 까지 1990년 수준으로	EC환경에너지 합동이사회에서 결정, 룩셈브르크의 합의(1990.10)
영 국	2005년 까지 1990년 수준으로	환경백서에 표명(1990.9)
미 국	2000년 까지 87년 수준 이하로	기후변동 대응전략(1991.2)
일 본	2000년 까지 90년 수준으로	제 2차 세계 기후회의(1990.11 지구재생 계획 수립)
독 일	2005년 까지 87년 수준의 25%로 삭감	각료회의 결의(1990.11)
프 랑 스	2000년 까지 2톤/년, 1인 이하로 억제	각료회의 양해(1990.9)
네 달 란 드	2000년 까지 89년과 90년 평균 배출량에서 3-5%삭감	신국가환경정책 계획(1990.6)
이 탈 리 아	2000년 까지 90년 수준으로 유지, 2005년 까지 90년 수준의 20% 삭감	ECE 환경장관 회의(1990.5)
덴 마 크	2005년 까지 1988년 수준의 20% 삭감	
캐 나 다	2000년 까지 90년 수준으로 유지 (CO ₂ 외의 온실 효과 가스 포함)	환경문제에 대한 행동계획 (GREEN PLAN) (1990.12)
스 웨 덴	2000년 까지 88년 수준으로 유지	국회 결의(1988.6)
노 르 웨 이	2000년 까지 89년 수준으로 유지	ECE 환경장관회의(1990.5)
오 스트 리 아	2005년 까지 88년 수준의 20% 삭감	터른토 국제회의(88.6)
호 주	2005년 까지 88년도 수준의 20% 삭감 (CFC규제 대상을 제외한 전체지구온실효과 가스에 적용)	각료회의 결의(1990.10)
뉴 질 란 드	2000년 까지 90년 수준의 20% 삭감	환경부 중심으로 행동계획 수립중(1990.10)

주1) 미국의 경우 산림식목등에 의한 노력으로 CO₂ 흡수를 고려할 경우의 자료이며 별도의 배출억제 목표를 설정하고 있지 않음.

주2) EFTA(스위스, 핀란드등 유럽자유무역연합)는 통일된 목표 미설정

적되고 있다.

〈표 3〉 에너지원별 CO₂ 배출원단위

에너지원		배출비율
석	탄	1.0014
석	유	0.8254
천 연 가 스		0.5782
원 자 력, 태 양 에 너 지		0.0

단위 : 톤/석유환산 톤

자료 : 「JETI」(日本), v.38, no. 3, 1990.

3. 환경규제에 따른 개도국의 반발

몬트리올 의정서는 CFC사용량을 95년에 1986년 수준의 50% 이하로, 97년에 15%이하로, 2000년에 완전 전폐할 것을 요구하는 일방적인 직접규제방식으로 인구 1인당 사용량, 대체물질의 개발기술 또는 경제성장율을 고려하지 않고 있다. 다만, 개도국의 재정지원을 위하여 2억4천만달러의 기금을 형성한다는 내용이 포함되어 있다. 인도의 경우 몬트리올 의정서의 추진계획을 따르기 위하여는 1억 2천만달러의 비용이 투입되어야 한다는 자체 평가를 감안하면 이러한 기금은 형식적인 것이며, 실제 형성된 기금은 9백만 달러에 불과하여 선진국의 일방적인 규제에 대한 불신감을 고조시키고 있다.

〈표 4〉 각국별 이산화탄소 배출량 현황(1987년 기준)

국 명	순 위	CO ₂ 배출량		1인당 CO ₂ 배출량	
		백만톤(탄소환산)	비율(%)	톤(탄소환산)	한국을 1로 기준한 비교
세 계 전 체		5,900	100	1.7	1.5
미 국	1	1,000	17.6	5.0	4.5
소 련	2	690	12.0	3.7	3.4
중 국	4	380	6.6	0.6	0.5
일 본	6	220	3.9	2.1	1.9
서 독	7	160	2.8	3.0	2.7
영 국	8	150	2.7	2.8	2.5
프 랑 스	10	120	2.1	1.7	1.5
이 탈 리 아	11	120	2.1	1.8	1.6
캐 나 다	12	120	2.1	5.7	5.2
네 델 란 드	24	43	0.7	2.5	2.3
한 국	32	29	0.5	1.1	1.0
말 레 이 지 아	37	26	0.4	3.1	2.8
북 한	44	20	0.3	1.9	1.7
오 스트 리 아	48	17	0.3	2.7	2.5

주1) CO₂, CFC, CH₄ 등 지구온실효과가스의 총량

자료 : WORLD RESOURCE 1990-91에서 지구온실효과 가스 배출량 상위 50 개국을 발췌하여 편집

이러한 선진국의 자금지원계획은 지난 79년 제3 세계의 개발을 돕기위해 2억5천만달러의 자금지원 결의(유엔과학기술회의, 비엔나)에도 불구하고 실제 제공액수는 8천만달러에 불과했던 전례를 보더라도 형식적이고 걸치레임을 짐작할 수 있다.

지구환경보전을 위한 이산화탄소 규제의 움직임은 선진국 사이에서도 논란이 일고 있으나 CFC를 규제하는 몬트리올 의정서와 같은 획일적이고 공업선진국에 유리한 규제수단으로 이용될 소지가 많아 개도국 입장에서는 다음과 같은 불공평함을 지적하며 반발하고 있다.

(1) 선진각국의 내부에서는 환경문제에 대해 철저히 오염원인자 부담을 실시하는데 반해 지구온실효과, 지구온실효과의 주요 원인자는 공업선진국 입에도 불구하고 이에대한 책임부담에 대한 내용이 전혀 없다는 점.

(2) 몬트리올의정서나 〈표 2〉와 같은 배출량의 감소계획은 1인당배출량을 고려하지 않았다는 점. 이는 〈표 4〉에서와 같이 공업선진국이 후진국에 비해 1인당 2~6배의 이산화탄소를 배출할 수 있는 불공평한 규제방법이라는 점.

(3) CFC대체물질의 개발 또는 회수·재이용기술 등을 선진각국이 확립한 상태에서 몬트리올의정서를 발효시킨것과 같이 대체에너지의 개발, 에너지 절약기술, CO₂회수 및 재이용기술이 확립되지 않은 상태에서의 환경규제는 경제개발을 지속해야 하는 개도국의 입장을 충분히 고려하고 있지 않다는 점.

4. 대책기술의 개발동향

현재 선진각국의 이산화탄소 배출량 억제방안은 크게 정책적방안과 산업별 방안으로 구분되며, 이산화탄소를 직접 분리·회수하는 기술개발과 재이용·자원화기술 개발에 초점을 모으고 있다.

일본의 경우 關西電力, 東北電力, 小野田시멘트社 등은 CO₂를 분리·회수하기 위하여 화학·물리적 흡착기술과 분리된 CO₂를 이용 인공광합성을 통해 부가가치가 높은 바이오물질의 생산기술을 개발하고 있다. 또한 電原開發會社는 산소를 불어 넣는 미분탄연소법인 CO₂회수형 발전시스템 개발을 추진하고 있다.

그밖에 미국, 일본, 캐나다 등의 선진국에서는 메타놀, 수소, CNG, 전기자동차와 같은 저공해 자동차의 개발추진과 연료전지, 태양전지 등 신·대체에너지 개발에 몰두하고 있다.

○ 정책적 대응방안

- 에너지절약형 산업구조 및 도시지역구조 형성
- 자원 재이용 및 폐기물자원화 추진에 따른 에너지 소비감소
- 산림 및 도시의 녹화사업
- 지구환경문제에 대한 조사·연구·기술개발의 지원
- 배출기준의 강화 등

○ 산업별 대응방안

- 저공해자동차의 개발
- 교통 및 수송체계의 효율화
- 청정에너지로의 변환 및 에너지 이용효율 극대화
- CO₂ 분리·회수·재이용기술의 개발 등
- CO₂ 분리·회수기술
 - 물리적흡수법: 고압상태에서 메타놀등 흡수액으로 CO₂를 흡수하고 감압가열하여 분리·회수
 - 화학적흡수법: 아미노액등 알카리성흡수액으로 흡수후 가열하여 분리·회수

○ 물리적흡착법: 지올라이트, 활성탄등 흡착제를 이용 압력상태에서 흡착 및 감압상태에서 탈착을 반복하여 분리회수

○ 막 분리법: 초산셀룰로오스 등의 고분자 막으로 기체의 투과속도차이를 이용한 분리·회수

○ 증류법: 가압·냉각상태로 액화시킨후 기체의 비점 차이를 이용 저온에서 증류하는 분리·회수방법

○ 재이용·자원화기술

- 물리적 이용: 소화제, 살균가스등의 희석제, CO₂ 아크용접 플라스틱의 가공, 콘크리트 파쇄, 배관의 동결공법 식품의 냉각·냉동, 탄산음료, 원자로용 냉각제 구멍보트의 가스이용
- 화학적 이용: 요소, 중탄산염, 탄산나트륨, 탄산칼슘, 탄산바름, 탄산마그네슘등의 제조
- 생물학적 이용: 인공광합성, 솔라바이오리액터 등에 의한 연료물질의 생산, 유용화학물질의 제조

5. 국내현실과 대응방안

이산화탄소 배출량은 세계전체 약 59억톤에 달하며, 이중 공업선진국이 절반을 차지하고 있으며 한국은 배출량 32위에 이르는 대량배출국에 속하고 있다. ((표 4) 참조)

이는 CFC를 규제하고 있는 몬트리올의정서와 앞으로 국제적규제가 확실시 되는 이산화탄소의 환경규제가 산업활동의 제약 및 수출입 규제와 같은 무역장벽 등으로 작용되기 때문에 국내 환경문제의 해결과 지구환경문제를 동시에 해결해야 하는 어려움이 따르게 된다.

따라서 선진국의 일방적인 규제에 따른 불이익을 최소화하려는 정부차원의 적극적인 대응방안과 환경오염방지기술 및 청정기술 등의 개발을 위해 산·학·관의 노력과 투자 그리고 과감한 지원이 절실하게 필요한 때이다.

신간안내

산업폐기물의 처리와 자원화 기술동향

산업폐기물의 재자원화에 기초적 지식인 要素技術을 소개하고 각 업종별로 폐기물의 처리및 자원화기술을 공정과 사례, 그리고 효율적 이용등을 다루어 선진국의 폐기물처리 자원화 동향을 파악하는데 도움이 된다.

신희덕 곽

(112면, 4,6배판, 산업기술정보원 발행)