

교사용

# 기후변화의 이해

2010. 3.

## 차 례

### <총론>

#### I. 기후변화 대응을 위한 학교 환경 교육 전략

|   |    |
|---|----|
| 1. 저탄소 녹색성장과 기후변화 대응 .....                | 1  |
| 2. 저탄소 의식 및 생활양식 확산 .....                 | 5  |
| 3. 환경 교육 진흥법을 통한 기후변화 대응 교육 강화 .....      | 8  |
| 4. 국가 환경 교육 표준 지침을 통한 기후변화 대응 교육 진흥 ..... | 10 |
| 5. 기후변화 대응 교육의 목표와 내용 범주 .....            | 13 |

#### II. 기후변화 대응의 이해

|                  |    |
|------------------|----|
| 1. 기후변화 현상 ..... | 15 |
| 2. 기후변화 원인 ..... | 23 |
| 3. 기후변화 영향 ..... | 35 |
| 4. 기후변화 대응 ..... | 46 |

#### \* 참고 자료

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 1. 기후변화 관련 용어 .....                | 73  |
| 2. 국내 각 지역의 기후변화 대응 교육 실천 사례 ..... | 84  |
| 3. 주요 외국의 기후변화 대응 교육 실천 사례 .....   | 90  |
| 4. 기후변화 대응을 위한 8대 생활 실천 수칙 .....   | 102 |
| 5. 기후변화 관련 인터넷 사이트 .....           | 104 |
| 6. 녹색성장 교육의 비전과 목표 .....           | 105 |
| 7. 참고 문헌 .....                     | 122 |



## <각론>

|                  |     |
|------------------|-----|
| I . 환경과 .....    | 1   |
| II . 과학과 .....   | 55  |
| III . 사회과 .....  | 88  |
| IV . 기술가정과 ..... | 123 |

# I. 기후변화 대응을 위한 학교 환경 교육 전략

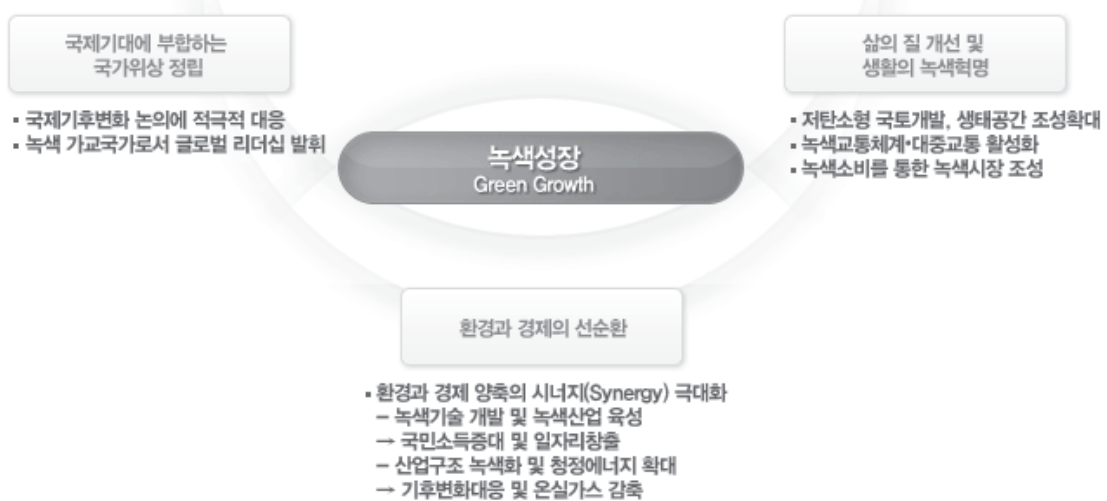
## 1. 저탄소 녹색성장과 기후변화 대응

### 가. 녹색성장의 개념

#### 경제와 환경의 조화, 균형 성장

- ※ 녹색성장은 지속가능 발전(경제 발전 · 사회적 형평 · 환경 보호 통합)의 추상성 · 광범위성을 정책 실현 가능성 면에서 보완
  - 경제 성장을 하되, 경제 성장의 패턴을 환경 친화적으로 전환 시키자는 개념
    - 환경적으로 지속가능한 경제 성장
  - 환경적 측면을 강조하는 경제 성장 추구
  - 경제 성장과 환경파괴의 탈동조화(Decoupling) 실현

#### 녹색성장의 개념



#### 01 환경과 경제의 선순환

- 성장 패턴과 경제 구조의 전환을 통해, 환경과 경제 양측의 시너지(Synergy) 효과 극대화
- 핵심 주력 산업의 녹색화, 저탄소형 녹색 산업 육성, 가치 사슬의 녹색화 추진

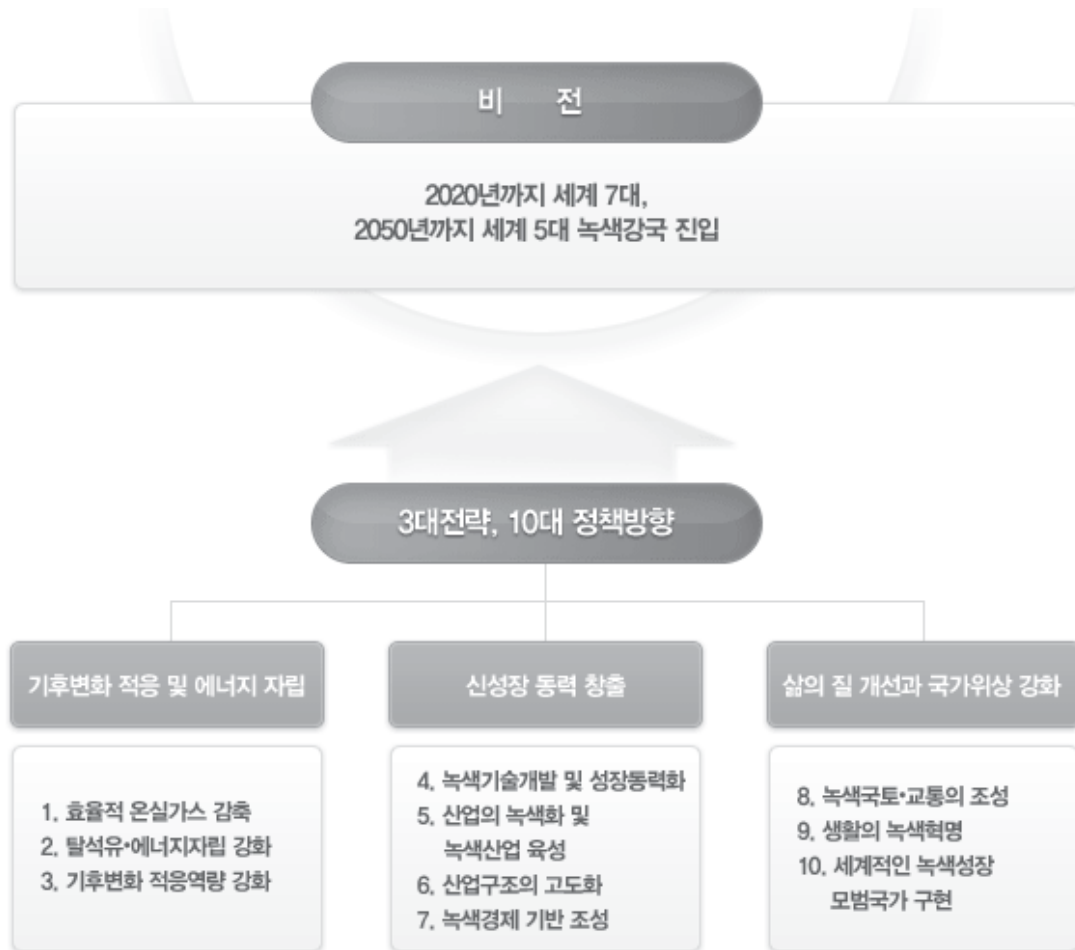
#### 02 삶의 질 개선 및 생활의 녹색혁명

- 국토, 도시, 건물, 주거 단지 등 우리 생활 모든 곳에서의 녹색생활 실천 및 녹색 산업 소비 기반 마련
- 버스·지하철·자전거 등 녹색 교통 이용을 활성화하고, 지능형 교통 체계에 기반한 교통 효율 개선 추진

### 03 국제 기대에 부합하는 국가위상 정립

- 국제적 기후변화 논의에 적극 대응함으로써, 녹색성장을 국가발전의 새로운 모멘텀으로 활용
- 녹색 가교 국가로서 글로벌 리더십 발휘를 통해 세계 일류의 녹색 선진국으로 발돋움

#### 나. 녹색성장의 비전과 기후변화 대응



3대 전략 중에서 ‘기후변화 적응 및 에너지 자립’은 기후변화 대응과 직접적인 연관을 가지며, ‘신성장 동력의 창출’, ‘삶의 질 개선과 국가 위상 강화’는 간접적인 연관을 갖는다.

## 다. 기후변화 적응 및 에너지 자립의 주요 내용

### 01 효율적 온실가스 감축

탄소를 줄여 가는 사회 구현

- 국가 중장기 온실가스 감축 목표 설정 및 관리, 탄소 정보 공개 확대, 국가 온실가스 관리 시스템 구축
  - \* ('09년) 국가 중장기 온실가스 감축 목표 설정 이후 부문별 비용 효율적인 감축 전략 추진

저탄소 그린 한반도 구현

- 탄소 순환 운동(Carbon-3R\*) 전개, 산림 등의 탄소 흡수원 확대, 남북 그린 협력 강화
  - \* Carbon-3R : Reduce, Reuse, Recycle
  - \*\* 산림 탄소 저장량 : ('09)1,452 → ('20)1,854 → ('50)2,465백만 tCO<sub>2</sub>

### 02 탈석유·에너지 자립 강화

에너지 자립도 제고 : ('09)32(e) → ('20)50 → ('50)100%

- 에너지 효율화 기술 혁신 및 부문별 에너지 수요 관리
  - \* 에너지원 단위 : ('09)0.317 → ('20)0.233 → ('50)0.101toe/천\$
- 신재생에너지 산업화 촉진 및 청정에너지 보급 확대
  - \* 신재생에너지 보급률 : ('09)2.7 → ('20)6.08 → ('50)30%
- 원자력 신뢰성 제고 및 원전 비중 확대
  - \* 원자력 발전 설비 비중 : ('09)24 → ('20)32 → ('50)41% 이상 (적정비중 유지)
- 자원 개발 전문 기업 육성
  - \* 석유 기체 자주 개발률 : ('09)7.4 → ('20)31 → ('50)100%

### 03 기후변화 적응역량 강화

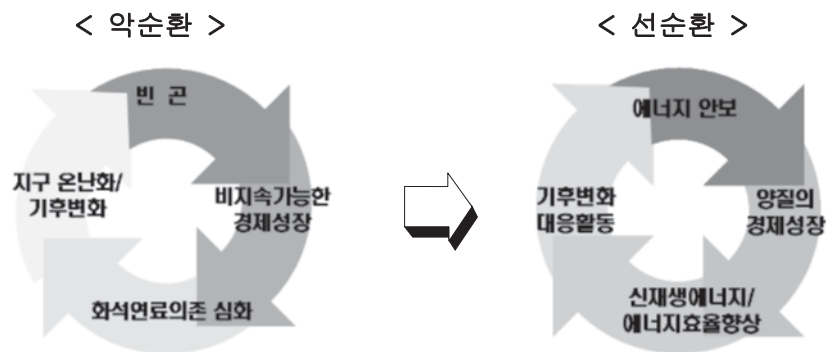
효과적 기후변화 적응 정책 수립 지원

- 기후 감시·예측 능력 향상, 기후변화 취약성 분석 등
  - \* 기후변화 감시·예측 역량 선진화 : ('09)40 → ('20)90 → ('50)100%

기후변화에 따른 위기대응능력 강화

- 기후변화 대응 식량 안보 확보
  - \* 친환경 농산물 생산 비율 : ('09)4.5 → ('20)18 → ('50)20%
- 4대강 살리기 등 안정적 수자원 확보 관리
  - \* 수자원 확보 : ('09)186 → ('20)214 → ('50)222억m<sup>3</sup>
- 녹색 공간 확충 등 지속가능한 산림 경영
  - \* 국가 산림 자원 총량 : ('09)862 → ('20)1,087 → ('50)1,431백만m<sup>3</sup>

□ 저탄소 녹색성장 방향 : 현 에너지·경제·기후·생태 간의 악순환을 **선순환**으로 전환



**< 현 패러다임 >**



**< 저탄소 녹색성장 패러다임 >**



\* 탈동조화 : 연관성의 최소화

## 2. 저탄소 의식 및 생활양식 확산<sup>1)</sup>

- 기후변화 대응을 위한 **국민의 참여 의지가 낮아 의식 전환이 시급**
  - 일반국민 과반수(56.8%)가 기후변화 대응은 중앙 정부의 역할로만 인식('08. 6월 환경부 여론 조사)
- 공공 부문, 지자체, 학교 등 **부문별 기후변화 대응 역량 및 실천 활성화**

□ 온실가스 감축 노력에 대한 **국민의 참여 의지가 낮은 수준**('07년 23.6% 수준)

□ 기후변화 대응 **국민 참여 확산**

- 체계적 기후변화 대응 **범국민 실천 운동 전개** ('08~)
  - 친환경 상품 보급 및 제품의 온실가스 배출량감축량을 표시하는 **온실가스 라벨링제도 도입**을 통해 녹색 소비 문화 확산
  - 지방의 제21 등 **거버넌스를 활용한 민·관 네트워크** 구성 및 저탄소 사회를 위한 새로운 **국민 운동 전개**
  - '사이버 실천 운동' 전개, 청소년과 주부 등을 대상으로 한 실천 운동 추진
  - 캠페인, 리플릿, 동영상 등 다양한 수단을 통한 **실천 지침** 보급

### < 온실가스 줄이기 실천 지침 >

- ① 실내 적정 온도 유지 생활화 ② 승용차 사용을 줄이고 대중교통을 이용
- ③ 친환경 제품 구입 ④ 물 아껴 쓰기 ⑤ 쓰레기를 줄이고 재활용하기
- ⑥ 올바른 운전 습관 유지 ⑦ 전기제품을 올바르게 사용하여 에너지를 절약
- ⑧ 나무 심고 가꾸기 생활화

- 온실가스 감축 **인센티브 제공 등 참여 확대** 방안 추진 ('08~)
  - 자발적 감축 실적에 대해 **마일리지 혜택포상 등 인센티브** 제공
  - **실천 아이디어·우수 실천 사례 공모** 및 우수 모델 보급
- 개인, 기업, 공공기관 등 온실가스 발생 주체를 대상으로 탄소 중립(**Carbon Neutral**) 프로그램 시행
  - 감축 실적 구매, 나무 심기, 신재생에너지 투자 등 **탄소 상쇄 표준 방안 마련**
  - 기념식 등 **정부 행사를 탄소 중립형으로 추진**하여 탄소저감 모범 정부 정착
    - ※ 조명·차량 등을 **고효율·저탄소 제품으로 단계적으로 교체**하여 탄소 저감 모범 정부로 변신
- 기후변화 대응 **탄소 저감형 생활 문화의 확산**
  - 탄소 저감 공연 및 전시 행사, 그린 체전 등 추진, 환경 친화적 국내외 체육대회 개최
    - ※ 저탄소형 녹색 행사 가이드 라인 마련 및 보급

1) 국무총리실 기후변화대책기획단(2008. 9.), 기후변화 대응 종합 기본 계획.

- 친환경 상품 보급 확대 및 자원 절약을 위한 **녹색 소비 문화** 확산
- **에너지 절약형 운전(Eco-driving) 문화**를 확산하고, 도보, 자전거, 인라인 등 **무동력 이동수단 이용 확대**를 위한 기반 확충
- 공공 차량의 경차 대체 등을 통해 ‘체면 문화’로 인한 대형차 선호 탈피
  - ※ 인기 드라마에 에너지 절약 관련 내용을 삽입하고 자동차 주행거리에 따라 보험료를 차등 부과하는 방안 등 검토
- **스포츠 경기 시간 단축 및 체육 시설** 등에 발전기 설치 등을 통해 탄소 발생을 줄이고 운동 시 소모되는 에너지 활용 도모
- **그린투어 및 환경 친화적 관광 개발 추진**
  - 풍력, 태양광, 조력 등 **재생에너지** 단지와 연계 및 **슬로시티(Slow city)** 지정 확대를 통한 관광 상품 개발 추진
  - 유휴·폐 산업 시설 등을 복합 문화 공간으로 조성, 지역 재생 거점화
  - 도서관, 공연장, 박물관 등 **문화 시설 및 체육 시설**을 탄소 저감형으로 설계

□ **국민 인식 제고**를 위한 홍보 강화

- 국가 비전을 슬로건, 캐릭터 개발 등을 통해 **홍보 브랜드화**하고 개별 실행 프로그램들을 연계

< 기후변화 대응 통합 캠페인 명칭 선정 >

⇒ “숨쉬는 지구, 건강한 대한민국 (Low Carbon, Green Korea)”

- 대국민 매스미디어 홍보 강화(TV, 인터넷 포털 등)를 통해 **소비자 책임 의식 및 참여 의식** 제고

□ **글로벌 환경 리더로서의 해외 이미지 홍보(PI) 추진**

- 해외 미디어, 문화 이벤트, 국제 회의 등을 활용한 그린 코리아 홍보로 **국가 브랜드 마케팅** 추진

□ **다양한 매체를 활용한 전방위 홍보 추진** (’08~)

- **방송 및 UCC(User Created Contents) 등 뉴미디어 콘텐츠** 등을 통한 기후변화 홍보 강화, 기후변화의 과학적 이해 증진을 위한 **기후 변화 특집 프로그램 및 인포테인먼트 TV 프로그램** 제작 추진
- 주요 일간지, 주간지 등에 **기획 시리즈 연재** 및 정보자료 공유
- 온실가스 감축 실천 운동 홈페이지를 통한 **사이버 운동 전개**
- 인쇄물, 옥외 광고, 거리 조형물, 전시회 등 **다양한 매체 활용 홍보**
- 노래, 공연, 공공 미술 등 환경 예술 프로그램 개발·보급

□ 기후변화 대응 교육 강화 ('08~)

- 초·중·고등학생 대상 **정규 교육과정** 내 기후변화 관련 내용 추가 및 보완 추진
- 초·중등용 기후변화 동영상 및 교육 교재 제작 등 학교 내 **기후변화 대응 관련 교육** 활성화
- 어린이, 청소년, 주부 등 대상별 **맞춤형 교육 프로그램** 운영
- 시범 학교 운영, 기후변화 테마 타운, 교육 전시관 및 체험 활동, 기후변화 주제의 기능성 게임 개발 보급 등을 통해 교육 효과 제고

□ 기후변화 대응 연구 및 전문 인력 양성 ('08~)

- 기후변화 관련 **전문 학과 설치 및 분야별 전문 인력 양성**
  - 전공별 **정규 학위 과정**, **고위 과정**(사회 지도층 대상), **단기 집중 과정**(실무 담당자 대상) 등 다양한 교육과정 개설
  - 과정 이수자에 대한 **채용** 및 일자리 창출 등 **지원 방안** 강구
- **기후변화 특성화 대학원** 확대 및 지원 강화
  - **지역별 거점 대학원 운영**을 통한 지자체 및 지역 단위의 기후변화 관련 정책 집행 및 교육 성과 제고
  - 기존 특성화 대학원 사업의 **연계** 등 **효율화** 방안 강구
- 기후변화 협상 및 감축, 적응 분야별 **민간 전문 인력 양성**을 통해 범국가적 기후변화 대응 역량 강화

□ 지자체 기후변화 대응 역량 강화

- 기후변화 대응을 위한 **정부와 지자체 간 협력** 강화 ('08~)
  - **정부와 지자체 간 정책 협의**를 종합적·계획적으로 시스템화
  - 지자체 대응 노력 평가 및 **우수 지자체에 인센티브** 제공
  - **지자체 특성에 맞는** 온실가스 감축 및 적응 사업(지자체 테마 사업) 발굴 및 컨설팅 지원
  - 지자체와의 정책 협의체 구축 및 권역별 지자체 **지원 네트워크** 구축
- **지자체 기후변화 대응 프로그램** 지원 확대 ('08~'12)
  - 기후변화 대응 **시범 도시 협약 체결 확대** 및 테마 프로그램 선정 추진
  - 기후지도 및 기후·대기, 사회·경제, 지리 정보 등 **지리정보시스템(GIS : Geographic Information System) 기반 DB** 구축
  - 기술·예산 지원, 지식 및 정보 교류, 통계 구축 등 지자체 온실가스 감축·적응 대책 지원
  - **지자체 기후변화 대응 업무 안내서** 개발

### 3. 환경 교육 진흥법을 통한 기후변화 대응 교육 강화



- 국민 의식 교육에 있어 가장 체계적이고 실천적인 학교 교육에 대한 지원 강화
- **환경 교육 진흥법**을 기반으로 하는 **학교 기후변화 대응 교육 강화**

□ **기후변화 대응을 위해 학교 환경 교육에 대한 지원 강화**

- 유치원 교육에서부터 고등학교 교육까지 최장 15년간 교육이 이루어지며 국민의 의식 형성에 있어서 절대적으로 중요한 방안
- 학교 교육은 학교의 기반 시설과 교사를 바탕으로 체계적인 교육을 실시하고 있으며 국가의 발전은 교육의 성과와 직접적으로 연관되어 있음.
- 기후변화 대응을 위해서 학교 교육에 대한 지원을 강화하는 것은 국가적인 기후변화 대응 과제를 가장 효과적이면서 안정적으로 해결할 수 있는 방안

□ **기후변화 대응 교육은 환경 교육의 한 부분이며, 환경 교육 진흥법을 바탕으로 체계적으로 진행하는 것이 바람직함.**

- 환경 교육 진흥법(제정 2008. 3. 21., 법률 제8949호)은 환경 교육의 진흥에 필요한 사항을 정하여 환경 교육을 활성화하고, 인간과 자연의 조화를 이룸으로써 국가와 지역 사회의 지속가능한 발전에 기여함을 목적으로 함.
- “환경 교육”이란 국가와 지역 사회의 지속가능 발전을 목표로 국민이 환경을 보전하고 개선하는 데 필요한 지식·기능·태도·가치관 등을 배양하고 이를 실천하도록 하는 교육을 말함.
  - 따라서, 기후변화 대응 교육에 있어서 지식, 기능, 태도의 범주를 정하는 것이 바람직함.
- “학교 환경 교육”이란 「유아 교육법」 제2조에 따른 유치원, 「초·중등 교육법」 제2조 및 「고등 교육법」 제2조에 따른 학교, 「한국과학기술원법」에 따른 한국과학기술원과 「광주 과학 기술원법」에 따른 광주과학기술원에서 학생을 대상으로 실시하는 환경 교육을 말함.
- 환경부 장관은 교육과학기술부 장관 및 국토해양부 장관 등 관계 중앙 행정 기관의 장과 협의하여 제7조에 따른 환경 교육진흥위원회의 심의를 거쳐 5년마다 환경 교육 종합 계획(이하 “종합 계획”이라 한다)을 수립하여야 함.
  - 따라서, 환경부 장관은 환경 교육 종합 계획 수립 시 기후변화 대응 교육에 대한 내용을 반영하여 계획을 수립하는 것이 필요함.
- 학교 환경 교육의 지원에 있어서 ① 환경부 장관은 교육과학기술부 장관과 협의하여 학교 환경 교육에 관한 다음 각 호의 사항을 지원할 수 있음.
  1. 「유아교육법」 제2조에 따른 유치원에서의 환경 교육에 관한 사항
  2. 「초·중등 교육법」 제2조에 따른 학교에서의 환경 관련 교과 또는 범교과 교육을 통한 환경 교육 활성화에 관한 사항
  3. 학교환경 교육 자료의 개발 및 보급에 관한 사항
  4. 체험 환경 교육의 활성화에 관한 사항

5. 그 밖에 학교 환경 교육의 활성화를 위하여 필요한 사항

- ② 환경부 장관은 환경 교육에 관한 기본 내용이 학교의 교육 활동에 반영될 수 있도록 교육과학기술부 장관에게 요청할 수 있으며, 요청을 받은 교육과학기술부 장관은 이를 반영하도록 노력하여야 함.
- ③ 환경부 장관은 교육과학기술부 장관과 협의하여 환경 교육의 활성화를 위하여 「고등교육법」 제2조에 따른 학교, 「한국과학기술원법」에 따른 한국과학기술원과 「광주과학기술원법」에 따른 광주과학기술원에 다음 각 호의 사항을 권고할 수 있음.
  - 1. 환경 교육 관련 정책 및 교재개발 등을 위한 연구
  - 2. 국가의 지속가능 발전을 위하여 필요한 연구와 그 결과의 보급
  - 3. 그 밖에 환경 교육의 진흥을 위하여 필요한 사항
- 따라서, 환경부 장관은 기후변화 대응 교육을 위한 학교 교육 지원에 있어서 법적 근거를 바탕으로 다른 부처와의 협의 속에서 신속하고 체계적인 지원을 하거나 요청할 수 있음.
- 특히, 각급 학교에서 사용하는 교과서, 보조 교재, 교구, 환경 교실, 설비 등 기후변화 대응 교육을 하는 데 필요한 제반 여건을 강화하는 데 있어서 환경부가 적극적인 역할을 할 수 있음.

#### 4. 국가 환경 교육 표준 지침을 통한 기후변화 대응 교육 진흥

- 국가 환경 교육 표준 지침을 통한 기후변화 대응 교육의 체계화
- 기후변화 대응 교육의 방향 정립과 학교 교육의 강화

□ 환경부에서 수립한 ‘국가 환경 교육 표준 지침(2007)’은 국가 수준의 환경 교육을 체계화하기 위한 기준임.

##### □ 환경 교육 목표

국가 수준의 환경 교육은 국가와 지역 사회의 지속가능 발전을 목표로 환경을 보전하고 개선하는 데 필요한 지식, 기능, 태도, 가치관 등을 배양하고 이를 실천하기 위한 교육을 말한다.

학교 환경 교육은 유치원에서부터 고등학교에 이르기까지 각 급 학교의 학생을 대상으로 하는 환경 교육을 말한다.

학습자의 친환경적인 행동을 위해 지식, 기능, 가치 및 태도의 목표를 다음과 같이 설정하였다.

가. 지식: 인간과 환경의 상호 작용과 지속가능성을 파악하기 위해 환경관과 환경 윤리, 환경의 구성, 환경 문제, 인간 활동과 환경 문제, 지속가능 발전을 이해한다.

나. 기능: 환경 현상을 탐구하는 방법과 심미안을 기르고, 환경 문제를 해결하기 위한 과정에 참여하며 환경에의 영향을 기초적으로 평가하기 위한 능력을 익힌다.

다. 가치 및 태도: 환경에 대한 심미안과 감수성과 배려의 태도를 형성하고, 환경 보전에 참여하고 실천하는 태도를 가진다.

- 이 목표에 따르면 기후변화 대응 교육은 가능한 학교 환경 교육의 목표 전반에서 기후변화 관련 내용을 반영하는 것이 필요함.

##### □ 내용 체계

| 대영역           | 중영역                  | 중영역의 해설  | 기후변화 대응과 관련성  |
|---------------|----------------------|--|---|
| 1. 환경관과 환경 윤리 | 1.1 환경관              | 환경에 관한 인간의 관점이 다양하며, 이들 관점은 환경에 대한 생각과 태도에 영향을 주는 것을 이해한다.                       | 환경에 대한 특정한 관점이 인간으로 하여금 전 지구적인 지구온난화의 원인이 되었음을 발견하도록 한다.                |
|               | 1.2 환경 윤리와 환경 정의(正義) | 환경에 대한 올바른 태도와 가치관을 생활 속에서 형성하며 스스로가 주위의 환경오염에 관심을 가지고 환경을 소중히 하는 마음을 가지도록 한다.   | 기후변화에 대응하고 적응하는 것은 인간만을 위한 것이 아닌 전 지구를 위한 것이라는 태도를 형성하도록 한다.            |
| 2. 환경의 구성     | 2.1 자연환경             | 인간과 자연환경의 관계를 이해하고 생태계의 의의와 구성을 파악하며, 생태 체험의 의의와 중요성을 알고 환경 체험 학습에 관심을 가지고 노력한다. | 기후시스템은 전 지구적인 물질 순환과 에너지의 흐름 속에서 관련되어 있음을 발견하고, 기후와 생태계의 관련성을 이해하도록 한다. |
|               | 2.2 생활환경             | 자연환경 외의 인간 활동에 의한 주거 생활, 도시, 산업, 교통 등 우리 주위의 자연 환경의 구성과 특징을 이해하고                 | 인간의 다양한 삶의 방식들이 자연을 변화시키고 그 결과 지구온난화를 통해 기후변화를 일으킨 원인이 됨을 이해            |

| 대영역            | 중영역             | 중영역의 해설  | 기후변화 대응과 관련성  |
|----------------|-----------------|--|---|
|                |                 | 사람들의 생활에 미치는 영향을 파악하고, 이들 환경을 보다 친환경적이 되도록 하는데 관심을 가진다.  | 하도록 하고, 삶의 방식을 변화시키는 것이 기후변화 대응에 중요함을 인식 하도록 한다.                          |
| 3. 환경 문제       | 3.1 공기          | 공기의 소중함을 알고 공기 오염 현상의 원인과 대책을 파악하고, 문제점 개선에 노력하는 자세를 기른다.  | 공기와 에너지의 상호 작용에서 기온 상승의 원인을 과학적으로 이해하고 문제점을 개선하려는 자세를 기른다.                |
|                | 3.2 물과 해양       | 물의 소중함을 이해하고 물과 해양의 오염 원인과 현상 및 대책을 파악하고, 문제점 개선에 노력하는 자세를 기른다.                                      | 기후변화와 물의 상호 관계와, 지표에서 물의 변화와 해양에서의 변화를 이해하고 대책을 발견하는 자세를 기른다.             |
|                | 3.3 흙           | 흙의 소중함을 알고 흙의 오염과 유실 현상의 원인과 현상 및 대책을 파악하며, 문제점 개선에 노력하는 자세를 기른다.                                    | 기후변화로 인한 강수의 증감은 토양을 변화시키며, 토양과 온실가스의 상호 관계를 이해하도록 한다.                    |
|                | 3.4 폐기물         | 폐기물 문제와 특징을 알고, 자원 재순환으로서 처리 등 폐기물 문제의 대책을 알고, 문제점 해결에 참여하려는 태도를 기른다.                                | 폐기물의 증가와 온실가스의 증가의 관계를 이해하고 자원 순환을 통해 탄소 발생을 감축시키려는 태도를 기른다.              |
|                | 3.5 소음과 진동      | 소음과 진동 문제의 원인과 현상을 파악하고, 이들 문제를 해결하려는 자세를 기른다.   | 소음의 원인이 되는 자동차 운행이 지구 에는 온실가스 배출의 주요원 인임을 깨닫도록 한다.                        |
|                | 3.6 자연재해        | 자연재해의 원인과 현상 및 특히 인간 생활에 의해 자연재해의 피해가 확대되는 사례를 이해하여 자연재해의 올바른 대책에 관심을 가진다.                           | 기후변화로 인해 증가하는 홍수, 가뭄, 열대야, 생태계의 변화 등 자연재해의 현상을 이해하고 대책을 세우는 데 관심을 갖는다.    |
|                | 3.7 에너지         | 에너지의 중요성과 문제점 및 환경에의 영향 등을 알고, 에너지 절약과 효율적인 이용을 실천하는 자세를 기른다.  | 에너지 사용이 인간에 의한 지구온난화에 절대적인 영향을 끼치고 있음을 알고 저탄소 에너지 대책을 실천하도록 한다.           |
| 4. 인간활동과 환경 문제 | 4.1 경제활동과 환경    | 자원의 이용과 환경문제, 환경 경제, 환경 정책, 유통과 환경문제 등의 상황을 이해하고, 이들과 관련해서 환경 보전에 올바르게 대처하는 방법을 알고 실천한다.             | 자원을 이용한 생산과 소비는 온실가스 증가의 원인이 될 수 있음을 이해하고 저탄소 경제 활동을 통해 대처하는 방법을 알고 실천한다. |
|                | 4.2 사회활동과 환경    | 인구문제 등 사회의 여러 환경문제의 원인과 대책 및 각 지역별 환경문제 상황의 특성 등을 이해하고, 이들 문제의 해결 방법을 파악한다.                          | 인구 문제는 자원 문제와 연결되고 이는 온실가스의 증가와 관련되어 있음을 이해하여 사회적으로 해결하기 위한 방법을 파악한다.     |
|                | 4.3 문화활동과 환경    | 각종 문화 활동과 환경 문제의 관련성 및 문화 활동을 통한 환경 문제의 대처 방법을 알고, 이들 방법을 통한 해결에 관심을 가진다.                            | 여가와 문화를 즐기는 과정에서 온실 가스를 발생시키는 사례를 찾고 저탄소 문화를 확산하는 데 관심을 갖는다.              |
|                | 4.4 건강과 환경      | 위생의 중요성과 청결, 깨끗하고 영양가 있는 식품 섭취와 친환경적인 참살이 (well being) 방법을 알고, 올바른 건강을 위한 친환경적인 태도를 가지고 이의 실천에 노력한다. | 자신과 자연을 건강하게 하는 것이 진정한 건강임을 깨닫고 지구온난화는 지구의 건강과 인간의 건강을 해치는 것임을 인식하도록 한다.  |
|                | 4.5 소비          | 과장 광고의 문제점, 친환경적인 소비 등에 대하여 파악하며, 올바른 소비 태도를 가지고 실천하는 자세를 기른다.                                       | 온실가스를 감축하는 소비를 통해 저탄소 사회를 이룩할 수 있음을 알고 저탄소 제품을 구분하는 능력을 기른다.              |
| 5. 지속가능 발전     | 5.1 지속가능 발전과 교육 | 환경적으로 건전하며 지속가능한 발전과 이를 실천하기 위한 지속가능 발전 교육의 의미와 실행 방법을 알고 관심을 가진다.                                   | 지속가능성의 위기에 기후변화가 있음을 알고 기후변화에 대응하는 교육이 지속 가능 발전을 위한 교육임을 알도록 한다.          |
|                | 5.2 상호          | 환경 보전과 지속가능 발전의 실현   | 기후변화의 대응은 개인의 실천과 사회적   |

| 대영역               | 중영역            | 중영역의 해설  | 기후변화 대응과 관련성   |
|-------------------|----------------|--|--|
|                   | 의존과 연대         | 방법으로서 상호 의존과 협력(partnership) 및 연대 활동(networking)의 의미와 방법을 알고 관심을 가진다.                      | 연대가 활발하게 이루어 질 때 가능함을 알고 참여하는 태도를 갖는다.   |
|                   | 5.3 환경 협약      | 국제적 환경 협약의 의미와 준수 이유를 이해하며, 이와 관련하여 환경 무역이 우리에게 끼치는 영향을 알고 관심을 가진다.                        | 기후변화에 대응하기 위한 국제 협약의 내용에서 우리가 지켜야 할 점을 알고, 탄소발자국을 줄이는 무역활동에 관심을 갖는다.                         |
| 6. 환경 현상에 대한 탐구   | 6.1 관찰 및 발견    | 환경 문제 해결 방법으로서 탐구 활동의 주요 단계인 관찰과 발견의 중요성과 방법을 알고, 실제에 적용하는 사례를 찾아본다.                       | 기후변화와 관련된 다양한 현상을 통해 기후변화의 원인을 발견하도록 한다.   |
|                   | 6.2 조사 및 분석    | 환경 문제와 대책에 대한 조사 및 분석 방법을 익히고, 실제에 적용하는 능력을 기른다.   | 기후변화와 관련된 다양한 자료 조사 및 분석을 통해 이를 적용하는 능력을 기른다.  |
| 7. 환경 문제에 대한 해결   | 7.1 쟁점 탐구      | 환경 문제의 주요 쟁점과 해결 방안에 대하여 탐구 과정을 통하여 파악하고, 해결책을 탐색하는 방법을 익힌다.                               | 기후변화와 관련된 다양한 쟁점들에 대한 분석과 토론을 바탕으로 해결 방법을 찾는 방법을 익힌다.  |
|                   | 7.2 대안 제시      | 환경 문제의 주요 쟁점에 대한 해결 방안의 탐색 방법 및 합리적인 문제 해결을 위한 의사 결정과 문제 해결 방안을 제시하는 능력을 기른다.              | 기후변화에 대한 대응과 적응을 중심으로 주요 쟁점에 대한 해결 방안의 탐색 방법 및 합리적인 문제 해결을 위한 의사 결정과 문제 해결 방안을 제시하는 능력을 기른다. |
| 8. 환경에 대한 감수성과 배려 | 8.1 환경 감수성 기르기 | 자연환경에 대한 심미안을 기르고 중요성을 인식하며, 우리 주위 여러 생명체의 존귀함을 알고 아끼는 자세를 기른다.                            | 인간에 의한 자연환경의 변화가 생명체의 생존을 위협하고 있음을 인식하고 우리 주위 여러 생명체의 존귀함을 알고 아끼는 자세를 기른다.                   |
|                   | 8.2 환경에 대한 배려  | 주위의 환경에 대하여 보다 관심을 가지며, 특히 돌봄(care)과 배려를 통하여 환경 보전에 기여할 수 있음을 알고, 환경 보전을 위하여 배려하는 태도를 기른다. | 주위의 환경에 대하여 보다 관심을 가지며, 특히 돌봄(care)과 배려를 통하여 기후변화 대응에 기여할 수 있음을 알고, 배려하는 태도를 기른다.            |
| 9. 환경 보전의 실천      | 9.1 절약하기       | 환경 보전의 방법으로 1차적으로 강조되는 아껴 쓰기를 비롯하여, 재활용과 재생 등의 중요성과 방법을 알고 실천하는 자세를 가진다.                   | 기후변화 대응의 방법으로 1차적으로 강조되는 아껴 쓰기를 비롯하여, 재활용과 재생 등의 중요성과 방법을 알고 실천하는 자세를 가진다.                   |
|                   | 9.2 참여하기       | 환경 보전의 궁극적인 목적인 환경 보전 활동에 관심을 가지고 작은 것부터라도 참여하고 행동하는 자세를 기른다.                              | 기후변화 대응 및 적응 활동에 관심을 가지고 작은 것부터라도 참여하고 행동하는 자세를 기른다.   |

## 5. 기후변화 대응 교육의 목표와 내용 범주

- 환경 교육 진흥법 및 국가 환경 교육 표준 지침을 바탕으로 학교 기후변화 대응 교육의 목표 설정
- 기후변화 대응 교육을 위한 내용 범주 설정

### □ 학교 기후변화 대응 교육의 목표

학교의 기후변화 대응 교육은 국가와 지역사회 및 세계의 지속가능 발전을 목표로 지구의 기후 안정을 위한 지식, 기능, 태도, 가치관 등을 배양하고 이를 실천하기 위한 교육을 말한다.

학교 기후변화 대응 교육은 유치원에서부터 고등학교에 이르기까지 각급 학교의 학생을 대상으로 하는 학교 교육을 통해 이루어지는 교육을 말한다.

학습자의 친환경적인 행동을 위해 지식, 기능, 가치 및 태도의 목표를 다음과 같이 설정하였다.

**가. 지식:** 학생의 경험과 학습을 통해 기후변화의 현상, 원인, 영향, 대응을 이해한다.

**나. 기능:** 기후 현상을 탐구하는 방법을 익히고, 기후 문제를 해결하기 위한 과정에 참여하며 기후에의 영향을 기초적으로 평가하기 위한 능력을 익힌다.

**다. 가치 및 태도:** 기후 환경에 대한 감수성과 배려의 태도를 형성하고, 기후변화 대응에 참여하고 실천하는 태도를 가진다.

### □ 내용 체계

|              |         | 1.기후변화 현상   | 2.기후변화 원인  | 3.기후변화 영향  | 4.기후변화 대응   |
|--------------|---------|---|--|--|---|
| 지식 범주        |         | 1. 지구대기시스템<br>2. 지구에너지 흐름<br>3. 기상 및 기후변화<br>4. 불확실성                            | 1. 온실효과와 온실가스<br>2. 온실가스 발생원<br>3. 지구온난화<br>4. 국제 온실가스 배출 현황 및 전망<br>5. 국내 온실가스 배출 현황 및 전망 | 1. 기후변화 영향<br>2. 기후변화 영향(자연)<br>3. 세계 기후변화 영향(인문)<br>4. 우리나라 기후변화 영향 | 1. 기후변화 협약<br>2. 교토 의정서<br>3. 교토 메커니즘<br>4. Post-Kyoto 논의동향<br>5. 저탄소 녹색성장, 탄소 발생 감축<br>6. 자원 순환<br>7. 탄소 흡수<br>8. 국내 기후변화 협약 대책<br>9. 신·재생에너지 추진 |
| 기후 현상에 대한 탐구 | 관찰 및 발견 | 기후변화 문제 해결 방법으로서 탐구활동의 주요 단계인 관찰과 발견의 중요성과 방법을 알고, 실제에 적용하는 사례를 찾아본다.           |  |  |   |
|              | 조사 및 분석 | 기후변화 문제와 대책에 대한 조사 및 분석 방법을 익히고, 실제에 적용하는 능력을 기른다.                              |  |  |   |
| 기후 문제에 대한 해결 | 쟁점 탐구   | 기후변화 문제의 주요 쟁점과 해결 방안에 대하여 탐구 과정을 통하여 파악하고, 해결책을 탐색하는 방법을 익힌다.                  |  |  |   |
|              | 대안 제시   | 기후변화 문제의 주요 쟁점에 대한 해결 방안의 탐색 방법 및 합리적인 문제 해결을 위한 의사 결정과 문제 해결 방안을 제시하는 능력을 기른다. |  |  |   |

|                         |                 |  |
|-------------------------|-----------------|--|
|                         |                 |  |
| 기후에<br>대한<br>감수성과<br>배려 | 감수성<br>기르기      | 자연환경에 대한 감수성을 기르고 중요성을 인식하며, 우리 주위 여러 생명체의 존귀함을 알고 아끼는 자세를 기른다.                      |
|                         | 환경에<br>대한<br>배려 | 주위의 환경에 대하여 보다 관심을 가지며, 특히 돌봄과 배려를 통하여 환경 보전에 기여할 수 있음을 알고, 환경 보전을 위하여 배려하는 태도를 기른다. |
| 기후변화<br>대응의<br>실천       | 절약<br>하기        | 기후변화 대응의 방법으로 1차적으로 강조되는 아껴 쓰기를 비롯하여, 자원 순환 등의 중요성과 방법을 알고 실천하는 자세를 가진다.             |
|                         | 참여<br>하기        | 기후변화 대응의 궁극적인 목적인 환경 보전 활동에 관심을 가지고 작은 것부터라도 참여하고 행동하는 자세를 기른다.                      |

## II. 기후변화 대응의 이해

### [현상] 1. 지구 대기 시스템

#### 1

#### 대기의 구성

##### □ 대기

- 지구를 둘러싸고 있는 공기 전체

##### □ 건조 공기

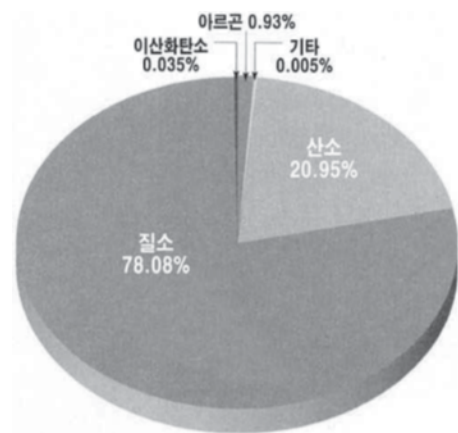
- 순수한 공기에서 수증기를 제외한 모든 공기

##### □ 습윤 공기

- 수증기를 포함한 공기

##### □ 건조 공기의 성분

- 주성분은 질소(78.08%)와 산소(20.95%)가 99% 이상 차지하며, 그 외에도 아르곤(0.93%), 이산화탄소(0.035%), 기타 기체(0.005%)들로 구성(부피비)



[공기의 조성 (정완호 외, 2006) ]

#### 2

#### 대기권의 구성과 특징

##### □ 대기권의 구성

- 온도의 변화는 대기권의 구분에 주요한 지표가 되고, 대기권은 온도의 변화에 따라 4개의 층으로 나뉘는데, 지표면에서부터 대류권, 성층권, 중간권, 열권으로 구분됨.

##### □ 대류권

- 지표면으로부터 평균 12 km까지의 대기권을 말하며, 대류권의 높이는 적도 지방으로 갈수록 높아지고 극지방으로 갈수록 낮아짐.
  - 대류권의 높이는 계절에 따라서도 달라짐
- 매우 복잡한 기상 현상(비, 눈, 바람 등의 주요 기상 현상)이 나타나고, 대류가 일어나 공기의 수직 혼합이 잘 일어나서 대류권이라는 이름이 붙여짐.

##### □ 성층권

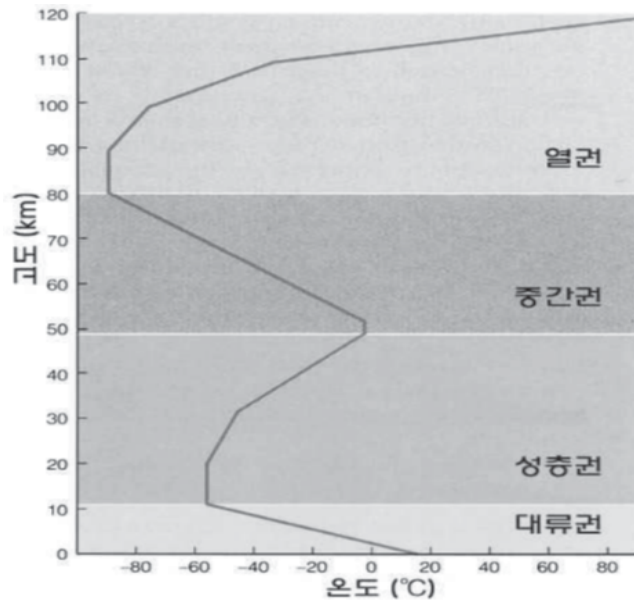
- 대류권 상부의 층으로, 지표면으로부터 12~50 km사이를 말함.



- 비행기의 항로로 대부분 이용됨.
- 성층권의 온도는 상부로 갈수록 상승하며 온도의 정상 분포로 인하여 대류가 일어나지 않음.
- 성층권에서는 25~30 km 사이에 오존(O<sub>3</sub>)층이 존재하여 태양으로부터 방출되는 파장이 짧은 유해 광선(X-선, 감마선, 자외선 등)을 흡수

#### □ 중간권

- 성층권 상부의 층으로 지표면으로부터 50~90 km 사이의 대기권을 말하며, 중간권의 하부는 기온이 0℃ 이나 상부로 갈수록 지구 복사열의 감소로 기온이 하강함.
- 하층보다 상층의 온도가 낮아 대류현상은 일어나지만, 공기의 양이 희박하여 기상 현상은 관찰되지 않음.



[ 대기권의 구성 (김용기 외, 2007) ]

#### □ 열권

- 중간권 상부의 층으로 지표로부터 90~600 km 사이의 대기권을 말한다.
- 오로라와 전리층이 존재하며, 대기가 희박하여 밤과 낮의 온도차가 심함.

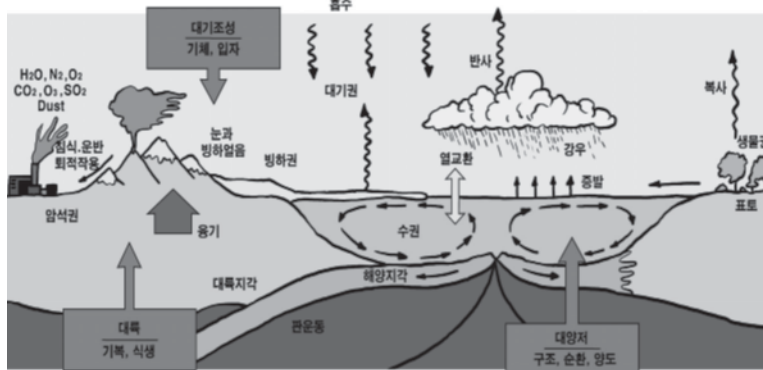
## [현상] 2. 지구 에너지 흐름

### 1

### 지구에서의 에너지 흐름

□ 에너지는 일을 할 수 있는 능력으로, 위치·운동·열·전기·화학·핵 또는 여러 가지 다른 형태로 존재할 수 있다. 또한 열, 일과 같이 한 물체에서 다른 물체로 이동하는 과정에서 존재하는 에너지도 있다.

□ 기후 시스템을 움직이는 에너지의 대부분은 태양에서 공급되며, 에너지는 수권, 빙하권, 생물권, 암석권과의 상호 작용에 의해 일정한 균형 유지<sup>2)</sup>

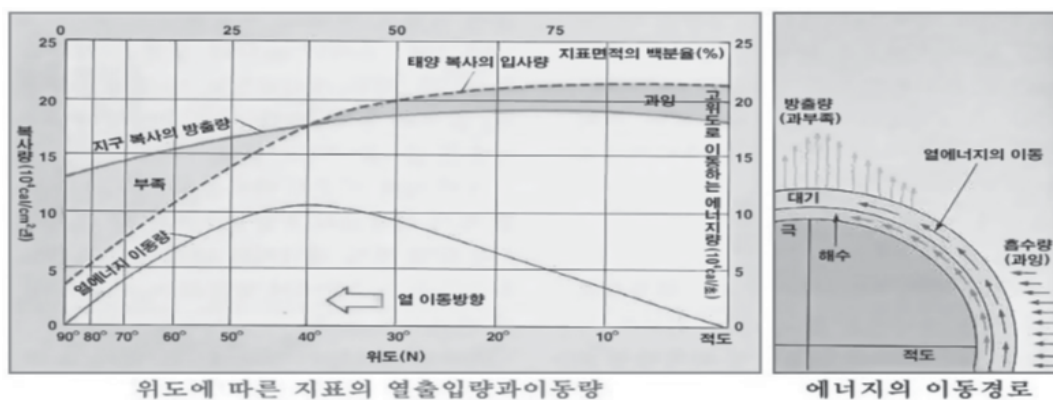


- 태양 에너지의 50%는 지표면 (바다 포함)에 흡수
- 태양 에너지의 30%는 지표 및 구름에 의한 반사, 대기에 의해 산란
- 태양 에너지의 20%는 대기 중의 여러 기체들과 수증기에 의해 흡수

[ 기후 시스템의 구성 요소와 상호 작용 (한국지구과학회, 2007) ]

□ 지구는 받은 만큼의 태양 에너지를 지구 복사 에너지의 형태로 방출

□ 대기 중의 수증기와 이산화탄소 등은 지구 복사 에너지를 흡수하므로 지구 복사 에너지가 지구 대기권 밖으로 나가는 것을 막아 주는 온실효과를 일으킴.



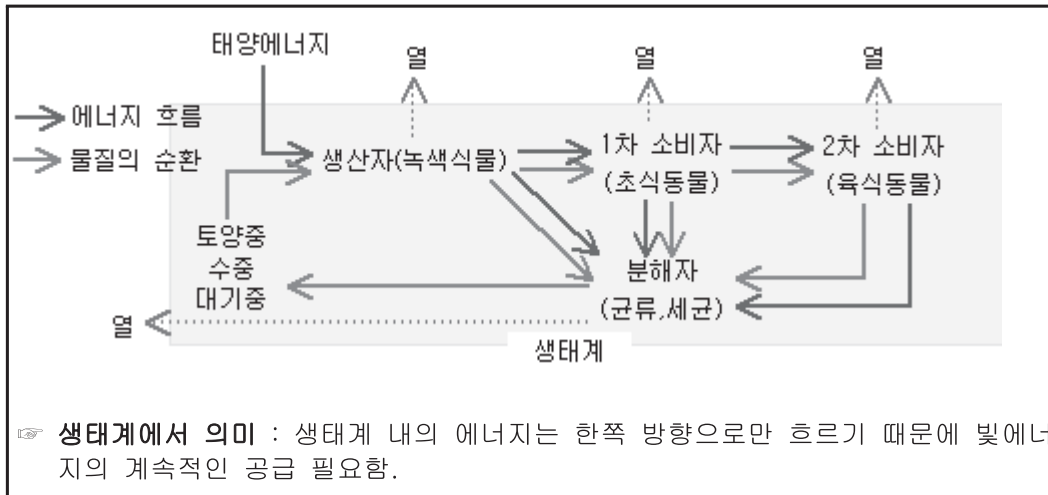
[ 지구에서 에너지의 이동 ]

2) 대한교과서(2002), 지구과학 I

## 2

## 생태계에서 에너지 흐름

- 태양 에너지는 녹색식물(생산자)에 의해 화학에너지로 축적되었다가 소비자에게 일부가 유입되고, 소비자로 유입된 에너지는 분해자에 의해 다른 형태의 에너지로 이동



### □ 생태 피라미드

- 생태계에서 한 영양 단계에서 다른 영양 단계로 에너지가 전이되는 양을 단계별로 표시한 것

### □ 생태적 효율

- 한 영양단계에서 다음 영양단계로 옮겨가는 에너지 흐름의 백분율

### □ 생태 피라미드에서 생태적 효율은 보통 10%

- 생태계에서 에너지는 흐르면서 형태가 변화되며, 모든 단계에서 일부 유용한 에너지가 열로서 없어지는데, 이 과정에 열역학 제1법칙과 제2법칙이 적용

$$\text{에너지효율(\%)} = \frac{\text{현 영양 단계가 보유하는 에너지량}}{\text{전 영양 단계가 보유하는 에너지량}} \times 100$$

## [현상] 3. 기상 및 기후변화

### 1

### 기후변화의 의미

#### □ 날씨

- 우리가 매일 경험하는 기온, 바람, 비 등의 대기 상태

#### □ 기후

- 수십 년 동안 한 지역의 날씨를 평균화한 것. 30년 동안의 평년값으로 나타냄.

#### □ 기후변화는 현재의 기후시스템이 자연적 요인과 인위적 요인에 의하여 점차 변화하는 것

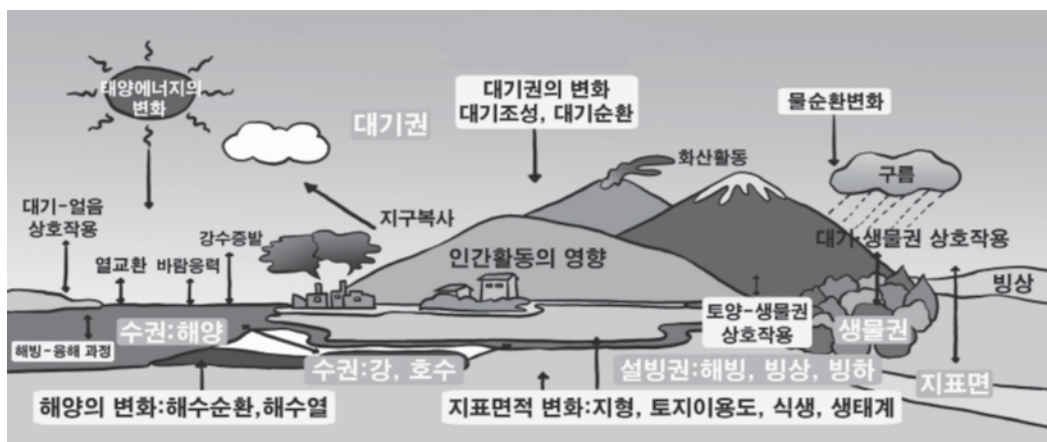
- 일반적인 기후변화의 의미는 인간 활동에 의한 온실효과 증가(인위적 요인)와 화산 폭발로 인한 성층권 에어로졸 증가(자연적 요인) 등에 의한 효과를 포함하는 지구의 평균 기후 변동을 말함
- 기후변화 협약에서의 기후변화의 의미는 직접적 또는 간접적으로 전체 대기의 성분을 바꾸는 인간 활동에 의한, 그리고 비교할 수 있는 시간 동안 관찰된 자연적 기후 변동을 포함한 기후의 변화를 말함.

### 2

### 기후변화의 자연적인 요인

#### □ 자연적인 기후변화의 내적요인 : 대기 및 다른 기후 시스템과의 상호 작용

- 기후시스템에서 서로 상호 작용 하는 요소들은 대기, 해양, 육지 등과 식생, 반사도, 태양 주기, 흑점 주기, 생태계와 생물체 등이 모두 포함됨.



[ 기후 시스템 (한국지구과학회, 2007) ]

□ 자연적인 기후변화의 외적요인 : 화산 폭발에 의한 성층권의 에어로졸 증가, 태양 활동 및 태양과 지구의 천문학적 상대 위치 관계 등

- 대기 상층에서 태양 복사와 지구 복사를 합한 순 복사량의 근삿값은 기후 시스템에 큰 영향을 줄 수 있음.
- 화산 폭발 때 분출되는 화산재나 미세 먼지 등도 오래 동안 대기 중에 떠 있으면 태양복사를 차단하게 되어 기온이 낮아짐.

3

기후변화의 인위적 요인

□ 강화된 온실효과

- 대기 중 온실가스의 농도는 산업화 이후 현저하게 증가되었는데, 특히 이산화탄소는 화석연료(석탄, 석유, 천연가스 등의 에너지원)의 사용으로 대기 중에 많이 방출됨. 그 외 질소 비료 사용, 폐기물 소각, 냉매, 세척제 및 분사제의 사용도 온실가스 증가의 원인이 됨.

□ 에어로졸의 효과

- 인간의 활동으로 인한 산업화는 대기 중 에어로졸의 양을 변화시킴.
- 건설 현장, 산업 지역 등 발생지 부근에 집중되는 경향이 있어 에어로졸에 의한 복사 강제력<sup>3)</sup>은 지역적으로 차이가 크게 나타남.

□ 토지 피복의 변화

- 과도한 토지 이용이나 댐강과 숲 채취 등에 의해 토지 이용도가 변화됨. 예로 도시화, 산업화로 인한 고층 건축물의 증가, 토지 피복 변화로 인해 지표 반사도가 변화되어 기온 변화에 영향을 줌.

□ 삼림 파괴

- 삼림은 종의 서식과 생물 다양성의 보존은 물론, 기후와 물의 순환, 영양분의 순환에 의해서 인류 생명 유지 시스템의 일부로서 역할을 하는데 도로의 건설, 벌목, 농업의 확장, 댐강으로의 사용 등이 삼림 파괴의 주된 원인이 되고 있음.
- 대규모의 삼림 제거는 온실가스 흡수원을 감소시켜 지구온난화를 더욱 강화하기도 함.
- 대규모의 삼림 제거는 물 순환에 심각한 영향을 미침 : 연속적으로 강수량에 영향을 끼쳐 삼림의 성장이나 농업에 부정적인 영향

3) 복사강제력 : 온실가스가 지구의 에너지 균형을 저해하는 정도(온난화 또는 냉각)를 나타내는 것으로 그 지수가 높아지면 온난화 정도가 커짐을 의미함 (IPCC 4차 보고서, 2007)

## [현상] 4. 불확실성

### 1

### 기후변화의 불확실성

- 기후변화와 그 영향, 이를 완화하고 적응하는 방안에 대한 연구를 통해 일부 문제는 확실하게 밝혀졌지만, 일부 문제에 대해서는 명확하게 밝혀지지 않은 '불확실성'이 존재함.
  - 불확실성은 자료의 부족, 주요 핵심 사안에 대한 이해 부족, 심지어는 의견의 불일치 등에서 일어나기도 함.
- 기후변화는 자연적 요인과 인위적 요인 모두를 고려하여야 하며, 태양 에너지의 변화, 해양의 흡수 시차 등 기후에 영향을 주는 다양한 요소에 대한 과학적 이해가 완전하지 않으므로 불확실성은 여전히 존재

### 2

### 과학적 불확실성

- 구름, 수증기, 해양의 자연효과 및 기후-이산화탄소 피드백(climate-carbon feedback)에 대한 과학적 불확실성 존재
  - 일반적으로 지구온난화 발생 시 구름 발생이 많아지며, 구름은 태양 가시광선을 반사시킴으로써 냉각 효과를 보이는 것으로 이해되나, 지구 대기 상층부의 구름은 낮은 온도로 인해 반사가 약한 것으로 이해(UNEP/UNFCCC<sup>4)</sup>, 2002)
  - 해양의 표층수는 대기와의 상호 작용을 통해 대기 변화를 받아들여 온도 상승 등이 일어나나, 심해저에 대한 영향은 바다의 깊이에 따라 차이를 보임.
  - UNEP, UNFCCC는 해양의 100m 깊이까지 온도 상승을 시키는 것은 지구 전체 대기의 온도 상승시보다 40배의 에너지가 더 필요하다고 분석

### 3

### 불확실성 완화

- IPCC 보고서 등에서는 '확신' 및 '가능성'의 정도를 백분율의 형태로 설명하며, 과거의 기후, 미래 전망 모델링, 과거 수십 년간의 관측 데이터 등과의 비교 등을 통해 불확실성을 줄이기 위해 노력

4) UNEP : 국제연합환경계획(United Nations Environment Programme)은 환경에 관한 국제 연합의 활동을 조정하는 기구

UNFCCC : 유엔기후변화 협약(United Nations Framework Convention on Climate Change)은 1992년 6월 브라질의 리우 환경 회의에서 지구온난화에 따른 이상 기후 현상을 예방하기 위한 목적으로 채택되었고, 우리나라는 1993년 12월에 가입

- “확신”의 정도와 관련 “매우 높은 확신”은 적어도 10번의 기회 중 9번이 맞을 확률이며, “높은 확신”은 10번 중 8번, “보통 정도의 확신”은 10번 중 5번, “낮은 확신”은 10번 중 2번을 지칭
- “가능성”의 정도와 관련 “사실상 확실한”은 99% 이상의 발생 가능성, “매우 있음직한”은 90~99% 가능성, “있음직한”은 66~90%, “긴가민가한”은 33~66%, “알 수 없는”은 10~33% 가능성을 지칭
- '확실한 발견'이란 다양한 접근 방식과 방법, 모형, 가설의 다양성과 함께 상대적으로 불확실성에 의해 영향을 덜 받을 것으로 기대되는 사항으로 정의 (IPCC 4차 보고서)
- 확실한 발견의 많은 부분은 인간 활동에 대한 기후 반응의 존재 및 반응의 징조와 연관이 되며, 불확실성은 여러 가지 반응의 정도와 시간을 정량화 하는 것과 관련되어 있음.

## [원인] 1. 온실효과와 온실가스

### 1

### 온실효과와 지구온난화

#### □ 온실효과

- 지구의 기후 시스템은 대기권, 수권, 설빙권, 생물권, 지권 등으로 구성되어 있으며, 각 권역의 내부 혹은 권역 간 복잡한 물리과정이 서로 얽혀 현재의 기후를 유지함.
- 기후 시스템을 움직이는 에너지의 대부분(99.98%)은 태양에서 공급되며, 기후 시스템 속에서 여러 형태의 에너지로 변하고 최종적으로 지구 장파복사 형태로 우주로 방출되게 됨.
- 이산화탄소와 같은 온실가스는 태양으로부터 지구에 들어오는 짧은 파장의 태양 복사 에너지는 통과시키는 반면 지구로부터 나가려는 긴 파장의 복사에너지는 흡수하므로 지표면을 보온하는 역할을 하여 지구 대기의 온도를 상승시키는 작용을 하는데, 이것이 ‘온실효과’임.
- 온실효과는 지구 생명 지원 시스템으로 지구의 생명체가 유지되도록 하는 데 중요한 역할을 함.



[ 온실효과 ]

#### □ 지구온난화

- 지구온난화는 인간의 활동으로 인해 대기 중으로 배출되는 이산화탄소, 메테인[메탄], 일산화이질소, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 등 온실가스 농도가 높아지면서 발생함.
- 온실가스 농도가 높아짐에 따라 지구 복사열의 흡수가 과다하게 일어나 지구의 에너지 균형이 깨지면서 지구의 온도가 높아지는 현상을 지구온난화라 함.



## □ 온실가스

- 온실가스란 지구온난화 현상을 유발하는 가스로서 CO<sub>2</sub>(이산화탄소), CH<sub>4</sub>(메테인), N<sub>2</sub>O(일산화이질소), HFCs(수소플루오린화탄소), PFCs(과플루오린화탄소), SF<sub>6</sub>(육플루오린화황) 등을 지칭하며, 이 가운데 HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>는 자연계에는 존재하지 않으며 인간이 합성한 가스임.
- CO<sub>2</sub>는 주로 에너지 연소 및 산업 공정에서, CH<sub>4</sub>는 주로 폐기물, 농업 및 축산에서, N<sub>2</sub>O는 주로 산업 공정과 비료 사용으로 인해, PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub> 등은 냉매 및 반도체 공정용 사용으로부터 배출됨. 이 가운데 CO<sub>2</sub>가 전체 온실가스 배출의 80% 이상을 차지함.
- 온실가스별로 지구온난화에 기여하는 정도가 다르며, 지구온난화 지수(Global Warming Potential: GWP)로 표시함. GWP는 CO<sub>2</sub> =1을 기준으로 각 온실가스의 기여 정도를 상대적으로 나타낸 것임.

온실가스별 온난화 지수 및 발생원

| 온실가스                      | 온난화 지수      | 주요 발생원/사용처          |
|---------------------------|-------------|---------------------|
| CO <sub>2</sub> (이산화탄소)   | 1           | 에너지 사용              |
| CH <sub>4</sub> (메테인)     | 21          | 폐기물, 농업, 축산         |
| N <sub>2</sub> O (일산화이질소) | 310         | 산업 공정, 비료 사용        |
| HFCs<br>(수소플루오린화탄소)       | 140~11,700  | 에어컨 냉매, 스프레이 제품 분사제 |
| PFCs (과플루오린화탄소)           | 6,500~9,200 | 반도체 세정용             |
| SF <sub>6</sub> (육플루오린화황) | 23,900      | 전기절연용               |

## [원인] 2. 온실가스 발생원

### 1

### 온실가스와 산업 활동

- ☐ 온실가스는 화석연료의 생산, 분배, 소비과정 및 시멘트 생산, 농축산업, 산업 생산 과정, 폐기물 처리 과정 등에서 발생
- ☐ 최종 수요처에 따라 에너지 공급, 수송 부문, 산업 부문, 전력 생산, 가정 및 상업 활동 등으로 다양하게 분류가 가능
- ☐ 기후변화 협약에 따른 국가 배출량 보고 시 에너지 부문, 산업 공정, 농업, 토지 이용/임업, 폐기물로 구분하여 “부문별 배출량”을 보고하도록 하고 있음.

### 2

### 6개 온실가스의 주요 발생원

- ☐ 우리나라 온실가스별 배출 추이 및 증가율(%)<sup>5)</sup>

|                  | 1990 | 1994 | 1995 | 1996 | 2000 | 2002 | 2003 | 1990-2003<br>증가율(%) |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
| CO <sub>2</sub>  | 83.2 | 87.5 | 88.6 | 86.8 | 87.9 | 88.2 | 87.7 | 5.4                 |
| CH <sub>4</sub>  | 13.9 | 7.7  | 6.3  | 6.1  | 5.0  | 4.6  | 4.4  | -3.9                |
| N <sub>2</sub> O | 2.6  | 2.6  | 2.6  | 2.5  | 2.8  | 2.6  | 3.1  | 6.5                 |
| HFCs             | 0.3  | 0.9  | 1.1  | 1.1  | 1.6  | 1.5  | 1.3  | 17.1                |
| PFCs             | n.a. | n.a. | n.a. | 0.2  | 0.4  | 0.4  | 0.4  | 14.5                |
| SF <sub>6</sub>  | n.a. | 1.2  | 1.4  | 3.4  | 2.2  | 2.7  | 3.0  | 14.6                |
| 합 계              | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 5.0                 |

출처 : 에너지경제연구원(2005. 8.)

5) n.a. : not available, PFCs는 1996-2003, SF<sub>6</sub>는 1994-2003 증가율임

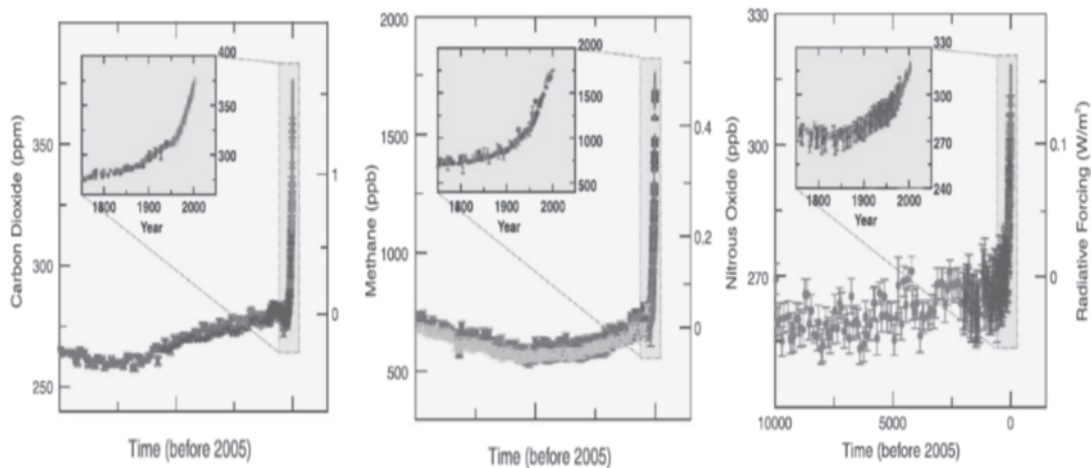
## [원인] 3. 지구온난화

### 1

### 온실가스 배출 추세

#### □ 온실가스 배출 및 지구온난화 추세

- 온실가스 가운데 가장 큰 온실효과를 야기하는 이산화탄소의 대기 중 농도는 산업화가 시작된 1750년대 이래로 급속히 증가하고 있음. 산업 혁명 이전인 1750년 이산화탄소 농도는 280ppm이었으나, 2005년에는 379ppm으로 약 35% 증가함.



[ 대기 중 온실가스 농도 변화 추이 ]

★ IPCC 4차 평가 보고서

#### ※ IPCC란?

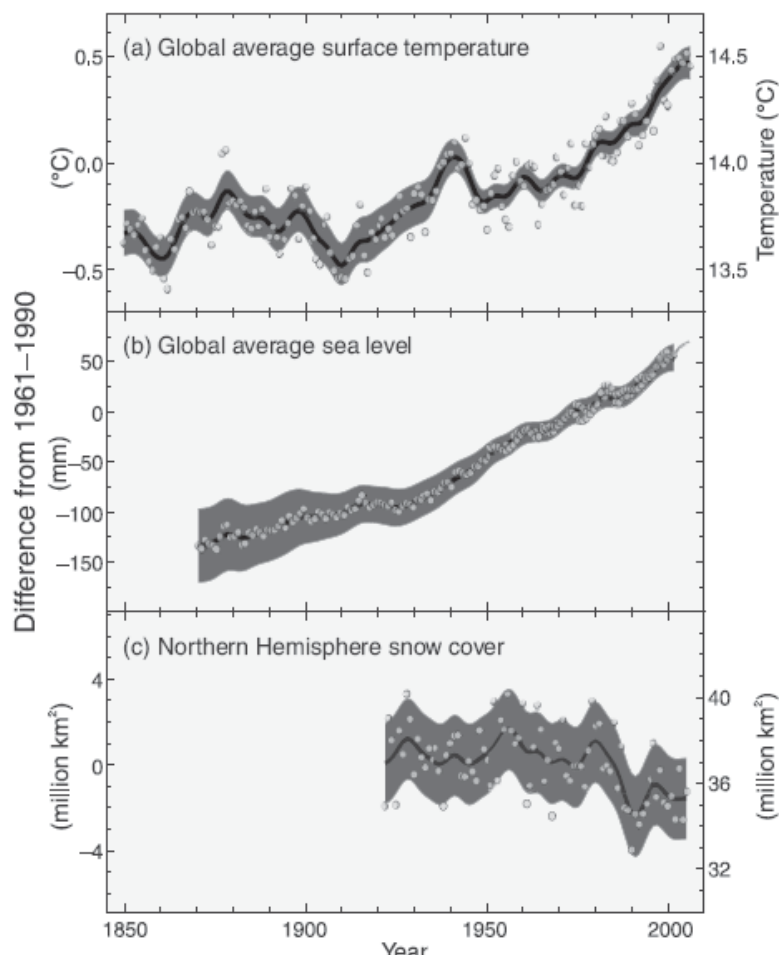
- Intergovernmental Panel on Climate Change(기후변화에 관한 정부 간 협의체)
- 1988년 세계기상기구(WMO)와 국제연합환경계획(UNEP)이 공동으로 기후변화 문제에 대처하고자 설립함.
- IPCC에서는 1990년 이래 매 5~6년 간격으로 기후변화 평가 보고서를 발간하고 있음.
  - 제1차(1990년), 제2차(1995년), 제3차(2001년), 제4차(2007년)
- IPCC 제4차 평가 보고서는 약 6년간에 걸쳐 130여 개국에서 약 2,500명의 과학자가 참여
- IPCC는 실무 그룹 1(기후변화 과학 분야), 실무 그룹 2(영향·적응, 취약성 분야), 실무 그룹 3(기후변화 완화 분야)으로 구분되어 있음(WG: Working Group)

- 현재와 같은 추세로 이산화탄소의 배출이 지속되면 2100년에는 그 농도가 540~970 ppm에 이를 것으로 예측됨. 이는 산업 혁명 이전인 1750년의 농도인 280 ppm과 비교했을 때 90~250 % 증가한 농도임.

## 2 지구온난화 추이

### □ 지구온난화 추이

- 지표면 온도는 1860년 전후로 상승하기 시작했으며, 지난 백년(1906~2005년) 동안 약 0.74(0.56~0.92)℃ 정도 상승했음.
- 극지의 온도는 최근 100년간의 지구 평균 온도 상승의 거의 두 배 가까이 상승함. 1978년 이후의 위성 자료에 의하면 극지의 연간 해양빙(sea ice) 범위는 10년에 2.7(2.1~3.3)% 감소하고 있으며, 특히 여름에 7.4(5.0~9.8)% 감소하는 것으로 드러남.



[ 지구온난화 추이, IPCC ]

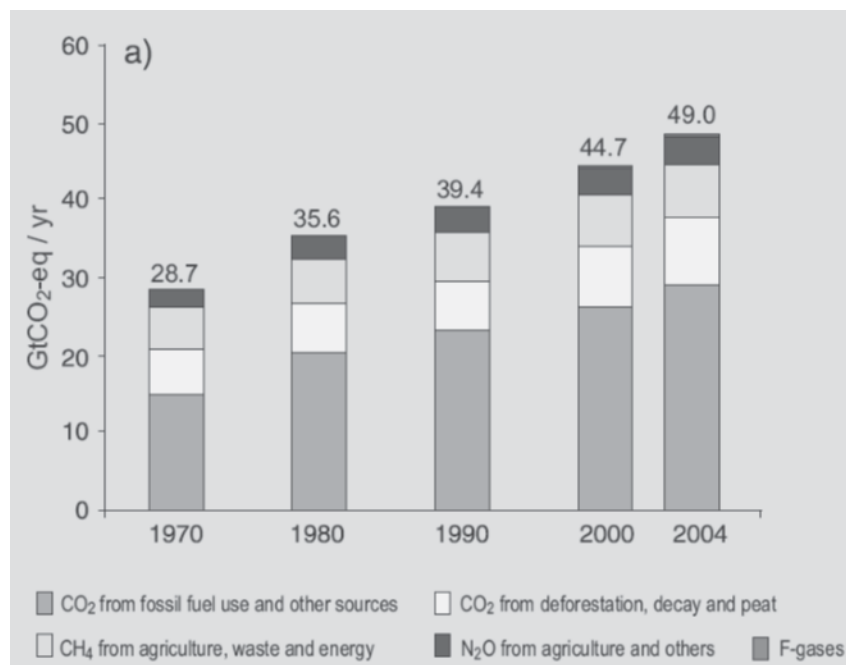
## [원인] 4. 국제 온실가스 배출 현황 및 전망<sup>6)</sup>

### 1

### 국제 온실가스 배출 현황

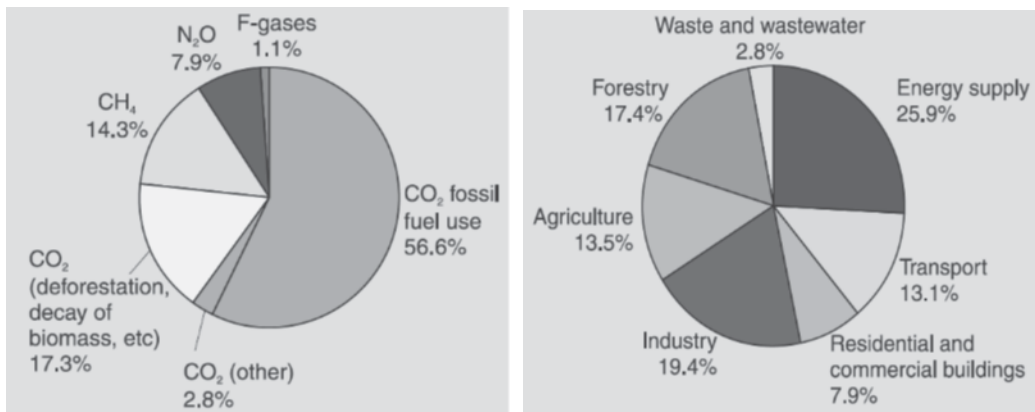
#### □ 국제 온실가스 배출 현황

- 2004년 세계 온실가스( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFCs, PFCs,  $\text{SF}_6$ ) 배출량은 49.0 Gt $\text{CO}_2$ -eq로 1990년 대비 24%, 1970년 대비 약 70% 증가함.
  - $\text{CO}_2$ 는 1970년 대비 약 80% 증가('90~'04 기간 동안 28% 증가)하였고, '04년 온실가스 총 배출량의 77%를 차지
- 1970~2004년 동안 온실가스 배출량 증가는 에너지 공급 부문(145%)이 가장 크고 수송(120%), 산업(65%), 토지 이용(40%) 순임. 1980~1990년 동안 농업 부문 배출은 27%, 건물 부문의 배출은 26% 증가
- 2004년 기준으로 전 세계 인구의 약 20%를 차지하고 세계 GDP의 57%를 차지하는 부속 온실가스 서 I 국가는 전 세계 배출의 46%를 차지함. 온실가스 배출량의 증가는 세계 주요에너지 사용량의 증가(연평균 2.2%)에 따른 에너지 공급과 수송 부문의 배출량 급증이 주요 원인임.



[ 국제 온실가스 배출 추이 ]

6) IPCC Climate Change 2007 : Synthesis Report, SPM



## 2

## 국제 온실가스 배출 전망

### □ 국제 온실가스 배출 전망

- 추가 정책이 없을 경우 온실가스 배출량은 2000년 대비 2030년까지 25~90% 증가할 전망이며, 에너지 사용으로 인한 CO<sub>2</sub> 배출량은 동 기간 동안 45~110% 증가할 전망이다.

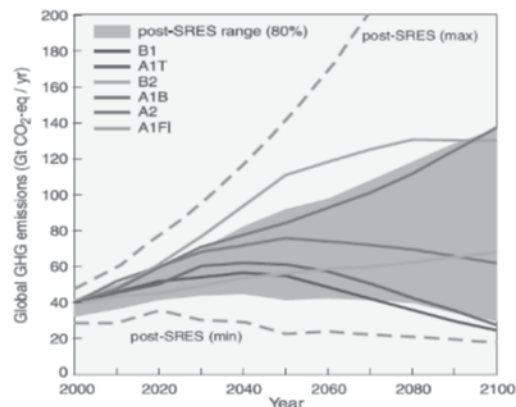
- 옆의 그래프는 기후 정책이 없을 때 전 세계 온실가스의 예상 배출량(GtCO<sub>2</sub>-eq/yr)

- SRES : Special Report On Emission Scenario (배출량 시나리오 특별 보고서)

- 실선들은 SRES 시나리오 6가지 의미

- 회색음영부분 : SRES 이래 발표된 추가 시나리오의 80% 범위

- 점선 : SRES 이후 시나리오 전체 범위로 최대치와 최소치를 나타냄.



### 2030년 농도별 안정화 비용

| 안정화 농도 수준<br>(ppm CO <sub>2</sub> -eq) | GDP 감소<br>수준(중간값) (%) | GDP 감소 범위(%) | 연평균 GDP 성장을<br>감소 |
|--|-----------------------|--------------|-------------------|
| 590-710                                | 0.2                   | -0.6~1.2     | <0.06             |
| 535-590                                | 0.6                   | 0.2~2.5      | <0.1              |
| 445-535                                | N/A                   | <3           | <0.12             |

※ 온실가스 농도를 안정화하는 데 있어 GDP 이득(gain)을 보여 주는 경우도 있는데, 이 경우는 완화 정책이 시장 효율성(market efficiency)을 향상시키고 기술 발전을 가져올 수 있기 때문임.

- 전 지구적인 온실가스 배출량은 최대치를 기록한 후 감소하여 장기적인 온실가스 농도 안정화 수준에 도달할 전망이다.
- 안정화 수준이 낮을수록 온실가스가 보다 급속하게 최대치를 기록한 후 감소할 전망이다.
- 향후 20~30년에 걸친 저감 노력을 통하여 장기적으로 어느 수준까지 지구 평균 기온이 상승하고 그에 상응하는 기후변화 영향을 어느 수준까지 방지할 수 있는지가 결정됨.

2050년 농도별 안정화 비용

| 안정화 농도수준<br>(ppm CO <sub>2</sub> -eq) | GDP 감소<br>수준(중간값) (%) | GDP 감소 범위(%) | 연평균 GDP 성장을<br>감소 |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|
| 590-710                               | 0.5                   | -1~2         | <0.05             |
| 535-590                               | 1.3                   | 0~4          | <0.1              |
| 445-535                               | N/A                   | <5.5         | <0.12             |

## [원인] 5. 국내 온실가스 배출 현황 및 전망<sup>10)</sup>

### 1 국내 온실가스 배출 현황

#### □ 국내 온실가스 배출 현황

- 우리나라 '05년 온실가스 배출량은 591 MtCO<sub>2</sub>-eq, OECD 국가 중 7위 수준
  - ※ IEA 기준으로 에너지 연소에 의한 온실가스 배출은 538 MtCO<sub>2</sub>-eq으로 137개국 중 16위 수준
- 온실가스 배출증가율은 지난 5년간('00~'05년) OECD 국가(멕시코 제외) 가운데 4위 수준
- '90년 대비 98.7% 증가하였으나, '00년 대비해서는 12.1%로서 배출 증가율이 둔화 추세
  - ※ 온실가스 배출 증가율 추이(%): ('99)9.7→('00)6.4→('02)3.8→('04)1.3→('05)0.7

#### OECD 국가와의 비교('05)

| 배출량 관련 지표    | 우리나라                         | 순위  | 비고   |
|--------------|------------------------------|-----|--|
| 배출량          | 591 MtCO <sub>2</sub> -eq    | 7위  | 1위 미국(72.6), 2위 일본(13.6)                           |
| 증가율('00~'05) | 12.1%                        | 4위  | 1위 룩셈부르크(33.3),<br>2위 오스트리아(15.0),<br>3위 스페인(14.6) |
| GDP당 배출량     | 0.62 tCO <sub>2</sub> -eq/천불 | 8위  | 1위 호주(0.86), 4위 미국(0.66)                           |
| 1인당 배출량      | 12.24 tCO <sub>2</sub> -eq/인 | 13위 | 1위 룩셈부르크(27.9)                                     |

- 온실가스 배출 주요 지표는 다음 표와 같음.(1990년에 298 MtCO<sub>2</sub>-eq에서 2005년 591 MtCO<sub>2</sub>-eq를 배출하여 연평균 4.7%의 증가율을 보임.  
생활수준의 향상으로 1인당 온실가스 배출량은 연평균 3.9% 증가하였으며, GDP 대비 온실가스 배출 원단위는 0.93에서 0.82로 감소함.)

10) KEEI(2007), 기후변화 협약에 의거한 제3차 대한민국 국가 보고서 작성 연구



온실가스 배출 주요 지표

| 배출량 관련 지표                               | 1990  | 1995  | 2000  | 2002  | 2004  | 2005  | '90~'05 연평균<br>증가율 (%) |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| 온실가스 총 배출량<br>(백만tCO <sub>2</sub> -eq)  | 297.5 | 451.8 | 528.5 | 569.0 | 587.3 | 591.1 | 4.7                    |
| 1인당 배출량<br>(tCO <sub>2</sub> -eq/인)     | 6.94  | 10.02 | 11.24 | 11.95 | 12.21 | 12.24 | 3.9                    |
| 온실가스/GDP<br>(tCO <sub>2</sub> -eq/백만 원) | 0.93  | 0.97  | 0.91  | 0.89  | 0.85  | 0.82  | -0.8                   |

- 에너지 연소에 의한 온실가스 배출 증가율은 전체 온실가스 배출 증가율과 유사하여, 비중은 전체의 84% 수준을 유지함.
- 산업 연소에 의한 온실가스 배출 증가율이 가장 두드러지며, 농업 부문은 비중의 감소로 온실가스 배출 증가율도 감소하고 있음.
- 폐기물부문은 재활용의 확대에 따라 증가율이 감소함.

온실가스 배출/흡수 부문별 추이

(단위: 백만tCO<sub>2</sub>-eq.)

|                      | 1990             | 1995             | 2000             | 2002             | 2004             | 2005             | '90~'05<br>연평균 증가율<br>(%) |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| 총 배출량                | 297.5<br>(100.0) | 451.8<br>(100.0) | 527.5<br>(100.0) | 568.0<br>(100.0) | 587.3<br>(100.0) | 591.1<br>(100.0) | 4.7                       |
| 에너지                  | 247.7<br>(83.3)  | 372.1<br>(82.4)  | 438.5<br>(83.1)  | 473.0<br>(83.3)  | 489.0<br>(83.3)  | 498.6<br>(84.3)  | 4.8                       |
| 산업공정                 | 19.9<br>(6.7)    | 47.1<br>(10.4)   | 58.3<br>(11.1)   | 64.5<br>(11.4)   | 68.5<br>(11.7)   | 64.8<br>(11.0)   | 8.2                       |
| 농업                   | 13.2<br>(4.4)    | 16.6<br>(3.7)    | 15.3<br>(2.9)    | 14.7<br>(2.6)    | 14.9<br>(2.5)    | 14.7<br>(2.5)    | 0.7                       |
| 토지이용 변화 및<br>임업(흡수원) | (-)23.7          | (-)21.2          | (-)37.2          | (-)33.4          | (-)31.5          | (-)32.9          | 2.2                       |
| 폐기물                  | 16.6<br>(5.6)    | 16.1<br>(3.6)    | 15.5<br>(2.9)    | 15.7<br>(2.8)    | 14.9<br>(2.5)    | 13.0<br>(2.2)    | -1.6                      |
| 순 배출량                | 273.7            | 430.6            | 490.3            | 534.5            | 555.8            | 558.3            | 4.9                       |

\* 주: 1. (-)는 순 흡수를 의미함.

2. 농업 부문 1990년 배출량에는 농업용 토지에서의 배출을 포함하지 않고 있음.

2

온실가스 배출 전망

□ 에너지 소비 전망

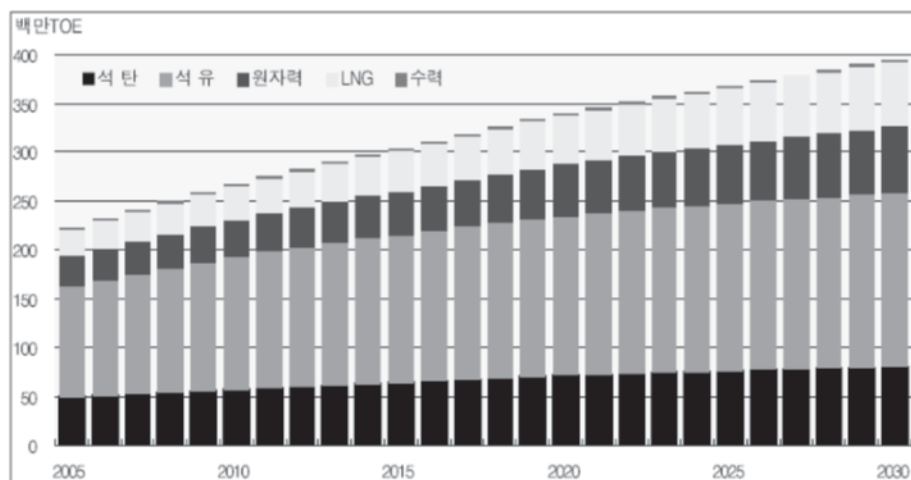
- 1차 에너지 수요는 2005~2030년 동안 연평균 2.31% 증가하여 2030년에는 394 MtCO<sub>2</sub>-eq를 기록할 것으로 전망됨. 이는 전 세계 에너지 수요 증가치 평균보다 높은 수치임
- 석유의 비중은 51.4%에서 45.0%로 감소하는 반면, 천연가스와 원자력의 비중은 각각 12.6%에서 16.8%, 13.7%에서 17.5%로 증가할 것으로 전망됨.

연료원별 1차 에너지 수요 전망

(단위: MtCO<sub>2</sub>-eq)

|     | 2005년            | 2010년            | 2020년            | 2030년            | 연평균 증가율(%) |       |       |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------|-------|-------|
|     |                  |                  |                  |                  | 05~10      | 10~20 | 20~30 |
| 석탄  | 48.6<br>(21.8)   | 57.0<br>(21.4)   | 71.0<br>(21.0)   | 80.2<br>(20.3)   | 3.26       | 2.22  | 1.22  |
| 석유  | 114.3<br>(51.4)  | 135.8<br>(50.9)  | 163.8<br>(48.3)  | 177.4<br>(45.0)  | 3.50       | 1.89  | 0.80  |
| 원자력 | 30.6<br>(13.7)   | 37.7<br>(14.1)   | 52.7<br>(15.6)   | 69.0<br>(17.5)   | 4.29       | 3.41  | 2.74  |
| LNG | 28.0<br>(12.6)   | 34.9<br>(13.1)   | 49.9<br>(14.7)   | 66.2<br>(16.8)   | 4.47       | 3.65  | 2.86  |
| 수력  | 1.1<br>(0.5)     | 1.2<br>(0.4)     | 1.3<br>(0.4)     | 1.3<br>(0.3)     | 2.22       | 1.08  | -0.12 |
| 합계  | 222.6<br>(100.0) | 266.5<br>(100.0) | 338.7<br>(100.0) | 394.1<br>(100.0) | 3.67       | 2.43  | 1.53  |

\*2005년 기준, 이후는 예측치



[ 연료원별 1차 에너지 수요 전망 ]

## □ 온실가스 배출 전망

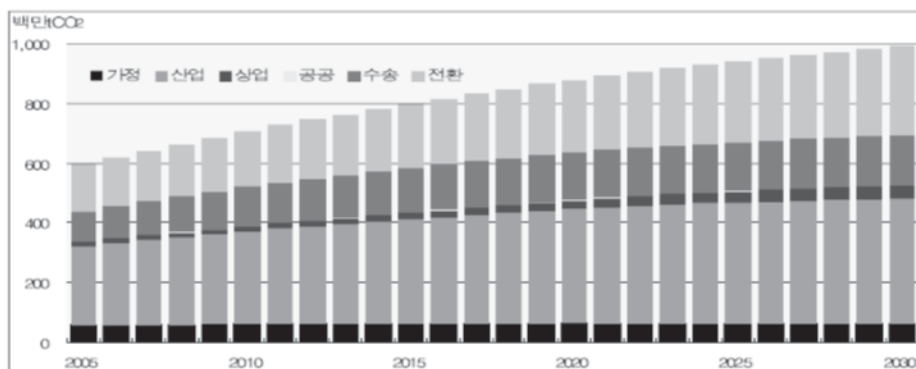
- 부문별 에너지 소비에 의한 온실가스 배출 전망은 다음과 같음.(산업 부문의 배출량은 2030년에 2005년 대비 약 58% 증가하는 것으로 전망되며, 에너지 다소비 산업 중심에서 IT 산업이 확대되면서 전체 온실가스 배출에서 차지하는 비중은 다소 감소하는 것으로 전망됨. 가정 부문의 배출량은 도시가스 보급 확대에 줄어든 것으로 전망되며, 상업 부문의 배출량은 2005년 대비 2030년에 3배 이상 증가하여 비중이 4.6%에 이를 것으로 전망됨.)

### 부문별 온실가스 배출 전망

(단위: MtCO<sub>2</sub>-eq)

|           | 2005년            | 2010년            | 2020년            | 2030년            | 연평균 증가율(%) |       |       |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------|-------|-------|
|           |                  |                  |                  |                  | 05~10      | 10~20 | 20~30 |
| 최종 에너지 전체 | 440.3<br>(74.0)  | 522.5<br>(73.9)  | 637.5<br>(72.5)  | 695.8<br>(70.2)  | 3.48       | 2.01  | 0.88  |
| 가정        | 59.6<br>(10.0)   | 62.2<br>(8.8)    | 65.1<br>(7.4)    | 63.4<br>(6.4)    | 0.88       | 0.45  | -0.27 |
| 산업        | 264.7<br>(44.5)  | 311.0<br>(44.0)  | 383.7<br>(43.7)  | 418.4<br>(42.2)  | 3.28       | 2.12  | 0.87  |
| 상업        | 13.1<br>(2.2)    | 17.4<br>(2.5)    | 28.8<br>(3.3)    | 45.9<br>(4.6)    | 5.88       | 5.16  | 4.75  |
| 공공        | 0.5<br>(0.1)     | 0.6<br>(0.1)     | 0.9<br>(0.1)     | 1.3<br>(0.1)     | 4.70       | 4.00  | 3.50  |
| 수송        | 102.5<br>(17.2)  | 131.3<br>(18.6)  | 158.9<br>(18.1)  | 166.9<br>(16.8)  | 5.07       | 1.93  | 0.49  |
| 전환 부문 전체  | 154.8<br>(26.0)  | 184.9<br>(26.1)  | 241.5<br>(27.5)  | 295.1<br>(29.8)  | 3.61       | 2.71  | 2.03  |
| 발전        | 134.8<br>(22.6)  | 160.8<br>(22.7)  | 209.9<br>(23.9)  | 258.1<br>(26.0)  | 3.60       | 2.70  | 2.09  |
| 지역난방      | 20.0<br>(3.4)    | 24.0<br>(3.4)    | 31.6<br>(3.6)    | 37.0<br>(3.7)    | 3.73       | 2.77  | 1.61  |
| 전체 합계     | 595.1<br>(100.0) | 707.4<br>(100.0) | 878.9<br>(100.0) | 990.9<br>(100.0) | 3.52       | 2.19  | 1.21  |

\*2005년 기준, 이후는 예측치



[ 부문별 온실가스 배출 전망 ]

## [영향] 1. 기후변화 영향

### 1

### 기후변화 영향

#### □ 빙하 감소와 해수면 상승

- 지구의 온도가 상승하면서 지표면의 평균 빙하 및 적설 면적은 감소하고 있음.
- 또한 온도 상승이 심한 북반구에서는 연평균 북극의 해빙범위가 감소하였고, 빙하가 녹으면 해수면이 상승하는데 20세기 동안 해수면은 약 17cm (12~22cm) 가량 상승했음.
- 2080년대쯤에는 해수면 상승으로 인해 현재보다 수백만 명 더 많은 사람들이 매년 홍수를 겪을 전망

#### □ 이상 기후 증가<sup>11)</sup>

- 많은 대륙, 지역, 바다에서 홍수, 폭우, 열파, 태풍을 포함한 극한 현상이 나타나고 있으며, 특히 열대와 아열대 지역에서 심각한 것으로 나타남. 폭우 빈도 증가 역시 대부분의 지역에서 관측됨.
- 한파와 서리의 빈도는 감소한 반면 열파와 열대야의 빈도는 증가함. 북대서양에서의 강한 열대성 태풍 활동이 활발, 다른 지역에서의 활동 역시 증가함.

#### □ 이상 기후 영향

- 이러한 현상이 가속화될 경우 지구상의 연안 및 도서 지역 상당부분이 물에 잠길 것이며, 이상 기온이 나타나 해양 생태계 및 농업 생산 지역이 이동하고 병충해가 늘어나는 등 자연 생태계의 질서가 파괴될 것으로 예측됨
- IPCC에 따르면 아시아 지역은 20~30년 내에 수자원 파괴 증가로 물가용성에 부정적 영향이 예측됨.
- 대부분의 지역에서 태풍과 홍수 증가로 인한 위험이 커지며, 급속한 인구 증가와 도시화의 효과가 더해져 여러 국가가 기아 위험에 직면할 것으로 예측됨.<sup>12)</sup>

#### □ 기후변화의 부문별 영향

- 기후변화는 수자원, 생태계, 식량, 건강 등 여러 부문에 영향을 끼침. 다음은 IPCC에서 제시한 기후변화의 부문별 영향임.

11) KEI (2007), 기후변화 영향 평가 및 적응 시스템 구축 - 부록

12) KEI (2007), 기후변화 영향 평가 및 적응 시스템 구축 - 부록

### 기후변화 부문별 영향 - IPCC

| 부문         | 영향   |
|------------|--|
| 수자원        | <ul style="list-style-type: none"> <li>일부 열대 우림 지역과 고위도 지역에서 10~40% 증가하지만 중위도의 일부 건조 지역, 열대 건조 지역에서는 10~30% 감소</li> <li>전 세계 인구 1/6 이상의 물 사용 가능성 감소</li> </ul>   |
| 생태계        | <ul style="list-style-type: none"> <li>전 지구 평균 온도 1.5~2.5℃ 이상 상승 시 전 세계 동식물의 20~30% 멸종 위기</li> <li>지구 평균 온도 1.5~2.5℃ 상승 및 대기 중 이산화탄소 농도 증가 시 생태계 구조와 기능, 종간 생태적 상호 연계, 지리적 서식 범위 변화로 생물 다양성에 부정적 영향</li> </ul> |
| 식량         | <ul style="list-style-type: none"> <li>전 지구적으로 평균기온이 1~3℃ 상승 시 식량생산력이 증가하나 그 이상 상승하면 감소</li> <li>저위도 건조 지역에서는 1~2℃ 상승만으로도 농작물 생산량 감소로 인한 기근 우려</li> </ul>  |
| 연안과 저지대    | <ul style="list-style-type: none"> <li>해수면 상승으로 인구 밀집 지역, 저지대, 도서 지역, 아시아와 아프리카의 거대 삼각주 지역의 수백만 이상의 인구가 2080년까지 매해 홍수 경험</li> <li>1~3℃ 해수면 온도 상승 시 산호 탈색 현상의 심화와 광범위한 고사 초래</li> </ul>                         |
| 산업, 정주, 사회 | <ul style="list-style-type: none"> <li>종합적으로 기후변화 정도가 클수록 순 영향은 더욱 부정적이기 쉬움. 해안과 하천 범람원에 위치한 산업, 정주, 사회와 특히 가난한 지역 사회가 가장 취약</li> </ul>  |
| 건강         | <ul style="list-style-type: none"> <li>적응력이 낮은 인구의 건강 상태에 특히 부정적 영향. 영양 부족, 설사병, 심폐 질환, 전염병 증가. 열파, 홍수, 태풍, 가뭄 등으로 사망자 증가, 감염성 질병 매개체의 분포 변화</li> </ul>  |

\* KEI (2007), 기후변화 영향 평가 및 적응시스템 구축 III - 부록

## 2

### 우리나라 기후변화 영향<sup>13)</sup>

#### □ 산림·생태 (국립산림과학원, '05)

- 한반도 평균 기온이 6℃ 상승할 경우 금세기 말 우리나라는 기존의 산림생물들이 고사되거나, 고립되는 등 멸종위기에 처함.
- 2℃ 상승 시 기후대는 극 방향으로 위도 150~550 km, 고도 150~550 m로 이동
- 나무 이동 속도는 4~200 km로서 산림이 기후대 이동을 쫓아가지 못함.

#### □ 수자원 (삼성경제연구소, '07; 한국환경정책평가연구원, '06)

- 한반도는 1980년대 후반부터 기후변화로 인해 태풍 등 기상 이변의 빈도와 피해 증가. 경제적 피해 규모가 1960년대 매년 평균 1천억 원대에서 1990년대 6천억 원, 2000년 이후에는 2.7조 원대로 확대
- 금강 유역에 대한 홍수 피해액 예측 결과(KEI, '06) 1970~2000년을 기준으로 2011~2040년에는 최고 169.1%, 2051~2080년에는 최고 291.5% 증가

13) 주 유엔 대한민국 대표부(2008. 2), 기후변화의 이해

□ 건강

- 32℃ 이상에서 1℃ 기온 상승마다 노인의 사망자수가 9명 증가
- 서울 지역 폭서 기간 사망자수는 평년보다 75% 높음.
- ※ 출처: 기상연구소(2006)

□ 해안 (국립해양조사원, '07; 한국환경정책평가연구원, '03)

- 전체적인 평균 해면 상승은 연간 0.1~0.6cm로 연안 지역 침수 가능성이 증가하고 있음.
- ※ IPCC 제4차 보고서는 2100년경 최대 59cm 상승 예상
- 부산 연안은 지난 34년간('73~'06) 7.8cm 상승, 연간 0.2cm 상승
- 제주 연안은 매년 0.5cm씩 상승하여 지난 43년간('64~'06) 21.9cm 상승

□ 해수온도의 변화

- 해수 온도 상승은 세계 평균(0.5℃)의 3배로 100년간 동해 수온은 1.2~1.6℃, 서해는 1.3℃ 상승
- ※ 출처 : 한국환경정책평가연구원(2007) “기후변화 영향 평가 및 적응 시스템 구축 III”
- 해수면 기온 상승은 비브리오균 등 미생물의 증식을 일으키고 해수나 해산물을 통한 질병 발생의 가능성을 증대시킴.

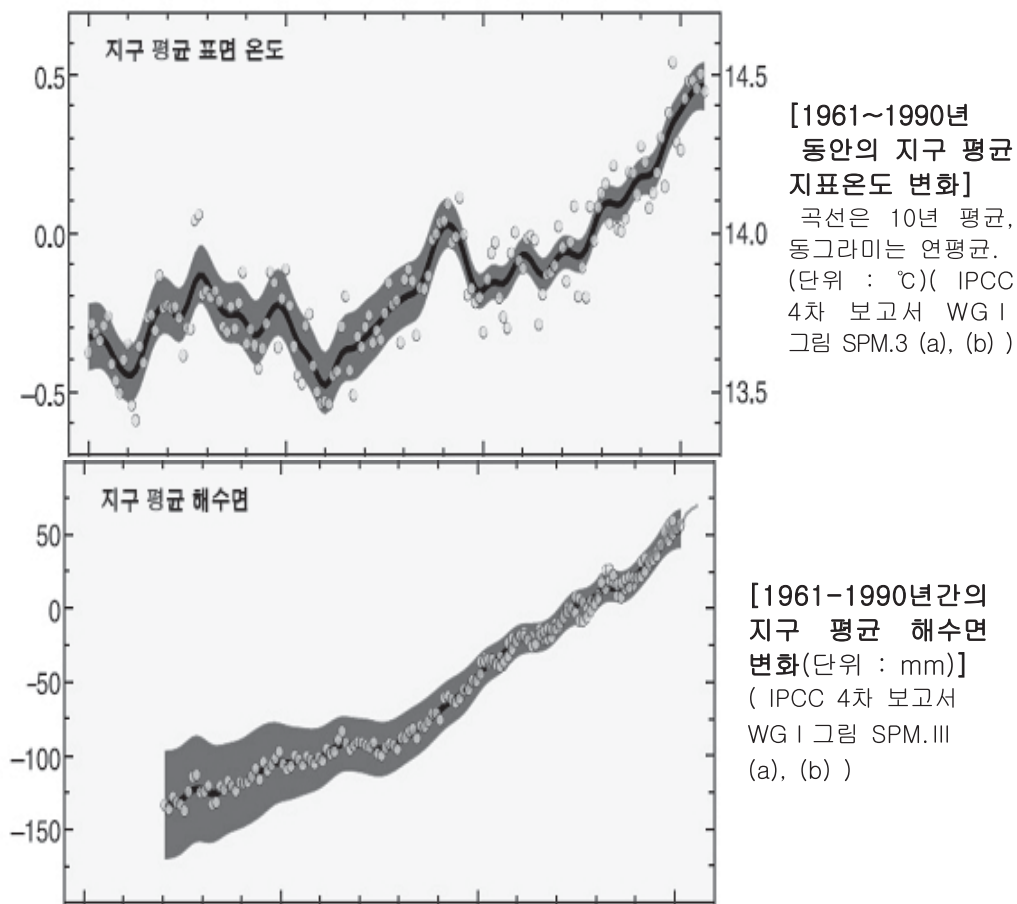
## [영향] 2. 세계 기후변화 영향(자연)

### 1

### 물리 환경의 변화<sup>14)</sup>

#### □ 기후변화로 인한 얼음, 수자원 등 물리 환경의 변화(영향)

- 수온 상승에 따른 해수의 열팽창 및 빙하/빙상(그린란드 및 남극 빙상)의 용해 등으로 지난 100년간 해수면은 17cm(12~22cm) 상승. 특히 인구가 조밀한 저지대 지역의 수억 명의 사람들이 해수면 상승으로 인한 범람의 위기에 직면
- 빙하가 녹아 강에 유입되는 수량이 증가하고, 봄철 녹아내리는 시기가 빨라짐. 빙하가 용해하여 인근 호수의 크기와 수가 증가. 동토층 지반의 불안정성 증가하고 산악지역의 낙석 증가



- 강수량이 1901~2005년까지 북위 30° 근처에서 증가하고, 1970년 이후 남위 10°~북위 30°에서는 감소. 전반적으로 강수의 강도는 증가

14) 주 유엔 대한민국 대표부(2008.2), 기후변화의 이해

- 집중 호우의 빈도(또는 총 강우량에서 폭우가 차지하는 비율)가 대부분 지역에서 증가. 1970년 이후 일부 건조한 지역에서의 가뭄의 증가
- 기후 온난화로 빙하의 융해에 따른 인구 호수의 수량 증가 및 인근 하천에 대한 영향 증가(국지성 호우 등 기상 이변 속출에 따른 피해 증가).

□ 연안 지역의 해수면 상승과 범람에 따른 염분 침범 및 산성화

□ 기후변화로 인한 온도, 습도, 자외선 강도의 변화가 오존 생성 화학 반응에 영향을 주어 오존 수치가 높은 날이 증가함.

- 기후변화에 의한 지표 온도의 상승은 스모그의 발생을 촉진 시키고 이로 인하여 산성 물질의 수송과 침적에도 영향을 초래

2

생태계의 변화

□ 육지 생태계는 지역적 온난화로 개엽 시기, 철새 이동, 부화 시기 등이 앞당겨지고 있으며, 식물과 동물의 서식지가 북상 중

- 초본 식물 및 목본 식물 등은 10년에  $3.0 \pm 0.1$ 일, 나머지 종 그룹들은 약 5일 정도 생물 계절학적 반응의 조기화(2003).
- 유럽 및 북미의 개엽기(잎이 퍼지는 시기), 낙엽 시기, 곤충 출현의 시기 조기화. 알프스 지역의 식물 서식지 고도 상승으로 산 정상 식물의 고사(1997~98)
- 스칸디나비아 산악 지대에서 약 1세기(19세기 후반에서 20세기 후반) 동안에 주요 수종의 한계 고도선이 100m이상 상승(2001)
- 독일은 지난 50년간 생육 기간이 3.6일/10년의 속도로 길어짐(1999). 영국은 개엽기가 5~7일 정도 앞당겨짐.
- 지난 50년 동안 일본의 벚나무 개화시기가 5일 정도 빨라짐.
- 서아프리카 초원 지대 및 습지에 서식하는 동식물종의 서식지 축소
- 중국은 CO<sub>2</sub> 배출량이 두 배로 증가한 후 식생대가 북쪽이나 서쪽으로 이동

□ 해양 및 담수 생태계

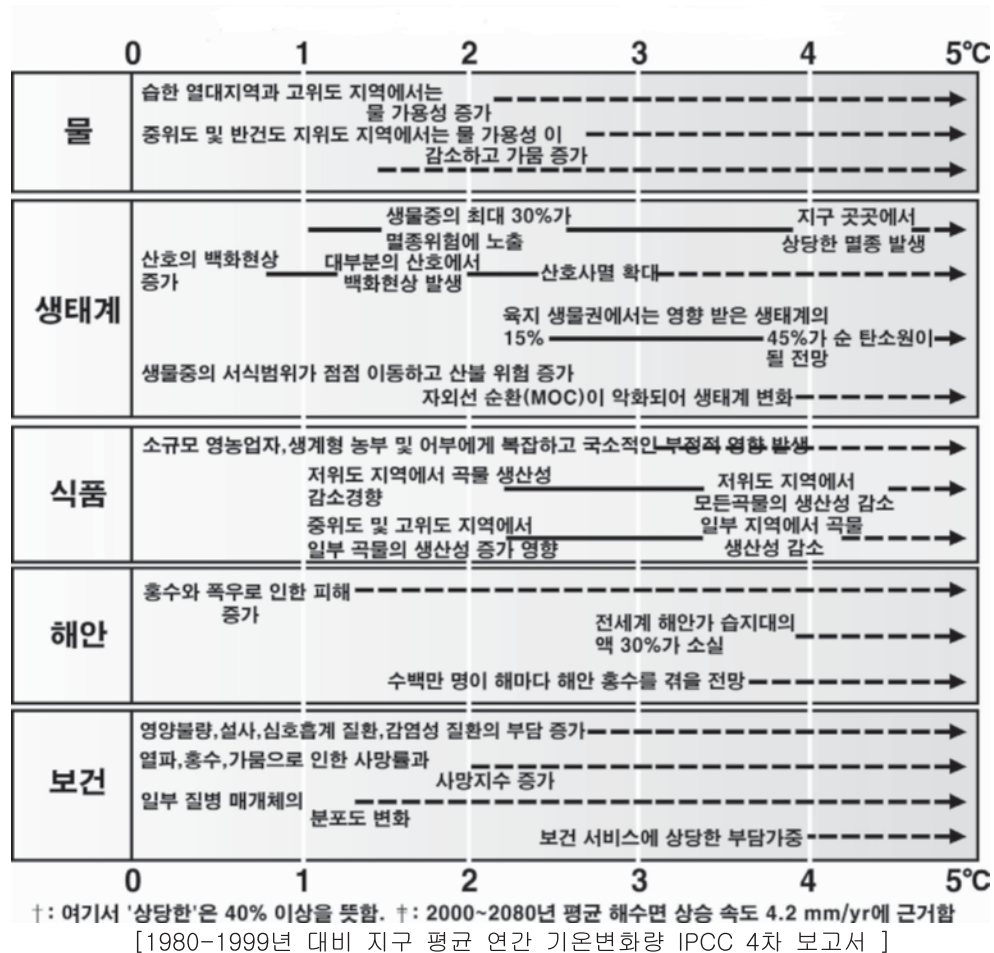
- 해양 및 담수 생물계에서 관측된 변화들은 해수 온도 상승뿐 아니라, 그에 관련된 염도, 산소 농도, 순환과도 연관됨.
- 고위도 해양에서 조류, 플랑크톤, 어류의 서식 범위 이동과 종류의 변화, 위도 및 높은 고도의 호수에서 조류와 동물성 플랑크톤 종류의 증가, 강의 범위 변화 및 어류 도래 시기가 더 빨라짐.
- 북태평양 및 북대서양 지역 여름철 플랑크톤 밀집도가 각각 30%, 14% 감소.
- 산호초의 표백화 및 고사 및 해양 생태계, 특히 먹이 사슬 상태 교란



3

기후 온난화로 인한 영향 종합

- 기후 온난화는 물리 환경과 생태계의 변화를 유발하는 것은 물론 물의 이용, 식품, 질병과 보건 등 여러 측면에서 사회, 경제적으로 직·간접적인 영향을 끼침.



### [영향] 3. 세계 기후변화 영향(인문)

#### 1

#### 농·축산 및 수산업<sup>15)</sup>

- 북반구 고위도의 농업 및 산림 관리의 경우, 봄철 파종 시기가 더 빨라지고, 산불과 병충으로 인한 산림 교란의 변화 등이 보고됨.
  - 유럽 지역(독일, 프랑스, 핀란드)에서는 개화기, 파종일, 곤충 출현 시기가 빨라지고 작물 재배 기간의 장기화. 영국은 극한 기상으로 인하여 농작물 피해 발생(2004)
  - 적조 재발생 빈도 및 영향 확대, 해파리 기승으로 양식업의 피해 확산

#### 2

#### 보건 부문

- 유럽 및 인도에서 고온에 의한 사망자 수 증가
- 중국, 미국 등지에서 가뭄, 폭풍(태풍, 2005년 미국의 카트리나) 및 홍수에 의한 사망, 부상, 전염성 질병 및 재난 후 심리적 외상에 대한 영향 발생
- 유럽 일부에서 감염성 질병의 매개체 변화
- 북반구 고위도 및 중위도에서 알레르기성 꽃가루 발생철의 계절적 발생량 증가

#### 3

#### 경제·산업 부문

- 기후변화는 국내 또는 해외에 대한 영향을 통해 간접적으로 시장 수요와 공급에 변화 초래(영국 환경식품농림부, 2001)
- 산업 부문별로 취약한 분야(에너지, 교통 등)에 부정적 효과가 초래하는 반면, 건설업, 저탄소 및 고효율 제조업 등에는 긍정적 효과 보임.

15) 주 유엔 대한민국 대표부(2008.2), 기후변화의 이해

**4**

**관광·레저 부문**

□ 미국의 산불과 허리케인으로 인한 관광 시설 파괴로 인해 막대한 재해

□ 자연 눈의 감소로 인한 유럽의 스키 관광객 수 감소 및 비용 증가

- 오스트리아 알프스의 경우, 1℃ 상승할 때마다 겨울철 스키 시즌이 4주 줄어들고 봄철이 6주 가량 감소, 저고도 알프스 지역의 산악 스포츠 제한 등의 문제
- 눈이 내리는 기간이 단축되고 적설량의 감소로 인하여 눈 관련 산업(스키 관광 산업)을 하는 국가들에게는 부정적 영향

## [영향] 4. 우리나라 기후변화 영향

### 1

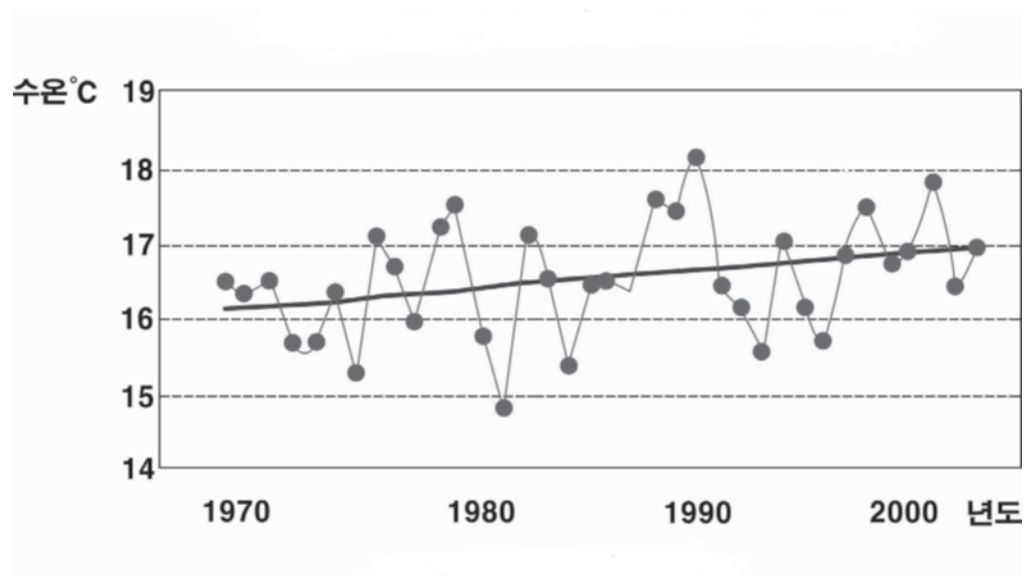
#### 강수량 등 기상 요소의 변화

- ☐ 우리나라 연평균 강수량은 해에 따라 편차가 크나 장기적으로 증가 추세
  - 강수 강도는 현재보다 강해짐. 30 mm/day 이상 강한 강수는 증가, 0.1~0.5 mm/day의 약한 강수 감소
- ☐ 겨울은 짧아지고 여름은 길어지는 추세
- ☐ 황사 발생 일수의 3배 증가
  - 연간 황사 발생 일수는 1980년대 평균 3.9일에서 2000년 이후 평균 12.4일로 3배 증가
- ☐ 서울의 열대야 6배 증가
  - 1900년대 초에 평균 1.1일이었던 서울의 열대야 일수가 최근에는 6.6일로 증가

### 2

#### 온난화에 따른 생태계의 변화

- ☐ 개화기·개엽기의 조기화
  - 사과꽃의 경우, 1931~1960년에 비해 1971~2000년의 만개일이 서울 8일, 강릉 4일, 광주 5일씩 단축(출처: 기후변화 적응 시스템 III)
- ☐ 산림 식생의 변화 및 새로운 병해충 발생
  - 20년 전 한반도 산림의 60%(384만여 ha)에 해당하던 소나무의 면적이 참나무 등 활엽수에 밀려 256만여 ha로 축소
  - 남쪽 해안과 섬에서 자라는 동백나무가 서울에서도 성장
  - 지리산 및 한라산 정상부의 구상나무의 생장 속도 감소
  - 참나무시들음병, 푸사리움가지마름병, 아카시아 황화 현상 등 새로운 산림 병해충 발생(출처: 산림청 ‘기후변화와 환경’ - 자료실-나무의 이동 속도 )
- ☐ 해수 온도 및 해수면의 변화
  - 동해안 연평균 수온 상승
  - 해수면 상승 - 제주 지역 해수면은 세계 평균 상승률에 비하여 3배 높은 수치



[ 동해안 평균 수온 변화 1968~2003 (국립수산진흥원, 2005) ]

### 3

### 우리나라 기후변화 영향 전망

#### □ 한반도 기온과 강수량 변화 예상 (기상연구소, 2005)

- 100년 뒤 서울은 현재의 서귀포처럼 아열대성 기후로 변화 예상

| 구 분                   | 2020  | 2050  | 2080  |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| 온도 증가(°C)             | +1.2  | +2.5  | +4.4  |
| CO <sub>2</sub> (ppm) | 448.7 | 587.9 | 682.7 |
| 강수 변화(%)              | +1.1  | +3.1  | +6.2  |

- 전반적으로 한강 유역이 위치해 있는 북쪽 유역들에서는 강수량이 증가하고, 남쪽에 위치한 강유역권에서는 다소 감소할 것으로 전망. 5대강 권역별 월별 변동성을 분석한 결과 대체적으로 가을(9월~11월)과 겨울철(12월~2월)은 강수량이 증가하고 봄철(3월~5월)과 여름철(6월~8월)에는 감소 예상
- 현재와 같이 화석연료를 지속 사용하면 금세기말까지 지구 평균 기온 최대 6.4°C, 해수면 59cm 상승 전망
- ※ IPCC는 CO<sub>2</sub> 농도를 550ppm(1.1~2.9°C 상승) 이하로 억제할 필요성을 역설

4

한반도 기후변화시 생태계 영향 전망<sup>16)</sup>

□ 기후대 변화

- 기온 상승 시 난대·아열대 기후대로 변화. 기온 2℃ 상승 시 난대 기후대가 중부 지방까지 확대, 4℃ 상승시 남한 지역 대부분이 난대 기후, 남부 해안 지역은 아열대 기후대로 변화 예상. 남한 저지대의 상록 활엽수림과 낙엽 활엽수림이 북위 40도까지 북상

□ 산림·생태(국립산림과학원, 2005)

- 한반도 평균 기온이 6℃ 상승할 경우 금세기말 우리나라는 기존의 산림 생물들이 되거나, 고립되는 등 멸종위기에 처함. 2℃ 상승 시 기후대는 극 방향으로 위도 150~550km, 고도 150~550m 로 이동. 나무 이동 속도는 4~200 km로서 산림이 기후대 이동을 쫓아가지 못함. 한라산 정상 부근의 고산 식물 8종(눈향나무, 돌매화나무, 시로미, 들쭉나무, 구름 송이풀, 구름채꽃, 구름떡꽃, 솜다리 등)이 멸종 가능
- 산림 생태계에 미치는 영향으로 2100년까지 산림 지역의 16%가 고사 위험성이 있으며, 2100년까지 경제적 손실액은 연간 35억 달러로 예측

※ 식물의 이동 속도(m/년)

→ 소나무(1,500), 전나무(40~300), 자작나무(500~2,000), 밤나무(200~300) 등

□ 해안 (국립해양조사원, 2007; 한국환경정책평가연구원, 2003)

- 전체적인 평균 해면 상승은 연간 0.1~0.6cm으로 연안 지역 침수 가능성이 매우 큼.

16) 주 유엔 대한민국 대표부(2008.2), 기후변화의 이해

## [대응] 1. 기후변화 협약<sup>17)</sup>

### 1

### 기후변화 협약이란?

지구온난화 문제를 해결하기 위한 국제적 노력은 1992년 리우 회의에서 채택한 ‘기후 변화 협약’으로 구체적인 결실을 맺게 됨. 이 협약은 증가 추세에 있는 대기 중 온실가스 농도를 안정화시켜서 일정 기간 내에 인위적으로 발생하는 기후변화를 방지하는 데 목적이 있음.

#### □ 접근 방식

- 기후변화 협약의 두 가지 기본적인 접근 방식은 ‘완화(mitigation)’와 ‘적응(adaptation)’임. 즉 온실가스 배출을 억제하고 온실가스 흡수원을 증가시켜 기후변화 현상을 ‘완화’시키고, 식생 변화, 이상 기후, 건강 등 기후변화의 영향에 ‘적응’하는 것이 이 협약의 초점임. 특히, 기후변화로 인한 피해를 가장 입기 쉬운 국가는 주로 저개발 국가이므로, 적응은 저개발국을 지원하는 문제로 귀결됨.

#### □ 원칙

- 기후변화 협약은 형평성의 원칙(제3조)에 따라 ‘공동의 그러나 차별화된 책임’을 기반으로 함. 이에 따라 각국에 부여한 의무 사항도 지구온난화에 대한 역사적 책임과 1인당 평균 온실가스 배출량이 많은 선진국을 대상으로 하는 ‘특별 의무’와 모든 참여국을 대상으로 하는 ‘일반 의무’로 나뉘어짐. 여기서 특별 의무 대상국(‘부속서 I’ 국가군)에게는 2000년까지 1990년 수준으로 온실가스를 감축할 것을 권고했으며, 모든 국가에 대해 온실가스 감축을 위해 노력할 의무를 지우고 있음.
- 그 외에 저개발국의 특수 사정 배려의 원칙, 기후변화의 예측, 방지를 위한 예방적 조치 시행의 원칙, 모든 국가의 지속가능한 성장의 보장 원칙 등을 규정하고 있음.

#### □ 목표

- 기후변화 협약은 기후변화 현상의 완화와 적응을 통해 지속가능한 발전에 기여한다는 목표를 가지고 있음. 온실가스 저감을 위한 주요 방법은 에너지 사용 억제이며 이는 저개발국의 경제 성장을 막겠다는 것과 다를 바 없게 됨. 따라서, 기후변화 협약은 선진국에게 저개발국의 지속가능한 발전을 도울 수 있도록 기술 및 자금을 지원할 것을 의무로 규정하고 있음.

17) 환경부 (2008. 12), 지자체 기후변화 대응 ; 주 유엔 대한민국 대표부(2008.2), 기후변화의 이해

2

기후변화 협약의 주요내용

□ 주요 내용

- 기후변화 협약에는 이러한 목표를 이루기 위한 각국의 의무사항, 재정 지원, 기술 이전 및 조직 등에 관한 내용이 담겨 있으며, 그 주요 내용은 다음 표와 같음. 1992년 채택된 기후변화 협약은 50번째 국가의 비준 90일 후인 1994년 3월 21일 정식 발효되었고, 192개국이 이 협약을 비준하였음.

기후변화 협약의 주요 내용

| 구분    | 조항    | 주 요 내 용   |   |
|-------|-------|---|---|
| 목적    | 2조    | - 대기 중 온실가스 농도의 안정화   |   |
| 원칙    | 3조    | - 공동의 그러나 차별화된 책임<br>- 저개발국의 특수한 사정 배려<br>- 예방 조치 실시<br>- 지속가능한 발전을 추진할 권리 및 의무<br>- 개방적인 국제 경제 시스템의 증진   |   |
| 약속    | 4조    | 선진국   | - 기후변화 완화 정책의 도입 및 시행<br>- 2000년까지 온실가스 배출량을 1990년 수준으로 감축하기 위한 정책과 수단 강구<br>- 저개발국으로의 자금 및 기술 지원<br>- 온실가스 배출과 흡수에 관한 목록 작성        |
|       |       | 모든 당사국  | - 온실가스 배출원 및 흡수원 목록을 포함한 국가 보고서 작성 및 제출<br>- 기후변화 완화 프로그램 채택<br>- 에너지 분야에서의 기술 개발<br>- 산림 등 온실가스 흡수원의 보존 및 확충<br>- 연구·조사·관측 등의 국제협력 |
| 주요 기구 | 7~10조 | - 당사국총회(COP: Conference of Parties): 기후변화 협약의 최고 의결 기구로, 당사국의 의무 및 제도에 대해 정기적으로 검토<br>- 과학기술자문보조기구(SBSTA: Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice)<br>- 이행보조기구(SBI: Subsidiary Body for Implementation) |   |



### 3

### 연혁

#### □ 제1차 당사국총회 (독일 베를린, 1995)

- 기후변화 협약은 최고 의결 기구로 당사국총회를 두고 있으며, 그 첫 번째 회의는 1995년 독일 베를린에서 개최됨. 제1차 당사국총회에서는 2000년 이후 선진국의 감축 목표에 대한 의정서를 제3차 당사국총회에서 결정하기로 한 베를린 위임 사항(Berlin Mandate)을 채택하고, 그 이행을 위해 베를린 위임 사항 특별 그룹(AGBM: Ad Hoc Group on the Berlin Mandate)을 조직함.

#### □ 제2차 당사국총회 (스위스 제네바, 1996)

- 제2차 당사국총회에서는 제네바 선언(Geneva Declaration)을 통해 선진국을 대상으로 한 구속력 있는 감축 목표 도입을 제안했으며, 목표 달성을 돕기 위한 신축성(flexibility) 체제의 도입 필요성도 제기됨.

#### □ 제3차 당사국총회 (일본 교토, 1997)

- 제3차 당사국총회에서는 부속서 I 국가들의 온실가스 배출 의무 감축량 및 교토 메커니즘을 규정한 교토 의정서를 채택함. 이 교토 의정서의 주요 쟁점은 저개발국의 감축 의무 부담 문제, 교토 메커니즘의 채택 여부 및 흡수원의 확대 문제 등이었음.

#### □ 제4차 당사국총회 (아르헨티나 부에노스아이레스, 1998)

- 제4차 당사국총회에서는 부에노스아이레스 행동 계획(Buenos Aires Plan of Action)을 채택함. 이 4차 총회는 또한 제6차 당사국총회까지 교토 의정서 발효에 대비한 세부 이행절차를 마련하고 저개발국 지원 방안 등을 강화할 것을 결의함.
- 아르헨티나와 카자흐스탄이 비부속서 국가로서 처음으로 온실가스 감축 의무 부담 의사를 표명함.

#### □ 제5차 당사국총회(독일 본, 1999)

- 제5차 당사국총회에서는 교토 의정서 세부 이행 절차에 대한 논의가 계속됨
- 아르헨티나가 경제 성장과 연동한 감축 의무 부담 방식을 처음으로 제안함. 이를 계기로 저개발국의 온실가스 감축 의무 부담 문제가 대두되었으며, 미국은 한국 등도 자발적으로 의무를 부담할 것을 주장함.

#### □ 제6차 당사국총회 (네덜란드 헤이그, 2000)

- 제6차 당사국총회에서는 미국·일본·캐나다 등의 ‘엄브렐라(Umbrella) 그룹’<sup>18)</sup>과 EU의 입장 차이로 교토 의정서 세부 이행 절차 확정에 실패했고 속개 회의를 개최하기로 합의함. 이후 2001년 3월 미국이 불참을 선언하면서 교토 의정서는 진행 여부가 불투명해짐.<sup>19)</sup>

18) 미국·일본·캐나다 등 비유럽권 ‘부속서 I’ 국가를 통칭해서 부르는 용어.

19) 미국의 온실가스 배출량은 세계 1위로, 1990년을 기준으로 했을 때 전 세계 배출량의 약 25%를 차지하며,

□ 제6차 당사국총회 속개 회의 (독일 본, 2001)

- 제6차 당사국총회 속개 회의에서 EU는 교토 의정서 추진을 위해 일본, 캐나다, 러시아의 흡수원 인정 범위 확대 제안을 받아들임. 또한, ‘토지 이용, 토지 용도 변경 및 삼림(LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry)’을 제외한 교토 메커니즘의 세부 이행방안을 확정된 ‘본 합의(Bonn Agreement)’를 채택하여 미국의 불참에도 불구하고 교토 의정서 추진 의지를 확고히 함.

□ 제7차 당사국총회 (모로코 마라케시, 2001)

- 제7차 당사국총회에서는 ‘마라케시 합의서(Marrakesh Accord)’를 통해 교토 의정서의 세부 운영 규칙에 대한 최종 합의가 이루어짐. 그 주요 내용은 교토 메커니즘 및 LULUCF 운영 규칙, 그리고 저개발국 지원 방안 등임. 또한, 저개발국 지원을 위한 최빈국 운영 기금(Least Development Countries Fund), 기후변화 특별 기금(Special Climate Change Fund) 및 적응 기금(Adaptation Fund)의 설립이 결정됨.

□ 제8차 당사국총회 (인도 뉴델리, 2002)

- 인도에서 열린 제8차 당사국총회에서는 기후변화에 대처할 수 있도록 저개발국을 지원하는 문제가 제기되었으며, 선진국으로 하여금 기후변화 대응 조치를 조속히 이행하도록 촉구하고 저개발국의 지속가능한 발전을 돕는 등의 내용이 담긴 ‘델리 선언문(Delhi Ministerial Declaration)’을 채택함.

□ 제9차 당사국총회(이탈리아 밀라노, 2003)

- 제9차 당사국총회에서는 기술 이전 등 기후변화 협약의 이행 관련 논의와 조림 및 재조림을 교토 메커니즘의 하나인 청정 개발 체제(CDM)에 포함시키는 문제 등 교토 의정서 보완에 대한 논의가 진행됨.

□ 제10차 당사국총회 (아르헨티나 부에노스아이레스, 2004)

- 2004년 12월에 개최된 제10차 당사국총회에서는 11월 러시아 비준으로 교토 의정서 발효를 앞두고 통계 작성·보고, Mechanism, 기후변화 협약 및 교토 의정서 향후 방향 등을 논의함.

□ 제11차 당사국총회(캐나다 몬트리올, 2005)

- 2005년 2월 발표한 교토 의정서 이행절차보고 방안을 담은 19개의 마라케시 결정문을 제1차 교토 의정서 당사국회의에서 승인함. 2012년 이후 기후변화 체제 협의회 구성(two track approach)에 합의함.

---

2000년대 들어 그 비중은 20% 수준으로 줄어들었음.

□ 제12차 당사국총회 (케냐 나이로비, 2006)

- 제12차 당사국총회에서는 선진국들의 2차 공약 기간(2013~2017년) 온실가스 감축량 설정을 위한 논의 일정에 합의하고, 저개발국들의 의무감축 참여를 당사국 총회를 통해 결정할 수 있도록 하였으며, 저개발국의 온실가스 감축 문제는 13차 총회에서 재논의하기로 함.

□ 제13차 당사국총회 (인도네시아 발리, 2007)

- 2012년 이후 선진국 및 저개발국의 의무부담에 대한 논의가 활발히 이루어졌으며, 특히 교토 의정서상 의무감축에 상응한 노력을 하기 위해 모든 선진국이 협상에 성실히 임하기로 하고, 선진국 및 저개발국 등 모든 국가들은 측정·기록·검증 가능한 방법으로 온실가스 감축을 수행토록 하는 발리로드맵을 채택하여 2009년 말을 목표로 협상 진행을 합의함.

## [대응] 2. 교토 의정서

### 1

### 교토 의정서 개요

#### □ 온실가스

- 교토 의정서는 몬트리올 의정서에서 규제하는 오존층 파괴 물질을 제외한 CO<sub>2</sub> (이산화탄소), CH<sub>4</sub>(메테인[메탄]), N<sub>2</sub>O(일산화이질소), HFCs(수소플루오린화탄소), PFCs(과플루오린화탄소), SF<sub>6</sub>(육플루오린화황)의 여섯 가지 온실가스를 규제 대상으로 정함.

#### □ 감축 목표

- 2008년에서 2012년까지 1990년 대비 미국 8%, 일본 6%, EU 8% 등 평균 5.2% 감축 목표를 부여함.

#### □ 주요 내용

- 교토 의정서의 큰 특징은 감축 목표 달성을 위해 국제 배출권 거래(IET), 청정 개발 체제(CDM), 공동 이행 제도(JI)라는 세 가지 교토 메커니즘을 허용했다는 점임.

교토 의정서의 주요 내용

| 구분                  | 조항         | 주 요 내 용   |
|---------------------|------------|---|
| 목표 연도               | 3조         | 2008~2012년  |
| 감축 대상 가스<br>및 기준 연도 | 3조<br>부속서A | - CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O: 1990년 기준<br>- HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> : 1990년 또는 1995년 기준 |
| 온실가스<br>감축 목표율      | 부속서B       | 국가별 온실가스 감축 목표 제시   |
| 흡수원                 | 3조         | 1990년 이후의 식목, 재식목, 벌채에 의한 흡수원 변화 인정   |
| 공동 달성               | 4조         | 복수의 국가가 감축 목표를 공동으로 달성하는 것을 허용(EU는 이 방법을 선택 = EU 버블)  |
| 공동 이행               | 6조         | 국가간에 공동으로 프로젝트를 실시하여, 배출 감축분을 서로 이전 또는 획득할 수 있게 함.  |
| 청정 개발 체제            | 12조        | 선진국과 저개발국 간에 공동으로 프로젝트를 실시하여, 배출 감축분을 이전 또는 획득할 수 있게 함.   |
| 배출권 거래              | 17조        | 국가간에 감축 할당량을 거래할 수 있게 함.  |
| 발효 조건               | 25조        | ① 55개국 이상 비준<br>② 비준국들이 1990년도 부속서 I 국가의 이산화탄소 배출 총량의 55% 이상을 차지<br>③ 비준이 끝난 시점에서 90일 이후 발효                           |

## [대응] 3. 교토 메커니즘

### 1

### 교토 메커니즘

선진국이 비용 면에서 보다 효과적으로 교토 의정서 목표를 이행할 수 있도록 도입한 것이 바로 교토 메커니즘임. 교토 메커니즘에는 국제 배출권거래제도, 청정 개발 체제 및 공동 이행 등이 있음.

#### □ 국제 배출권거래제도

- 국제 배출권거래제도(IET: International Emission Trading)는 선진국의 저감 목표를 고려하여 선진국이 배출할 수 있는 온실가스의 최대 허용량을 부여한 다음, 저감 목표 달성을 위해 그 거래를 허용한 제도임.
- 국제 배출권거래제는 국가의 의무 감축량 달성에 유동성을 부여함으로써 비용 효과적인 온실가스 감축에 기여하고, 온실가스 감축 기술 개발을 촉진할 것으로 기대됨.

#### □ 청정 개발 체제

- 청정 개발 체제(CDM: Clean Development Mechanism)는 선진국(부속서 I 국가)이 저개발국에서 온실가스 저감 사업을 수행하여 발생한 저감분(CERs: Certified Emission Reductions)을 선진국의 저감실적으로 인정하는 제도임.
- CDM 사업의 의의로는 크게 두 가지가 있음. 하나는 앞서 논의한 바와 같이 선진국의 비용 효과적인 저감 목표 달성에 기여하는 것이며, 다른 하나는 저개발국의 지속가능한 발전에 기여하는 것임.
- 기후변화 협약은 지속가능한 발전의 보장을 대원칙의 하나로 전제하고 있으며, CDM은 이러한 원칙이 가장 많이 반영됨. 선진국은 CDM 사업을 통해 저개발국에 기술을 이전하여 저개발국의 지속가능한 발전에 기여할 의무가 있음.

#### □ 공동 이행

- 공동 이행(JI: Joint Implementation)은 CDM과 유사한 제도로써 부속서 I 국가 간에 온실가스 저감 사업을 수행하여 발생한 저감분(ERUs: Emission Reduction Units)을 공동의 저감실적으로 인정하는 제도임. JI는 러시아 및 동구권 국가와 같이 아직 기술 발전이 미진한 시장 경제 전환국을 주요 대상으로 함.

### <Unilateral CDM>

- 선진국(부속서 1 국가)의 개입 없이 저개발국 독자적으로 또는 저개발국 간에 추진하는 CDM 사업
- 사업 등록 단계에서는 저개발국의 CDM 사업 국가 승인서만 제출해도 등록이 가능하고, CER 계좌 이체를 요청하는 단계에서 선진국의 승인서를 포함하도록 제18차 CDM 집행이사회('05.2)에서 결정됨.
- ☞ 현재 협약 상 저개발국 신분인 우리나라는 본 사업을 적극 활용하여 국가적인 이득을 취할 필요가 있음.
- ☞ 또한, 향후 제2차 공약 기간(2013~2017년) 의무 감축 참여 부담이 높은 우리나라 입장에서는 사업 경험을 충분히 활용하여 투자국으로서의 CDM 사업 이행을 위한 경험 습득이 필요함.
- ☞ 사업 유치국의 입장에서는 외자 유치를 통한 경제 개발, 기술 이전, 고용 창출 등과 에너지 수입 대체 및 에너지 효율 향상 등의 효과를 기대할 수 있음.

## [대응] 4. Post-Kyoto 논의 동향

### 1

### 발리 로드맵 주요 내용

#### □ 개 요

- 교토 의정서에서 정한 1차 공약 기간(2008~2012년) 이후의 온실가스 감축 목표 설정 등을 위해 제13차 기후변화 협약 당사국총회/제3차 교토 의정서 당사국회의(COP13/CMP3: 2007.12.3~15. 인도네시아 발리)에서 채택됨.

#### □ 의 의

- 미국의 Post-2012 기후변화 체제 참여 확정
- 중국, 인도, 브라질 등 저개발국을 Post-2012 기후변화 체제에 참여시키기 위한 협상의 틀 마련
- 저개발국의 기후변화 대응 지원을 위한 수단 마련. 적응 기금 운영 체제 마련, 기술 이전에 대한 재정 지원 검토, 산림 보전 및 전용 방지에 대한 지원 체계 마련

#### □ 주요 내용

- Two-track approach: 기후변화 협약 Track과 교토 의정서 Track
- 기후변화 협약 Track : 장기 협력 행동 작업반을 설치하여 Post-2012 기후변화 체제 논의
- 협상 분야 : 감축, 적응, 기술, 자원
- 협상 종료 시한 : 2009년 (제15차 당사국총회 보고)

#### < 선진국의 감축 관련 >

- 측정, 보고, 검증 가능하며(MRV) 적정한 국내적 감축 공약/행동(정량적 감축 목표 설정 포함.)
- 선진국 간 상응하는 노력(미국이 교토 의정서 의무 감축 국가와 상응하는 조치를 하여야 한다는 의미)

#### < 저개발국의 감축 관련 >

- 기술, 재정 및 능력 형성 지원에 의한 지속가능 발전의 맥락에서 측정, 보고, 검증 가능한 방법으로 국내적으로 적정한 감축 행동
- 교토 의정서 Track
- 선진국 추가 감축 작업반(AWG): '08 감축 수단, 감축 목표 범위 분석, '09년 추가 감축 공약 및 공약 기간에 합의
- 교토 의정서 검토: 의정서 및 협약 하에서 진행되는 다른 논의와 중복되지 않는 범위 내에서 이행에 중점을 둔 검토



| 트랙          | 근거             | 참여대상                            | 주요 의제  | 종료        |
|-------------|----------------|---------------------------------|--|-----------|
| AWG-KP      | 교토<br>의정서      | Annex I 국가<br>(38개국)<br>* 미국 제외 | 교토 의정서에 따라 Annex I 국가의<br>2013년 이후의 감축의무   | '09년<br>말 |
| AWG-LC<br>A | 기후<br>변화<br>협약 | 협약당사국<br>(190여개국)<br>* 미국 포함.   | (선진국) 측정, 보고, 검증 가능한 감축<br>및 대개도국 지원 공약<br>(저개발국) 측정, 보고, 검증 가능한 방식<br>으로, 선진국 지원이 전제된 감축 활동 | '09년<br>말 |

## [대응] 5. 저탄소, 녹색성장, 탄소 발생 감축

### 1

### 녹색성장의 개념

- 녹색성장(Green Growth)이란 환경(Green)과 경제(Growth)가 상충된다는 고정 관념에서 탈피하여, 양자의 시너지를 극대화

| 3대 요소   | 내용  |
|---|---|
| ① 견실한 성장을 하되, 에너지·자원 사용량은 최소화                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 저소비형 산업 구조 개편 (제조업 중심 → 지식 서비스업 중심)</li> <li>에너지 소비절약/사용 효율화</li> <li>생태 효율성 제고 정책</li> </ul>                                |
| ② 동일한 에너지·자원을 사용하되, CO <sub>2</sub> 배출 등 환경 부하를 최소화 | <ul style="list-style-type: none"> <li>신재생에너지 보급 확대</li> <li>원자력 등 청정 에너지 개발</li> <li>CO<sub>2</sub> 배출 규제</li> <li>저탄소·친환경 인프라 구축</li> <li>소비자 녹색 제품 구매 활성화</li> </ul> |
| ③ 신 성장 동력으로 개발                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>녹색 기술에 대한 R&amp;D(Research and development : 연구 개발) 투자</li> <li>신재생에너지 등 녹색 산업 육성 및 수출 산업화</li> <li>세계 시장 선점 지원</li> </ul>       |

#### < 녹색성장 3대 요소와 내용 >

- ① (경제 ⇒ 환경) : 환경을 훼손하는 것이 아니라, 오히려 더 개선하는 경제 성장  
 ※ 에너지·자원의 효율적 사용과 환경 부하(CO<sub>2</sub> 배출 등) 최소화 개념 내포
- ② (환경 ⇒ 경제) : 환경을 새로운 동력으로 삼는 경제 성장  
 ※ ①은 ②의 전제 조건으로 ① → ② → ①' → ②' → ... 의 **선순환 구조가 살아 있는 개념**으로 새로운 문명, 새로운 변화와 질서를 수용하는 복합적이고도 “열린 개념 (Open-ended Concept)”임.  
 ※ 따라서, 정부와 국민, 기업과 시민 사회가 주체별로 공유된 비전을 바탕으로 이를 창의적으로 발전시켜 나가야 함.

### 2

### 녹색성장의 목표와 기본구조

- 녹색성장은 에너지·환경 문제뿐만 아니라 일자리와 성장 동력 확충, 기업 경쟁력과 국토 개조 및 생활 혁명을 포괄하는 **종합적 국가 비전**  
 ※ 한국형 녹색성장은 우리 사회와 경제, 국제 사회에서의 목표와 행동 전략을 포괄하는 것으로, 이를 통해 제2의 도약과 세계 국가 건설
- 녹색성장은 「1석 3조의 효과」를 가지는 미래 국가 비전
  - 신 성장 동력 확충을 통한 신(新) 국가 발전

- 국민의 **삶의 질을 높이고** 동시에 **환경 개선**
- 기후변화 대처를 위한 **국제 사회 노력에 기여**

□ **녹색성장은 세 가지 중심축별로 구체적인 정책을 통해 구현**

| <신 성장 동력>   | <삶의 질과 환경 개선>  | <국제 사회 기여>                            |
|---|--|---------------------------------------|
| 1. 온실가스를 줄이는 저탄소 정책<br>2. 녹색기술의 새로운 성장 동력화<br>3. 고도의 융합 기술정 책<br>4. 새로운 일자리(Green Job) 창출<br>5. 기업의 경쟁력 강화 정책 | 6. 국토와 도시, 건축과 교통 개조<br>7. 소비에서 의식주까지 바꾸는 생활 혁명<br>8. 녹색 교육 문화 정책<br>9. 환경 친화적 세제 개편 | 10. 국가 브랜드 제고 정책<br>11. 선 개도국 간 가교 역할 |

### 3

### 녹색성장 정책 방향

□ **신 성장 동력 확충을 통한 신(新) 국가 발전**

- 녹색기술 및 녹색 산업을 새로운 동력으로 삼는 경제 성장을 추구하고 환경 훼손과 경제 성장의 탈동조화(Decoupling) 추구
  - ※ **녹색기술(GT : Green Technology)** : 지속가능한 성장을 달성하기 위해 필요한 기술로 재생 및 청정 에너지 자원을 포함한 환경 친화적인 자원 활용 기술을 의미
- 고부가 가치 ‘**지식 집약형**’ 산업 구조로의 전환과 온실가스 감축을 통해 국제 환경 규제에 대응하고 글로벌 경쟁력 제고
  - ※ 우리의 강점인 IT, BT, NT 기술 등을 활용한 융합 녹색기술 촉진
- 녹색기술을 통해 우리 경제가 직면한 “**일자리 없는 성장**” 문제 치유

□ **국민의 삶의 질 제고와 환경 개선**

- 저비용·고효율의 공간 및 주택 개발을 통해 교통혼잡·환경 오염 등에 소요되는 사회적 비용을 최소화
- 기후변화 등 환경 오염 심각성에 대한 공감대 형성 및 생활 속 녹색 문화 실천으로 **사회 전반의 포괄적 변화** 유도
- 기상 재해, 건강 피해 등 기후변화 위협으로부터 **국민 안전을 보호하고 쾌적한 환경 보장**

□ **국제 사회 노력에 기여**

- 저개발국 지원 등 국제 사회 기여를 통한 **국가의 품격과 브랜드 가치 제고**
- 국제 사회의 책임있는 일원으로서 **범지구적 문제에 선도적 대응**

4

탄소 발생 감축에 대한 필요성

- 2007년 다보스 포럼에 참가한 주요 기업 CEO의 38%가 기후변화 방지를 최우선 의제로 선택(2007. 1.)
  - 파이낸셜 타임즈가 선정한 세계 500대 기업의 70%이상이 기후변화를 기업 경영 위기 요인으로 지목
- 반기문 유엔 사무총장 취임 후 기후변화 문제가 유엔의 최우선 아젠다로 추진
  - 안보리에서 기후변화 토의(2007. 4.), 기후변화 고위급 회의 개최(2007. 9.) 등
- G8('2007. 6.) APEC(2007. 9.) 정상 회담 등에서도 핵심 아젠다로 논의
- 기후변화 대응 공헌자(고어 前 美 부통령 · IPCC) 노벨 평화상 수상(2007. 10.)

5

정부의 노력

- 우리나라 정부의 범 종합 대책
  - 현재 우리나라는 온실가스 감축 의무 국가는 아니나, 주요 온실가스인 이산화탄소의 배출량이 세계 9위이며, OECD 국가 중 이산화탄소 배출량 증가율 1위 국가로서, 제1차 공약 기간 이후에는 구속적 형태로 온실가스 감축을 위한 국제적 노력에 동참해야 한다는 국제 사회의 요구가 드세어질 것으로 예상
  - 정부는 1999년부터 현재까지 3차례에 걸쳐 기후변화 협약 대응 정부 종합 대책을 수립하여 시행하고 있으며, 2005년부터는 제3차 종합 대책을 시행
- 환경부 대책(2008. 9. 19.)
  - 환경부는 지구온난화 방지를 위한 국제적 노력에 동참하고, 기후변화 협약에 철저히 대응하기 위하여 온실가스 감축을 위한 다양한 정책을 추진
  - 국내 산업 보호를 위한 협상 전략을 포함하는 장단기 대응 전략도 준비

기후변화 영향 평가 및 적응 대책 수립

기술 개발 투자 및 기업 지원 강화

온실가스 배출 관리 체계 구축

교육, 홍보 및 전문가 양성

교토 메커니즘 도입 기반 구축 이행

대외 협력 기반 강화

# □ 그 외 다양한 탄소 발생 감축에 대한 노력

- 탄소포인트제 : 가정·상업(건물) 등의 전기, 수도, 가스 등에서의 온실가스 감축 실적에 따라 포인트를 제공, 이에 상응하는 인센티브를 제공하는 실천 지원 프로그램



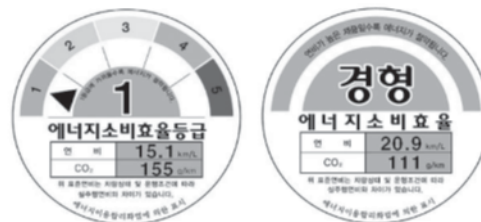
[www.cpoint.or.kr](http://www.cpoint.or.kr)

- 탄소라벨링 제도 : 탄소성적표지 제도라고 하며, 탄소라벨링은 제품의 생산, 유통, 소비 등 전 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 제품에 표시하는 것이며, 제품을 생산하는 기업들이 자발적으로 인증을 신청하면 환경부 산하 「한국환경산업기술원」에서 인증하여 주는 제도



[www.edp.or.kr](http://www.edp.or.kr)

- 자동차 에너지 소비 효율 등급: 이산화탄소 배출량을 표시하도록 바뀜. (2008년 8월부터)



[ 자동차 에너지 소비 효율 등급 ]

## < 탄소성적표지 제도 >

우리가 사용한 제품의 CO<sub>2</sub> 배출량은 얼마나 될까?

○ 환경부에서 시행하는 탄소성적표지 제도(탄소라벨링)는 일상 생활용품, 가정용 전기기기 등 모든 제품의 탄소 배출량 정보를 공개하고 저탄소 상품의 인증을 통하여 기후변화 대응을 위한 저탄소 녹색 생산과 녹색 소비를 지원하기 위한 제도

☞ 제품의 생산, 수송, 사용 폐기 등의 모든 과정에서 발생하는 온실가스 발생량을 CO<sub>2</sub> 배출량으로 환산하여 라벨 형태로 제품에 부착함.

☞ 탄소성적표지 인증은 법적인 강제 인증 제도가 아니라 기업의 자발적인 참여에 의한 임의적 인증 제도임.

○ 탄소성적표지는 1단계인 탄소 배출량 인증과 2단계인 저탄소 상품 인증으로 구성됨.

☞ **온실가스 배출량 인증**은 인증 신청 제품에 대한 탄소 배출량에 대한 인증으로, 이는 해당 제품에 대한 배출 기준치(baseline)로 아래의 인증 마크를 부착함.



☞ **저탄소 상품 인증 제품**은 저탄소 기술을 적용하여 온실가스 배출량을 감축한 제품임을 정부가 인증한 제품으로 온실가스 배출량 인증을 받은 제품이 해당 제품의 탄소발자국을 기준으로 국가에서 제시한 최소 감축 목표(minimum reduction target)를 달성하면 부여

☞ 즉, 저탄소 상품 인증을 받기 위해서는 해당 제품에 대해 배출량 인증을 필수로 받아야함.



**6**

**기업의 노력**

**□ 기존 시설의 효율적 관리**

- 기존 시설의 에너지 낭비 요소만 제거해도 상당량의 에너지를 절감할 수 있으므로 산업계 전체 차원의 에너지 절약 노력이 필요

**□ 생산 시설 및 공정을 에너지 효율이 우수한 것으로 교체**

- 산업계에서는 온실가스 배출의 원인이 되는 에너지 사용을 줄이기 위하여 에너지 효율이 높은 생산 시설과 공정을 도입하여야 함.

**□ 에너지 절약 및 온실가스 감축 기술에 대한 투자 증대**

- 온실가스 감축 기술 능력은 기업의 경쟁력을 결정하는 주요 요소가 될 것이나 이러한 기술은 단기간에 축적되지 않으므로 장기간의 투자 계획을 바탕으로 지금부터 기술 개발에 매진, 또한 온실가스를 최대한 감축하는 기술을 생산 공정 및 신규 공장 건설 시 도입

**□ 업종 전환 및 고부가 가치(첨단) 사업에의 진출**

- 현재와 같은 에너지 다소비의 산업 구조는 기후변화 협약 시대 국제 수출 시장에서 가격 경쟁력에 매우 취약하므로 에너지 다소비 업종의 한계 기업들은 이 점을 고려

## [대응] 6. 자원 순환 사회

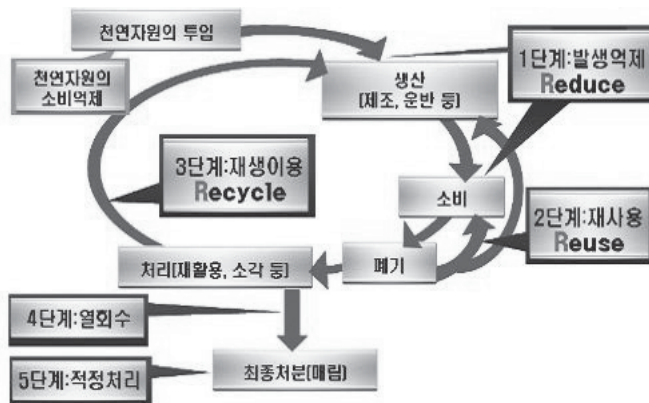
### 1

### 자원 순환

#### □ 자원 순환의 필요성

- 쓰레기 처리는 주로 매립과 소각을 이용
- 소각에 의해 발생하는 탄소와 매립에 의해 발생하는 메테인 등의 가스는 지구온난화를 유발하는 온실가스이므로 이를 줄일 수 있는 자원 순환이 필요

#### □ 자원 순환의 의미



자원은 다시 이용되거나 활용되어 지속적으로 순환하면서 사용될 수 있는 시스템

- 재활용 - 원래의 목적과 다른 물품으로 이용
- 재이용 - 원래의 목적과 동일하게 재사용
- 자원화 - 쓰레기를 다시 쓸 수 있는 자원으로 바꿈.

### 2

### 자원 순환형 사회

#### □ 지속가능한 순환 경제 사회 구축을 위한 사회 전 분야 환경 관리 역량 제고 및 환경 산업을 미래 전략 산업으로 육성하는 방안이 필요

- 정부는 환경을 테마로 한 환경 친화적 도시를 조성하여 지역주민 삶의 질을 향상시킬 수 있는 에코시티 모델의 개발을 추진하였으며, 도시·농촌·어촌 등 지역별 특성을 살린 지역 환경 보전 계획을 수립
- 친환경 제품 수요 확충, 산업계와 녹색 구매 자발적 협약 확대, 환경 마크 인증 제품 품목을 확대하는 등 기업의 환경 경영 지원을 위해 많은 제도적 관리 방안을 추진
- 자원 순환 이용을 위한 제도적 기반 마련을 위해 제품의 순환 이용 및 적정 처리 가능성 등을 평가하는 제품의 자원 순환성 평가 제도를 도입하였으며, 또한 자원 순환 특화 단지 조성 시범 사업 등을 통하여 재활용 산업의 육성 및 발전을 적극 추진. 생산자 책임 재활용 제도(EPR) 대상 품목의 확대와 회수된 전량을 재활용하는 방식으로 전환 하는 중장기 개선 방안을 마련



### 3

## 쓰레기 분리 배출

### □ 분리 배출 요령

- 표시 대상 : 플라스틱류, 금속 캔, 유리병, 스티로폼 등
- 분리 배출 표시 제도 : 표시를 보고, 분리 배출을 하도록 하며, 영어가 적혀 있으면 플라스틱류로 분리하고 나머지는 표기된 한글 그대로 분리 배출하면 됨.



[ 철, 플라스틱, 알루미늄의 분리 배출 표시 ]

- 재활용 가능한 것과 불가능한 것

| 구 분   | 품 목                              | 배출 요령   | 재활용 안 되는 세부 품목                         |
|-------|----------------------------------|---|--|
| 종이류   | 신문지, 책, 종이 상자류, 포장지, 달력, 우유팩 등   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물기에 젖지 않게 함.</li> <li>- 반듯하게 펴서 묶음.</li> <li>- 비닐코팅, 스프링 등 제거</li> <li>- 팩은 물로 행군 후 압착하여 일반 폐지와 분리 배출</li> </ul> | 비닐 코팅된 종이류, 테이프, 스프링 등 이물질이 붙어 있는 책자류  |
| 유리병류  | 음료수병, 술병, 드링크병, 농약병              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병뚜껑 담배꽂초 등 이물질 제거 후 내용물 비운 후 배출</li> <li>- 술병, 음료수병은 슈퍼에서 환불</li> <li>- 농약병은 별도 배출</li> </ul>                    | 식기, 도자기류, 형광등, 백열등, 판유리, 거울 등          |
| 고철류   | 공구, 철사, 철판, 양은, 알루미늄, 스텐리스, 구리 등 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고무, 플라스틱 등 이물질 제거 후 봉투에 넣거나 묶어서 배출</li> </ul>  | 고무, 플라스틱 등이 부착되어 있는 제품                 |
| 캔류    | 음식료용 캔, 부테인 가스 용기                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 물로 행군 후 가능하면 압착</li> <li>- 플라스틱이 있을 경우 제거</li> <li>- 가스 용기는 구멍 뚫어 배출</li> </ul>                                  | 페인트, 오일 등 유해 물질이 묻어 있는 캔 등             |
| 플라스틱류 | 페트병                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 뚜껑을 제거하고 내용물 비운 후 배출</li> </ul>  |  |
|       | 스티로폼                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내용물 및 잔재물을 비우고 부착 상표 제거 후 물로 행구어 배출</li> <li>- 타 물질로 코팅된 발포스티렌 제외</li> <li>- 전자제품 등의 완충재는 제품 구입처로 반납</li> </ul>  |  |
|       | 기타                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내용물을 비우고 물로 행군후 배출</li> </ul>  | 단추, 재떨이, 식기, 화장품 용기, 냄비손잡이, 파이프, 전선피복류 |

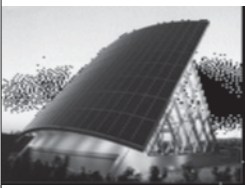
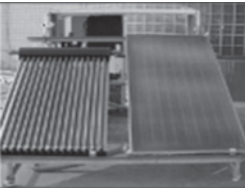


4

신재생에너지

□ 신재생에너지는 「신에너지 및 재생 에너지 개발 이용, 보급 촉진법 제2조」에 의해 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물 유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로 지정

○ 태양 에너지, 바이오 에너지, 풍력, 수력, 지열, 해양 에너지, 폐기물 에너지, 연료 전지, 석탄 액화 가스화 및 중질잔사유기체화 에너지, 수소 에너지 등

□ 화석 에너지의 고갈 문제와 환경 문제에 대한 핵심 해결 방안이라는 점에서 각국에서는 신재생에너지에 대한 연구 개발과 보급 정책 등을 추진해 오고 있음.

|               | 태양광   | 태양열   | 지열   | 풍 력   |
|---------------|---|---|--|---|
| 구 조           |  |  |  |  |
| 사용 시간         | 일광 시  | 일광 시  | 항상   | 바람 불 때  |
| 시스템<br>용도     | 발전  | 온수  | 냉난방 급탕   | 발전  |
| 제약 조건         | 동절기, 흐린 날 영향  | 동절기, 흐린 날 영향  | 천공부지 필요  | 약 10m/s 이상 풍속   |
| 권장 지역         | 일조량이 많은 지역  | 일조량이 많은 지역  | 전국적으로 가능   | 바람이 많은 지역   |
| 전반적인<br>국내 여건 | 태양 에너지 밀도 낮음  | 태양 에너지 밀도 낮음  | 지중 열 조건은 전국이 비슷함.  | 바람 에너지 밀도 낮음  |

**[대응] 7. 탄소 흡수<sup>20)</sup>**

## 1

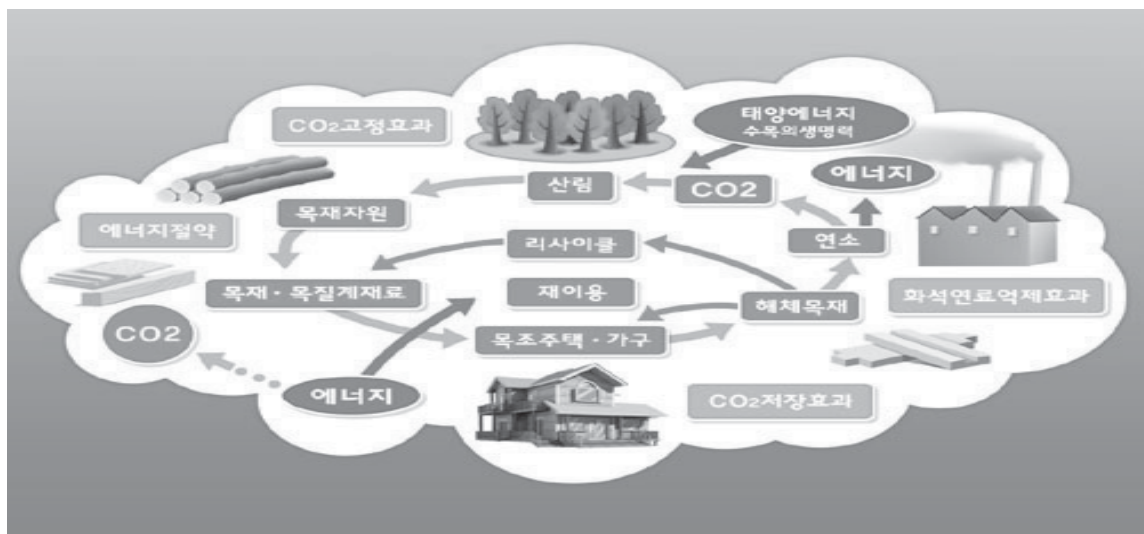
## 기후변화와 산림

☐ 산림은 지구 탄소 순환의 중추적 역할

- 지구의 산림은 육지 면적의 약 1/3이며, 지구 전체 광합성의 2/3 가량을 담당
- 산림이 보유하고 있는 탄소는 육상 생태계의 80%와 토양의 40%를 차지
- 1990년대에 전 세계는 화석연료의 사용으로 매년 63억 톤, 산림 훼손으로 16억 톤의 탄소를 배출한 반면 산림에서 30억 톤의 탄소를 흡수
- 산림에 저장된 탄소는 다시 식물의 호흡이나 토양 내 유기물 분해를 통해 대기 중으로 방출되어 지구 탄소 순환 역할
- 산림은 증산 작용을 통해 기온을 낮추는 등 미세 기후 조절 역할로 지구 기후 시스템에 기여

☐ 산림은 커다란 탄소 흡수원

- 산림은 지구온난화의 주범이라 할 수 있는 이산화탄소를 광합성 작용을 통해 줄기와 토양 등에 저장
- 현재 전 지구 산림 생태계에 저장되어 있는 탄소량은 약 5,500억 톤이며, 매년 광합성에 의해 대기과 교환되고 있는 탄소의 양은 약 1,200억 톤으로 추정
- 산림에서 벌채된 나무는 부패되거나 연소되지 않는 한 장기적으로 이산화탄소를 저장할 수 있으며, 벌채된 지역은 재조림을 통해 탄소 흡수량 증대
- 도시 속의 산림은 탄소 흡수, 공기 정화, 기온 조절을 통해 쾌적한 생활 공간을 제공



[ 산림의 탄소 흡수 역할 ]

20) 산림청, 기후변화와 산림 <http://carbon.forest.go.kr>

## 2

## 산림의 탄소 흡수량

### □ 우리나라 산림의 탄소 흡수량

- 1년간 자란 나무의 체적을 대상으로 하여, 벌채량과 조림량 등을 가감하여 산출
- 나무의 줄기, 가지, 뿌리 등 전체를 대상으로 하며, 고사목, 낙엽층, 토양 등의 탄소량도 계산
- 2005년을 기준으로 우리나라 산림의 이산화탄소 흡수량은 총 42백만 톤이며 순 흡수량은 37백만 톤

### □ 목재와 이산화탄소 저장

- 나무는 썩거나 불에 타서 없어질 때까지 광합성을 통해 탄소를 저장
- 나무를 바이오 에너지 등으로 개발하여 연료로 사용하면, 석탄이나 석유 등 화석연료에 비해 이산화탄소 배출량을 저감
- 화석연료 사용은 지구 안에 묻혀 있던 탄소를 꺼내 쓰는 것이므로 대기 중에 이산화탄소를 순 증가시킴.
- 목재는 공기 중에 있는 탄소를 흡수하여 다시 공기 중으로 내보내므로 탄소를 증가시키지 않고 순환시킴.

## 3

## 산림의 탄소 흡수량 높이기

### □ 우리나라 산림의 탄소 흡수량을 늘려 나가기 위해서는

- 교토 의정서의 제2차 공약 기간(2013~2017년)에 교토 의정서에 의무국 가입 시 산림 부문에서의 CDM으로 탄소 배출권을 최대한 인정받아 에너지 및 산업 등의 경제 비용 손실을 최소화할 필요가 있음.
- 유휴 토지 등 신규 조림으로 산림 면적의 절대치 확대
- 산림의 체적을 늘려 탄소 축적량의 증가
- 목재 이용 활성화로 탄소의 장기 저장
- 목질계 바이오매스 연료 이용으로 탄소 배출 저감
- 습지 및 산림보호나 복원도 자원 순환 메커니즘 확장의 하나임.

## [대응] 8. 국내 기후변화 협약 대책

### 1

### 연혁

- 1993년 12월 지구온난화 방지를 위한 국제적 노력에 동참하고자 기후변화 협약 가입 및 2002년 10월 교토 의정서 비준
  - 우리나라는 교토 의정서 상에 저개발국(non-Annex I) 지위 확보로 1차 공약 기간('08~'12년)중 온실가스 감축 의무는 없음.
- 에너지 절약 및 온실가스 감축이 우리 경제의 장기 발전방향과 부합된다는 인식하에 정부 종합 대책 수립
  - 기후변화 협약 관계 장관 회의(위원장: 국무총리) 등 범정부 대책 기구를 구성하고, 기후변화 협약 제1차 종합 대책('99~'01년)을 수립·추진
  - ※ 부문별 감축 대책, 온실가스 감축 기반 강화, 기술 개발, 교토 메커니즘 활용 등 36개 과제로 구성
  - 국무총리 훈령(제422호)에 근거, 관계 부처 장관 등으로 구성된 기후변화 협약 대책 위원회(위원장 : 국무총리)를 구성하고 기후변화 협약 제2차 종합 대책 ('02~'04년)을 수립·추진
  - ※ 협상 능력 강화, 온실가스 감축 기술 개발, 온실가스 감축 대책 강화, 교토 메커니즘 및 통계 기반 구축, 국민 참여와 협력 유도 등 5대 부문 84개 과제로 구성
  - 국회 「기후변화 협약 대책 특별 위원회」('01. 3.), 에너지 다소비 8개 업종<sup>21)</sup>에 대한 업종별 대책단('04. 11.) 등 관련 조직 구성
  - '04. 10월부터 4개월여에 걸쳐 외교통상부, 산업자원부, 환경부 등 총 19개 부처와 환경관리공단, 에너지관리공단 등 유관 기관이 참여하여, 3대 분야 90개 과제를 내용으로 하는 제3차 종합 대책('05~'07년)을 수립
  - 국제적 위상에 부합하는 온실가스 감축 및 기술 개발을 통한 기후변화 영향 최소화라는 비전으로 UNFCCC 및 IPCC 등의 추진 체계와 연계하여 감축, 적응, 연구 개발 등 3대 핵심 부문 중점 추진을 내용으로 하는 제4차 종합 대책 ('08~'12년)을 수립

21) 발전, 정유, 철강, 석유화학, 시멘트, 제지, 자동차, 반도체

□ '99년부터 4차에 걸쳐 종합 대책을 수립·추진하였으나, 기후변화 대응을 新국가 발전의 계기로 활용하려는 노력은 미흡하였다는 평가로 신정부에서는 구체적 실천 과제를 포괄하는 기후변화 대응 종합 기본 계획(5개년, '08~'12년)을 수립·추진하고 있음.

※ 종합 대책 평가

- 감축 목표를 제시하지 못하여 산업계 및 국민에게 불확실성 미해소
- 에너지 다소비형 산업 구조 및 업계의 부담 등을 감안한 소극적 대응
- 기후변화 적응을 통한 부정적 영향 최소화 방안 미흡
- 국제 사회의 기후변화 대응에 대한 동참 노력 부족 등

## [대응] 9. 신재생에너지 추진 현황<sup>22)</sup>

### 1

### 신재생에너지 대책<sup>23)</sup>

#### □ 정의

- 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛·물·지열·강수·생물 유기체 등을 포함하여 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지
  - 신에너지 및 재생 에너지 개발, 이용, 보급 촉진법 제2조에 의한 정의
  - 태양 에너지, 바이오 에너지, 풍력, 수력, 해양 에너지, 폐기물 에너지, 지열, 연료 전지, 석탄 액화가스화 및 중질잔사유기체화 에너지, 수소 에너지

#### □ 국내 현황

신재생에너지 비중

| 구분                   | 1996    | 2000    | 2004    | 2005    | 2006    |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1차 에너지 공급<br>(천 TOE) | 165,209 | 192,888 | 220,238 | 228,622 | 233,372 |
| 신재생에너지<br>(천 TOE)    | 1,159.9 | 2,127.3 | 4,582.4 | 4,879.2 | 5,225.2 |
| 비중(%)                | 0.70    | 1.10    | 2.08    | 2.13    | 2.24    |

\* 2003년부터 신재생에너지에 대수력 포함.

신재생에너지 원별 비중 (2006년)

| 구분            | 폐기물   | 수력   | 바이오 | 풍력  | 태양열 | 태양광 | 지열  | 연료<br>전지 | 계     |
|---------------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----------|-------|
| 공급량<br>(천TOE) | 9,975 | 867  | 274 | 60  | 33  | 8   | 6   | 2        | 5,225 |
| 비율(%)         | 76.1  | 16.6 | 5.3 | 1.1 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 0.0      | 100   |

22) 환경부(2008.2), 기후변화 대응 업무 안내서.

23) 에너지관리공단(2008), 신재생에너지의 이해.

## □ 개발 및 보급 목표

2011년 1차 에너지 소비량의 5.0% (13,335천TOE) 공급

### ○ 개발 목표

- 국내 신재생에너지 성장 기술 기반 구축 및 상용화 확대
- 미래 성장 잠재력이 큰 태양광, 수소·연료 전지, 풍력 분야를 집중 육성
- 2011년까지 선진국 대비 70~90% 수준으로 육성하고 상용화 및 보급과 연계된 기술 개발 추진

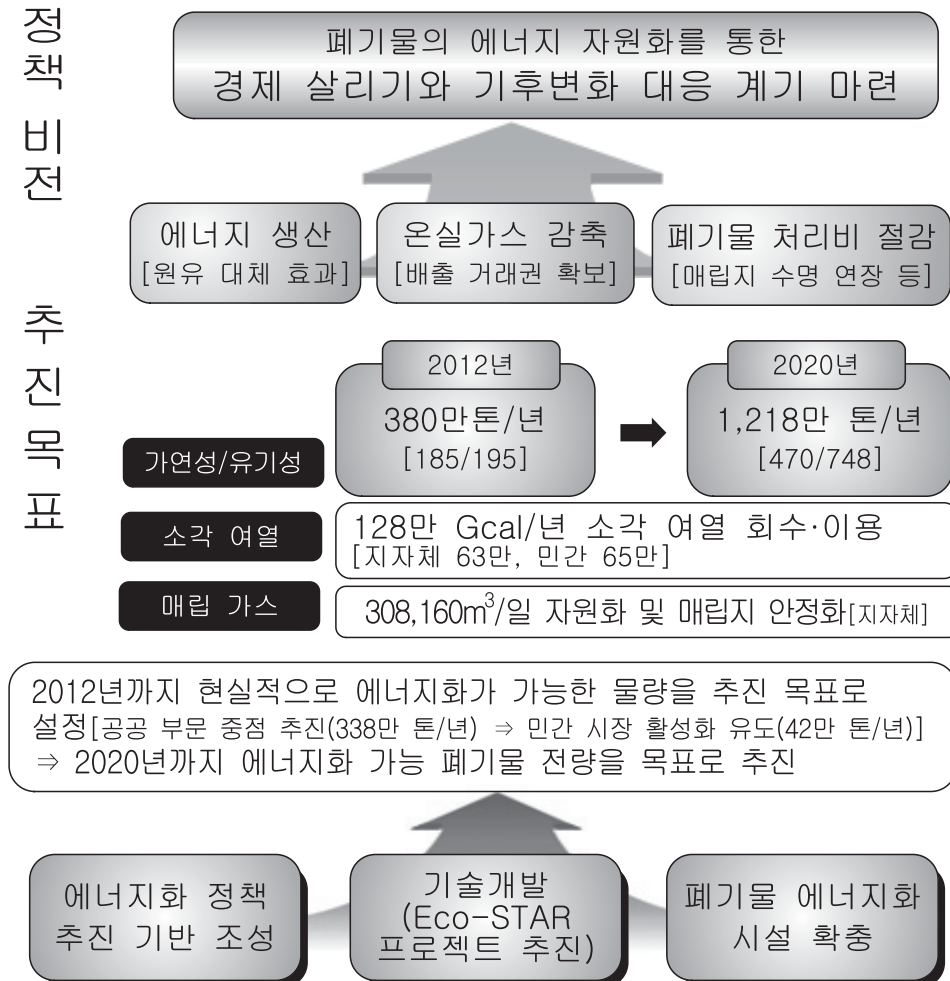
## 2

## 폐기물 에너지화 종합 대책<sup>24)</sup>

## □ 추진 목표

정책  
비전

추진  
목표



24) 환경부(2008. 5.), 폐기물 에너지화 종합 대책



○ 폐기물 에너지화율 제고

- 2012년까지 폐기물 에너지화율을 현재 1.8%에서 2012년 31%로 제고
- 2012년까지 경제성 있는 매립 가스와 소각 여열 회수량을 현재의 70~80%에서 80~90% 수준으로 제고

| 현 재                          |       | 2012년  |        | 2020년  |        |
|------------------------------|-------|--|--------|--|--------|
| 폐기물 22만톤<br>(에너지화 가용량의 1.8%) |       | → 폐기물 380만톤<br>(1만 톤/일)<br>(에너지화 가용량의 31%) → |        | 폐기물 1,218만톤<br>(3만 3천 톤/일)<br>(에너지화 가용량의 100%) |        |
| 가연성                          | 6만 톤  | 가연성  | 185만 톤 | 가연성  | 470만 톤 |
| 유기성                          | 16만 톤 | 유기성  | 195만 톤 | 유기성  | 748만 톤 |

□ 추진 전략

|            | 지금까지                                 |   | 앞으로  |
|------------|--------------------------------------|---|--|
| 패러다임       | 2E Goal 시대<br>[Environment, Economy] | ➡ | 3E Goal 시대<br>[Environment, Economy, Energy] |
| 발전 전략      | 폐기물-에너지 분리 접근<br>[미시적 접근]            | ➡ | 폐기물-에너지 통합 접근<br>[거시적 접근]                    |
| 성장동력       | 물질 재활용/자원 절약                         | ➡ | 잠재 에너지 개발/신자원 확보                             |
| 경쟁력        | 저비용/저효율                              | ➡ | 실비용/고효율                                      |
| 에너지화 대응 기초 | 소극적/방어적                              | ➡ | 적극적/공격적                                      |
| 국정 우선순위    | 무관심/비고려                              | ➡ | 전략적 중점 추진                                    |
| 국가 전략      | 폐기물 재활용 촉진 기반 조성                     | ➡ | 미래 산업 육성을 통한 경제 재도약의 계기마련                    |
| 국가 목표      | 폐기물 적정 처리로 쾌적한 생활 환경 조성              | ➡ | 자원 순환형[Zero-Waste] 사회 기반 조성                  |
| 세제/지원      | 세제 비혜택/정부 비지원                        | ➡ | 세제 할인/정부 지원                                  |

## \* 참고자료

### 1. 기후변화 관련 용어 정의

**교토 의정서 [kyoto protocol]** 기후변화 협약의 시행령에 해당하며 기후변화 협약의 이행 방안과 함께 선진국의 온실가스 감축 목표가 수록됨.

**공동 이행 체제 [JI (Joint Implementation)]** 지구 온실효과 가스에 의한 기후변화를 방지하기 위하여 배출량이 제한되는 선진국들이 협조하여 주어진 공약 사항(commitment)을 공동으로 이행할 수 있도록 하는 규정이다. 선진국(부속서 B 국가)이 다른 선진국(부속서 B 국가)에 투자하여 온실가스 배출을 감소시키고 그 실적을 선진국과 투자국이 배분함.

**과플루오린화탄소 [PFCs (perfluorocarbons)]** 탄소와 불소로만 이루어져 있는 인공 화합물로 주로 HFCs와 함께 오존의 대체 물질로 쓰인다(CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>). 그러나 지구온난화 지수가 CF<sub>4</sub>는 6,300, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>는 12,500의 교토 의정서가 지정하는 6가지 온실가스 중 하나이다. 산업 공정의 부산물로써 생기거나 대량 생산 과정에서 사용되며, 우리나라의 경우는 반도체 공정 시 주로 사용한다.

**과학 기술 자문 부속 기구 [SBSTA (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice)]** 기후변화 협약과 이행과 관련된 과학, 기술적 자문을 당사 국회의나 보조 기구에 제공하기 위하여 설치된 기구. 각 정부 대표 전문가로 이루어진 여러 개의 전문 분야로 구성되어 온실가스 배출 통계 방법론, 국가 보고서 작성 지침 등 기후변화 협약의 과학 기술적 측면에 대한 권고안을 만들어 당사국총회의 요청이 있을 경우 당사국총회에 제출하여 다른 부속 기구에 전달토록 함.

**교토 메커니즘 [Kyoto Mechanism]** 국제 배출권 거래제, 청정 개발 체제, 공동 이행 체제를 포함하는 교토 의정서 하의 메커니즘. 유연성 체제(Flexible Mechanism)라고도 불리며, 의정서 4조의 선진국 국가 내의 교역을 통한 의무 부담 등을 수행하기 위한 핵심적인 시스템임.

**교토 의정서 당사국회의 [Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (CMP)]** 교토 의정서에 비준한 국가들 간의 당사국회의. 기후변화 협약 당사국회의와 함께 개최됨.

**국가 보고서 [National Communication]** 기후변화 협약상 모든 국가들은 온실가스 감축 노력을 객관적으로 평가받기 위해 온실가스 통계량, 온실가스 저감 정책의 현황 및 향후 계획 등을 담은 국가 보고서를 제출토록 되어 있다.(기후변화 협약 4.1조와 12조) 특히, 부속서 I(Annex I)국가들은 협약 발효 후 6개월 이내에 제1차 국가 보고서를 제출해야 하며 비부속서 I(Non-Annex I)국가들은 협약 발효 후 3년 이내에 또는 부속서 I(Annex

1) 국가들의 재정·기술 지원이 충분히 이루어진 후에 제출하도록 되어 있다.

**기준 배출량 [Baseline]** 당사국의 배출량 추이(Trends)를 의미함. 기준 배출량은 경제 성장률, 에너지 사용 증가율, 그리고 에너지 효율 개선 및 에너지 절약 등의 요인에 의해 증가, 감소 혹은 일정한 추세를 보임. 특히 공동 이행(JI), 청정 개발 체제(CDM) 프로젝트 수행 결과가 추가적인 점을 증명하기 위해 프로젝트 이행 이전의 기준 배출량이 결정되어야 함.

**기준 연도 [Base Year]** 감축 목표 설정 시 이용되는 특정 연도를 지칭함. 교토 의정서에서는 1990년을 기준 연도로 사용함. 단, 교토 의정서가 제안하는 세 가지 산업-수소플루오린화탄소(HFCs), 과플루오린화탄소(PFC), 육플루오린화황(SF6) : 이 세 가지는 자연계에 존재하지 않고 인공적으로만 만들어진다.-에 대해서는 1995년을 기준 연도로 선택할 수 있다.

**기후** 좁은 의미에서의 기후는 대개 "평균 상태의 대기"로 정의하나, 좀 더 엄격하게 수개월에서 수천 년 또는 수백 만 년의 시간 범위를 가지는 기간 동안 관련되는 양의 평균과 평균으로부터의 변동을 사용하여 통계적으로 기술하여 정의한다. 전형적인 주기는 WMO(세계기상기구)에서 정의한 바와 같이 30년이다. 이러한 양들은 대개 온도, 강수량 및 바람과 같은 지상 요소들인 경우가 많다. 넓은 의미에서의 기후란 통계적인 기술을 포함하여 기후 시스템의 상태를 말한다.

**기후변화에 관한 정부간 협의체 [IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)]** 1988년에 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 의해 설립. IPCC의 목표는 인위적인 기후변화에 관련된 과학적·기술적 사실에 대한 평가를 제공하고 사회 경제적 영향을 예측, 전망하는 것이다. 60개국의 기후변화 전문가들과 환경, 사회, 경제학자들은 기후변화와 그 영향에 대한 과학적 이해를 위해 정기 보고서를 준비한다. 또한, IPCC는 기상학과 관련한 연구를 진행하고 기후변화 협약의 부속 기구에 과학 자문의 역할을 수행한다.

**기후변화 협약 [UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)]** 지구온난화와 이에 따른 기상 이변을 방지하기 위한 국제 협약으로 지구온난화에 가장 큰 요인이 되고 있는 이산화탄소의 양을 줄이기 위하여 전 국가가 협력할 것을 주요 내용으로 담고 있음.

**당사국 [Party]** 기후변화 협약을 비준한 국가(또는 지역 경제 통합 기구)로서 규정에 의하여 법적인 의무를 지게 됨.

**당사국총회 [COP (Conference of the Parties)]** 기후변화 협약 관련 최종 의사 결정 기구로서 대체로 협약의 진행을 전반적으로 검토하기 위해 1년에 한 번 개최됨.

**바이오매스 [Biomass]** 나무, 곡물, 식물, 농작물 찌꺼기, 축산 분뇨, 음식 쓰레기 등 생물체를 태우거나 열분해, 발효, 또는 에스테르화시켜 발생하는 에너지를 다양하게 이용할 수 있다(바이오가스, 바이오 디젤 등). 바이오매스를 이용할 때 배출되는 이산화탄소는 탄소 순환의 한 과정으로 볼 수 있기 때문에 이산화탄소 배출을 줄이는 대안적인 에너지로 여겨지고 있다(바이오매스를 태워서 발생한 이산화탄소의 양은 또 다시

자라는 바이오매스의 성장 과정에서 소비될 것이다.). 또한, 지구상에서 1년간에 생산되는 바이오매스는 석유의 전체 매장량과 맞먹으며, 적정하게 이용하면 고갈될 염려도 없다. 지방의 특색을 살릴 수 있기 때문에 로컬 에너지라고도 한다.

**배출 감소 단위 [ERU(Emission Reduction Unit)]** 공동 이행(JI) 계획에서 부속서 I의 투자 국가들은 각각의 프로젝트가 줄이는 온실가스 감축량에 비례해 ERUs를 받게 된다. 투자 국가들은 교토 의정서 하에서 할당된 양에 이 ERUs를 더할 수 있고, 반면에 투자를 유치하게 되는 나라는 이 ERUs 만큼 할당량에서 빼게 된다.

**배출권 거래제 [ET(Emissions trading)]** 온실가스 배출을 감축해야 할 의무를 지고 있는 당사국들에게 해당하는 메커니즘으로써 교토 의정서 제17조에 규정되어 다른 당사국들과 그들의 배출 허용치를 거래할 수 있도록 하는 것임.

**배출 전망치 [BAU(Business as usual)]** 온실가스를 줄이려는 아무런 조치도 없었을 때의 배출 전망치)의 배출량. 배출 한계선은 온실가스 감축 정책이나 수단의 효과를 비교하기 위해 산정된다.

**버블 [Bubble]** 교토 의정서 4조에서 국가 간 연합을 통해 부속서 I 국가들의 공동 감축 목표 달성을 허용한 것을 나타냄. EU 15개국이 개별 국가의 사정에 따라 책임을 분담하여 교토 의정서에서 EU 국가들에 설정된 8% 감축 목표를 공동 달성할 수 있다.

**베를린 위임 사항 [Berlin Mandate]** 1995년 3월~4월 베를린에서 열린 제1차 당사국총회에서 합의한 사항으로, 협약상 2000년까지 온실가스 배출을 1990년 수준으로 감축시킬 것을 목표로, 정책적 조치를 취한다는 선진국의 공약(commitment)이 부적절하다고 결론짓고 부속서 I 국가들의 이행 수준을 강화시키는 방향으로 1997년 말까지 2000년 이후 구속력 있는 감축 의무를 정하도록 함. 교토 의정서 채택의 결정적인 계기가 됨.

**부속 기구 [Subsidiary body]** 당사국 회의를 돕기 위한 기구로 기후변화 협약은 두 개의 상설 부속 기구를 두고 있다: 이행을 위한 부속 기구(SBI)와 과학 기술적 자문을 위한 부속 기구(SBSTA). 각각의 부속 기구는 필요에 따라서 만들어질 수 있다.

**부속서 B [Annex B]** 교토 의정서가 제시하는 부속서 I 국가들의 첫 의무 이행 기간 동안의 기준 연도에 대한 배출 한도 및 감축 목표 목록

**부속서 I 국가 [Annex I]** 기후변화 협약에서 구속력 있는 감축 의무를 부담하는 국가를 의미하며, 교토 의정서 2(a)와 (b)조항에 따라서 2000년까지 1990년대 수준으로 온실가스 방출량을 줄여야 한다. 기후변화 협약 채택 당시에는 35개국이었으나, 1997년 제3차 당사국총회 시에는 크로아티아, 슬로바키아, 슬로비니아, 모나코, 리히텐슈타인 등 5개국이 추가

**삼림 벌채 [Deforestation]** 삼림을 비삼림으로 바꾸는 것. 참조: 조림(afforestation), 재조림(reforestation)

**석유 환산톤(Ton of Oil Equivalent)** 에너지의 양을 나타내는 단위. 1석유환산톤(TOE)은

원유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지로  $10^7$ kcal이다.

**수소플루오린화탄소** [HFCs(Hydrofluorocarbons)] 불연성 무독성 가스로 취급이 용이하며 화학적으로 안전하여 냉장고 및 에어컨의 냉매, 발포, 세정, 반도체 에칭 가스 등으로 다양하게 사용되는 것으로서 몬트리올 의정서에 의해 사용이 규제된 CFCs, HCFCs의 대체 물질임. 국내에서 소비되는 HFCs의 99%는 냉매인 HFC-134a임. HFCs는 인공적으로 만들어지는 것이며 주로 산업 공정의 부산물로서 방출되거나 대량 생산 체제에 쓰인다. 오존층에 직접적인 영향을 주지는 않지만, GWP 140(HFC-152a)~12,100 (HFC-23)으로 지구온난화를 일으키는 주요 온실가스에 해당한다.

**시장경제 전환 국가** [EIT(Economies in transition)] 시장 경제로 변환 중인 소비에트 연방과 중앙, 동유럽의 나라들을 지칭하는 말. 벨라루스, 불가리아, 에스토니아, 라트비아, 리투아니아, 루마니아, 러시아, 우크라이나, 크로아티아, 슬로바키아, 슬로바니아 등 11개국과 기타 국가로 모로코, 리히텐슈타인 2개국을 포함함.

**신재생에너지** 지속가능한 에너지 공급 체계를 마련하기 위한 미래 에너지원으로 태양열, 태양광 발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양 에너지, 폐기물 에너지와 같은 8개 분야의 재생 에너지와 연료 전지, 석탄액화 가스화, 수소에너지와 같은 3개 분야의 신에너지로 구성

**온실가스** [GHG (greenhouse gas)] 지구온난화를 유발하는 물질을 말하며 교토 의정서 부속서 A에서는 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ), 메테인( $\text{CH}_4$ ), 일산화이질소( $\text{N}_2\text{O}$ ), 과플루오린화탄소(PFCs), 수소플루오린화탄소(HFCs), 육플루오린화황( $\text{SF}_6$ )를 대표적인 6가지로 규정함. 이외에도 일산화탄소(CO), 질소산화물( $\text{NO}_x$ ), 비-메테인휘발성 유기물질(NMVOC) 등이 간접 온실가스로 구분. 지구온난화의 원인이 되는 온실가스로는 이산화탄소가 가장 대표적이며, 산업 혁명 이전(1750년) 280ppm이었으나, 2005년 379ppm으로 증가되었다. 메테인 농도는 1750년 715ppb에서 2005년 1774ppb로 증가하여 과거 65만년 기간 중 가장 높은 것으로 평가된다.

**온실효과** [Greenhouse Effect] 이산화탄소 등의 온실가스가 태양으로부터 지구에 들어오는 짧은 파장의 태양 복사에너지는 통과시키는 반면, 지구로부터 나가려는 긴 파장의 복사 에너지는 흡수하여 지구를 보온하는 역할을 하는 과정을 말하며, 지구 대기의 온도를 상승시키는 작용을 한다. 만약, 온실효과가 없다면 지구의 평균 기온은  $-18^\circ\text{C}$  까지 내려가 생명체가 살 수 없으며, 온실효과가 지구 평균 기온을  $15^\circ\text{C}$  정도로 유지하여 생명체가 살아갈 수 있게 해 준다. 그러나 산업화 이후 화석연료 사용의 증가로 이산화탄소, 메테인, 아산화질소, 프레온, 오존 등의 온실가스가 공기 중에 급격하게 증가하면서 지구온난화의 원인이 되고 있다.

**유연성 체계** [Flexible mechanisms] 교토 프로토콜은 유연성을 증대시키고, 온실가스 배출 감축 비용을 줄이기 위해 배출권 거래제(Emission Trading), 공동 이행 제도(Joint Implement), 청정 개발 체제(Clean Development Mechanism)와 같은 세 가지 메커니즘을 인정하고 있다.

**육플루오린화황** [ $\text{SF}_6$  (Sulphur hexafluoride)] 상온에서 무색, 무취, 무독의 가스로 500

이상의 열에서도 안전하나 불순물이 들어가면 분해되어 유독하며 반도체 생산 공정과 가스 절연 개폐기 및 가스 절연 변압기에 사용됨. 교토 의정서 하에서 온실가스로 지정되어 있으며, 지구온난화 지수는 23,900인 인간에 의해서만 만들어지는 산업 가스이다.

**의무 이행 기간 [Commitment Period]** 감축 목표를 달성하는 기간을 의미하며, 현행 교토 의정서의 경우 5년 단위로 의무 이행 기간을 설정하였으며, 2008~2012년을 1차 의무 이행 기간으로 규정하고 있음. Commitment Period / Budget Period / Compliance Period와 같은 의미로 사용됨.

**의정서 [Protocol]** 법률과 시행령의 관계와 마찬가지로 협약을 구체적으로 이행하기 위한 내용을 담은 문서로 이미 존재하는 협약 내에 포함됨. 협약에 의해 지켜져야 할 세부적인 조항들을 첨가하며 일반적으로 의정서에 각국이 비준하고 발효시키는 과정을 거치면서 협약의 힘을 강화시켜 나간다.

**이산화탄소 [CO<sub>2</sub>(Carbon dioxide)]** 주요 온실가스로 1990년 부속서 I 국가들의 온실가스 배출량의 약 81%를 차지했다. 교토 의정서의 6가지 온실가스 중 하나이며 대기 중 농도가 인간 활동에 의해 가장 크게 좌우되고 보통 다른 온실가스들과의 비교 기준이 된다(지구온난화 지수 GWP 1). 주로 화석연료의 연소를 통해 대기 중으로 배출된다. 이산화탄소의 대기 중 농도는 산업화 이전에 비해 약 30%이상 증가되었고 연간 약 0.5%의 증가 추이를 보이고 있다.

**이산화탄소 환산 [CDE(Carbon Dioxide Equivalent)]** 다양한 온실가스 배출을 지구온난화 지수(GWP)에 기준하여 비교 가능하도록 만든 측정수단으로 이산화탄소 배출량으로 환산하여 나타낸다. 예를 들어 메테인 백만 톤은 메테인의 온난화 지수가 21이므로 이산화탄소 24.5 백만 톤으로 나타내게 된다. 이산화탄소가 아닌 탄소를 기준으로 할 때도 있으며, 이 경우는 특별히 탄소 환산톤으로 불린다.(온실가스 배출량 × 지구온난화 지수(GWP)) 참조: CE (Carbon Equivalent: 탄소 환산)

**이행 자문 부속 기구 [SBI(Subsidiary Body for Implementation)]** 당사국회의에서 정책이나 이행과 관련한 이슈에 대한 권고를 만드는 역할 등을 한다. 예를 들어, 국가 보고서 제출, 개정 기술 지원 방안 등 기후변화 협약의 이행과 관련된 문제에 관한 권고안을 만들어 당사국총회의 요청이 있을 경우 당사국총회에 제출하여 다른 부속 국가에 전달토록 함.

**일산화질소 [N<sub>2</sub>O (Nitrous Oxide)]** 교토 의정서에 의해 제한되고 있는 6가지 온실가스 중 하나. 100년 동안의 지구온난화 지수는 310이다. 아산화질소의 주된 방출원은 토양 경작 과정, 특히 상업적, 유기화학 비료의 이용하는 대규모 경작, 화석연료의 연소, 질산 생성 과정, 바이오매스 연소 과정이다.

**일차 에너지** 원유, 석탄, 천연가스 또는 수력이나 원자력처럼 가공하기 이전의 천연 자원 상태에서 공급되는 에너지.

**자발적 협약 [VA (Voluntary Agreement)]** 에너지를 생산, 공급, 소비하는 기업과 정부가

상호 신뢰를 바탕으로 에너지 절약 및 온실가스 배출 감축 목표를 달성하기 위한 협약으로서 기업은 실정에 맞는 목표를 설정하여 에너지를 생산, 공급, 소비하는 기업과 정부가 상호 신뢰를 바탕으로 에너지 절약 및 온실가스 배출 감축 목표를 달성하기 위한 협약으로서 기업은 실정에 맞는 목표를 설정하여 이를 이행하고 정부는 기업의 목표 이행을 위하여 자금·세제 지원 등 인센티브를 제공하여 기업의 노력을 적극 지원하는 비규제적 제도.

**지구온난화** 온실가스 배출량의 증가로 인해 지구의 에너지 균형이 깨어져 지표 부근의 대기와 바다의 평균 온도가 장기적으로 상승하는 현상임.

**지구온난화 지수** [GWP(Global Warming Potential)] 대기 중 농도의 변화를 직접 측정하지 않고 서로 다른 가스들의 상대적인 복사 흡수 능력을 측정하기 위해 공통적인 수단으로 방출 수준을 해석하기 위한 지수. GWPs는 일정 기간(보통 100년) 동안 1kg의 온실가스가 야기하는 적외선 흡수 능력(가열 효과)과 이산화탄소 1kg의 영향에 대한 비율로 측정된다. 이산화탄소를 1로 볼 때, 메테인은 21, 아산화질소는 310, HFC 1,300, PFC 7,000, 육플루오린화황 23,900 정도가 된다.

**지구 환경 기금** [GEF (Global Environment Facility)] GEF는 1990년에 UN의 개발 프로그램(UNDP)과 UN 환경 프로그램(UNEP) 하에서 세계 은행(WB)에 의해 만들어진 것으로 기후변화 협약의 재정적 메커니즘을 관리하고 세계 기후변화 방지에 대한 저개발국 관련 프로젝트에 대한 펀드를 제공한다.

**책임 분담** [Burden sharing] EU Bubble하에서 15개국이 배출 할당량을 재배분하는 것. 책임 분담에 대한 합의는 1998년 6월 룩셈부르크에서 교토 의정서 비준에 대한 EU의 도구로 최종 합의되었다. EU bubble이 가능한 것은 EU 15개국의 감축량 중 기여도 측면에서 보면, 독일(80%), 영국(30%), 이탈리아(10%)가 대부분을 차지하고 있고, 대다수 국가들의 기여도는 3~4% 정도이며, 핀란드 및 프랑스의 경우는 기여도가 전혀 없기 때문이다. 독일과 영국이 상당한 정도의 온실가스 배출량을 줄일 수 있는 이유는 독일의 경우 동독 지역에서 노후시설 개체를 통해 손쉽게 감축을 실현할 수 있고, 영국의 경우 탄광을 폐쇄하고, 북해 유전에서 생산되는 천연가스 사용량을 증대시켜 나감으로써 가능한 것임.

**청정 개발 체제** [CDM (Clean Development Mechanism)] 교토 의정서 제12조에 규정되어, 선진국인 A국이 저개발국인 B국에 온실가스 배출을 저감할 수 있도록 재정적이고, 기술적인 투자를 하고 이로 발생한 온실가스 배출량 감축분(CERs)을 자국의 감축 실적에 반영할 수 있는 제도임.

**추가성** [Additionality] 교토 의정서에서 공동 이행(JI), 청정 개발 체제(CDM) 프로젝트 이행에 따른 온실가스 감축분이 그 프로젝트를 수행하지 않았을 때, 자연적인 감축분에 비해 더 많은 추가적인 감축 효과를 가져와야 한다는 전제 조건

**탄소 순환** [Carbon Cycle] 대기, 해양, 육상 생물권 및 암석권을 통해 움직이는 탄소의 흐름(예를 들어 이산화탄소와 같이 다양한 형태로)을 기술하는 데 사용되는 용어



**토지 이용 및 토지 용도 변경과 산림 [LULUCF(Land Use, Land-use Change and Forestry)]** 탄소 흡수원으로써 혹은 방출원으로써 역할 할 수 있는 활동의 범위에 대한 논의. 이 분야는 아직도 과학적인 그리고 또 다른 부분의 불확실성과 위험을 안고 논쟁 중이다.

**화석연료 [Fossil Fuel]** 지각에 파묻힌 동식물의 유해가 오랜 세월을 걸쳐 화석화하여 만들어진 연료로서 석탄·석유·천연가스 등이 해당되며 현재 인류가 이용하고 있는 에너지의 대부분이 이에 해당한다. 19세기 이후 석탄을 에너지로 사용함으로써 산업 혁명이 일어나게 되었고, 그 뒤 석유와 천연가스가 발굴되어 이들 에너지의 사용량이 급격히 늘어났다. 반면, 이들 화석연료는 지구상에서 매장 지역, 즉 자원의 편중이 심하기 때문에 가격과 공급 면에서 항상 불안정한 요소를 지닌다. 또한, 이로부터 발생하는 환경 오염도 심각해 공장·자동차 배기가스 등에서 비롯되는 대기 오염을 비롯해 최근 이산화탄소 등 온실가스 배출로 인한 기후변화 문제의 원인이 되고 있다.

**흡수원 [Sinks]** 교토 의정서하에서, 선진국들은 배출을 감축하는 방법에 있어서 토양이나 숲을 이용하여 온실가스를 감축할 수 있게 되어 있다(대기 중 온실가스를 흡수하여 지구온난화 현상을 줄이는 행동으로 교토 의정서에서는 신규조림, 수종 갱신 등으로 흡수원을 규정함.). Sink의 효과를 측정하는 것은 그 방법에 있어서도 상당히 복잡하기 때문에 좀 더 명료해질 필요가 있다(Sink의 기본적 원리는 식물이 사람으로써 대기 중에서 이산화탄소를 흡수할 것이라는 가정을 하는 것이다). 특히, 산림 흡수원은 사실상 이산화탄소를 줄인다고 보기는 어려우며, 잠시 탄소를 고정시키는 것일 뿐이며, 자라나는 산림이 아닌 경우에는 그 양도 많지 않다. 또한, 산림의 이용 과정에서 고정되어 있던 이산화탄소는 다시 공기 중으로 나오게 된다. 산림을 보호하는 일은 매우 중요한 일이지만 산림 보호는 생물종 다양성과 생태계 보전 차원에서 접근되어야 할 문제이지 기후변화에 대한 대응책으로 접근할 문제는 아니다.

**P&Ms, PAMs(Policies and Measures: 정책과 수단)** UNFCCC와 교토 의정서에서 온실가스를 줄이거나 제한하기 위한 국내적인 활동들을 지칭하는 공식 용어. 각 국가들은 이를 구체적으로 결정해야 하며 채택할 수 있는 정책과 수단, 국가 간 협력을 통한 달성할 수 있는 시스템들이 교토 의정서에 명시되어 있다.

**Precautionary Approach(예방적 조치):** 기후변화 협약은 기후 시스템에 대한 돌이킬 수 없는 위험을 막는 수준에서 대기 중 온실가스 농도를 안정시키기 위해 기후변화에 대한 과학적 증거가 불충분하다고 하더라도 사전에 이에 대한 적절한 대책을 시행해야 한다는 이 원칙을 채택하고 있다.

**AAU (Assigned Amount Unit)** 국가별 온실가스 할당량에 의한 배출권

**CER (Certified Emission Reductions)** CDM 사업에서 발생하는 온실가스 감축 크레딧 단위

**DOE (Designated Operational Entity)** UNFCCC CDM 집행 위원회(EB)에서 지정하는 국제 공인 CDM 검인증 기관

**DNA (Designated National Authority)** 국가 CDM 사업 승인 기관

**EB** (Executive Board) CDM 집행 위원회

**ERU** (Emission Reduction Unit) 공동 이행 사업(JI)에서 발생하는 온실가스 감축 크레딧 단위 EUA

**EU ETS** (European Union Emissions Trading Scheme) 유럽 연합 배출권 거래 계획

**IEA** (International Energy Agency) 국제 에너지 기구

**WMO** (World Meteorological Organization) 세계 기상 기구

[ 온실가스별 지구온난화 지수 ]

| 명칭   | 화학식   | 지구온난화 지수<br>(100년 기준) | CAS 번호      |
|--|---|-----------------------|-------------|
| 이산화탄소(Carbon dioxide)                                  | CO <sub>2</sub>                               | 1                     | 124-38-9    |
| 메테인(Methane)   | CH <sub>4</sub>                               | 21                    | 74-82-8     |
| 아산화질소(Nitrous oxide)                                   | N <sub>2</sub> O                              | 310                   | 10024-97-2  |
| HFC-23   | CHF <sub>3</sub>                              | 11700                 | 75-46-7     |
| HFC-32   | CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>                | 650                   | 75-10-5     |
| HFC-41   | CH <sub>3</sub> F                             | 150                   | 593-53-3    |
| HFC-43-10mee   | C <sub>5</sub> H <sub>2</sub> F <sub>10</sub> | 1300                  | 138495-42-8 |
| HFC-125  | C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>                | 2800                  | 354-33-6    |
| HFC-134  | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>  | 1000                  | 811-97-2    |
| HFC-134a   | CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>              | 1300                  | 811-97-2(a) |
| HFC-152a   | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>  | 140                   | 75-37-6     |
| HFC-143  | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>  | 300                   | 430-66-0    |
| HFC-143a   | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>  | 3800                  | 420-46-2    |
| HFC-227ea  | C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>                | 2900                  | 431-89-0    |
| HFC-236fa  | C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>  | 6300                  | 690-39-1    |
| HFC-245ca  | C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub>  | 560                   | 1814-88-6   |
| Sulphur hexafluoride(SF <sub>6</sub> )                 | SF <sub>6</sub>                               | 23900                 | 2551-62-4   |
| Perfluoromethane(CF <sub>4</sub> )                     | CF <sub>4</sub>                               | 6500                  | 75-73-0     |
| Perfluoroethane(C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )        | C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>                 | 9200                  | 76-16-4     |
| Perfluoropropane(C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> )       | C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>                 | 7000                  | 76-19-7     |
| Perfluorobutane(C <sub>4</sub> F <sub>10</sub> )       | C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>                | 7000                  | 355-25-9    |
| Perfluorocyclobutane(c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> ) | c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>               | 8700                  | 115-25-3    |
| Perfluoropentane(C <sub>5</sub> F <sub>12</sub> )      | C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>                | 7500                  | 678-26-2    |
| Perfluorohexane(C <sub>6</sub> F <sub>14</sub> )       | C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>                | 7400                  | 355-42-0    |

\*출처: Revised IPCC 1996 Guideline

[ 온실가스 배출원별 배출 계수 ]

| 온실가스 배출원           | 단 위                                | 온실가스 배출 계수 |
|--------------------|------------------------------------|------------|
| <b>1. 화물 운송 수단</b> |                                    |            |
| - 트럭               | kgCO <sub>2</sub> /ton·km          | 0.23       |
| - 항공               | kgCO <sub>2</sub> /ton·km          | 1.05       |
| - 기차               | gCO <sub>2</sub> /ton·km           | 30.6       |
| <b>2. 참석자 교통수단</b> |                                    |            |
| - 자가용              | gCO <sub>2</sub> /인·km             | 210        |
| - 버스               | gCO <sub>2</sub> /인·km             | 27.70      |
| - 지하철              | gCO <sub>2</sub> /인·km             | 1.53       |
| - 일반기차             | gCO <sub>2</sub> /인·km             | 20         |
| - KTX              | gCO <sub>2</sub> /인·km             | 30         |
| - 항공               | gCO <sub>2</sub> /인·km             | 150        |
| <b>3. 장치 및 소모품</b> |                                    |            |
| - A4 용지            | gCO <sub>2</sub> /장                | 2.88       |
| - 종이컵              | gCO <sub>2</sub> /개                | 11         |
| - 수돗물              | gCO <sub>2</sub> /L                | 0.66       |
| - 플라스틱             | kgCO <sub>2</sub> /kg              | 2.03       |
| <b>4. 행사 에너지원</b>  |                                    |            |
| - 전력               | kgCO <sub>2</sub> /kwh             | 0.424      |
| - LNG              | kgCO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> | 2.24       |
| - LPG              | kgCO <sub>2</sub> /kg              | 3.61       |
| - 등유               | kgCO <sub>2</sub> /kg              | 3.05       |
| <b>5. 폐기물 처리</b>   |                                    |            |
| - 폐기물              | kgCO <sub>2</sub> /kg              | 0.34       |

\*출처: 국가 LCI 데이터베이스 정보망(www.klciidb.or.kr) 및 해외 정보망

[ 이동 거리 산정표 ]

□ 국가 간 표준 항공 거리(km)

| 항공                  |        |                         |        |
|---------------------|--------|-------------------------|--------|
| 구간                  | 거리     | 구간                      | 거리     |
| 한국(인천)-미국(LA)       | 9,604  | 한국(인천)-일본(도쿄)           | 1,223  |
| 한국(인천)-미국(뉴욕)       | 11,075 | 한국(인천)-중국(상하이)          | 853    |
| 한국(인천)-캐나다(벤쿠버)     | 8,194  | 한국(인천)-중국(베이징)          | 917    |
| 한국(인천)-캐나다(토론토)     | 10,966 | 한국(인천)-홍콩               | 2,071  |
| 한국(인천)-브라질(리우데자네이루) | 18,359 | 한국(인천)-베트남(호치민)         | 3,572  |
| 한국(인천)-칠레(산티아고)     | 20,976 | 한국(인천)-싱가폴              | 4,634  |
| 한국(인천)-러시아(모스크바)    | 6,592  | 한국(인천)-인도(뭄바이)          | 5,560  |
| 한국(서울)-영국(런던)       | 9,096  | 한국(인천)-호주(시드니)          | 8,331  |
| 한국(서울)-프랑스(파리)      | 9,073  | 한국(인천)-뉴질랜드(오클랜드)       | 9,651  |
| 한국(서울)-독일(프랑크푸르트)   | 8,626  | 한국(인천)-남아프리카공화국(요하네스버그) | 13,296 |

\*출처: 대한항공(www.koreanair.co.kr), World ports distances(www.distances.com)

□ 국내 권역별 이동 거리(km)

| 도착<br>출발     | 수도권<br>(서울) | 강원도<br>(원주) | 충청북도<br>(청주) | 충청남도<br>(대전) | 전라북도<br>(전주) | 전라남도<br>(광주) | 경상북도<br>(대구) | 경상남도<br>(부산) |
|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 수도권<br>(서울)  | 30          | 125         | 138          | 161          | 212          | 296          | 288          | 395          |
| 강원도<br>(원주)  | 125         | 30          | 133          | 167          | 246          | 330          | 218          | 326          |
| 충청북도<br>(청주) | 138         | 133         | 30           | 46           | 125          | 209          | 167          | 274          |
| 충청남도<br>(대전) | 161         | 167         | 46           | 30           | 84           | 168          | 153          | 260          |
| 전라북도<br>(전주) | 212         | 246         | 125          | 84           | 30           | 99           | 190          | 254          |
| 전라남도<br>(광주) | 296         | 330         | 209          | 168          | 99           | 30           | 217          | 263          |
| 경상북도<br>(대구) | 288         | 218         | 167          | 153          | 190          | 217          | 30           | 107          |
| 경상남도<br>(부산) | 395         | 326         | 274          | 260          | 254          | 263          | 107          | 30           |

\*출처: 한국도로공사([www.roadplus.co.kr](http://www.roadplus.co.kr))

## 2. 국내 각 지역의 기후변화 대응 교육 실천 사례

### 가. 환경부 환경보전 시범 학교 교육 사례

#### □ 환경 교육 시범 학교 (전북 석불초등학교)

- 주제 : 문제 해결 중심 체험 활동을 통한 환경 보전 의식 함양
- 대상 : 전교생 66명, 학부모 44세대, 교원 10명
- 기간 : 2005. 3. 1. ~ 2007. 2. 28.(2년간)
- 이론적 배경
  - 공기 문제
    - 온실효과
    - 극지의 빙산이 녹아내림
    - 오존층의 파괴
  - 쓰레기 문제
    - 소비의 증가와 함께 증가하는 쓰레기
    - 넘치는 매립지
  - 학교 환경 교육의 새로운 방향
  - 가정에서의 환경 교육
- 운영의 목적
  - 환경문제 해결력 신장
  - 친환경 마인드 신장
  - 환경보전 생활인 육성
- 운영 과제
  - 환경 교육관련 지도 자료를 체계화하여 교수·학습에 적용한다.
    - 환경 교육 관련 교수·학습 방법 혁신
    - 환경 교육 관련 탐구 자료 정비
    - 환경 체험 활동 관련 환경 구성
  - 환경 체험 학습장 활용을 통해 친환경 마인드를 신장시킨다.
    - 흙사랑 체험 학습장 활용
    - 자연 체험 학습장 활용
    - 숲체험 학습장 활용
  - 생물타리 체험 및 표찰 달기, 환경 보전 실천장 활용
  - 다양한 환경 체험 활동을 통해 환경 보전 실천인을 기른다.
    - 환경 보전 현장 체험 학습 전개
    - 환경 지킴이별 행사 추진
  - 물, 흙, 숲(공기), 자원 지킴이 총 4개 조직 운영하여 지킴이별 활동 전개 및 시상, 쓰레기 분리 배출, 절전 운동을 통한 학교 예산 절감 추진
  - 학부모 환경 교육 참여
  - 고구마 심기, 무공해 비누 만들기, 어머니 회원의 재활용품 제작, 환경

신문 제작, ‘하얀 마음 파란 마음’ 홍보물 제작 배부, 환경 보전 캠페인

○ 운영 결과

- 쓰레기 줄이기 캠페인 결과 연도별(2005년과 2006년 비교) 월별 쓰레기 1인당 배출량을 비교하여 보았을 때 1인당 월 1.32kg 감축하였으며, 이 감축 비율은 월 25.4%이다.
- 절전 운동 실천 결과 2005년에 비해 2006년에는 월 평균 646KW를 절감하였으며, 매월 26,065원의 전기 요금을 절약(절감액 비율 9.4%)하였다.
- 교실 수업의 변화와 혁신을 통해 자기 주도적인 학습능력과 문제 해결력이 신장되었다.
- 자연 체험 학습장에서의 노작 활동을 통해 생태계의 신비함과 생명력을 체험하였다.

## □ 에너지 절약 시범 학교 (울산 범서초등학교)

○ 주제 : 테마별 환경 체험을 통한 환경 보전의 생활화

○ 대상 : 범서초등학교 전교생(1,935명)

○ 기간 : 2005. 3. 1. ~ 2007. 2. 28.(24개월)

○ 운영의 필요성

- 환경 보전에 대한 사회적 책임과 인식의 요구
- 체계화된 환경 교육을 통한 환경 보전의 생활화 교육의 필요
- 지역 사회 연계 교육 필요

○ 운영의 목적

- 환경 교육의 중요성 인식
- 체계적인 테마별 환경 체험으로 친환경적 감수성 및 환경 문제 해결력 강화
- 실생활 적용을 통한 환경 보전의 생활화

○ 운영 과제

- 에너지 절약 실천 의지를 높이기 위한 여건을 조성한다.

→ 에너지 절약 교육 환경 조성

- 실내·외 에너지 절약 교육 환경 조성
- 에너지 절약 학급 게시판 구성
- 에너지 절약 체험실 설치 운영

→ 온라인을 통한 에너지 절약 교육 실시

- SMS 문자 전송 서비스 활용
- 학교 홈페이지를 활용한 에너지 절약 교육
- 에너지 절약 100만 가구 운동 전력 사용량 모니터

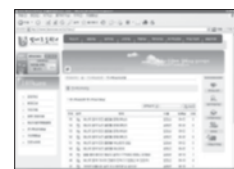
→ 자연 친화적 생태 환경 조성

- 학교 숲 가꾸기 운동
- 벽면 녹화

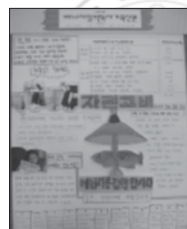
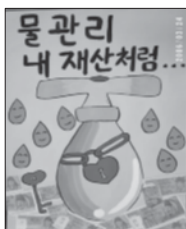
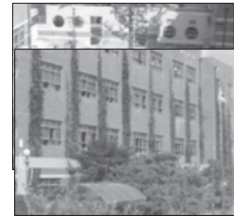
- 에너지 절약 실천의 생활화를 위한 교육과정을 편성·운영한다.

가. 에너지 관련 교과 교육 활동 실시

- 학년별 에너지 관련 교과 지도 내용 분류표 작성



- 에너지 관련 교과 교수·학습과정안 작성 활용
- 학부모 초청 수업 공개의 날 운영
  - 에너지 절약 재량 활동 실시
- 에너지 절약 재량 활동 지도 내용 분석
- 학년별 에너지 절약 재량 활동 연간 지도 계획 수립
- 재량 활동 교수·학습 과정안 작성 활용
- 에너지 절약 재량 활동 이동 수업 실시
  - 에너지 절약 학급 경영록 활용
  - 에너지 절약 생활화 지도 자료 제작
- 에너지 절약 실천 기록장
  - 매월 가정의 에너지 사용량 통계 조사 실시
- 에너지 절약 실천 일기장
- 그 외 에너지 절약 보상 스티커, 에너지 지킴이 목걸이와 조끼 등 7종
  - 다양한 체험 활동을 통해 에너지 절약 생활을 습관화한다.
- 에너지 절약 현장 체험 활동 전개
- 천상정수장 견학
- 열린 바다 학교 참가
- LG 사이언스 홀과 에너지관 견학
- 에너지 나라 2005 : 에너지 기술 체험 대회 참가
- 에너지 절약 이동 전시회 참관
- 녹색 에너지 체험 학교 참가
- 현장 학습을 활용한 에너지 시설 견학
  - 에너지 절약 학예 행사 활동 전개
- 물 사랑 글짓기, 포스터 그리기 대회
- 범서 에너지 절약 마스코트 공모전
- 에너지 절약 표현 활동
- 에너지 가족 신문 만들기 대회
- 에너지 절약 아이디어 공모전
- 컴퓨터 그래픽 경진 대회
- 에너지 절약 ‘도전 골든 벨’ 퀴즈 대회



- 재활용품을 이용한 공예 작품 만들기



- 대체에너지를 이용한 완구 조립 체험 활동
- 범서 에너지의 날 운영



→ 에너지 절약 연수 및 홍보 활동 실시

- 에너지 관련 교사 자율 연수
- 에너지 절약 학부모 연수
- 에너지 절약 거리 캠페인
- 에너지 절약 가정 통신문 발송
- 에너지 절약 방송 교육
- 에너지 절약 학급 훈화
- 학교 신문을 활용한 에너지 절약 소식 홍보

→ 에너지 지킴이 조직 운영

- 학급별 에너지 지킴이 제도 운영
- 에너지 지킴이 자율 봉사단 학부모 워크숍 개최
- 에너지 지킴이 발대식 개최

#### ○ 운영 결과

- 에너지 절약 여건 조성은 학생, 학부모, 교사의 에너지 절약에 대한 관심과 에너지 절약의 중요성을 인식시키는 데 도움이 되었다.
- 온라인을 통한 교육 활동, 자연 친화적 생태 환경 조성은 에너지 절약 운동의 새로운 방향을 제시해 줄 것이라 판단된다.
- 에너지 절약 교육과정 편성·운영은 학생들에게 에너지에 대한 지식과 정보를 제공하는 데 도움이 되었다.
- 현장 체험 활동 및 다양한 에너지 절약 학예 행사활동은 체험 중심의 교육 활동에 효과적으로 이용되었다.
- 연구 학교 운영에 대한 검증 결과 에너지 절약에 대한 인식과 실천 정도가 크게 변화한 것은 그동안의 교육 활동이 학생, 학부모, 교사들의 생활 태도에 많은 영향을 주고 있음을 의미한다.

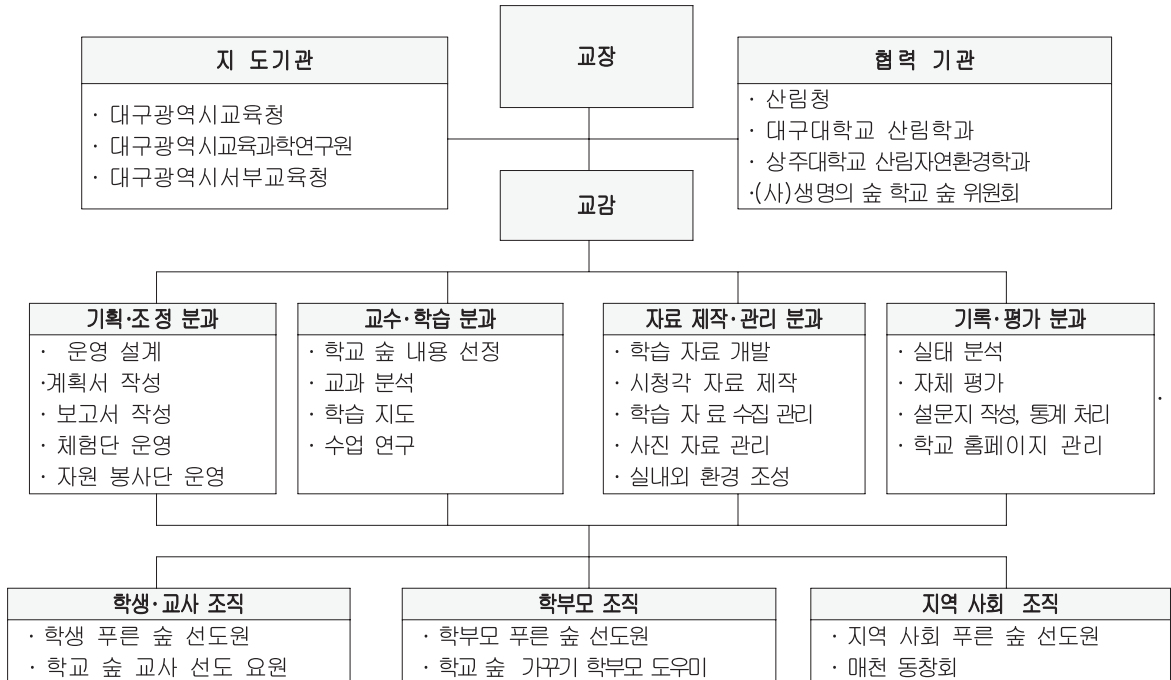
## 나. 학교 숲 시범 학교 사례

### □ 대구 매천초등학교

- 주제 : 학교 숲 체험을 통한 자연 친화적 태도 함양
- 대상 : 대구 매천초등학교 전교생 925명 (27학급)
- 기간 : 2004. 3. 1. ~ 2006. 2. 28.(2년간)
- 운영의 목적

학교 옥외 환경을 활용하여 학교 숲을 만들고 가꾸고 활용하는 체험적 교육 활동을 통하여 자연친화적 태도를 함양하고자 한다.

#### ○ 운영 조직



#### ○ 운영 과제

##### - 학교 숲 체험을 위한 여건 조성

- 교육과정 분석
- 과정 중심의 학교 숲 조성
- 학교 숲 정보 제공

##### - 다양한 학교 숲 체험 기회 제공

- 학교 숲을 활용한 학습
- 학교 숲 체험 프로그램 운영
- 다양한 숲 체험

##### - 자연친화적 생활 실천

- 자기주도적 학교 숲 관리
- 가정과의 연계 활동 강화



#### ○ 운영 결과

- 학교 숲과 관련된 교육과정 분석, 과정 중심의 학교 숲 조성 및 학교 숲 정보 제공을 통하여 학교 숲 관련 지식을 습득하고 올바른 숲 보호 의지 및 자연의 신비함과 생명의 소중함을 깨닫는 바탕을 마련하였다.
- 학교 숲 체험 프로그램 운영을 통해 숲 가꾸기에 대한 총체적 이해와 접근 및 지속 가능성을 강조하는 생체 패러다임으로의 전환이 용이하게 되었다.
- 다양한 교수·학습 방법과 접목하여 교과와 관련하여 지도함으로써 효과적인

학교 숲 활용 방안을 모색할 수 있었다.

- 자기 주도적 계획 및 실천에 의한 학교 숲 활용을 통하여 학생들의 학교에 대한 자긍심을 높이게 되었고, 지역주민들이 함께 활용하는 공원 같은 느낌의 학교를 만들었다.
- 푸른 숲을 대할 수 있는 자연 친화적인 학습 공간을 조성함으로써 학생들의 심신을 유쾌하게 하며 정서적으로 안정된 훌륭한 인격체 형성에 기여하게 되었다.
- 매천학교 숲 축제를 통하여 학생·학부모·지역 사회의 연계 활동이 이루어짐으로써 자연에 관심을 갖고 자연을 올바르게 활용하는 자연 친화적인 태도를 함양하는데 기여하였다.

### 3. 주요 외국의 기후변화 대응 교육 실천 사례

#### 1) 일본

- 기후변화 대응을 위한 **소학교 및 고등학교**에서의 실천 활동 사례
  - 녹색 커튼 및 ISO-14001 인증을 통한 학교 기후변화 대응 교육 추진
- 기업의 기후변화 대응 교육 지원 사례
  - ‘(주)도쿄가스’의 ‘환경에너지관’ 건립 및 기후변화 대응 교육

#### 가. 도쿄도 이타바시구립 이타바시 제7소학교

##### □ 녹색 커튼 만들기 활동을 통해 기후변화 대응 교육을 실시함.

- 초등학생들이 쉽게 할 수 있는 덩굴 식물 기르기를 통해 이산화탄소를 흡수하는 교육 활동을 연간 진행함.
- 덩굴 식물을 선정하고 연간 교과 시간 및 학년별 수준에 따라 교실 앞에 커튼을 만들고 다양한 활동을 전개함.

##### □ 여름철 열 차단으로 냉방 전력을 절약하여 이산화탄소 감축함.

- 외벽과 녹색 커튼의 기온 차이가 10℃ 이상 남으로 인해 냉방기기 사용을 줄임.

##### □ 녹색 커튼 만드는 활동을 전파함.

- 이타바시 구 안에 있는 다른 학교에 전파하고 활동을 보고함.
- 가정에서도 녹색 커튼을 변형하여 설치 및 활용하여 이산화탄소를 감축함.



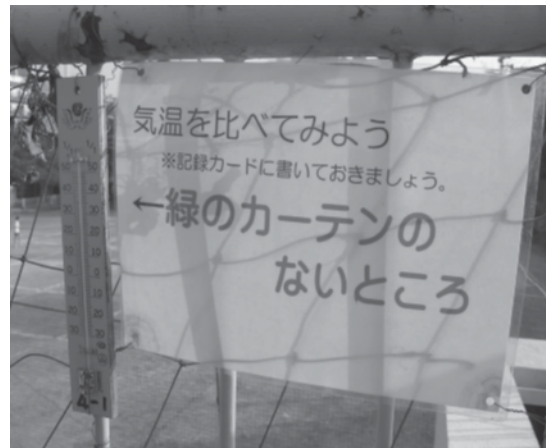
덩굴 식물로 만든 녹색 커튼



수확한 열매로 조리 실습



녹색 커튼의 온도 측정



녹색 커튼 없는 곳의 온도 측정

## 나. 도쿄도립 스파사 종합고등학교

### □ ISO-14001 인증을 통해 기후변화 대응 교육을 실시함.

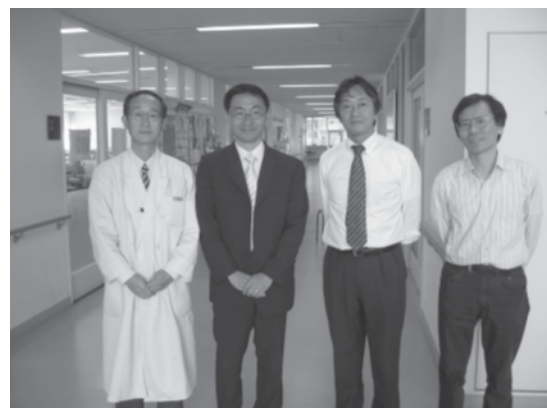
- 이 고등학교는 일본의 공립 학교 중에서 최초로 환경 경영 인증(ISO-14001)을 획득함.
  - ISO위원회를 설립하고 교사와 학생이 함께 참여함.
  - 위원회를 통해 기후변화에 대응하기 위한 실천 전략을 수립함.

### □ 이산화탄소를 줄이기 위해 학생의 통학을 대부분 자전거로 대체함.

- 학생들의 자전거를 주차할 수 있는 공간을 충분히 확보하고 자전거를 이용할 수 있는 여건을 확충함.
  - 학교 내에 100여 대 이상 수용이 가능한 주차장을 정비함.



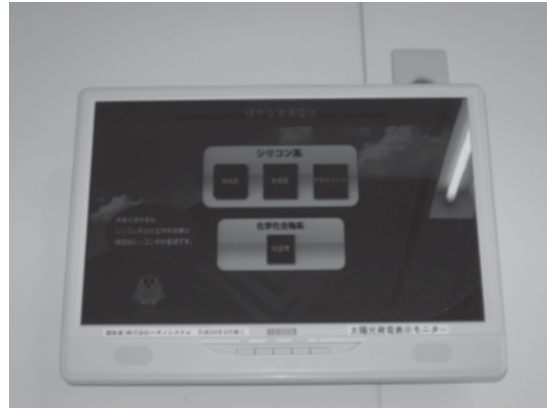
ISO-14001 인증서



ISO위원회 참여하는 교사들



전교생을 위한 자전거 주차장



태양광 발전 모니터 디스플레이

□ 학교에서 사용하는 종이의 양을 줄여 이산화탄소 발생을 억제함.

- 주로 연간 교무실에서 사용하는 복사지의 양을 감축함.
  - 연간 사용하는 복사지의 이면지를 사용하고 발생량을 측정하여 감축함.
  - 종이의 사용 감축에 대한 교육을 실시함.

□ 태양광 발전기를 설치하여 전기를 생산함.

- 태양광 발전기에서 생산된 전기를 판매하여 경제적 이익을 통해 학교 예산을 감축하고 이산화탄소 발생을 억제함.
  - 모니터 디스플레이를 통해 일상적인 교육이 가능하도록 함.
  - 전기를 판매하여 경제적으로 이익이 되고 지구온난화를 막는 학교 차원의 교육이 이루어짐.

다. (주)도쿄가스의 ‘환경에너지관’을 통한 기후변화 대응 교육

□ 도쿄가스는 환경 교육을 위해 ‘환경에너지관’을 설립

- 환경과 에너지에 대한 교육의 전시 및 교육을 담당함.
- 이산화탄소의 발생과 감축에 대한 체험 교육을 진행함.



환경에너지관 전경



운송 과정에서 발생하는 이산화탄소 교육





## 2 미국

- 지구온난화 교육법과 기후변화교육법을 통해 법제화를 준비함.
  - 온난화의 인간 요인과 미국의 영향을 명시
  - 과학 재단으로 하여금 지구온난화 프로그램을 만들도록 함.
- 캘리포니아 주 녹색 학교/지원한 학교를 통한 실천
  - 캘리포니아 기후 보호 캠페인(Climate Protection Campaign)의 일환으로 실시됨.
  - 평균적으로 5~15% 가량의 에너지 소비를 줄인 것으로 나타남.

### 가. 지구온난화교육법과 기후변화교육법

#### □ 기후변화에 대한 필요성을 강조하면서 2007년 3월 28일 하원에 지구온난화 교육법이, 같은 해 5월 14일 상원에 기후변화교육법이 발의된 상태

- 상원에 발의된 기후변화교육법 발의자는 대통령으로 당선된 버락 오바마(Barak Obama)임.
- 두 법의 내용은 거의 동일하나 다만 기후변화교육법에서는 대기 중 온실가스가 축적, 지구 온도 상승을 유발하여 미국의 경제와 안보, 대중 보건과 복지, 지구 환경에 심각한 위협을 가하고 있다는 사실과 대기 중 온실가스의 축적을 완화하거나 중단시키기 위해 의무적인 조치가 필요하다는 내용이 추가되어 있음.

#### □ 온난화의 원인을 인간에 의한 것임과 미국의 영향을 명시

- 인간에 의해 지구온난화가 발생하고 있다는 사실을 더 이상 부정할 수 없을 정도로 증거가 명백하고 미국이 다른 어떤 나라들보다 이산화탄소는 물론 다른 온실가스를 많이 배출하고 있다는 사실을 분명히 지적함.
- 대기 중 탄소는 태양이나 풍력, 조력, 지열 등의 재생 가능한 에너지원으로 전환하거나 집을 포함한 건물과 수송의 효율을 높이는 등의 에너지 절감을 통해 상당 부분 줄어든 수 있기 때문에 지구온난화에 대해 다양한 형태로 투명한 정보를 제공하여 두려움이나 무기력함을 없애고 개인이나 지역 사회가 행동을 취하도록 북돋워 주어야 한다고 지적함.
- 사람들에게 새로운 기술과 프로그램을 이용할 수 있도록 해 줌으로써 이해를 극대화하고 다양한 온실가스 저감 조치들의 효과도 극대화할 수 있을 것이라고 주장함.

#### □ 국가과학재단(the National Science Foundation)이 지구온난화 교육 프로그램을 수립하도록 함.

- 인간이 유발한 지구온난화의 장, 단기적 결과와 잠재적 해결 방안에 대한 이해를 높이도록 함.
- 다양한 문화적 언어적 배경과 무관하게 모든 연령대의 사람들에게 공식적·



비공식적으로 배움의 기회를 제공해서 가장 최신의 과학적 기술적 발견들을 적용할 수 있도록 함.

- 사람들이 새로운 기술과 프로그램, 에너지 절약과 재생가능에너지 및 온실가스 저감과 관련된 인센티브 등을 이해하고 이들의 이행을 촉진할 수 있도록 하기 위해 행동 가능한 정보를 강조할 것을 요구하고 있음.
- 지구온난화 교육 프로그램의 요소
  - 첫째, 새로운 기술과 프로그램, 인센티브 등에 대한 정보를 확산하고 이들 수단의 이행을 촉진할 수 있도록 국가적인 정보 캠페인을 벌이는 것
  - 둘째, 주 들이나 지방 도시들, 교육기관과 기타 단체들에게 보조금을 제공하기 위해 경쟁적인 보조금 프로그램을 도입하는 것. 이러한 보조금 지원 대상 중 하나로 유치원에서 12학년까지 기후 과학(climate science) 교과 과정과 보충적인 교육 교재를 개발하도록 제안하고 있음.

#### 나. 캘리포니아 주 녹색 학교/시원한 학교(Green Schools/Cool Schools)

□ 녹색학교 프로그램은 에너지 절약 연맹에서 운영하는 학교 프로그램이며, 시원한 학교는 캘리포니아 기후 보호 캠페인(Climate Protection Campaign)의 보다 구체적인 프로그램이면서 녹색학교 프로그램에 속함.

- 녹색학교 프로그램은 에너지 관련 기금의 지원을 받아 캘리포니아 주의 학교들에 소요 경비를 지원하는데, 각 학교가 에너지 소비를 줄이는 데 도움을 주는 동시에 그 과정에서 학습이 이루어지도록 함.
- 학생들은 에너지 절약 활동에 참여하면서 학교의 탄소발자국을 측정하고 과학, 수학, 언어 등 분야에 해당하는 다양한 학습 활동에 참여하게 됨.

□ 시원한 학교 프로젝트에 참여한 학교들은 평균적으로 5~15% 가량의 에너지 소비를 줄인 것으로 나타나고 있음.

- 라구나 고등학교(Laguna High School)의 경우 조명과 냉난방에 대한 변화를 위하여 설비 변화, 모니터링, 교육을 바탕으로 에너지를 절감하여 기후변화에 대응하는 성과를 거두었음.
  - 교사를 위한 교과 과정을 개발하고 에너지 사용 방법을 배우는 학생들을 돕기 위해 워크숍을 실시함.
  - 뜨거운 물을 만드는 히터와 에너지 효율적인 조명, 모션 센서를 설치함.
  - 주요 건물의 정면의 창문에 열 전향 장치를 설치함.
  - 태양광 패널 설치의 취지와 태양광 발전 연구를 계속함.
  - 일 년 내내 학교에서 도보 통학하도록 홍보를 하고 화석 연료의 소비량을 줄임.
  - 에너지 모니터 순찰을 하고 캠퍼스의 에너지 사용에 대한 피드백을 제공함.
- 에너지 재생에 대한 수업을 연간 실시하여 기후변화에 대응하는 성과를 거둠.
  - 에너지 절약에 대한 학급 토론(9월)
  - 태양 에너지 수업(10월)

- 수력 및 조력 에너지원 수업(11월)
- 풍력 에너지 수업(12월)
- 수소 연료 전지 자동차 및 신재생에너지에 포스터 프로젝트(1월)
- 에너지 절감 기술 (2월)
- 운동 및 운동학에 의한 에너지에 대한 학습(3월)



캘리포니아 기후 보호 캠페인(Climate Protection Campaign)

### ③ 독일

- 이산화탄소를 배출하지 않는 대학을 설립하여 기후변화 대응에 특화된 성과를 보임.
- 대학의 연구 성과가 지역에 전파되어 기후변화 대응을 실천하는 마을이 생겨남.

□ 라인란드팔트 주 브리켄펠트 환경 캠퍼스(Umwelt Campus Birkenfeld)는 이산화탄소를 배출하지 않는 대학을 기획함.

- 1996년 캠퍼스를 조성하기 시작해 독일에서 유일하게 환경과 에너지 분야를 전문으로 교육하는 대학을 세움.
  - 학생과 교수 2,500여명이 캠퍼스에서 함께 생활을 하며 환경을 연구함.
  - 대학 캠퍼스에서 필요한 전기와 열을 모두 재생 가능 에너지로 얻음.
  - 캠퍼스는 울창한 숲으로 둘러싸여 있음.
  - 대학 본관 건물 지붕에는 태양광 발전 시설을 설치 운영함.
  - 창문형 태양 전지를 부착하여 전기를 생산함.
  - 인근 농가의 축산 폐기물에서 나온 바이오 가스로 열병합 발전을 해서 전기와 열을 생산함.
  - 지열 시스템을 이용해 냉난방을 보충함.
  - 건물마다 빗물을 받아 사용함.
- 대학이 재생 에너지 자원 잠재량 연구 지식과 환경 기술이 캠퍼스에 반영됨. 브리켄펠트 환경 캠퍼스는 화석연료와 원자력 에너지로부터 100% 독립한 에너지 자립 캠퍼스이자 탄소 중립 대학임. 세계 최초의 CO<sub>2</sub> 프리 대학.
- 대학이 설립한 물질 순환 관리 연구소(IFas)는 폐기물을 이용한 에너지 생산 연구 분야에서 두각을 나타냄.
  - 모로코와 르완다의 바이오매스 잠재량 연구와 활용 계획을 수립 프로젝트를 진행함.
  - 독일, 오스트리아, 일본, 중국의 각 도시를 대상으로 ‘에너지 자립 모델’과 ‘탄소 제로 도시’를 만들고 있음.



브리켄펠트 환경캠퍼스(Umwelt Campus Birkenfeld)

- 같은 주에 있는 모바크(Morbach)는 IFas가 계획 수립에서 실현단계까지 참여해서 에너지 자립 마을로 만들
  - 태양과, 풍력, 바이오가스로 에너지를 생산하는 에너지단지를 만들.
  - 주민들이 에너지 생산으로 경제적인 이득을 얻을 수 있도록 연구를 진행하고 실현함.



모바크(Morbach)의 에너지 자립마을 홍보 사이트

#### 4 영국

- 영국 정부 어린이·학교·가족부가 기후변화 프로그램을 지원함.
- 탄소 탐정 프로그램으로 각 학교간 기후변화 요인을 비교함.

□ 탄소 탐정 (Carbon Detectives)이란 툴킷 (toolkit)을 활용해서 해당 학교가 기후변화에 얼마나 영향을 미치고 있는지를 알도록 함.

- 영국의 아동학교가족부(Department for Children, Schools and Families)가 지원하는 프로젝트로 학교위원회(School Council)는 탄소 탐정(Carbon Detectives)이란 툴킷(toolkit)을 활용해서 해당 학교가 환경에 얼마나 영향을 미치고 있는지를 알아보도록 함.
- 환경부하를 줄이기 위해 무엇을 할 수 있는지를 결정할 수 있도록 도와줌.
- 탄소 탐정 웹사이트에 가서 등록을 하면 학교에 관한 일련의 질문들이 나오고 단위 학교별로 탄소 탐정팀(Carbon Detectives Team)을 구성하도록 함.
  - 탄소 탐정팀에는 학생들로 구성하거나 학생들을 포함해서 회계사무원이나 서무직원, 학교장이나 교감 등 관리직, 과학교사, 시설관리인 등이 함께 들어갈 수 있음.
  - 탄소 탐정 프로그램에 등록한 학교의 모든 학생들과 교사들에게 학교의 음식이나 등하교시 교통수단 등에 대해 조사하도록 함.



탄소 탐정(Carbon Detectives) 사이트

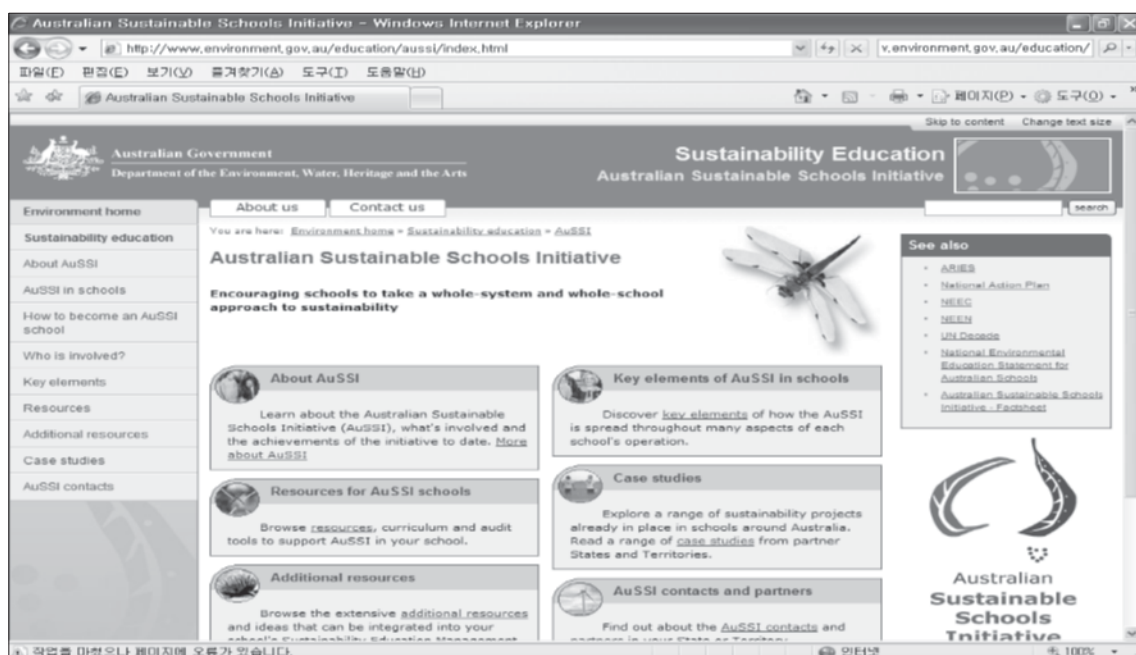
- 특별히 탄소 탐정팀에게는 에너지 사용과 물, 음식, 쓰레기, 등하교의 교통 이용, 구매, 건물과 토지 등을 조사하도록 한 후 그 결과를 이를 웹사이트에 입력함.
- 해당 학교의 (학생당) 이산화탄소 발생량 계산하게 되면 웹사이트에 올라와 있는 다른 참여 학교들의 학생당 이산화탄소 배출량과 비교할 수 있음
- 이산화탄소 감축 목표를 비롯해서 행동 목표를 세우고 이를 이행하기 행동 계획을 마련한 후 이를 실천하기 위한 행동에 들어가도록 함.
- 탄소 탐정 웹사이트에는 목표를 수립하고 실현할 수 있는 다양한 방안이 소개되어 있어서 누구나 쉽게 도움을 얻을 수 있음.

## ⑤ 오스트레일리아

- 지속가능한 학교 이니셔티브(AuSSI) 프로그램을 통해 지속가능성 차원에서 기후변화에 대응하도록 함.

□ 호주의 지속가능한 학교 이니셔티브(AuSSI)는 호주 정부와 주, 지방 자치 단체 등이 학교와 지역 사회가 지속가능성을 실현하도록 지원하는 프로그램임.

- AuSSI는 전체 학교가 참여하는 프로그램으로 학교 교과과정의 통합적 요소로서 지속가능성을 가르치고 배울 수 있는 프로그램을 제공.
- 탄소와 쓰레기, 물, 생물종 다양성, 경관 설계, 생산품과 재료 등 학교의 자원과 시설 관리의 개선을 위해 실생활에서 경험하면서 배우도록 고안되어 있음.
- 참여 학교에는 교과과정에 대한 지원이나 자원관리를 위한 감사(audit) 기구들, 현장에서 실시할 수 있는 다양한 프로젝트에 대한 아이디어를 제공함.
- 나아가 학생들의 참여와 학습에 초점을 맞추면서 학교와 학교들을 연결하고 지속가능성에 대한 인식을 넘어 리더십을 발휘할 수 있도록 지원하며 지역 사회가 참여할 수 있는 방안을 제공하여 보다 폭넓은 의미에서 지속가능성을 구현할 수 있도록 도움.
- 현재 2,000개 이상의 학교가 참여하고 있는데, 참여 학교들은 쓰레기 배출량을 80%까지 줄이고 물 소비는 60%, 탄소 소비는 20%까지 줄인 것으로 보고되어 온실가스 배출 감축에도 일정하게 기여한 것으로 나타나고 있음.



호주의 지속가능한 학교 이니셔티브(AuSSI)



## 4. 기후변화 대응을 위한 8대 생활 실천 수칙

### 가. 생활 실천의 필요성

- 교통과 가정부문의 온실가스 배출량은 우리나라뿐만 아니라 국제적으로도 가장 빠르게 증가하고 있으며, 국민 생활과 밀접한 연관이 있는 이들 부문에서의 온실가스 감축은 가장 중요한 대응책이 될 수 있음
- 우리 일상생활에서 지구온난화 방지의 첫걸음은 에너지와 자원을 절약하고 산림을 보호하는 것이라 할 수 있으며, 지속적인 관심과 실천이 요구

### 나. 기후변화 대응을 위한 실천 사항

- **환경 친화적 상품으로의 소비 양식 전환**
  - 동일한 기능을 가진 상품이라면 환경 오염 부하가 적은 에너지 효율이 높거나 폐기물 발생이 적은 상품을 선택하는 것이 필요
- **에너지와 자원 절약의 실천**
  - 가정 및 직장에서의 냉난방 에너지 및 전력의 절약, 수도물 절약, 차량 공회전 자제, 대중교통 이용 카풀(car pool) 활용, 차량 10부제 동참 등의 노력과 참여가 필요
- **폐기물 재활용 적극 참여**
  - 온실가스 중의 하나인 메테인은 주로 폐기물 매립 처리 과정에서 발생하며 재활용이 촉진되면 매립지로 반입되는 폐기물량이 감소하므로 메테인 발생량도 감소
  - 폐지 재활용은 산림 자원 훼손의 둔화를 통하여 온실가스 감축에도 기여
- **나무 심고 가꾸기**
  - 나무는 이산화탄소의 좋은 흡수원
  - 북유럽과 같이 산림이 우거진 국가는 흡수량이 많아 온실가스 감축에 큰 부담을 느끼지 않는 것이 좋은 예

### 다. 이산화탄소를 줄이는 생활의 지혜

- ① **실내 온도를 적정하게 유지**
  - [1도의 비밀] 난방을 1도 낮추면 가구당 연간 96kg의 CO<sub>2</sub>가 줄어듭니다.
    - 여름철 실내 온도를 26~28℃로 합니다.
    - 겨울철 난방 온도를 20℃ 이하로 합니다.
    - 여름철에는 간편한 복장을 합니다.
    - 겨울철에는 내복을 입습니다.
- ② **승용차 사용을 줄이고, 대중교통을 이용**
  - [B.M.W 건강법] 버스(B), 지하철(M), 걷기(W)로 내 몸과 지구에 건강을 선물합니다.
    - 대중교통을 이용합니다.
    - 가까운 거리는 걸거나 자전거로 갑니다.



- 승용차 요일제에 참여합니다.
- 카풀에 참여합니다.
- 경차를 탑니다.

③ 친환경 제품을 구입

- [착한 선택] 녹색소비는 자원을 절약하고 온실가스도 줄입니다.
- 환경 마크가 붙은 제품을 구입합니다.
- 에너지 소비 효율이 높은 가전제품을 씁니다.
- 재활용 제품을 애용합니다.

④ 물을 아껴 쓰는 생활

- [Speedy 샤워] 샤워 시간을 1분 줄이면 CO<sub>2</sub>도 7kg 줄어듭니다.
- 샤워기와 양변기는 절수형으로 설치합니다.
- 양치질과 세수할 때 물을 받아서 씁니다.
- 세탁은 한 번에 모아서 합니다.

⑤ 쓰레기는 줄이고, 재활용

- [I LOVE 머그컵] 일회용 컵 대신 개인 컵을 사용하는 모습이 아름답습니다.
- 쓰레기를 철저히 분리 배출합니다.
- 1회용품 사용을 줄입니다.
- 장바구니 이용을 생활화합니다.
- 리필 제품을 구입합니다.

⑥ 환경을 생각하는 운전자 되기

- [Eco-드라이빙] 급출발·급가속 할 때마다 40원씩 낭비됩니다.
- 출발 전에 행선지를 미리 파악합니다.
- 서서히 출발하고 서서히 정차합니다.
- 경제 속도로 운전합니다.
- 공회전을 하지 않습니다.
- 타이어 공기압을 유지합니다.
- 불필요한 짐을 싣고 다니지 않습니다.

⑦ 전기 제품을 올바르게 사용하여 에너지 절약

- [플러그 OFF] 플러그를 뽑으면 한 달 전기료는 공짜입니다.
- 텔레비전을 보지 않을 때는 끕니다.
- 컴퓨터를 사용하지 않을 때는 끕니다.
- 냉장고에 음식물을 가득 채우지 않습니다.
- 에어컨보다 가급적 선풍기를 사용합니다.
- 고효율 조명등을 사용합니다.
- 불필요한 전등은 끕니다.
- 사용하지 않는 전기기기는 플러그를 뽑아 둡니다.
- 낮은 층은 엘리베이터를 이용하지 않습니다.

⑧ 나무를 심고 가꾸기

- [초록사랑] 소나무 1그루는 연간 5kg의 CO<sub>2</sub>를 흡수합니다.
- 나무를 심고 가꿉니다.

## 5. 기후변화 관련 인터넷 사이트

- ☐ 환경부 <http://www.me.go.kr>
- ☐ 그린스타트 <http://www.greenstart.kr>
- ☐ 기후변화 홍보포털 <http://www.gihoo.or.kr>
- ☐ 온실가스 배출 통계 [http://www.keei.re.kr/keei/frame/e\\_c1\\_2.html](http://www.keei.re.kr/keei/frame/e_c1_2.html)
- ☐ UNFCCC <http://www.unfccc.int>
- ☐ UNDP <http://www.undp.org>
- ☐ IPCC <http://www.ipcc.ch>
- ☐ ICLEI <http://www.iclei.org>

## 6. 녹색성장 교육의 비전과 목표

### 1. 비전과 목표

□ 비전 : 녹색성장 교육을 통한 세계 녹색성장 모범 국가 구현

□ 목표

- 범국민 대상 녹색성장 교육 기반 구축
- 글로벌 녹색 시민과 녹색 인재 양성
- 한국형 녹색성장 교육의 세계화

### 2. 전략 및 정책 과제

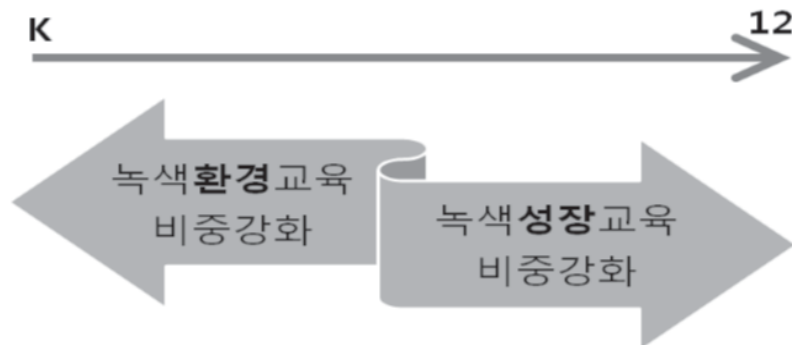
□ 녹색성장 교육의 3대 전략, 8대 정책 과제

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 초·중·등<br>녹색성장 교육<br>강화 | 1. 녹색성장 교육과정 개발 및 제도화    |
|                        | 2. 녹색성장 교육 교과서 및 교재 개발   |
|                        | 3. 녹색성장 교육 교원 연수 체계 구축   |
|                        | 4. 녹색성장 교육 선도 교육 기관 육성   |
|                        | 5. 학교 안-학교 밖 녹색성장 교육 연계  |
| 대학 및 시민<br>녹색성장 교육 강화  | 6. 녹색성장 교육 거점 대학 육성      |
|                        | 7. 녹색생활을 위한 범시민 교육 기반 조성 |
| 녹색성장 교육<br>세계화         | 8. 녹색성장 교육 관련 국제 사회 공조   |

## ■ 초·중등 녹색성장 교육 강화

### 추진 방향

- ◎ 녹색생활 실천이 어릴 때부터 자연스럽게 이루어질 수 있도록 교육 기반 강화, **녹색성장을 선도할 미래 인재 육성 기반 조성**
  - 미래 시대 대응을 위한 새로운 녹색성장 교육 패러다임으로의 전환
  - 환경 보전과 경제 성장을 동시에 견인하는 미래 지향적 가치관 함양
  - 미래 녹색 기술·산업에 대한 도전 의식과 직업 개척 능력 제고
- ◎ 저탄소 녹색성장에 대한 교육과 실천을 통하여 초·중등 교육 내 **녹색생활의 체화** 유도
  - 환경 문제 최소화, 녹색기술·산업의 성장 동력화 등과 관련된 교내·외 체험 프로그램 및 사례 교육 활성화 유도
  - 녹색성장 전문 인력 양성의 기반 조성
- ◎ **저학년은 녹색환경 교육을 중심으로, 고학년으로 갈수록 녹색성장 교육(진로 상담 포함)**을 강화하는 방향으로 접근



## ◆ 정책 과제 1. 녹색성장 교육과정 개발 및 제도화

### □ 미래형 교육과정('09년 말 고시 예정)에 녹색성장교육 내용 반영

#### ○ 녹색성장 관련 독립 과목 추진

- 기존 '환경' 과목을 녹색성장 교육을 포함하는 과목으로 **확대 변경**

(예: '환경과 녹색성장')

- 교육과정 총론 및 교과 교육과정 개정 추진

#### <'녹색성장' 교육 학습 요소 예시>

- 녹색성장이란?
- 기후변화 적응과 온실가스 감축
- 탈석유 및 에너지 자립
- 산업의 녹색화 및 녹색 산업 육성
- 녹색 경제 기반 조성
- 녹색 국토·녹색 교통
- 생활의 녹색 혁명
- 세계적 녹색성장 모범 국가 구현

#### ○ 창의적 체험 활동 등을 통한 녹색 성장 교육 실시

- 미래형 교육과정 총론의 범교과적 학습 주제로 포함시켜 교과 및 창의적 체험 활동 등 학교 교육 활동 전반에 걸쳐 녹색성장 교육 실시

### □ '10년 교육과정 부분 개정 시 기존 교과에 녹색성장 내용 반영

#### ○ 사회, 과학 등 기존 교과목에 녹색성장 관련 내용 분산 반영

- 현행 초·중등(3학년~12학년) 교과목 중 녹색성장 관련 교과(도덕, 사회, 과학, 실과/기술·가정 등)를 선정하고 관련 학습 요소를 추출하여 관련 교과 교육과정에 분산 반영 추진

#### <현행 교육과정('07년 개정) 기준 관련 교과 분산 반영(안) 예시>

| 학년         | 단원                    | 현행 교육과정 내용  | '10년 교육과정 부분 개정 시 반영                                 |
|------------|-----------------------|---|--|
| 사회<br>10학년 | (5)지역<br>개발과<br>환경 보전 | ④ 지속가능한 발전의 의미를 이해하고, 생태 관광과 같은 국내외의 다양한 실천 방안을 탐색한다. | ④ 녹색 성장의 의미를 이해하고, 녹색 산업 육성과 같은 국내외 다양한 실천 방안을 탐색한다. |
| 과학<br>7학년  | (4)생물의<br>구성과<br>다양성  | (가)세포의 기본 구조와 기능 이해한다. ~<br>(라)주변의 생물을 분류할 수 있다       | "(마) 생물다양성이 갖는 미래 자원으로서의 의미를 이해한다."라는 내용 추가          |

○ 기존 교과목에 **녹색성장 관련 단위 추가 검토**

- 초등 3~6학년을 대상으로 관련 교과(도덕, 사회, 과학, 실과/기술·가정 등)의 학년별·과목별 녹색성장 관련 독립 단위, 또는 소단원 추가 방안 검토
- 관련 교과 교육과정 전반에 걸친 정책연구를 통해 '10년 말 교육과정 부분 개정 시 반영하는 방안 검토

**<예시 : 녹색성장교육 단위 추가 방안(안)>**

**□ (방안 1) 학년별 특정 교과목 강화형**

- 3~6학년을 대상으로 서로 다른 교과목에 융합형 녹색성장 독립 단위 추가
  - 3학년 : **도덕** 과목에 독립 단원을 추가하여 녹색성장의 의미와 바람직한 가치관을 확립시킴.
  - 4학년 : **사회** 과목에 독립 단원을 추가하여 녹색생활의 의미를 깨닫도록 함.
  - 5학년 : **과학** 과목에 독립 단원을 추가하여 녹색기술의 기초 원리를 이해하도록 함.
  - 6학년 : **실과** 과목에 독립 단원을 추가하여 녹색기술의 응용 원리를 이해하도록 함.

**□ (방안2 ) 주요 관련 교과목 학년별 심화형**

- 3~6학년을 대상으로 도덕, 사회, 과학, 실과를 포함한 전 관련 교과목에 독립 단원을 융합형으로 추가
- 3학년에서 6학년으로 올라가면서 **점층적으로 심화**된 녹색성장 관련 내용을 교수

※ 녹색성장 학습 내용요소 중 학년별·교과목별 필요 내용을 발췌하여 단위 추가

## ◆ 정책 과제 2. 녹색성장 교육 교과서 및 교재 개발

### □ 현행 교과서에 녹색성장 내용 반영 및 보완

- 이미 개발·적용된 교과서는 녹색성장 내용 수정·보완
  - 도덕, 사회, 과학, 실과/기술·가정 과목 교과서 내 관련 내용 수정·보완 추진 중
  - \* 해당 과목 출판사에 수정·보완 기 요청(9과목 84책 244곳, '09. 7. 31.)

#### <녹색성장 내용 수정·보완 요청 내역 예시>

| 과목                      | 쪽/줄           | 현행   | 수정·보완 요청 사항  |
|-------------------------|---------------|--|--|
| 고등학교<br>지구과학I<br>(A출판사) | 37쪽<br>17~18줄 | 이로 인해 지구온난화, 해수면의 상승, 엘니뇨 현상, 기상 이변 등이 일어나고 있는 것으로 보고되고 있다.<br>(내용 추가) | 이로 인해-----<br>-----보고되고 있다.<br>세계 주요국은 기후변화에 대한 공동 대응을 위해 중장기 온실가스 감축 목표를 설정·공포하였으며, 우리나라도 이러한 범지구적 기후변화 대응 노력에 동참하고 저탄소 사회 구현을 위해 녹색성장 정책을 추진하고 있다. |
| 고등학교<br>경제<br>(B출판사)    | 16쪽<br>11~17줄 | 환경과 개발은 양립할 수 있는가?   | 환경과 성장을 동시에 추구하는 녹색성장 내용의 관점으로 대체  |

- 현재 개발 중인 국정 교과서의 경우 편찬 심의회 등을 통해 관련 단원의 녹색성장 내용 반영 가능성을 검토 후, 반영 유도
  - \* 예) 적용 대상 : 초등 3~4('10년 적용), 초등 5~6('11년)
- 현재 개발 중인 검정 교과서의 경우 합격 후 수정·보완 추진
  - \* 예) 적용 대상 : 중 2·고 1('11년), 중 3('12년)

### □ 미래형 교육과정 개발과 더불어 녹색성장 교과서 표준 모델 개발

- 녹색성장 교과서 표준 모델을 개발함으로써 향후 미래형 교육과정에 따른 녹색성장 관련 교과 교과서 개발 시 표준모델의 내용, 사진 및 디자인 등을 리소스로 활용토록 지원

- 학생들이 녹색성장에 관심을 갖고 즐겁게 배울 수 있는 고품질의 교과서 개발을 유도
- 미래형 교육과정 고시 전('09년 연말) 시범 '녹색성장' 교과서 표준모델 개발 사업단 발족 추진
  - 녹색성장위원회, 환경부 등 관계 부처와 협조하여 추진

#### □ 녹색성장 학습 보조 자료 개발 및 보급

- 교과서 이외의 녹색성장 교육 활성화 프로그램의 성공적인 정착과 실효성 확보를 위해 **다양한 학습 보조 자료 개발·보급**
  - 개발자료를 교수요목별로 DB화하여 제공
- 창의적 체험 활동과 같은 비교과 활동을 통한 녹색성장 소양 교육 실시 및 이를 위한 학습 보조 자료 개발
- 정규 교육과정 외에 방과 후 학습 활동, 비교과 활동, 전공 실습, 야외 체험 학습, 동아리 활동 등 가능한 모든 교육 활동에 필요한 녹색성장 교육 프로그램을 개발하여 적용



### ◆ 정책 과제 3. 녹색성장 교육 교원 연수 체계 구축

#### □ 녹색성장 교육 전담 교원 연수

- 중등학교에 녹색 성장 교육 관련 독립 교과목 신설 시 녹색교육을 담당할 인력 양성 필요 (예: 녹색 교원 인증제 도입)
- 시도 교육청에서 **현직 교원** 중 기존 관련 교과목(예, 도덕, 사회, 과학, 실과/기술·가정, 환경 등) 담당 교원을 대상으로 한 녹색성장 집중 연수 실시 후 녹색교육 담당 교원으로 활용
- 현직 교원 외에 교육 대학과 사범 대학의 **예비 교원**에 대한 녹색성장 교육 확대

#### □ 일반 교원에 대한 녹색성장교육 연수 강화

- 교원 직무연수 및 자격연수에 “기후변화 및 저탄소 녹색성장” 관련 연수과정 지속적 운영 및 확대
  - 자격 연수 표준 교육과정에 반영
  - \* 교장(감)·1급 정교사 자격 연수 표준 교육과정에 신성장 동력 및 녹색성장의 이해 과목 신설('09. 7. 고시 개정)하여 '10년 연수 과정보다 반영
- 미래형 녹색성장 연수 프로그램·교재 개발 및 보급
  - 녹색성장 연수 프로그램·교재 등을 개발하여, 16개 시도 교육과학기술연수원 등에 보급
- 교원 대상 산림 체험 연수 프로그램 지속적 운영
  - 산림인력개발원에서 진행, 연수교재 개발 계획

#### ◆ 정책과제 4. 녹색성장 교육 선도 교육 기관 육성

##### □ 「그린스쿨」 사업 추진 지속 및 확대

- 초·중·고등학교를 자연 친화적인 학교로 개선
  - \* '09년도 총 52개 학교 지정
  - \* 친환경 자재 교체, 신재생에너지 설치, 에너지 절약형 시설 개선, 생태 환경 조성, 리모델링 등
- 운영 결과를 다양한 홍보매체(인터넷 등), 보고서, 보고회를 통해 공유·확산

##### □ 녹색성장 「연구학교」 지정·운영의 지속 및 확대

- 총 47개 학교 지정, 2년간 총 9.4억원 지원('09. 3.~'11. 2.)
- 녹색성장 관련 교육과정 개발 및 운영, 교내·외 체험 프로그램 실시, 지역 사회 연계 프로그램 운영 등을 통해 의식 제고
  - \* 환경 교육 「연구 학교」 (16개 학교, 5.12억 원)와의 발전적 연계 및 확대

##### □ 녹색성장교육센터 지정·운영

- 에너지, 산림 보존, 재활용 등 녹색성장 교육과 관련된 전문 교육 기관인 **녹색성장 교육 센터** 지정·운영
  - 16개 시·도 교육청별 교육과학연구원 활용
  - 국립생태원('11년 완공) 및 8개 전국 자연환경연수원 활용
    - \* 녹색성장 교육 프로그램 개발, 전문가 양성, 연구 개발, 네트워크 구축 등
- 다양한 관련 교육 자료들을 개발·보급, 단위 학교와 연계하여 교육의 시너지 제고

##### □ 학교내 놀이와 병행한 학습 체험 공간 조성

- 특성화된 녹색 놀이터에서 놀면서 자연스럽게 녹색성장교육에 대한 기초 소양을 양성 하도록 생태, 에너지, 기후를 주제로 한 다양한 녹색놀이터 모델 개발
- 시범 학교 지정 및 녹색 놀이터 홍보·확산을 위해 녹색 놀이터 운영 관련 모범 사례 (체험공 모전 등) 발굴 지원 추진
  - \* 「그린 스쿨」 사업, 학교 녹화 사업과 병행 추진 (지자체 대응 투자 유도 등)

<예시 : 녹색 놀이터 기본 개념>

□ **녹색 생태 놀이터(Green Eco Playground)**

- 시멘트와 폴리우레탄, 모래로만 뒤덮인 놀이터가 아닌 자연 그대로의 흙과 개울이 어우러져 있는 **생태가 살아있는 놀이 공간**을 조성
- 학생들이 생태계를 느끼고 체험할 수 있도록 하여 자연의 소중함과 더불어 자연 속에 있는 다양한 생물, 무기물, 광물 등이 우리의 실생활 속에 어떤 방식으로 활용되고 이용되는지를 깨닫도록 함.

□ **녹색 에너지 놀이터(Green Energy Playground)**

- 손으로 핸들을 돌리면 발생하는 에너지로 휴대 전화를 충전할 수 있고, 노래가 나오기도 하는 등 **학생들의 움직임이 에너지로 전환**되어 다양한 생산적 활동에 쓰일 수 있음을 몸으로 체험
- 에너지 절약의 필요성은 물론 활용의 다양성을 깨닫게 함.

□ **녹색 기후 놀이터(Green Climate Playground)**

- 자전거 페달을 돌리면 발생하는 이산화탄소의 양과 생성되는 전기 에너지의 양이 전광판에 기록되는 등 **기후 온난화나 탄소 저감 기술과 관련된 지식을 기후 놀이터의 놀이 기구에 적용**
- 기후의 특성, 지구온난화와 관련된 생활 속의 지식을 습득하고 녹색성장 기술들이 어떤 방식으로 우리 실생활에 도움을 주는지 체화 교육 실시

## ◆ 정책 과제 5. 학교 안-학교 밖 녹색성장 교육 연계

### □ 지역의 다양한 교육 시설과 연계 체험 학습 강화

- 전국의 약 235개의 박물관, 과학관, 생물 자원관, 생태원 등을 녹색 체험 교육의 장으로 적극 활용
- 저탄소 녹색성장 관련 산업체, 연구소, 대학 연구실, 친환경시설 견학 프로그램 개발 및 연계 교육 실시
  - \* 갯벌, 습지, 원시림 등의 생태탐 방에 용이한 곳 등을 녹색 체험 학습장으로 지정 하고 녹색성장 교육에 활용

### □ 녹색경진대회 개최

- 녹색성장 교육 학습실 및 학생 동아리 운영
- 녹색성장 글짓기, 녹색성장 실천 우 수사례 선정, 녹색성장 말하기 대회, 녹색 게임 경진 대회 등을 개최

### □ 가정과 함께 하는 녹색 체험 활동 추진

- 학부모 대상 전문가 초빙 교육, 가정 통신문 및 SMS 발송 등
- 가정 내 「탄소배출 최소화 프로그램」 운영

### □ 온/오프라인을 통한 녹색성장 교육 콘텐츠 보급·확산

- 환경교육 포털사이트, 눈높이 환경 교실 등을 통해 녹색성장 관련 정보를 제공함으로써 온라인을 통한 그린 공감대 형성
- 기 개발된 우수 녹색교육 콘텐츠의 학교 내 보급·활용 확대
  - \* 예: 환경부의 “기후변화의 이해”

### □ 녹색 게임 개발 및 활용

- 기후변화 교육 게임(문화부 추진 중) 등 녹색 게임 개발·보급(또는 공모 추진)으로 자연스럽게 녹색성장에 대한 이해 도모
  - \* 인터넷, 휴대 전화 게임 등, 문화부 게임 개발 사업 등과 연계 추진

< 예시 : 녹색 게임(3G) 시나리오 >

|         |   |
|---------|---|
| 스토리 설정  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지구온난화가 심각해지는 환경을 살리기 위한 노력이 지속되고 있지만 환경과 경제 문제의 대립으로 실효를 거두지 못함.</li> <li>- 정부는 환경과 경제의 갈등을 해소할 수 있는 녹색성장 프로젝트를 개발함.</li> </ul>  |
| 설정 및 도입 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 게임 입장 후 자신의 캐릭터와 닉네임을 설정</li> <li>- 도입부 장면은 집안이며, 각종 전자 제품이 배치되어 있음</li> <li>- 본격적인 게임 시작을 위해서는 집 밖으로 나가며 단, 사용하지 않는 제품의 전원 차단 등의 기본적인 수칙을 지켜야 게임을 시작할 수 있음.</li> </ul>  |
| 게임 진행   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미션은 게시판을 통해 공지되며 주인공에게 사용 가능한 전기량이 주어짐.</li> <li>- 주인공은 에너지 사용을 최소화하며 미션을 수행</li> </ul>  |
| 진행 단계   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외출 후 첫 미션은 등굣길 도중 쓰레기 적들을 물리쳐 일정한 점수와 에너지 획득</li> <li>- 점수 획득은 주인공의 등급과 직결되며, 특정 등급이 되어야 학교 입장 가능</li> <li>- 등교 후 학교에서 녹색성장 관련 내용을 교육을 받음</li> <li>- 학교에서 테스트를 통해 난이도에 따라 초·중·고급 그린 자격증 부여</li> <li>- 그린 자격증의 등급은 게임에서 활동 범위를 제한하며, 높은 등급의 자격증을 가질수록 좀 더 깨끗하고 좋은 환경으로 접근 가능</li> <li>- 주인공은 자신의 영토를 얻어 관리해야 함.</li> <li>- 환경 보존, 에너지 절약, 경제 성장 분야의 균형 발전으로 주인공은 점수를 얻음.</li> <li>- 특정 분야에만 집중했을 경우 다른 영역이 침체되어 점수를 잃게 됨.</li> <li>- 적절한 균형 관리는 많은 재화와 높은 레벨을 얻게 되고 점점 자신이 관리할 수 있는 영역을 넓힐 수 있음.</li> </ul> |
| 게임 취지   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영토를 균형 있게 가꾸며, 환경과 경제를 동시에 생각하는 녹색성장 개념을 이해하고 생활화</li> <li>- 게임의 미션을 완료하면 최종적으로 마스터 그린 자격증을 획득</li> </ul>  |

□ 녹색성장 체험 활동 이력 관리 강화

○ 학생 생활 기록부에 녹색 관련 활동을 기록하는 방안 추진

\* 환경 캠페인 참여, 녹색성장 교육 도우미 활동, 녹색성장 교육 프로그램 이수, 관련 동아리 활동, 체험 활동 참여 등

- 향후, 상급학교 진학 시 입학 사정관 활용 자료로 제공

## ■ 대학 및 범시민 녹색성장 교육 강화

### ◆ 정책 과제 6. 녹색성장 교육 거점 대학 육성

#### □ 그린 캠퍼스 운동 활성화

- 캠퍼스 내 저탄소 실행 방안을 계획·실천하고 성과를 공유하는 그린 캠퍼스 운동 확대
  - 캠퍼스 에너지 사용량 및 온실가스 배출 현황 모니터링, 캠퍼스 녹지 비율, 친환경 건축물 인증 현황, 자원 사용량 및 회수율, 쓰레기 배출량 등 대학 정보 공시제 항목화 유도
  - 대학별 온실가스 인벤토리 구축 및 공유
- 건물 신축 시 환경 친화적 건축 도입, 대학 시설 내 신재생에너지 시설 확충 유도, 탄소포인트제 참여 확대
  - \* 탄소포인트제: 온실가스를 덜 배출한 만큼 마일리지가 쌓여 현금이나 물건으로 보상해 주는 프로그램
  - 대학건물 신축 시 녹색 기술 설계 기법 활용 유도
  - \* 친환경 건축물 인증 제도(국토부·환경부)
- 그린 캠퍼스를 대학생들의 녹색성장 기술 테스트 베드 및 녹색생활 체험의 장으로 활용
  - 녹색 기술 적용 시범 대학 선정 및 지원
  - 대학생 자전거 할인 판매 제도 운영 장려
  - 전자책 단말기를 이용한 전자 교과서 활용 지원 유도
  - \* 예, 아마존 킨들(Kindle)

#### □ 녹색성장 교육 거점 대학 육성 및 인증

- 그린 캠퍼스 지표 개발 및 인증제 도입 추진
  - 그린 캠퍼스 추진, 학생들의 녹색성장 관련 과목 이수, 지역 봉사 프로그램 운영 현황 등을 평가하여 인증
  - \* 그린 캠퍼스 지표 개발 및 인증제 실시 방안에 대한 세부 기획 추진 예정('10년)
  - 대학 종합 평가, 대학 정보 공시제 반영 유도
  - \* 예, 영국의 에코 캠퍼스 인증 제도

- 그린 캠퍼스 리그 구축 및 국내외 상호 교류 활성화
  - 녹색성장 교육에 필요한 고급 콘텐츠 지속적 생산 및 공유
  - 녹색성장 전문 인력 양성 및 실천 교육 기반 조성

#### □ 녹색성장 교육프로그램(그린 커리큘럼) 개발 및 보급

- 그린 커리큘럼 및 녹색성장 관련 과목 교안, 교재 개발
  - \* 녹색성장 통합형 교재 개발, 창조적 융합 과목 개발 및 개설 지원
- 녹색성장 관련 과목 수강 유도
  - \* 졸업 필수 학점으로 포함되면 그린 커리큘럼 인증
- 대학·학과별 교육과정 기획자를 위한 정기 워크숍 개최

#### □ 녹색 인재 양성을 위한 전공 개설 및 전문 대학원 설립

- 녹색기술 관련 개발 및 산업 인력 양성
  - 원천 기반 기술에 대한 고급인력 수요가 높음.
  - 27대 중점 기술 R&D 인력 수요 : 2만 명('08) → 3.3만 명('12)
  - \* “중점 녹색 기술·산업화 전략 로드맵”(‘09. 4. 22., 녹색성장 과학 기술계 협의체 보고 안건)
- 녹색성장 분야 전공 개설 및 전문 대학원 설립
  - 녹색성장·신성장 동력 관련 지식 서비스 분야의 전문 인력 양성을 위한 전문 대학원 육성 추진
  - \* ‘2010학년도 대학원 등 설치 세부기준 및 정원조정계획(‘09. 6. 15.)’에 녹색성장·신성장 동력 관련 전문 대학원 설치 분야로 추가 지정 및 신설 조건 완화
  - \* 녹색성장 분야 전문 대학원 신설 신청서 접수(포스텍 등 6개 전문 대학원 신청) 및 심사 예정(‘09. 9.)

#### □ 대학의 녹색성장 관련 지역 서비스 강화

- 지역 특성을 반영한 녹색성장 교육 프로그램 개발 보급
  - \* 미국 알래스카주립대학은 알래스카 지역적 특성을 고려한 9~12학년용 환경 교육 교재 개발
- 대학생들의 녹색성장 관련 지역 자원 봉사 활동 권고
  - 지역 노인 대학과 어린이 집의 녹색 교사 활동 장려 및 사회 봉사 활동 학점 인정 권고
  - 지역 환경 단체와 공동으로 녹색 생활 실천 캠페인 전개

- 그린 모니터링, 그린 패트롤 운동 전개
  - 지역 시민과 함께 지역 녹색 생활 실천 현황 모니터링
  - 녹색성장 시대의 대학의 사회적 책무 인식
- 초·중등학생 초청 녹색 체험 프로그램 운영
  - 녹색성장 관련 시설·연구 성과 견학 프로그램 운영
  - 청소년 대상 녹색성장 멘토링 제도 지원
  - 녹색성장, 신재생에너지 관련 산업체-대학생 인턴 지원



## ◆ 정책 과제 7. 녹색 생활을 위한 범시민 교육 기반 조성

### □ 녹색 시민을 위한 녹색성장 평생 교육 실시

- 지역별 ‘녹색성장평생교육원’ 지정 및 주민 대상 평생 교육 실시
  - 교과부 평생 학습 도시 조성 사업과 연계 추진
  - \* '09년 현재 전국 76개 지자체의 평생 학습 도시 활성화 지원
- 다양한 평생 교육 기관을 활용한 녹색성장 평생 교육 강화
  - 노인 대학 등에서 녹색 생활 관련 자료를 평생 교육 자료로 활용
  - 직업 학교 학점 은행제와 연계
  - \* 예: 저탄소 조리 방법 강좌, 에너지 효율 실내 인테리어 강좌 등

### □ 범시민 녹색 생활 실천 교육

- 저탄소 녹색 생활 실천 자가 진단 프로그램 등 개발 및 보급
  - \* 예: 녹색 연합 ‘작은 것이 아름답다(작아)’ 등이 개발한 에코 아빠 지수
- 우수 녹색성장 교육 프로그램 인증제 추진
  - 학교 및 민간 단체 등에서 실시하고 있는 녹색성장 교육 프로그램을 선별하여 우수 프로그램으로 인증하고 DB화하여 관리
  - \* 환경 교육 진흥법 13조의 “환경 교육 프로그램 인증” 제도와 연계 심사·선정
- 녹색 소비자 교육 실시
  - 녹색 식생활(예: 잔반 남기지 않기) 보급 및 로컬 푸드 관련 교육
  - 녹색 건물과 저탄소 건축 기법 등 교육
- 녹색성장 교육 콘텐츠 개발 지원
  - 녹색성장 교육용 멀티미디어 콘텐츠 개발, 인쇄 매체, 대중 매체를 활용한 교육 콘텐츠 제작 지원

### □ 사회 지도층 대상 녹색성장 마인드 제고

- 기업·주요 기관·단체 최고 경영자 대상 기후변화 및 저탄소 녹색성장 관련 단기 프로그램을 녹색성장 교육 거점 대학 등에 개설
  - 국내·외 동향을 분석하여 기업의 녹색성장 전략과 비전을 구축하기 위한 경영 원리를 제시
  - \* 예: “기후변화 리더십 과정”(서울과학종합대학원대학), “EEWS과정”(KAIST) 운영

#### □ 공무원, 회사원, 군인 대상 녹색성장 교육 강화

- 중앙공무원교육원 및 각 부처 소속 교육원 내 녹색성장 교육 상설 강좌 운영
- 녹색성장 기술 습득 등 직능별 평생 교육 강화
  - \* 예: 녹색도시·건축물 관련 토지주택공사의 교육 프로그램, 그린 비지니스 관련 대한상의 순회 교육프로그램 활용
- 군부대의 정신 교육 프로그램에 녹색성장의 비전 교육 추가

#### □ 지자체 및 지역 NGO와의 협력 체계 구축

- 지자체 및 여성 단체, 환경 단체 등 지역 NGO와 협력하여 녹색생활 확산을 위한 공동 실천 운동 전개
  - 에너지 절약형 운전 문화 확산, 차 없는 날 지정, 자전거 타기 생활화 등 전개
- 지역 박물관, 과학관, 문화센터, 교육과학연구원 등을 활용한 범국민 대상 녹색성장 교육 확대
- 쓰레기 매립지 등 버려진 땅을 대상으로 체험 교육 시설을 탄소 중립 건물로 건축하여 모범 사례로 확보

#### □ 범시민 녹색 교육 확산을 위한 인프라 구축

- 각 분야에서 녹색성장 강사로 활동하고 있는 인적 자원을 ‘녹색성장 교수 요원 풀(pool)’로 DB화하여 관리
  - 공공·민간 분야 녹색성장 강사에 대한 검증 및 분류 작업을 통해 수요에 부합하는 강사 정보 제공
- 비영리 민간 단체 및 새마을운동중앙회 등 국민운동단체와 협력하여 분야별 시민 교육 지원
  - \* 예: 중앙공무원교육원의 녹색성장 담당관 과정, 교수 요원 역량 향상 과정 활용 및 녹색성장 교육 우수 사례(BP) 경연 대회 개최 등
- ‘사이버 녹색성장 교육센터’를 개설하여 국내·외 녹색성장 교육 정보·콘텐츠 공유 및 전파
  - 수강 및 콘텐츠 이용 시 탄소 포인트, 그린생활 마일리지, 학점 이수 등 유인 제공

## ■ 녹색성장 교육 세계화

### ◆ 정책 과제 8. 녹색성장 교육 관련 국제 사회 공조

#### □ UN 지속가능 교육 10년(UNDESD)의 국제 이행에 협조

- ‘유네스코 지속가능 발전교육 한국위원회’(‘09. 8. 출범 예정)의 내실 있는 운영을 통해 국제 사회의 교육 이행 노력에 합류
  - \* UN은 UN 지속가능 교육 10년(UNDESD/ 2005-2014)의 제정을 결의하고 유네스코를 선도 기관으로 지정(’02.12. 제57차 총회)
- 동북아 지역을 중심으로 국제 사회의 다양한 지속가능 발전 교육 네트워크를 활용하여 녹색성장 교육의 질적 향상 및 국격 제고
  - 한·중·일 환경 장관 회의(TEMM) 및 환경 교육 네트워크(TEEN)를 통해 녹색성장 교육의 노하우를 교환하고 국내 사례 전파
  - \* 한·중·일 환경 협력에 관한 정상 선언문 발표계획(’09 .9. 이후, 중국 톈진)

#### □ 국제 협력 기구에서의 녹색성장 관련 교육의 공조 기반 구축

- OECD, APEC, ASEAN, ASEM 등 국제 협력 기구에서의 지속가능 발전과 더불어 녹색성장 관련 사업의 협조자로서 역할 지원
  - OECD 내의 환경 감시 체계 구축과 지속가능 발전 교육 및 인력 교류 사업에 참여와 지원
  - \* OECD가 진행 중인 지속가능 발전교육 수행 능력의 국제 학력 평가(PISA) 및 국제 환경 교육네트워크(ENSI) 포함 노력에 참여
- 국제 협력 기구에서의 한국형 녹색성장 교육 소개 및 확산 사업 지원
  - 한국형 녹색성장 교육에서 생성된 다양한 프로그램의 홍보 등

## 7. 참고 문헌

- ☐ 국무총리실(2008), 기후변화 대응 종합 기본 계획.
- ☐ 녹색성장위원회(2009), 교육과학기술부, 환경부, 행정안전부, 녹색성장 교육 활성화 방안
- ☐ 에너지관리공단(2005), 기업을 위한 CDM 사업 지침서.
- ☐ 환경부(2005), 지방 자치 단체 기후변화 대응.
- ☐ 환경부(2007), 지자체 CDM 가이드라인.
- ☐ 환경부(2007), 국가 환경 교육 표준 지침 연구.
- ☐ 환경부(2007), 환경 교육 시범 학교 우수 사례집 (제11차).
- ☐ 환경부(2008), 해외 지방 자치 단체 기후변화 사례.
- ☐ 환경부(2008), 지자체 기후 변화 가이드라인.
- ☐ 한국환경정책평가연구원(2007), 기후변화 영향 평가 및 적응 시스템 구축.
- ☐ IPCC(2007), Climate Change 2007 Synthesis Report.
- ☐ UNEP RISOE Centre(2002), CDM 입문.
- ☐ 全国地球温暖化防止活動推進センター(2005,2006), 球温暖化防止のための環境学習プログラム.