

# I. 논 고

## 1. 지구온난화 예방을 위한 경제적 접근

지구온난화는 인구의 증가와 경제성장의 산물

- 지구온난화에 대한 국제적 관심이 높아지고 있음
  - 지구온난화란 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)와 여러 종류의 대기 가스의 증가가 심각한 기후의 변화를 초래할 것을 예견하는 과학이론
  - 인구의 증가와 경제성장은 지구환경에 여러가지 심각한 영향을 미침으로써 지구환경에 위협을 주고 있음
  - 지구온난화 문제는 산성비로 인한 피해, 남극의 오존구멍(ozone hole)으로 인한 생물체를 유해한 자외선으로 부터 보호해주는 보호막의 제거되고 그로 인한 생명의 위협, 산림파괴로 인한 생태계의 균형 파괴 등이 인구증가와 경제성장이 환경에 미치는 영향에 관한 것임

지구환경 문제에 대한 과학적 논쟁이 지구의 환경문제를 해결하기 위한 정책적 합의 도출에 장애물

- 지구환경의 문제는 많은 중요한 정책에 관한 질문들을 불러 일으킴
  - 이 질문들은 모두 과학적으로 복잡하고 논쟁의 여지가 있을 뿐만 아니라 뒤집을 수 없는 증거가 제시되기 전까지는 과학적 의견의 일치를 이끌어 내기가 힘들
  - 환경의 변화로 인한 비용과 이득은 국경을 초월하며, 이러한 변화로 인한 전체적인 비용과 이득을 충당할 수 없는 국가들은 세계적인 환경문제를 효율적으로 대처 할 수 있는 방법을 결정할 능력이 없거나 자발적으로 방법을 찾으려 하지 않을 가능성이 높음
  - 더욱이, 현재 우려되고 있는 환경 문제들의 영향

- 이 때로는 수백년에 걸쳐 나타나 기도함. 그렇기 때문에 정치적 결정을 유보 시킬 수도 있음
- 정치적 결정은 일반적으로 위기가 가시적일 경우 가장 효과적으로 움직이는 속성을 가지고 있기 때문

### 1) 온실효과와 온실 가스

CO<sub>2</sub> 농도 2배 증가시 지구 평균 온도 4° 에서 6° 증가

- 지난 2세기 동안 과학자들은 대기의 화학적 구조 변화가 지구의 기후를 변화 시킬 수 있으리라고 의심해 왔으며, Arrhenius는 1896년에 대기중에 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 농도가 2배 증가하면 지구의 평균 온도가 4° 에서 6° 증가 할 것이라고 계산<sup>1)</sup>

지구의 대기공간에서 우주로의 방사열 감소로 인한 지구 대기 온도 상승

- 무엇이 온실효과의 원인 인가?
  - 대기는 spectrum이 다른 점들에서 태양복사(radiation)을 흡수하는 여러 가지의 방사성으로 활동적인(radiatively active) 가스들로 이루어져 있음
  - 온실가스들은 지구로 들어오는 태양복사는 통과시키고 지구 밖으로 나가는 방사열중 상당한 양을 흡수
  - 태양복사의 순흡수(net absorption) 효과로 인해 지구의 온도는 약 33o C로 오름
  - 온실효과는 금성의 온도가 뜨거운 이유와 화성의 혹한(酷寒)을 설명
- 온실효과에 대한 우려는 인간 행위로 인한 대기중에 온실가스의 농도 증가와 심각하고 바람

1) Jesse H. Ausubel 1983. Historical Note. In National Research Council 1983, 488-491.

**직하지 않은 기후변화의 위협으로 부터 발생되었음**

- 주요한 온실가스로는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(methane), 아산화 질소(nitrous oxides), 불화염화탄소(CFCs)등이 있음
- <표 1>은 중요한 온실가스의 집중량을 보여줌
- 2100년 까지 CO<sub>2</sub> 연평균 0.52% 증가할 것으로 예측. 이는 1986년 까지의 연평균 성장율(0.16%)의 세배가 넘는 것임

< 표 1 > 주요한 온실가스의 집중량

온실가스	집 중 (parts per billion)			성 장 (%/년)	
	1850	1986	2100	1850-1986	1986-2100
이산화탄소	290	348	630	0.16	0.52
메탄	880	1,675	3,100	0.56	0.54
아산화질소	285	340	380	0.15	0.10
CFCs	0	0.62	2.90	-	1.37

자료 : Webbels and Edmunds 1988. A primer on Greenhouse Gases; EPA 1989. Policy Options for Stabilizing Global Climate

CO<sub>2</sub> 지구온난화의 주범. 화석연료 사용 CO<sub>2</sub> 방출의 주 원인

**○ 각각의 온실가스들이 기후에 미치는 영향에는 양적인 차이가 있음**

- 왜냐하면 그들은 다른 방사성(radiative) 특성들과 수명을 가지고 있기 때문임
- <표 2>는 중요한 온실가스들이 지구온난화에 미치는 “즉각적(instantaneous)” 기여도와 “총(total)” 기여도, 그리고 오염원을 보여줌
- <표 2>에서 볼 수 있드시 CO<sub>2</sub>가 지구온난화의 주원인 이며 대부분의 CO<sub>2</sub>는 화석연료의 사용으

- 로 부터 방출되고 있음
- 화석연료중 석탄이 가장 많은 CO<sub>2</sub>를 방출하며, 천연가스는 석탄의 60%, 석유는 석탄의 80%의 CO<sub>2</sub>를 방출
  - 온실가스 배출을 두번째로 많이 하는 오염물질은 CFCs 임. CFCs는 그 양은 작지만 단위당 지구온난화에 미치는 영향은 CO<sub>2</sub> 보다 20,000배 정도 높음

< 표 2 > 온실가스의 지구온난화 기여도, 1985-2100

가. 온실가스별 기여도

온실가스	상대적 기여도(%)		오염원
	즉각적 <sup>1</sup>	총 <sup>2</sup>	
CO <sub>2</sub>	76.1	94.7	주로 화석연료 사용
메탄	9.6	0.8	생물과 농업행위
CFCs	11.6	3.3	모두가 산업행위
아산화 질소	2.7	1.2	비료와 에너지 사용

자료 : William D. Nordhaus 1990. To Curb or not to curb: The economics of the greenhouse effect

- 주 1. 즉각적 기여도는 온실가스의 발생과 동시에 농도의 변화에 주는 영향을 측정  
 2. 총 기여도는 무한한 기간동안 지구온난화에 상대적으로 미치는 영향 측정

나. 경제행위별 기여도

온실가스	상대적 기여도(%)		오염물
	즉각적 <sup>1</sup>	총 <sup>2</sup>	
에너지	62.8	76.2	CO <sub>2</sub> , 아산화 질소, 메탄
농업	20.6	19.8	CO <sub>2</sub> , 아산화 질소, 메탄
산업	0.7	0.1	메탄
자연	4.3	0.7	CO <sub>2</sub> , 아산화 질소, 메탄
기타	11.6	3.3	CFCs

자료 : William D. Nordhaus 1990. Contribution of different greenhouse gases to global warming: A new technique for measuring impact

## 2) 지구온난화 예방 정책 비용

온난화 가스 감축비용이 CO2와 동등한 단위로 측정 해서 톤당 \$5 한다면 세계 총수입의 0.2%의 비용으로 지구온난화 예방 가능

○ 기후변화를 둔화 시키는데 드는 비용 산출에 대한 연구는 아직도 시작 단계에 있음. CFCs와 CO<sub>2</sub> 방출의 감축 비용에 대한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있음<sup>2)</sup> CO<sub>2</sub>와 동등한 단위로 측정 할때

- 감축 비용이 톤당 \$5 한다면 비싼 것은 아니며, 지구온난화는 연간 총 감축비용 \$400억불(세계 총수입의 0.2%) 선에서 즉시 중지 될 수 있음
- 감축비용이 톤당 \$10에서 \$50 사이 일 경우 비싸기는 하나 관리 할 수 있으며, 총 비용은 세계 총수입의 0.5 에서 2.5%에 상응 함
- 감축비용이 톤당 \$100이상 된다면 이는 아주 비싼 것임

대체품을 사용할 경우 톤당 \$5 미만으로 CFCs 감축

○ CFC 방출 저감 CFCs의 저감은 아주 중요함. 왜냐하면 CFCs는 극도로 강력한 온난화 가스이기 때문임

- 두 종류의 가장 중요한 CFCs를 대체 할 수 있는 새로운 화학적 대체품이 있음. 이 대체품들은 지구온난화를 상당히 감소 시킬 것임
- 이 대체품들은 온난화를 톤당 \$5 미만의 감축비용으로 예방할 수 있을 것으로 추정 됨
- 대체품의 사용은 적당한 비용으로 CFCs를 효과적으로 저감 시킬 수 있어 비용 효과가 좋은 정책일 수 있음

2) William D. Nordhaus 1990. A survey of the costs of reduction of greenhouse gases. *Energy Journal*, Fall

CO<sub>2</sub> 방출 저감  
 양의 증가는 급  
 격한 저감비용  
 의 증가를 가져  
 옴. 이는 화석  
 연료를 대체할  
 수 있는 대체에  
 너지가 부재가  
 원인

- CO<sub>2</sub> 방출 저감 어떤 종류의 온실가스 저감도  
 상당한 양의 CO<sub>2</sub> 방출의 감소를 요구함
  - 95% 이상의 CO<sub>2</sub> 에너지 부문과 산림파괴로 부터  
 방출 됨
  - CO<sub>2</sub> 방출은 에너지 효율의 증가, 최종 에너지 서  
 비스의 감소, 온난화 가스가 많이 집약된 화석연  
 료로 부터 적게 집약되 화석연료로의 대체, 화석  
 연료의 비화석연료로의 대체 등을 통해 저감될  
 수 있음
  - 에너지는 많은 부분에서 경제와 밀접하게 연관되  
 어 있으므로 CO<sub>2</sub> 방출 감축비용을 정확히 계산  
 하기 위해서는 에너지 시스템에 관한 복잡한 모  
 델이 요구됨
  - CO<sub>2</sub> 저감을 위한 장기비용에 대한 연구는 다음  
 과 같은 결론을 내리고 있음. 첫째, 작은 양의  
 CO<sub>2</sub> 저감 비용은 작음. 에너지 부문에서 10%의  
 CO<sub>2</sub> 방출 저감은 톤당 평균 \$10 선에서 가능함.  
 현재 연간 세계 총 CO<sub>2</sub> 방출량이 60억톤 임을  
 감안할 때 CO<sub>2</sub>의 10% 저감은 연간 약 \$60이 소  
 요 됨
  - 둘째 결론은 CO<sub>2</sub> 방출 저감비용이 많은 양을 감  
 소시키려 할 때 급속하게 증가 한다는 것임. 장  
 기적으로 볼 때 현재의 에너지 기술을 가지고  
 CO<sub>2</sub> 방출을 50% 감소 시키는데 드는 한계비용  
 은 톤당 약 \$130 정도가 요구됨. 다시 말하면 생  
 산자와 소비자들에게 CO<sub>2</sub> 방출을 현 수준에서  
 절반으로 줄일 수 있도록 유도하기 위해서는  
 CO<sub>2</sub> 일 톤당 \$130의 탄소세를 부과해야 함을 의  
 미하며, 이는 연간 \$4000억불의 세금을 거두어  
 들이게 됨. CO<sub>2</sub> 방출을 50% 줄이는데 필요한 드  
 는 연간 총 자원비용은 약 \$1800억 이며, 이는

현재의 가격과 생산수준에 비교 할 때 세계 총 생산량의 1% 정도 임

- CO<sub>2</sub> 방출을 줄이는데 드는 비용이 급속히 증가하는 이유는 화석연료를 대체할 수 있는 대체에너지가 현재 부재하기 때문 임

### 3) 지구온난화 예방을 위한 정책의 기본틀

지구온난화의  
둔화를 효율적  
으로 달성하기  
위해서는 모든  
국가의 참여가  
중요

○ 정책의 기본 방침은 지구온난화의 둔화에 초점을 맞추어야 하며, 지구온난화의 둔화를 위한 정책 입안시 글로벌 이슈(global issue)를 모두 고려해야 함

- 효율적인 정책이 되기 위해 서는 모든 국가들이 온난화 가스 제한에 함께 참여해야 하기 때문임
- 국제적 협력을 유도하기 위해서는 선진국들이 후진국들의 온난화 가스 제한 행위들(예를 들면, 열대림의 보존 또는 CFCs 사용의 단계적 축소 등)에 대한 적극적인 보조행위가 필요함
- 일방적인 예방 행위도 없는 것 보다 좋기는 하나 합의에 의한 모든 국가의 참여가 더욱 효율적임
- 정책 입안시 다음과 같은 것들이 종합적이고 복합적으로 고려되어야 할 것임

지구온난화의  
원인과 영향에  
대한 정확한 지  
식이 기후변화  
해결의 열쇠

○ 지구온난화 지식의 개선 : 첫 번째 목표는 지구온난화에 대한 우리들의 이해를 증진 시키는 것임

- 지구환경에 대한 감시 행위 증가, 과거의 기후에 대한 기록 분석, 기후 변화의 환경과 경제에 미치는 영향 분석, 기후 변화를 둔화 시킬 수 있는 가능한 방법들의 분석 등이 여기에 포함됨. 이러한 노력은 앞으로 기후 변화 해결을 위한 결정을 내리는 데 많은 도움을 줌

기후변화 둔화  
를 위한 대체에  
너지 기술 개발  
이 필요

- 새로운 기술의 개발 : 기후변화를 저감시킬 수 있는 적극적인 기술개발이 요구됨
  - 단위 생산당 온난화 가스를 낮게 발생시키는 에너지 기술의 개발 시급함
  - 이산화탄소 배출의 주범인 화석연료를 대체 할 수 있는 대체 에너지의 개발에 투자 촉진 필요
  - 대체에너지 개발을 위한 투자가 그동안 민간 부문에서 활성화 되지 않은 이유는 이 기술의 개발은 투자에 대한 사회적 이득(social return)이 개인적 이득(private return)보다 높기 때문임. 다시 말하면, R & D로 인한 결실은 기술 개발에 전혀 투자를 하지 않은 사람들 까지 즐기는데 반해 온실가스 저감으로 인한 이득에 대한 시장 가치는 현재 전혀 없기 때문임
  - 대체에너지 개발을 위해서는 현재 보다 더 많은 정부의 보조가 필요함

토양의 중금속  
오염, 경관피해  
등이 중요함

- "후회 없는(no-regret)" 정책 수립 : 지구온난화를 둔화 시킬 수 있는 모든 가능한 방법 모색 필요
  - 지구온난화를 최소의 경제적 비용으로 성취 할 수 있는 정책의 개발이 필요함
  - CFCs를 제한 하는 국제적 동의를 강화를 위한 노력, 비경제적 열대림 개발의 제한, 휘발류나 모든 화석연료에 높은 세금의 부가를 통한 비경제적 화석연료 사용의 성장 둔화 방안 등이 있을 수 있음
  - 만약 모든 국가들이 이와 같은 행동을 실천에 옮긴다면 지구온난화의 문제는 해결되어 질 수 있을 것 임



탄소세 부과,  
온난화 둔화의  
주요 방법으로  
대두

- 탄소세 : 지구온난화를 둔화시키기 위한 또 다른 도구는 지구환경세를 모든 온난화 가스에 CO<sub>2</sub> 배출에 준해 부과 하는 것임. 특히 화석연료의 사용으로 인한 CO<sub>2</sub> 배출에 세금을 부과 함
  - 탄소세가 효율적으로 적용되기 위해서는 이 것이 모든 나라에 부가되어야 함
  - 화석연료에 부가하는 탄소세의 경우, 만약 국가 간에 세금율이 협의가 되어 진다면 화석연료 생산자에게 세금을 부가 하는 것으로 충분함. 연료에 있는 대부분의 탄소가 대기중에 남아 있기 때문에 복잡한 화학적 분석은 필요하지 않음
  - 다른 종류의 온실가스의 경우는 몇가지 복잡한 문제가 있음. 첫째, 각 가스의 지구온난화의 잠재력을 CO<sub>2</sub>에 상응 하게 전환 시켜야함. 온실가스마다 각기 다른 수명을 가지고 있기 때문에 전환시 할인율이 고려되어야 함. 둘째, 오염물질의 일부(CFCs의 경우 처럼)는 발생 즉시 대기로 방출되지 않고 서서히 자연붕괴 되기 때문에 각기 다른 기간의 방출물의 잠재가격(shadow price)에 대한 복잡한 경제적 분석이 요구됨.
  - 탄소세는 이 외에도 국제적으로 적용하기에는 또 다른 많은 문제를 가지고 있음. 세금을 생산자와 소비자중 누구에게 부과 하느냐의 문제와 누가 세금소득을 받느냐는 것 등이 복잡한 논쟁을 부러 일으킬 것임
  - 탄소세의 적용과 관련된 일련의 복잡한 이슈들로 인해 지구온난화의 해결을 위한 해법으로의 탄소세 적용은 아직 시기상조라고 판단됨

#### 4) 결 론

현실성 있고 불  
확실한 미래의  
기후변화에 능  
동적 대응을 위  
해 유연성 있는  
정책 필요

- 지구온난화의 둔화를 위해 각 국은 - 특히 산  
업화된 국가들은 - 환경정책 수립시 지구온난  
화에 대한 지식의 향상, 새로운 기술에의 투자  
및 개발, 후회 없는(no-regreat) 정책의 수립  
등을 기초로 해야 할 것임
- 이러한 접근법을 통해 우리는 미래의 알려지지  
않은 상황에 능동적으로 준비할 수 있는 기반을  
마련할 수 있음
- 지구온난화 위협과의 투쟁은 장기적인 것이 될  
것임
- 그러기에 유연성을 가진 정책의 개발이 지구온난  
화에 효율적으로 대처하는 중요한 열쇠임

박 영 우 (환경경영전략팀 연구위원)