



**똑똑한 청소년의  
기후변화 적응 프로젝트  
〈오늘부터 우리는〉**

**1차시**

# 1. 기후변화란 무엇인가?

## 1.1. 기후의 개념

### 1) 날씨와 기후<sup>1)</sup>

- ① **날씨**: 우리가 일상적으로 경험하는 10일 정도의 짧은 기간 동안에 일어나는 대기의 상태
- ② **기후**: 장기적 대기현상을 시간·공간으로 일반화하여 가장 출현 확률이 높은 대기의 종합적 상태. 즉, 날씨 또는 기상을 이루는 기상요소의 시·공간적 평균 상태

날씨는 하루나 일주일 등 비교적 짧은 시간에 일어나는 대기의 물리적인 현상입니다. 날씨는 바람, 비, 구름, 눈, 기온과 같은 요소로 표현할 수 있는데, 예를 들면 어제의 날씨에 대해 최고 기온 30℃, 평균 습도는 20%, 바람은 3m/s, 구름량은 10% 미만으로 화창한 여름 날씨였다고 표현할 수 있습니다.

이러한 날씨를 긴 시간 동안 평균적으로 보면 비슷한 시기에는 비슷한 기상 현상이 일어나게 될 것입니다. 이것을 기후라고 표현할 수 있습니다. 즉 기후는, 어떤 지역에서 규칙적으로 되풀이되는 일정 기간의 평균 기상현상입니다. 세계기상기구(World Meteorological Organization)에서는 기후를 기상값의 30년간의 평균으로 나타내도록 권고하고 있으며 우리나라도 이를 따르고 있습니다. 이 평균값은 10년 단위로 갱신됩니다.

### 2) 기후변화의 개념<sup>2)</sup>

- ① 일반적인 정의: 인간의 활동에 의한 온실효과 등의 인위적 요인과 화산폭발, 성층권 에어로졸의 증가 등의 자연적 요인에 의한 효과를 포함하는 전체 자연의 평균 기후변동.

1) 최재천 외. 2011. 기후변화 교과서 기후변화와 한반도 생태계의 현황과 전망.

2) 국가기후변화적응센터 홈페이지: [kaccc.kei.re.kr](http://kaccc.kei.re.kr)

- ② IPCC 정의: 장기간에 걸친 기간 (수십 년 또는 그 이상)동안 지속되면서, 기후의 평균상태나 그 변동 속에서 통계적으로 의미 있는 변동. “인간 행위로 인한 것”이든 “자연적인 변동”이든 시간의 경과에 따른 기후의 변화를 포괄
- ③ UNFCCC 정의: 전 지구 대기의 조성을 변화시키는 인간의 활동이 직접적 또는 간접적으로 원인이 되어 일어나고, 충분한 기간 동안 관측된 자연적인 기후변동성에 추가하여 일어나는 기후의 변화

\*IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): 기후 변화와 관련된 전 지구적 위험을 평가하고 국제적 대책을 마련하기 위해 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 설립한 유엔 산하 국제 협의체이다.

\*UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change): 기후 변화에 관한 국제 연합 기본 협약(The United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC, 약칭 유엔기후변화협약)은 온실기체에 의해 벌어지는 지구 온난화를 줄이기 위한 국제 협약이다.

## 2. 왜 기후가 변화하는가?

### 2.1. 기후변화의 원인

#### 1) 자연적 요인<sup>3)</sup>

- ① **기후시스템과의 상호작용**: 첫 번째로 기후시스템과의 상호작용입니다. 대기가 기후시스템의 주요 구성 요소인 대기권, 수권, 빙권, 지권, 생물권과의 상호작용을 통해 끊임없이 변화하는 과정에서 기후변화를 유발합니다.
- ② **화산 폭발에 의한 태양에너지 변화**: 화산 폭발에 의해 태양에너지가 변화하면 기후가 변화하게 됩니다. 화산 분출물이 성층권까지 상승하여 수개월~수년 동안 머물며 태양빛을 흡수하여 성층권 온도는 상승하나 대류권에 도달하는 태양빛이 감소되어 대류권 온도를 하강시킵니다.

· (사례1) 1815년 인도네시아에서 탐보라 화산폭발로 저온이 발생하였고 이 때

3) 국가기후변화적응센터 홈페이지: [kaccc.kei.re.kr](http://kaccc.kei.re.kr)

여름이 없던 해를 기록하였습니다.

· (사례2) 1991년 필리핀 피나투보 화산폭발 후 성층권 에어로졸이 증가하였고 1992~1993년 동안 태양복사가 산란되어 지상과 대류권 기온이 하강하였습니다.

③ **태양활동의 변화에 의한 태양에너지의 변화:** 태양 활동이 변화하면 태양에너지가 변화하여 기후변화를 야기합니다. 즉 태양 흑점 수의 변화에 따른 태양 복사 에너지양이 변화하여 기후가 변화합니다.

④ **지구 공전궤도의 변화(밀란코비치 사이클):** 지구의 공전 궤도는 10만 년을 주기로, 지구의 자전축은 41,000년을 주기로 조금씩 바뀌는데 위도에 따라 태양에너지를 받는 양이 다르게 되므로 기후에 영향을 미칩니다.

· (참고) 밀란코비치 사이클<sup>4)</sup>: 태양에너지는 미세하게 변화하고 있는데 이는 1%도 채 되지 않는 변화이지만 지구에 미치는 영향이 막대합니다. 구 유고슬라비아의 수학자이자 과학자인 밀루틴 밀란코비치는 천문학적 요인에 의해 태양에너지가 변화하며 이것이 기후변화에 영향을 미친다고 주장하였습니다.

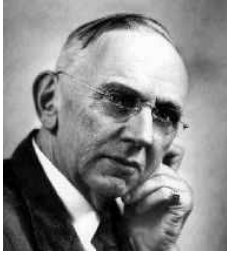
- 3대 주요인으로는,

첫째, 지구의 공전궤도는 원이 아닌 타원이며, 이 타원의 이심률(찌그러진 정도)이 약 10만년 주기로 변화함. (목성과 토성 등 타 행성과 지구 사이에 힘이 작용하므로)

2. 지구의 자전축이 원형으로 회전하고 있고(이를 지구의 세차운동이라 함) 약 26,000년의 주기를 지님. (이 운동은 태양과 달의 조력에 의해서, 또 지구가 완전한 구형이 아니므로 발생함)

3. 지구의 자전축은 약 23.5도 정도 기울어져 있는데 이는 41,000년 주기로 22.1도~24.5도 변화함

4) 한중훈 외. 2012. 기후변화의 불편한 진실.



[밀루틴 밀라코비치]

T : 지구자전축의 기울기 변화(22.1°~24.5°)  
 기울기가 커질수록 일사량의 계절 / 위도별 변화가 커짐  
 P : 지구 자전축의 세차변화(자전축의 흔들림)



E : 지구 공전궤도의 형태변화(타원형-원형)  
 일사량의 계절 변화가 커짐

[밀란코비치 사이클 개념도 (출처: 기상청. 기후변화 그것이 알고싶다.)]

## 2) 인위적 요인<sup>5)</sup>

- ① **온실가스 배출:** 온실가스 (Green House Gases) 배출량은 산업화 이전부터 지금까지 지속적으로 증가하여 왔습니다. 그렇다면 온실가스는 과연 무엇일까요? 제3차 당사국 총회(1997년 12월)에서 지정한 주요 6대 온실가스는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화황입니다. 온실가스는 지표에서 나오는 장파 복사의 부분적 담요 역할을 하는데 이 담요효과를 자연적 온실효과(natural greenhouse effect)라고 부릅니다. 인간 활동은 온실가스 방출을 통해 이 담요 효과를 강화시키는데, 한 예로 대기의 이산화탄소 양은 산업시대에 약 35% 증가하였고 이 증가분은 인간 활동, 그 중에서도 주로 화석 연료 연소 등 때문인 것으로 알려져 있습니다. 이러한 온실 가스들은 대기 중에서 장기간 또는 단기간 동안 머무르며 지구 대기의 화학적 조성을 변경시키고 기후변화를 유발합니다.
- ② **에어로졸의 영향:** 에어로졸이란 기체상에 부유하는 미세입자로 액체나 고체의 입자가 주로 공기와 같은 기체 내에 미세한 형태로 균일하게 분포되어 있는 것을 말합니다. 이들의 크기, 농도, 화학적 조성은 매우 다양한데요. 직접적으로 대기에 방출되는 에어로졸도 있고 방출된 화합물로부터 생성되는 에어로졸도 있습니다. 화석연료와 바이오매스 연소로 인해 황화합물, 유기화물, 검댕(black

5) 국가기후변화적응센터 홈페이지: [kaccc.kei.re.kr](http://kaccc.kei.re.kr)

carbon)을 함유하는 에어로졸이 증가했는데 온실 가스와 마찬가지로 인간의 활동으로 인한 산업화가 대기 중 에어로졸의 양을 특히 변화시켰으며 이는 기후변화에 영향을 미치고 있습니다. 인간의 활동으로 인해 발생한 에어로졸의 경우 며칠 동안만 대기 중에 남아 있기 때문에 산업지역과 같은 발원지역 부근에 집중되고 있습니다.

- ③ 토지 피복 변화와 산림 파괴 영향: 과잉 토지이용이나 장작, 숲 채취 등에 의한 토지 이용도의 변화와 도로의 건설, 벌목, 농업 확장, 도시화 및 산업화로 인한 산림 파괴는 지표면의 반사율 변화를 유발시켜 결국 기후변화를 야기하게 되었습니다. 대규모의 산림 제거는 물 순환에 심각한 영향을 미쳐 산림의 성장이나 농업에 부정적 영향을 끼치고, 또한 산불 등에 의해 대기 중으로 이산화탄소를 배출하여 온실효과에 영향을 미치게 됩니다.



[출처: 기상청 기후변화정보센터(2005)]

지금까지 기후변화의 자연적, 인위적 요인을 살펴보았습니다. 과학계 다수는 인간의 영향력이 지구온난화와 같은 기후변화 문제를 불러온 가장 큰 원인으로 보고 있습니다. 자동차와 공장 등에서 뿜는 이산화탄소와 같은 온실가스의

배출도 큰 부분을 차지하지만 산림개간, 무분별한 토지이용과 같은 요인도 기후를 변화시키는 큰 요인이라고 할 수 있습니다.

## 3. 기후변화로 인한 지구의 현재와 미래

### 3.1. 기후변화의 영향<sup>6)</sup>

#### 1) 자연재해 영향

- ① 인간이 이산화탄소를 많이 배출하게 되면 대기 중에 이산화탄소가 많아지게 되고 이러한 이산화탄소가 대기 중에 많아지게 되면 지구가 더워져서 이상 기상현상이 더욱 빈발하게 되고 이는 자연재해 형태로 우리에게 영향을 미치게 됩니다. 기온이 상승하여 해양이 보다 많은 에너지를 가지게 있으면 태풍과 해일 등이 보다 강력해 지기 때문에 자연재해를 보다 강하고 빈번하게 보게 될 것입니다. \* (참고: 물리학의 클라우지스 클라페롱 법칙: 공기는 1°C 올라갈 때마다 약 7%의 수증기를 추가로 얻는다고 함)
- ② 뿐 만 아니라 기온이 오르게 되면 지표면에서 증발하는 수증기의 양도 많아지기 때문에 가뭄 현상도 나타나게 됩니다.
- ③ 지구가 더워지면 해수면이 높아져서 태풍, 해일 등으로 인해 피해가 더욱 심해지는데 그 이유는 첫째, 육지 빙하가 녹아 바다로 흘러들어옴에 따라 바닷물의 양이 늘어나고, 둘째, 바닷물이 따뜻해져서 일어나는 열팽창 때문입니다. 바닷물이 늘어나게 되면 연안 지역이 후퇴하게 되고 해수면의 온도가 더욱 상승해서 연안 도시에서의 홍수와 해일피해가 증가할 것입니다.

6) 정회성 외, 2013. 기후변화의 이해

## 2) 환경보건 영향

- ① 열에 의한 직접적인 영향: 지구 온난화는 열과 관련된 사망률과 이환율을 높일 수 있습니다. 기온이 증가하면 사람의 몸은 몸의 온도를 낮게 유지하기 위해서 추가적인 에너지를 쓰기 됩니다. 신체의 체온 조절기구가 방해를 받게 되면 몸에 열이 나거나 피부가 건조해지고, 맥박이 빨라지며 정신착란이나 혼수상태에 빠지게 됩니다. 폭염이 발생하면 열경련, 열실신, 열탈진, 열사병 등 열 관련 질환이 발생할 수 있습니다.
- ② 전염병 확산 위험성 증가: 여러분은 사스, 조류독감, 신종플루 등 새로운 전염병들에 관한 뉴스를 본 기억이 있지요? 이러한 새로운 전염병의 발생요인은 다양한데 그 중 하나가 기후변화입니다. 지구온난화가 지속적으로 진행된다면 기존 전염병의 발생지역이 확대될 것입니다. 특히 여름에 우리를 괴롭히는 모기는 기후변화에 민감하게 반응하는데 기온이 증가하면 부화기간이 단축되고 활동기간이 증가하게 됩니다. 대표적인 매개체 감염병인 말라리아는 모기를 통해 감염되는 질환 중 하나입니다. 말라리아는 매년 수백만 명의 사망자수를 발생시키는 심각한 병 중 하나인데 말라리아를 매개하는 모기는 20-30°C에서 가장 잘 번식하고 말라리아 기생충은 온도가 높을수록 말라리아모기 몸에서 잘 성장합니다. 뿐 만 아니라 기후변화로 인해 비가 자주 오게 되면 말라리아모기의 번식이 촉진될 것입니다. 말라리아 외에도 뎅기열, 주혈흡충병, 한타바이러스 등은 매개체에 의해 감염되는 병인데 기후가 변화하면서 이러한 병의 전염이 빠르게 확산될 우려가 높아졌습니다.
- ③ 식생활 변화에 따른 질병의 영향: 여름철에는 음식이 빨리 상해서 식중독에 걸릴 위험이 높아진 다는 것 아시죠? 지구 온난화가 진행되면 식생활과 관련된 질병이 보다 빈번하게 발생합니다. 특히 음식과 관련된 질병으로는 살모넬라병이 있는데요. 이 병은 더워지는 온도에서 더욱 번창할 것입니다. 식품의약품안전처(정부부처)는 지난 100년간 (1912년~2010년)간 우리나라 6대 도시 평균 기온이 약 1.8°C 상승했고 기온이 1°C 상승할 때 살모넬라, 장염비브리오 및 황색포도상구균으로 인한 식중독 발생 건수가 각각 47.8%, 19.2%, 5.1% 증가하는 것으로 조사됐다고 발표했습니다.<sup>7)</sup>

7) 식품의약품안전처. 2014. 기후변화에 따른 식품위생 바로알기.



또한, 기후변화는 독성을 가지고 있는 해양 조류의 번식을 촉진시키는데 인간이 유해조류를 포함하고 있는 조개를 먹거나 이와 같은 조류를 포함한 바다 에어로졸을 흡입하면 중독되기도 합니다.

### 3) 농업과 식량 영향

지역마다 기후가 다르고 그 기후에 따라 잘 자라는 농작물이 있다는 것을 알고 있지요? 기후가 변화하면 이로 인해 농업에도 영향을 줍니다. 기온, 강수량, 일사량 등이 변화하면 농축산 부문에서는 작물생산, 생태계, 가축생산이 변화하게 됩니다. 작물은 기후특성에 따라 적절한 지역에서 성장하게 되는데 기후가 변화하니 이에 따라 생물적 변화가 일어나게 되고 재배적지 또한 이동하게 됩니다. 우리나라에서는 최근 기온상승으로 인해 사과, 복숭아, 열대작물의 재배적지가 북상하고 있습니다. 또한 지구가 더워지면 작물 질병을 일으키는 균들이나 해충이 활동하는 지역과 기간이 늘어나게 되고 이러한 현상은 농작물의 생산성을 감소시킬 뿐 아니라 생태계를 교란시키고 있습니다. 이는 곧 기후변화가 농작물 생산과 직접적인 관련이 있고 인간이 먹을 수 있는 식량의 양과 질에도 막대한 영향을 끼친다고 할 수 있습니다.

## 4. 기후변화로 인한 미래 전망

- 온도가 1°C씩 올라갈 때마다 지구는 어떻게 변할까요?
- 우리에게 1°C는 별 차이가 없어 보이지만 지구에게 1°C가 올라간다는 것은 매우 큰 변화입니다.



**+5:** 지구의 온도가 5°C 오르면 히말라야의 빙하가 사라지고, 중국 인구 25%에 영향을 주며, 해수면 상승으로 뉴욕, 도쿄, 런던이 바다에 잠겨 지도에서 사라집니다.

**+4:** 지구의 온도가 4°C 오르면 유럽의 여름온도가 무려 50°C까지 오르게 되고 이탈리아, 스페인, 그리스, 터키가 사막으로 변합니다. 또한 30~50%의 물이 감소하고 아프리카에서 최대 8000만 명이 말라리아로 사망하게 됩니다. 그리고 해안지역 인구의 최대 3억 명이 홍수의 피해를 받게 됩니다. 또한 북극의 얼음이 사라져서 북극곰, 등 추운지방에 살던 생물들이 멸종합니다.

**+3:** 지구의 온도가 3°C 오르면 지구 온난화 조절이 불가능하게 되고 유럽에서 10년마다 심각한 가뭄이 발생해 10~40억 명이 물 부족을 겪습니다. 또한 300만 명이 영양실조로 사망하고 50%의 생물이 멸종 위기에 처합니다.

**+2:** 지구의 온도가 2°C 오르면 열대지역 농작물이 크게 감소하여 약 5억 명이 굶주릴 위기에 처하고, 최대 6000만 명이 말라리아에 걸릴 수 있습니다. 또한 33%의 생물이 멸종 위기에 처할 것입니다.

**+1:** 지구의 온도가 1°C 오르면 작은 빙하가 녹으면서 약 5000만 명이 물 부족으로 고통을 받고, 매년 30만 명이 더위로 인한 전염병으로 사망하게 됩니다. 또한 10% 생물이 멸종 위기에 처하게 됩니다. 8)

8) 문하영. 2007. 기후변화의 경제학