

심포지움 2) 대기환경관리와 기후변화협약 대응 정책의 통합관리 및 평가 방안

Integrated Management and Assessment for Air Pollutants and Greenhouse Gases

전 의 찬

세종대학교 지구환경과학과

1. 서 론

2005년 3월 남아시아를 휩쓸었던 ‘쓰나미’와 8~9월 미국의 뉴올리언즈를 비롯한 남부지역에 큰 피해를 끼쳤던 허리케인 “카트리나” 및 “리타” 등 기상이변이 자주 발생하고 있다. 많은 과학자들은 이러한 현상들이 대기오염과 온실효과에 의한 피해라고 추정하고 있다.

2005년 2월 교토의정서가 발효되면서 우리나라에서도 온실가스에 대한 관심이 대단히 커지고 있다. 현재 우리나라는 이산화탄소 배출량은 90년대 2억 2620만ton에서 2005년 5억 600만ton으로 증가하여 온실가스 배출량이 세계 9위로서 대척마련이 시급한 상황이다.

현재 환경부에서는 기후변화협약을 대비하여 온실가스 감축 추진 기획단인 「온실가스 감축 추진위원회」를 설치하였다. 또한, 대기오염 규제대상에 온실가스를 포함하여 금년 중에 “대기오염-온실가스 감축대책 연계통합방안”과 “온실가스 배출권거래제 시범사업 추진기반 구축”, “온실가스 배출원 목록화(Inventory) 및 배출계수 개발”, “사업장별 온실가스 배출량 전망 프로그램 개발”사업 등을 추진하여, 온실가스 감축을 위한 국내 대응 체계를 조속히 구축함으로써 온실가스 감축압력에서 우리경제의 에너지 사용 및 산업구조를 환경친화적으로 개편하는 계기로 활용할 계획이다.

한편, 수도권지역의 대기오염이 심각해져 악취와 관련된 민원이 급증하고 있다. 따라서 다양한 정책이 수립되어 있지만 더 많은 정책 및 개선안이 마련되어야 한다. 현재까지 대기오염물질의 저감을 위한 법안 및 방안으로는 2004년 12월 “수도권 대기환경 개선에 관한 특별법”, 2005년 1월 1일 수도권대기환경청 설립, 2005년 2월 10일 악취방지법 발효 등이 있다.

그런데, 대기오염물질과 온실가스는 대부분 대기배출시설(고정오염원) 및 이동오염원에서 배출되고 있다. 대기오염온실가스 통합연계 관리에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 최근 기후변화와 관련된 업무 중 협상을 제외한 업무가 국제협력관실에서 대기보전국으로 이관된 바도 있다. 본 연구에서는 대기환경관리와 기후변화협약 대응정책의 통합관리 및 평가방안을 중심으로 살펴보고자 한다.

2. 에너지 사용 현황과 주변 여건의 변화

최근 기름값이 50달러(배럴당)를 넘어설 정도로 새로운 고유가시대가 도래하면서, 국제 원유가격(현물 가격 기준)은 지난 20년 동안 두 배 이상 상승하였다. 우리나라는 에너지 수입의존도가 높고, 에너지다 소비업종(제철, 조선, 시멘트, 중화학공업 등)을 중심으로 수출주도형 산업구조를 갖고 있으므로 우리 경제는 국제 원유가 변동에 매우 민감하게 반응하고 있다. 또, 우리나라의 에너지 소비 증가추세는 1차 에너지 소비량 기준으로年平均 6.6%(1990~2003)로서 GDP 성장률 4.5% 보다 1.5배 빠른 속도로 나타나고 있다.

Table 1. 1차 에너지 소비원별 구성비 변화 추이

(단위 : %)

구분	석탄	석유	LNG	수력	원자력	신탄·기타
1990	26.2	53.8	3.2	1.7	14.2	0.9
1998	21.7	54.6	8.4	0.9	13.5	0.9
2003	23.8	47.6	11.2	0.8	15.1	1.5

주) 신탄·기타는 신재생에너지를 포함한 수치임

또, 1인당 에너지 소비량도 급속하게 증가하여, 2.17 TOE/인(1990)~4.49 TOE/인(2003)으로 2배 이상 증가하고 있다. 이는 1인당 GDP 1.6배 이상 높은 유럽 주요국과 대등하거나 근접한 수준으로 1인당 GDP가 3배 이상인 일본보다도 높은 수준이다.

Table 2. 1인당 에너지 소비량 변화

(단위 : TOE/인)

년도	1990	1994	1998	2000	2003
1인당 에너지소비량	2.17	3.07	3.58	4.1	4.49

Table 3. 주요국의 에너지지표 비교 (2001)

지표	1인당 에너지소비		1인당 GDP		에너지원단위	
	TOE/명	한국 = 100	천\$('95)	한국 = 100	TOE/천\$ ('95)	한국 = 100
한국	4.11	100	13.5	100	0.3	100
프랑스	4.36	106	29.63	219	0.15	50
독일	4.26	104	32.83	243	0.13	43
일본	4.09	100	44.4	329	0.09	30
영국	4	97	22.7	168	0.18	60
미국	7.98	194	31.4	233	0.25	83
호주	5.94	145	24.04	178	0.25	83
캐나다	7.98	194	23.08	171	0.35	117

자료) 에너지경제연구원(<http://www.keei.re.kr>)

한편, 2005년 2월 교토의정서가 발효됨에 따라, 선진국의 감축의무 수용 압력이 커질 것으로 예상되며, 이에 따라 다양한 온실가스 감축대책을 수립하고, 에너지 및 환경 관련 기술을 적극 개발하며, 현재의 중화학공업 위주의 산업구조를 환경친화적으로 전환하는 등의 대책이 필요한 시점이다.

뿐만 아니라, 근래 우리나라의 정책 방향도 그림 1에서 보는 바와 같이 경제성장 위주에서 경제성장과 환경문제, 그리고 사회적 문제가 균형을 이루는 지속가능한 개발로 전환되고 있다. 또, 환경정책도 규제 위주 일변도에서 경제적 incentive 중심 정책으로 전환되고 있는 시점이며, 에너지정책도 안정적 공급 위주에서 수요관리 강화가 중요시 되고 있는 상황이다.

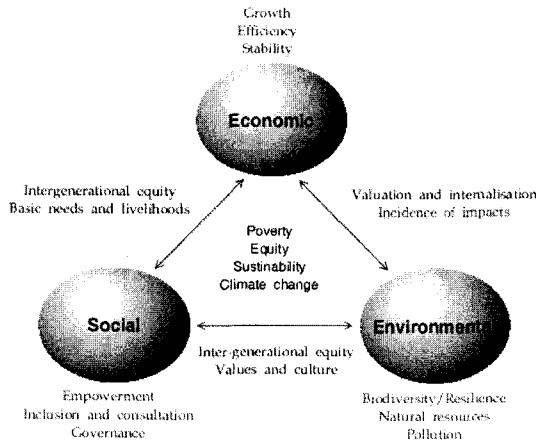


Fig. 1. 지속가능한 개발요소

자료 : 에너지관리공단(2003.5.) 온실가스 저감량 산정방법에 대한 평가분석틀 연구

3. 대기오염물질과 온실가스의 통합관리 필요성

대기오염물질과 온실가스는 표 4에서 보는 바와 같이 발생원이 상당부분 중복되고 있으며, 대부분의 정책들이 두 가지 물질에 중복으로 연계되어 있다.

Table 4. 부문별 대기오염물질 및 온실가스 배출량(1999)

구분	SO ₂ (ton)	NO ₂ (ton)	TSP (ton)	온실가스 (tC)
산업	447,273(47)	354,793(31)	149,130(34)	40,249,000(36)
발전	114,992(12)	108,696(45)	197,914(45)	28,707,000(26)
이동오염원	336,159(35)	557,220(20)	86,644(20)	21,942,000(20)
난방·기타	52,759(6)	114,794(1)	6,127(1)	20,630,000(18)
계	951,183	1,135,503	439,815	111,528,000

자료 : 환경부(2001) 환경통계연보, 산업자원부(2005) 자원·에너지 주요통계

에너지수요관리는 대기오염물질과 온실가스를 동시에 저감할 수 있는 대표적인 정책수단이나, 서로 정책목표와 수단이 다른 환경부와 산업자원부으로 이원화되어 있어서 효율적인 집행이 어렵게 되어 있다.

환경부는 대기오염으로 인한 국민건강 및 재산상의 피해 최소화를 최대 목표로 하고, 대기오염의 사회적 비용, 에너지가격구조 조정 및 규제 강화를 선호한다. 산업자원부는 산업 보호 및 육성에 최우선으로 하여, 시장기능 중심의 에너지이용 합리화 선호하고, 산업의 안정적 생산활동 보장을 위해 에너지의 안정적 공급에 치중한다. 따라서, 에너지수요관리는 안정적 공급의 제한된 범위 내에서 한정적으로 추진되고 있다.

표 5에서 보는 바와 같이 정책에 따라서는 동일한 대책이 대상에 따라 상반되는 효과를 갖게 되기도 한다. 즉, 경유트럭을 LPG트럭으로 개조할 경우, 대부분의 대기오염물질은 감소하나, 연비의 차이로 인하여 온실가스는 약간 증가하게 된다.

Table 5. 사용 연료에 따른 트럭의 배기가스 배출 특성

구분	경유 트럭	LPG 트럭
NOx	기준	97 % ↓
CO	기준	37 % ↓
HC	기준	43 % ↓
PM	다량 배출	거의 배출하지 않음
SO ₂	배출	거의 배출하지 않음
CO ₂	기준	2.3 % ↑

주) 화물용 1톤 트럭 기준

또한 석탄이나 석유사용 발전소의 연료를 LNG로 대체할 경우, 대기오염물질 배출량도 감소하지만, 그림 2에서 보는 바와 온실가스 배출도 감소하게 된다. 즉, 하나의 정책이 대기보전과 온실가스 저감 면에서 충돌할 수도 있고 또는 상승효과를 가져올 수도 있으므로, 정책 효과 평가 시 대기오염과 온실가스를 모두 고려하는 통합적인 시각으로 분석하여야 한다.

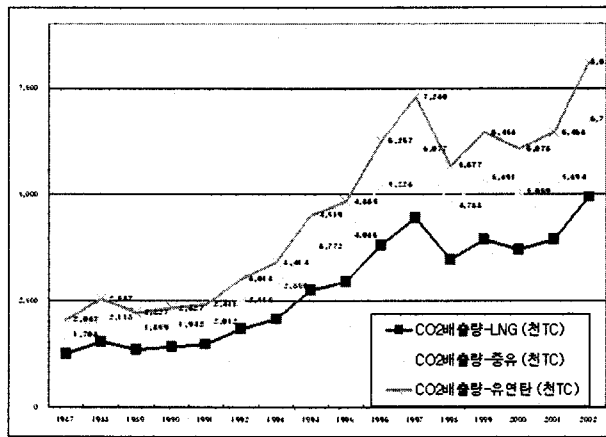


Fig. 2. LNG 발전량을 중유 혹은 유연탄으로 대체했을 경우 발생하는 CO₂배출량 비교

4. 대기오염물질과 온실가스 통합 관리 및 평가 방안

4.1 대기오염물질과 온실가스 편익 추정을 통한 통합 관리

대기오염물질과 온실가스의 배출특성의 시간적(short-lived : Long-lived), 공간적(global level : local or regional scale) 차이에도 불구하고, 발생원이 동일하다는 점과 하나의 정책에 의하여 효과가 달라질 수 있다는 점에서, 정책의 시너지 효과를 위하여 통합관리가 필요할 것으로 판단된다.

이러한 통합관리의 한 방법으로, 대기오염물질 감축에 따른 편익과 온실가스 배출권의 가격을 이용하여, 평가하는 방안을 제시하고자 한다.

표 6에서 보는 바와 같이, 동일한 오염물질이라 하더라도 평가기법과 연구자에 따라 오염물질의 저감에 따른 환경편익 혹은 사회적 편익이 다르게 나타나고 있다. 따라서, 대상지역 및 시점에 가장 적합한 편익을 추정하여야 한다.

Table 6. 대기오염물질별 환경편익

(단위 : 원/톤)

연구명	SOx	NOx	TSP(PM10)	VOC	추정방법
한국전력(1997)	11,238	422,137	594,962	-	농도-반응함수
임중수(1996)	-	158,002	4,365,362	-	농도-반응함수 ('93년 기준)
KEI(1997)	130,134 ~262,004	1,934,118 ~3,486,267	91,272 ~172,200	-	농도-반응함수 ('94 ~ '96년)

자료 : 환경부(2003)광화학대기오염의 생성과정 규명과 저감대책 수립을 위한 종합 조사 연구

탄소의 배출권 가격은 세계적으로 모두 10개소의 배출권 거래소에서 이루어지고 있는데, 그림 3은 여러 거래소 중 대표적인 시카고배출권거래소(CCX; Chicago Climate Exchange)의 배출권 가격을 나타낸 것이다. CCX에서는 CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆ 등을 거래하게 되는데, 거래할 때는 지구온난화등가치수(GWP; Global Warming Potential)를 이용하여 이산화탄소 등가톤으로 환산하여 거래하게 된다.

CCX 탄소배출권 가격은 2004년 9월까지의 이산화탄소 등가톤당 1\$ 수준이었으나, 그 이후 급등하여 현재는 2\$을 상회하고 있다.

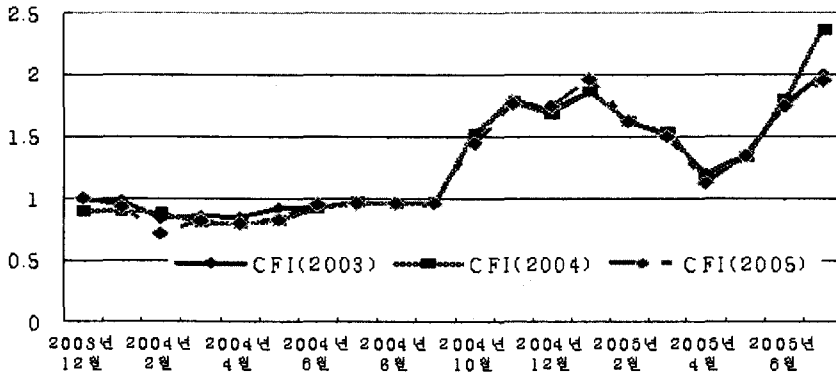


Fig. 3. 시카고배출권거래소의 탄소배출권 가격 추이(단위: \$/Mt CO₂)

4.2 배출총량제와 탄소거래제의 연계 및 기초정보의 확보

대기오염물질의 배출권거래제가 대기오염도 뿐 아니라 온실가스 배출에도 큰 영향을 미칠 수 있다. 또, 온실가스 저감대책이 대기오염물질 배출량을 저감하는 데 기여하기도 한다. 따라서 대기오염물질 배출총량제와 탄소거래제를 연계하여 적용하기 위한 방안을 수립할 필요가 있다.

그런데, 이러한 제도를 효과적으로 실시하기 위해서는 무엇보다도 먼저 신뢰성 있는 배출량을 산정하여야 하는데, 대기오염물질과 관련해서는 그동안 우리나라의 배출계수 개발과 관련된 연구가 상대적으로 많이 진행된 바 있다. 그러나, 온실가스의 경우에는 환경부(환경관리공단), 농림부, 산림청, 산자부 등을 중심으로 일부 연구가 진행되었으나, 현재 Good Practice Guidance에서 그림 4에서 보는 것처럼 각 국가의 고유값(country-specific data)을 기본값(default) 보다 우선 적용을 권장하는 면에 비추어서는 미흡한 실정이다.

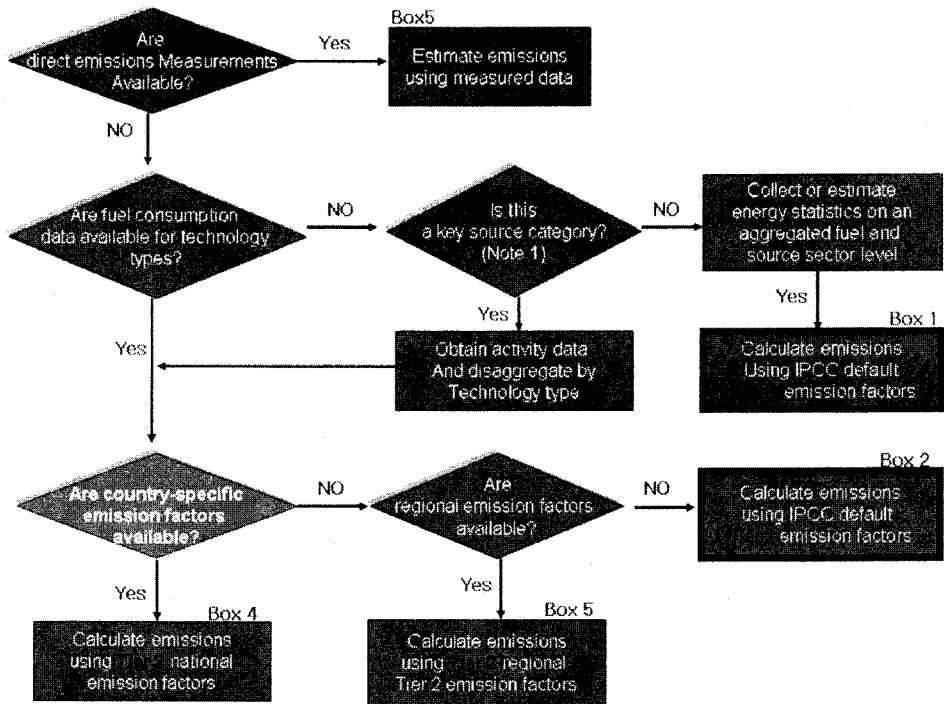


Fig. 4. Decision Tree for Non-CO₂ Emissions from Stationary Source Combustion

자료 : IPCC (2001) Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories

그림 5는 전의찬(2005)의 연구에 의한 연료별 탄소배출계수를 IPCC에 의한 배출계수와 비교한 것이다. 무연탄과 아역청탄 등은 증가하는 것으로 나타났으며, 유연탄과 B-C유는 감소하는 것으로 나타났다.

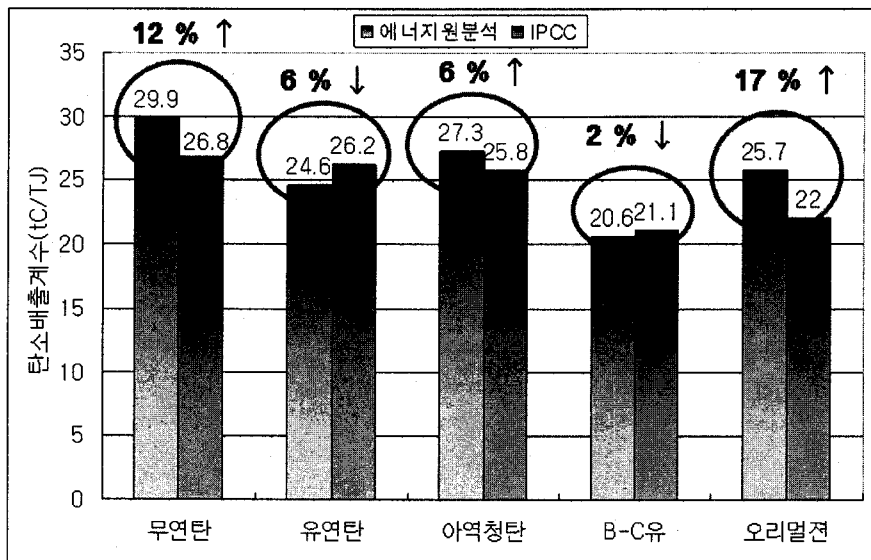


Fig. 5. 발전시설의 에너지원 분석에 의한 C(탄소) 배출계수

4.3 대기오염물질과 온실가스 통합관리의 대상과 주관기관



Fig. 6. 다양한 통합관리 가능성의 분석 및 시행방안 마련

참 고 문 헌

에너지관리공단(2003.5.) 온실가스 저감량 산정방법에 대한 평가분석틀 연구
 에너지경제연구원, <http://www.keei.re.kr>
 환경부(2001) 환경통계연보
 산업자원부(2005) 자원·에너지 주요통계
 환경부(2003)광화학대기오염의 생성과정 규명과 저감대책 수립을 위한 종합 조사 연구
 세종대학교 기후변화협약특성화대학원(2005.8.)온실가스 국가배출계수 마련을 위한 기반 연구
 IPCC(2001) Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories