

# 기후변화의 실태와 대응

강 인 식

〈서울대 대기과학과 교수〉

## 1. 머리말

지구 온난화로 대표되는 기후 변화는 이제 상식이 가까운 단어가 되었다. 그러나 이것은 먼 미래에 닥칠 막연한 재앙 정도로 생각되며 자체 현상보다는 경제행위에 미치는 영향이 더욱 부각되는 것도 사실이다. 특히, 국제 경제 행위의 제약 요인으로 부각되고 있으며, 후발 개발국들의 산업 경제 발전에 대한 선진국의 견제 수단으로 작용하기도 한다. 그러나, 실제로 이 문제는 지구의 자연 자원에 대한 위기 의식에서 비롯되었음을 간과하여서는 안된다. 지구 속의 한 국도 지구 온난화 및 기후 변화의 예외 지역이 될 수 없다.

이 주제에서는 한반도의 산업 경제 행위가 지구 온실기체 증가에 어떠한 영향을 주고 있으며 이러한 온실기체의 증가에 따라 한반도 기후는 어떻게 변화되었으며 어떻게 변화되어 갈 것인가를 토의한다. 또한, 한국의 대응방향에 대하여 간략히 토의하고자 한다.

기후 변화의 대응 전략은 크게 억제정책(*Control Policy*)과 적응정책(*Adaptation Policy*)으로 분류할 수 있다. 억제정책은 지구기후 변화를 일으키는 온난화가스 방출억제와 관련된 정책으로 에너지, 산업구조 등 경제정책에 큰 영향을 미친다. 한편, 적응정책은 변화하는 또는 변화될 기후에 적응할 체제를 구축하는 정책으로 농업 등 국가 일차산업, 산림, 생태계, 수자원, 해안지대 등 국가자원, 국민전체의 건강 그리고 경제활동의 변화에 능동적으로 대처할 수 있게 된다. 다른 주제에서 억제 정책에 대하여 토의할 것이므로, 여기서는 적응 정책에 초점을 맞추도록 한다.

## 2. 한반도 산업화가 지구 온실기체 증가에 미치는 영향

국가간 기후 변화 협상에 있어 주요한 문제는 지구 전체 및 각국의 온실기체 저감 계획을 세우는 것이다. 이러한 계획을 세우기 위하여는 과거의 산업화에

다른 경제 행위가 실제로 대기의 온실기체를 어떻게 증가시켜 왔는가에 대한 과학적 이해가 바탕이 되어야 한다. 여기서는 한국을 포함한 세계의 주요 국가의 과거 경제 행위가 지구 온실기체 증가에 어느 정도 기여했는가를 하는 최근의 연구 결과(강인식, 1995)를 제시한다.

■ 각국의 이산화탄소 증가 기여도 (그림-1) ■

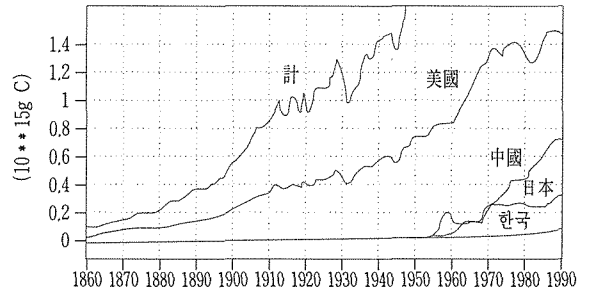
- 모델 : 대기, 해양 혼합층, 해양 심해층, 육상 생태계 등 상호 Feedback작용이 모수화되어 지구 평균 이산화탄소의 순환 과정이 적절히 묘사된 Box-Diffusion 모델, 이 모델은 과거 100년간의 지구 대기중 이산화탄소의 변화 경향을 매우 잘 재현하고 있음.
- 자료 : 1860년 이후 각국의 화석 연료 사용량과 산림 파괴 자료
- 결과 :- 1860년 이후 지구 전체적으로 이산화탄소가 25% 정도 증가
  - 미국이 지구 전체의 증가분에 약 30% 정도 기여하였음
  - 한국은 1960년 중반 이후 급격히 증가하고 있음. 1960년까지는 지구 전체 증가분의 약 1/2000이었고 현재에는 약 0.5% 정도 기여하고 있음.

• 미래의 이산화탄소 변화 시나리오

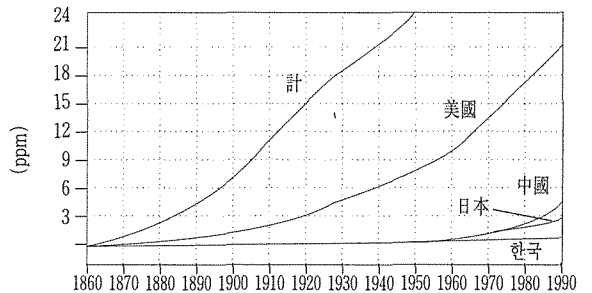
IPCC에서는 1990년 이후 2100년까지의 지구 전체 화석 연료 사용량 변화의 여러가지 시나리오 <그림 2a>와 산림 파괴 시나리오를 발표하였다. 여기서, 각각의 시나리오는 지구 전체가 어떠한 억제 정책을 채택하느냐에 따라 결정된다. 이 자료를 앞의 모델에 적용하여 구한 이산화탄소의 농도 변화에 대한 시나리오는 <그림 2b>와 같다.

어떠한 억제 정책을 지구 전체가 수행하더라도 2100년까지 대기 중 이산화탄소의 양은 계속 증가할 것이다

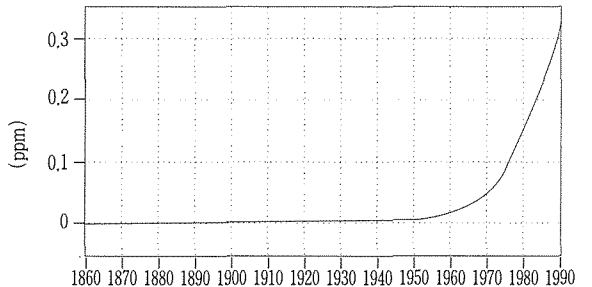
(a) 화석연료 연소에 의해 CO<sub>2</sub>배출



(b) Contributions to CO<sub>2</sub> concentration increase



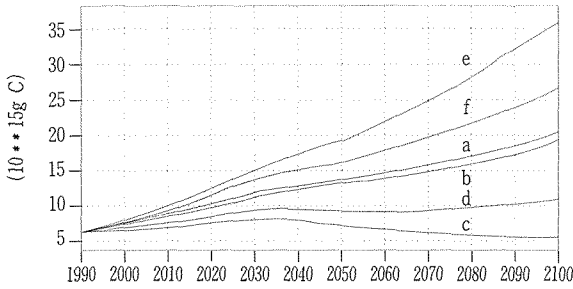
(c) 한국의 비중



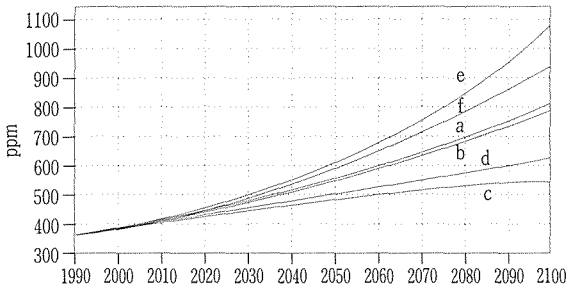
<그림 1> 각국의 이산화탄소 증가에 대한 기여도

(a) 화석연료 사용에 의한 이산화탄소 배출량, (b) 화석연료사용에 의한 각국의 이산화탄소 증가 기여도, (c) 한국의 이산화탄소 증가 기여도

(a) IPCC- 92 CO<sub>2</sub> 배출 시나리오



(b) CO<sub>2</sub> concentration increase by model



<그림 2> IPCC-92 시나리오에 의한 이산화탄소 농도변화 예측 (a)IPCC-92의 화석연료 사용에 의한 이산화탄소 배출량 시나리오, (b) a를 모델에 적용하여 구한 이산화탄소 농도 변화 시나리오

### 3. 한반도 온난화

지난 100년간 지구 평균 기온은 약 0.5℃정도 상승한 것으로 나타나고 있다. 그럼, 한반도의 기온은 어떻게 상승하였는가? 그림3에 나타낸 바와 같이, 한반도 평균 기온은 1900년 초부터 현재까지 약 1.3℃±0.3℃정도 증가하였다. 그런데 1950년대 후반을 기점으로 하여 전·후의 기온 상승 경향이 다르게 나타나고 있음을 알 수 있다. 즉, 1960년대 이후 기온 상승 경향이 더욱 두드러지게 나타난다. 이는 한국의 급격한 도시화와 산업화에 기인하는 바가 크다. 이러한 도시화 등의 지역적 현상은 지구 온난화와 무관하게 일어날 수 있다. 따라서 도시화에 의한 기온 상승분을

제거하여야 지구 온난화에 의한 한반도의 기온 상승을 알 수 있다. 최근의 연구결과 (강인식등, 1995)에서는 한반도에서 도시화에 의한 기온 상승이 지난 30~40년간 약 0.5℃ 정도로 나타났다. 따라서, 지구 온난화에 의한 한반도의 기온 상승은 약 0.8℃±0.3℃ 정도로 추정되며, 이는 지구 평균 온난화보다 다소 높은 값이다.

그럼, 다음 세기에 한반도의 기후 변화는 어떻게 나타날 것인가? 서울대의 지구기후모델(대기대순환 모델)을 사용하여, 대기중의 온실기체가 2배가 되었을 때의 기후변화(기온과 강수량)를 <그림 4>에 나타내었다.

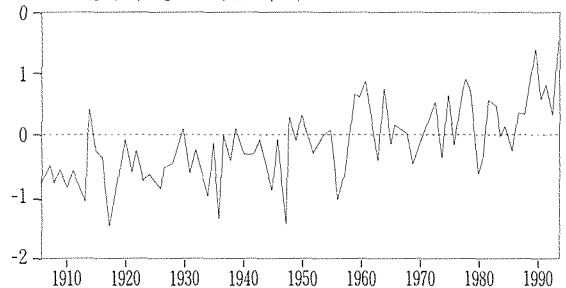
■ 한반도의 기후변화(그림 4) ■

대기중 이산화탄소가 2배로 되었을 경우의 한반도 주변의 기후 변화

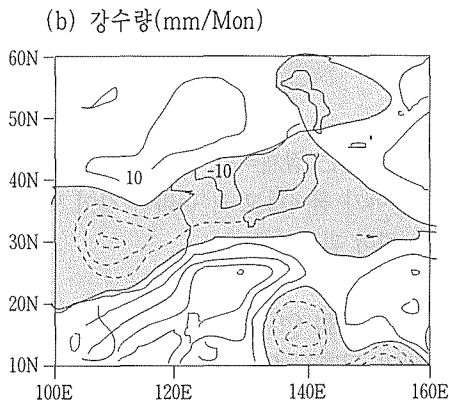
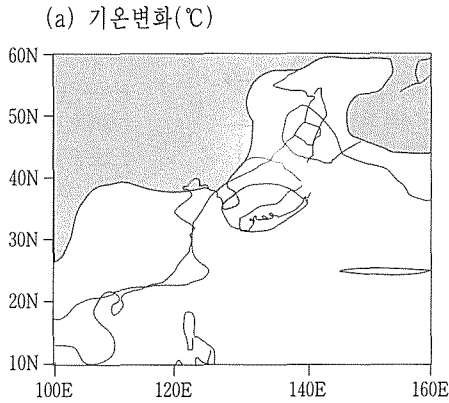
- 기온 : 약 1℃~3℃ 정도 상승함.
- 강수량 : 다소 감소할 가능성이 나타남.

참고로 지구 평균적으로는 기온이 약 2℃ 정도 상승하고, 강수량은 다소 증가할 것으로 예측하고 있다 (현재로서는 여러가지 불확실성이 있음). 서울지역의 과거 90년간의 기온변화를 대기대순환 모델 자료에 Fitting하여 온난화 경향을 구하면, 1990년부터 2090

한국의 평균 기온 추이



<그림 3> 기준기간(1951~1970)의 기후평균을 뺀 한반도 연평균기온 시계열



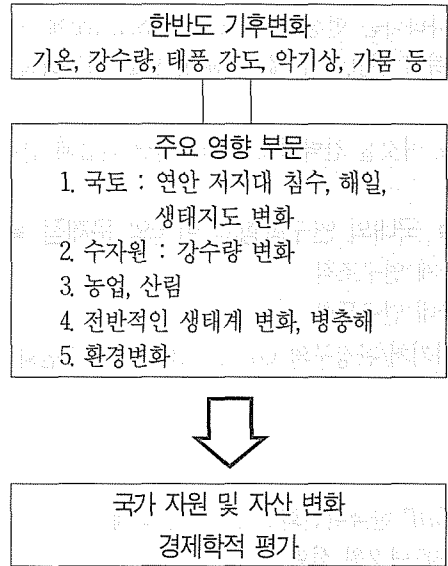
〈그림4〉 대기중 이산화탄소의 농도가 2배가 되었을 경우에 나타나는 한반도 주변의 기후변화. (a) 기온변화(°C), (b) 강수량의 변화(mm/month)

년까지 서울 기온이 1.5°C 정도 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 다음 세기의 지구 온난화 경향이 과거 90년간의 경향과 같다면(실제로는 클 것임) 서울의 21세기 후반 기온은 현재보다 1.5°C 정도 상승할 것이라는 것이다.

#### 4. 영향 및 대응

##### (1) 영향

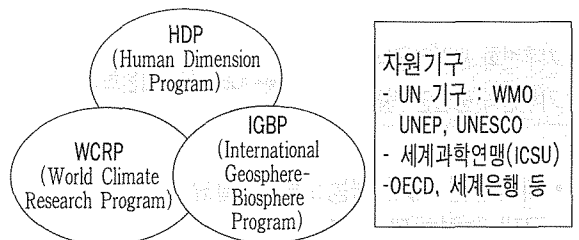
기후 변화에 따라 나타날 지구 전체의 자연 자원의



변화는 엄청날 것이다. 그런데, 지구 온난화에 따라 각 지역에 나타날 기후변화는 지역의 특성에 따라 다르고, 기후 변화에 영향을 받는 부문(Sector)도 국가에 따라 크게 다르다. 따라서, 적응 정책과 대응 기술 개발은 국가 개별 차원의 문제이다. 한반도에 나타날 변화는 다음과 같다.

##### (2) 대응

한반도의 기후 변화와 이의 영향에 대처하기 위하여는 먼저 이에 대한 정확한 이해가 우선되어야 하고 이를 바탕으로 대응 기술이 개발되어야 할 것이다. 그러나, 이 문제는 지구 전체의 시스템 변화와 동반



되어 나타나는 현상이므로 *Global Science*에 대한 전문 인력이 필요하며, 물리, 화학, 생물, 지구과학, 공학 등이 전체적으로 참여하는 복합 연구 협력체제가 필요하다. 이것을 간략하게 도식화하면 다음과 같다.

■ 국내외 연구동향과 한국의 문제점 ■

- 국제 연구조직
- 국내 연구동향

1. 과기처/환경부의 G7 프로젝트 : 기후변화 예측 기술
2. 통산부 : 국가보고서
3. 기타

\* IGBP 한국위원회 : 학술원 산하에  
1995년 2월 설립

\* 세계 지구변화 프로그램(IGBP)의 극동지역 공동연구(TEACOM) 협의체  
(회장 : 한국의 노재식 박사)가 구성되었으나 한국의 기여는 전무한 상태임.

• 문제점

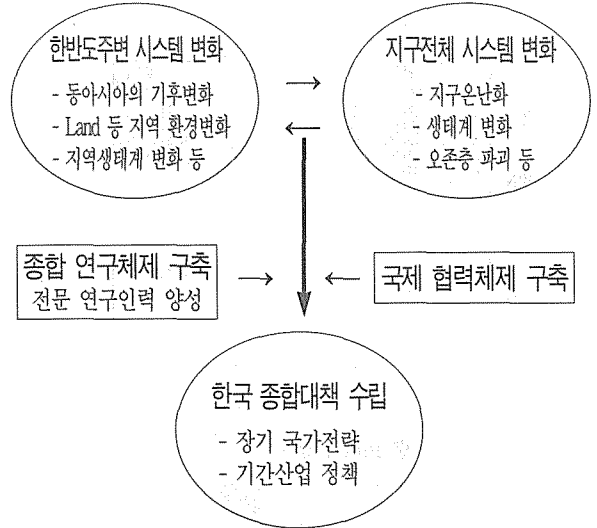
1. 21세기 기후변화가 한반도에 미칠 영향에 대하여 체계적으로 연구되어지고 있지 않음 (특히 IPCC 2분과)
- ▶ 적응정책 및 대응 기술 개발이 매우 미흡함
2. 국가 자연자원에 대한 *Inventory* 필요
3. 세계속의 한국의 역할이 너무 미비함



기후변화 관련연구의 세계화  
기후변화 종합연구체제 구축

◀ IGBP 한국위원회의 활용

- 제학문간 세계 공동노력의 필요 - 국제 협력체제 구축
- 지구변화는 과학의 제 영역의 경계들과 개별 나라



의 영역을 뛰어넘는 잠재적인 영향을 가지고 있으므로 각 학문분야가 참여하고 각 나라가 같이 협력하는 세계 공동노력이 필요하다.

• 한국의 지구변화 연구-

연구체제의 구축과 연구인력의 확충

현재의 국내 연구체제로는 범지구적, 범학문적 관점에서 여러분야가 공동으로 연구할 수 있는 분야간 공동연구가 매우 힘든 상황이며, 관련 연구인력도 매우 부족한 실정이다.

따라서 다학문에 걸친 지구환경 문제에 효과적으로 대처할 수 있는 국내의 종합연구체제를 강화시키고 부족한 연구인력을 양성하며 국내 연구자들의 국제활동을 지원할 수 있는 지구변화 프로그램에 대한 정부의 투자가 시급히 필요하다.

■ 기후변화 협상과 정책개발의 문제점 ■

- 한국의 연구결과 및 과학두뇌의 활용이 미비하고 형식적임
- 정확한 과학적 정보의 바탕하에서 국가간 협상이 이루어질 수 있는 체제 구축

## 5. 결론

지구온난화에 따른 기후변화는 농업등 국가 일차 산업, 산림, 생태계, 수자원, 해안지대 등 국토자원, 그리고 국민 전체의 건강 및 경제활동에 심각한 영향을 미칠 것으로 전망된다. 이러한 기후변화에 대처하기 위하여 선진각국은 막대한 연구비를 투자하여 기후 변화 적응정책 및 적응기술을 개발하고 있다. 그런데, 기후변화는 국가에 따라 그 양상이 다르게 나타나고 영향을 받는 부문이 크게 다르므로 한반도에 나타날 기후변화에 대한 대응은 우리 스스로 해결하여야 할 문제이다. 최근 기후변화에 관한 국가간 협의회(IPCC)에 따르면 아무리 강력한 온난화 억제정책을 전세계적으로 시행한다고 하여도 21세기의 기후변화를 막을 수 없다. 이러한 상황에서 21세기를 대비하기 위하여는 기후변화와 동반될 국가 자연자원에 대한 영향평가와 함께 관련 분야의 적응기술 개발을 위한 연구가 종합적으로 이루어져야 한다.

이제 우리나라도 선진국의 대열에 설 수 있을 정도

로 성장하였다. 이 시점에서의 정부의 역할은 과거의 정부의 역할과 비교할 때 커다란 변화가 있어야 한다. 특히 국내적으로는 환경 복지 정책의 비중이 점차 높아지며, 세계적으로는 범 지구적인 문제들의 해결에 어느 정도 역할을 하는 모습을 보여서 세계속의 한국의 위상을 높이는 일들을 적극적으로 시도하여야 할 것이다. 세계화를 부르짖지만 세계의 문제들에는 소극적이거나 무지하고, 돈벌이에만 급급한 것이 현실이다. 이제 우리 국민들도 자존심을 생각할 만큼 경제적으로 부유하여졌다. 따라서 이제는 세계화를 균형있게 추진하여 국가의 부를 키우면서도 당당하게 세계속의 한국인으로 활동할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위하여 우선적으로 우리가 할 일은 현재 세계에서 가장 중요한 문제로 부각되고 있는 기후변화에 적극적으로 대처하는 모습을 국내외적으로 보이는 것이다. 즉, 강력한 온실기체 억제정책을 채택함과 동시에 미래에 닥칠 한반도 기후변화에 대비하는 적응정책을 국가 자산보호차원에서 세워야 할 것이다.

## ◀ 상 식 ▶

### 배의 군살을 빼려면

복부에 과도한 지방이 축적되면 콜레스테롤 수치가 높아지고 심장질환, 당뇨병, 고혈압 및 뇌졸중 등에 걸릴 위험성도 높아진다. 또한 여성인 경우에는 유방암에 걸릴 위험이 높아진다. 별로 알려지지 않은 다음의 사실이 불룩 나온 당신의 배를 들어가게 하는 데 도움이 될 것이다.

#### -중략-

-굶을 필요는 없다. 그러나 불룩 나온 배를 들어가게 하려면 칼로리 섭취를 줄여야 한다. 같은 칼로리에 해당되는 지방과 탄수화물을 먹는다 해도 지방을 먹는 사람이 체중이 더 불어나게 된다. 왜냐면 식사때 섭취한 지방은 '그대로' 세포에 들어갈 수 있지만 탄수화물은 지방으로 전환되어야만 체내에 축적될 수 있기 때문

이다.

-격렬한 운동은 필요치 않다. 하루 30분씩 산소 소비량을 증대시키는 운동(빨리 걸거나 조깅, 달리기, 수영, 자전거 타기 등)을 하면 가장 좋은 결과를 가져오겠지만 가벼운 운동만 해도 효과가 있다.

-윗몸 일으키기 운동은 도움이 되지 않는다. 배가 나온 것은 복근이 약해서가 아니라 지방이 지나치게 많이 축적돼 있기 때문이다.

배가 나오지 않도록 예방하거나 배의 군살을 빼기 위한 적절한 조치를 취하는 것은 단순히 날씬한 외모를 유지하기 위해서만이 아니라, 보다 건강하게 오래 살기 위한 기초를 다지는 일이다.