



척척! 알게 되는 기후학교

5

기후변화교육교재 지도자용
고등학생용



개발된 교재의 구성

Ⅰ 학생 대상 교재 Ⅰ

차시 대상	현상					원인
	1	2	3	4	5	6
유아	햇빛 탐험	이웃 나라 친구 집에 놀러 가요	싱싱~ 물고기 탐험	우리나라 방방곡곡 특산품을 찾아라!	우리나라의 사계절	[교통] 탄소 신호등을 보자
초등 저학년	기후의 출발	하늘이 사라졌다?!	오늘의 날씨입니다.	나는 황제펭귄의 대변인	온실기체와 온실효과 실험	[에너지] 우리집 전기 돼지 찾기
초등 고학년	날씨의 조건!	날씨가 수상해	속담으로 알아보는 날씨와 기후	기후가 변해온 증거 찾기	기후변화 때문에 바닷물이 높아진다고?	[에너지] 낭비되는 에너지를 잡아라
중학생	지구 균형잡기	우리집을 지키자	돌고돌고 탄소	설록홈즈 따라잡기	나는 설영초다	[과학] 지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?
고등 학생	지구 환경시스템 이해하기	나는 구상나무다	탄소는 순환한다	기후변화 탐정연구소	어디에서 왔을까?	[과학] 지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?
대학생	태양의 비밀	작살비 함박눈	오존구멍 때문에 온난화?	기후변화의 주시위	숫자로 보는 기후변화	[에너지] A+ 에너지 장학금

Ⅰ 성인 대상 교재 Ⅰ

차시 대상	현상					원인
	1	2	3	4	5	6
주부	태양의 의미	계절이 오락가락	날씨야? 기후야?	지구 기온이 오르락 내리락	기후변화, 좋을까 나쁠까?	[에너지] 전기 에너지를 잡아라!
어르신	속담과 기후	물건의 역사와 기후	화투로 알아 보는 계절	기후변화와 녹색 여행	기후변화 올림픽	[생활] 온실가스를 기억하라
군인						[에너지] 칼줄의 대가는 얼마?
근로자	태양의 의미	계절이 오락가락	날씨야? 기후야?	지구 기온이 오르락 내리락	기후변화, 좋을까 나쁠까?	[주거] 나의 일터는 친환경적일까?
종업원 / 자영업자						[생활] 우리 가게의 온실기체 매출

영향	대응				선택	
	7	8	9	10	11	12
[생태계] 내가 사는 곳	[생활] 깨끗한 우리 동네	[자원] 소중한 자원으로 내 마음 표현하기	[생활] 지구의 균형을 맞춰 주세요	[관광] 가족과 함께 떠나는 여행~ 신난다	[음식] 내 몸과 환경에 좋은 음식 찾기	
[생태계 / 경제] 자연재해 다트놀이	[에너지] 콘센트 너머로 여행	[생활] 몸으로 쓰는 기후변화 그림일기	[자원] 종이의 재탄생	[음식] 장바구니 속 세계	[소비] 불편한 일회용품	
[생태계] 기후변화, 동물 수비대	[에너지] 가자, 에너지 자립 학교로!	[생활] 기후변화 스티커 디자이너가 되어봅시다!	[건강] 모기는 실맛나고 우리는 아파요	[교통] 같은 거리, 다른 CO ₂	[주거] 기후변화 아지트	
[사회] 기후변화 만화가	[에너지] 에디슨의 진실	[자원] 무인도 탈출하기	[소비] 똑똑한 소비생활	[관광] 여행을 떠나요	[음식] 맛있는 음식이 오기까지	
[사회] 기후변화 영화제작	[사회] 교토메커니즘의 이해	[자원] 무인도 탈출하기	[에너지] 생활 속 CO ₂ 발견하기	[주거] 우리 지역 현재와 미래	[소비] 나만의 탄소 라벨링 디자인	
[윤리] 지도로 보는 기후변화	[소비] 나는 한 컵만 써!	[생활] 저탄소 고사랑	[경제] 그린 잡을 잡아라	[경제] 기상이변의 경제학	[소비] 이것이 진짜 친환경 소비다	

원인	영향				대응	
	7	8	9	10	11	12
[주거] 저는 녹색도시의 시장입니다	[생태계] 넌 내가 지켜줄게	[생활] 기후변화 골동품	[생활] 물사랑 스티커 디자인	[음식] 잃어버린 제철	[주거] 우리집 녹색커튼	
[생활] 기후변화 웃놀이	[건강] 내 건강을 지켜다오	[생활] 우리 지역의 기후변화	[주거] 기후변화와 직업	[주거] 녹색 환경 만들기	[음식] 친환경 밥상 차리기	
[음식] 기후변화와 군대 먹을거리	[생활] 왕년엔 그리고 지금은	[보건] 기후변화 건강 골든벨	[주거] 암구호, 녹색커튼	[생활] 출동/ 대민지원	[생활] 진짜 녹색 사나이	
[교통] 맑은 출근길	[경제] 기후변화가 산업을 바꾼다	[경제] 탄소, 출인만큼 번다	[생활] 베스트 그린드레서	[에너지] 내 컴퓨터에 녹색나무 심기	[자원] 최악의 최첨단/ 전자쓰레기	
[생활] 기후변화와 근대화의 숨은 관계	[생태계] 기후변화 때문에 난...	[경제] 우리 가게가 달라졌어요	[생활] 기후변화 종결자	[생활] 기후변화 광고 만들기	[소비] 나눔과 다짐의 만남	

conten



지구 환경시스템 이해하기 [지구 환경시스템]

나는 구상나무다 [기후변화 지표종]

탄소는 순환한다 [탄소 순환]

기후변화 탐정연구소 [온실가스]

어디에서 왔을까? [푸드 마일리지]

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까? [6대 온실가스]

기후변화 영화제작 [기후변화 영향 시나리오]

교토메커니즘의 이해 [기후변화 협약]

무인도 탈출하기 [자원]

생활 속 CO₂ 발견하기 [CO₂ 배출량]

우리지역 현재와 미래 [주변 환경에서 기후변화 원인 찾기]

나만의 탄소 라벨링 디자인 [탄소 라벨링]



ts

01	06 page
02	16 page
03	30 page
04	42 page
05	54 page
06	68 page
07	80 page
08	90 page
09	98 page
10	110 page
11	122 page
12	130 page

지구 환경시스템 이해하기

1

| 활동 개요 |

활동 대상	고 등 학생																															
개발 의도	<p>* 우리 지구는 항상 변하고 있다. 하지만 지구는 어떤 요인에 의해 변할 때에도 균형을 유지하고 있으며 균형 유지를 위해 지구를 구성하는 각각의 요소들은 끊임없이 움직이고 있다. 지구의 평균 기온이나 지구 곳곳의 에너지들은 거의 일정하게 유지된다. 지구의 에너지원은 태양이며 태양으로부터 받은 에너지를 골고루 전달하기 위해 지구 대기와 바다는 끊임없이 순환하고 있다. 또한 먹이연쇄 과정을 통해 지구에 존재하는 생명체들은 에너지를 균형 있게 분배 받는다.</p> <p>* 본 프로그램에서는 다양한 지구 환경 요소들 간의 '관계'에 초점을 맞추었으며 지구 생태계를 이루는 요소 중 불필요한 것은 없다는 것을 의미한다. 하지만 지구 균형이 위태로워지면서 기후변화 현상과 함께 지구 생태계가 위협을 받고 있다는 사실을 알 필요가 있으며 체험활동을 통해 지구 시스템의 원리에 대해서 철학적으로 생각해 볼 수 있다. 지구 환경을 인간 중심의 관점에서 이용이 가능한 대상으로 보는 게 아니라 인간이 지구를 구성하는 한 요소임을 알고 지구 환경 구성 요소의 관계로 인해 지구 균형이 유지된다는 것을 깨달을 수 있다.</p>																															
학습 목표	<p>* 지구의 균형을 이루는 다양한 요소에 대해서 말할 수 있다.</p> <p>* 지구 균형과 관련한 '나만의 지구'를 슬로건(주장, 구호, 표어)과 콜라주 기법으로 표현할 수 있다.</p>																															
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">내 용</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th colspan="2" style="width: 15%;">대 응</th> <th colspan="2" style="width: 15%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td style="color: green;">★</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택		차 시	★									
내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택																							
차 시	★																															
활동 차시	* 1차시 / 12차시						소요 시간	100분																								
활동 장소	* 실내 또는 야외																															
준 비 물	강 사 용	* 대못, 여러 종류의 공, 널빤지 등																														
	학습자용	* 필기구, 지난 신문 또는 잡지 등																														
흐 림 도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 도입 20분 </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 못을 꼬챙이 위에 세우는 활동을 한다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 전거1 20분 </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 사람을 지구라고 생각하고 공 위에서 균형을 잡을 수 있는 방법을 구상해 본다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 전거2 20분 </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 실제로 지구의 균형을 유지하고 있는 다양한 요소에 대해서 알아 본다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 마무리 40분 </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • '지구는 ○○○이다' 슬로건(주장, 구호, 표어)과 콜라주 기법을 통해 나만의 지구를 표현해 본다. </div> </div> </div>																															



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 대못 균형 잡기 활동을 한다.

- * 예시 _ 대못을 준비한다. 못의 개수를 정해 주지 않고 교책이 위에서 균형을 잡아 보게 한다. 학생들은 다양한 방법을 구상할 수 있다. 못 6개를 엮어 무게중심을 아래쪽으로 가게 하는 방법이다. 해당 사진은 활동 방법 및 참고 자료에 제시되어 있다.
- * 유의 사항 _ 제시하는 정답 이외에 다른 방법들이 학생들에게서 나올 수 있을 것이다.
- * 준비물 _ 개인별 대못 6개

(2) 무게중심과 균형의 원리에 대해 설명한다.

- * 예시 _ 모든 물건에는 무게중심이 존재하며 무게중심이 받침점 위 일직선 상에 있을 때 균형을 잡게 된다. 무게중심이 아래쪽일수록 안정적인 균형을 잡게 된다.
- * 유의 사항 _ 한 개의 못으로 균형을 유지할 수 없을 때에는 여러 개의 못을 엮어서 균형을 잡을 수 있다. 지구 기후시스템도 여러 가지 요소가 상호 연관을 맺고 균형을 유지하고 있다는 것을 설명한다.

2. 전개1(20분)

(1) 모둠을 구성하고 “공 위에서 5초 동안 균형 잡기” 미션을 수행한다.

- * 예시 _ 큰 바구니에 다양한 종류의 공(탁구공, 테니스공, 야구공, 축구공 등)들과 널빤지, 줄 등 여러 가지 물건을 넣어 둔다. 모둠별로 한 사람씩 나와 공을 가져가게 한다. 단, 이때 공 위에서 중심잡기 미션을 공개하지 않는다. 공을 하나씩 가져간 후에 공 위에서 모둠원 중 한 명이 5초 동안 균형을 잡는 미션을 공개한다.
- * 유의 사항 _ 처음에는 미션을 공개하지 않고 공을 가져가게 한다. 미션을 공개하면 학생들은 당황하겠지만 미션을 해결하기 위해 다양한 사고를 하게 될 것이다.

(2) 여러 가지 물건을 추가하고 모둠 친구들의 도움을 받으면서 5초 동안 균형 잡기 미션을 수행한다.

- * 예시 _ 공 한 개 위에서 균형을 잡는 것은 매우 어렵다. 그래서 일정한 시간(3분 가량)이 지날 때마다 한 가지씩 물건을 더 가져갈 수 있도록 하고 가장 먼저 5초 간 균형을 잡게 되는 모둠을 1등으로 뽑도록 한다.

- * **유의 사항** _ 활동에 정답은 없다. 사고를 제한하지 않고 다양하게 해결할 수 있도록 한다. 신체 활동이므로 학생들 통제에 신경을 써야 한다. 그리고 넘어질 수 있으므로 안전에도 유의한다.
- * **준비물** _ 다양한 종류의 공, 널빤지, 줄 등

(3) 어떠한 경우에 균형을 잘 잡게 되는지 발표한다.

- * **예시** _ 모든 모둠에서 미션을 해결하고 해결방법을 발표하도록 한다. 같은 크기의 여러 개의 공 위에 널빤지를 올려 놓고 균형을 잡는 것이 가장 쉬울 것이다. 하지만 커다란 공 하나 위에서 중심을 잡는다면, 줄을 이용하거나, 다른 친구의 손을 잡고 균형을 잡더라도 모두 인정해 주도록 한다.
- * **유의 사항** _ 학생들의 사고를 제한하지 않는 것이 가장 중요하다. 콜럼버스가 달걀을 깨서 탁자 위에 세웠듯이 혁신적인 방법을 찾아낼 수 있도록 유도하고 북돋아 준다.

3. 전개 2(20분)

(1) 나와 지구를 연관 지어 지구의 균형을 잡는 요소를 알아본다.

- * **예시** _ 공 위에서 균형을 잡는 사람을 지구라고 생각해 보도록 한다. 지구 균형 유지를 위해서 지구 환경을 구성하는 다양한 요소들은 끊임없이 변하고 상호 작용을 하고 있다. 지구 균형 유지의 예는 아래와 같이 설명할 수 있다.

지구의 에너지 흐름

지구는 구체이므로 극지적으로는 에너지가 남거나 부족한 곳이 발생한다. 적도 지방은 에너지가 넘치는 반면, 극지방은 에너지가 부족하다. 지표면에서는 에너지 잉여 지역으로부터 에너지 부족 지역으로 바람이나 해수의 유동으로 인해 에너지 흐름이 일어난다.

생태계 균형

생명체는 모두 생태계 안에서 먹이사슬과 먹이망으로 서로 연결되어 있다. 식물은 광합성 과정을 통하여 태양으로부터 직접 에너지를 얻는다. 먹이 연쇄에 따라 초식동물은 식물로부터, 육식동물은 다른 동물로부터 에너지를 얻는다.

- * **유의 사항** _ 지구 생태계 전반적인 내용을 다루되 가장 중요한 내용은 각 요소들과의 '관계'에 있다는 것을 설명한다. 공 위에서 균형을 잡는 활동을 할 때 여러 개의 공이 필요한 것과 다른 친구의 도움을 받는 것은 지구 생태계의 다양한 요소들의 도움으로 지구 내 에너지 균형이 이루어질 수 있는 것으로 해석할 수 있다.



(2) 지구의 균형이 무너지는 예를 들어 설명한다.

* 예시 _ 지구 균형이 무너지는 예를 들어 설명한다. 아래와 같은 사건을 제시할 수 있다.

1815년	인도 네시아	화산 폭발로 인한 화산재와 가스 때문에 전세계 온도가 3°C까지 떨어지게 되었다. 일시적인 현상이었지만 화산 폭발로 인한 엄청난 기상이변도 동반되었다.
1950년	보르 네오섬	1950년 초기 말라리아 모기를 위해 살충제를 살포한 보르네오 섬에는 다른 모든 곤충들이 죽게 되고 먹이 연쇄에 따라 도마뱀, 고양이도 죽게 되었다. 고양이 사라지자 쥐의 숫자가 폭발적으로 증가하였고 더 심각한 질병이 마을에 퍼졌다.

* 유의 사항 _ 지구의 평균 온도 유지나 에너지의 순환이 지구의 균형을 설명할 수 있는 대표적인 것이지만 기후 변화 현상과 연계하여 기후변화 대응 요소들을 떠올려 볼 수 있도록 한다.

4. 마무리(40분)

(1) 지구 균형과 관련된 슬로건(주장, 구호, 표어)을 만들고 콜라주 기법으로 나만의 지구를 표현한다.

* 예시 _ 오늘 활동한 내용을 토대로 지구 슬로건(주장, 구호, 표어)을 만들고 버려지는 폐기물을 활용하여 콜라주 기법으로 나만의 지구를 표현한다. 내가 표현한 내용을 발표한다.

* 유의 사항 _ 다양한 슬로건(주장, 구호, 표어)이 나올 수 있도록 유도한다.

* 준비물 _ 지난 신문 또는 잡지 등

지구 환경시스템 이해하기

1

| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ 못 균형잡기 _ 대못 6개를 엮어 아래 그림과 같이 균형을 잡을 수 있다.

균형잡기 원리

- 1 못을 꼬챙이 위에 세우는 미션을 수행한다.
- 2 여러 개의 못을 엮어 무게중심을 낮추면서 균형을 잡게 한다.



못 균형잡기

내 몸 균형잡기

- 1 미션을 공개하지 않고 모둠별로 다양한 공 중 하나를 선택하게 한다.
- 2 모둠원 중 한 사람이 공 위에서 중심을 잡는 미션을 공개한다.
- 3 일정 시간이 지날 때마다 다른 공, 널빤지 등을 추가로 가져갈 수 있다.
- 4 미션을 수행한 후 공 위에 올라간 사람이 지구라고 가정하고 지구 균형을 유지시키는 요소들을 생각해 보도록 한다.



다양한 공



내 몸 균형잡기

- 5 나만의 지구 문구와 콜라주 기법으로 표현한다.



| 참고 자료 |

(1) 균형잡기 원리

* 무게중심

- 물리학에서 물체의 모든 무게가 모여 있다고 생각하는 물체 내의 가상적인 점이다. 어떤 물체의 무게 중심이 받침점의 위쪽(수직선상)에 있다면 그 물체는 넘어지지 않는다.

* 균형잡기 원리

- **무게중심의 높이** → 인체의 무게중심이 최대한 낮아야 안정성이 높다.
- **기저면의 크기** → 기저면이 넓을수록 안정성이 높다.
- **중심선의 위치** → 무게중심선이 기저면 중앙에 위치할수록 안정성이 높다.
- **신체의 질량** → 신체의 질량이 무거울수록 안정성이 높다.
- **마찰력** → 마찰력이 클수록 안정성이 높다.

(2) 환경을 이루는 요소

* 환경이란 나를 둘러싼 모든 것이다.

* 자연환경과 인문환경

- 자연(自然)환경 : 지구에서 스스로 생겨난 지구상의 모든 생물과 무생물을 아우르는 환경을 말한다. 생물적 요소는 동물과 식물이 있고 무생물적 요소는 물, 공기, 햇빛, 토양이 있다.
- 인문(人文)환경 : 인간 활동의 결과로 만들어진 환경을 말한다. 자연환경을 개발하여 만든 논, 밭, 과수원 및 사람들의 문화 예술 활동까지 인문환경에 포함된다.

(3) 지구가 균형을 유지하는 방법

* 가이아설

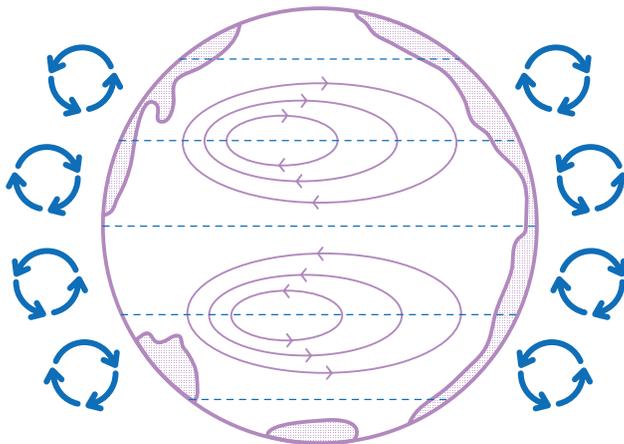
- 영국의 과학자 제임스 러브록이 [지구상의 생명을 보는 새로운 관점 / 1978]이란 책을 통해 주장한 내용으로 지구를 생물과 무생물이 상호 작용하는 하나의 생물체로 여기며 지구가 생물에 의해 조절되는 하나의 유기체임을 강조한다.
- 핵심내용 _ 1. 지구는 자기조절 능력이 있다. / 2. 지구는 살아 있다. / 3. 지구는 항상성을 가지고 있어 모든 생물들이 살기 적합한 환경으로 유지된다.

* 항류성과 항상성

- 항류성 : 항류성은 안정을 갖추면서 늘 진화를 하되 변화의 폭이 작고 흐름을 유지하는 상태이다.
- 항상성 : 항상성은 생물계가 생존하기 위해 한계선에서 최종 제어를 통해 최적의 조건을 맞추면서 안정을 유지하는 상태이다.

* 지구의 균형 유지

- 지구로 입사되는 태양 복사 에너지와 우주로 방출되는 지구 복사 에너지가 일정하게 유지되고 있으므로 지구는 복사수지 평형을 이루고 있다.
- 지구는 구체이므로 극지적으로는 에너지가 남거나 부족한 곳이 발생한다. 대체로 태양 광선의 입사각이 수직에 가까운 적도 지방은 에너지가 넘치는 반면, 입사각이 낮은 극지방은 에너지가 부족하다. 하지만 지표면에서는 잉여 지역으로부터 부족 지역으로 에너지의 흐름이 바람이나 해수의 유동으로 인해 일어나므로 지구 전체는 에너지의 평형이 유지된다.



대기의 복사, 대류, 전도 및 그로 인한 해류의 이동에 의해 에너지 평형 유지



(4) 지구 균형의 문제

* 변하지만 균형을 유지하는 지구

- 우리 지구는 항상 변하고 있지만 그 체계는 항상 균형을 이루며 움직이고 있다. 인간을 포함한 모든 생명체는 계속 유지되는 균형에 의존하고 있다.

* 생명의 망조직

- 생명체는 모두 생태계 안에서 먹이사슬과 먹이망으로 서로 연결되어 있다. 식물은 광합성을 통하여 태양으로부터 직접 에너지를 얻는다. 먹이 연쇄에 따라 초식동물은 식물로부터, 육식동물은 다른 동물로부터 에너지를 얻는다. 생태계의 에너지 흐름은 태양에서부터 시작된다.

* 지구 균형 파괴의 예

- 1950년대 초기 말라리아라는 위험한 질병을 옮기는 모기를 죽이기 위해 살충제를 보르네오 섬 전역에 살포하였다. 모기는 죽었지만 다른 모든 곤충도 죽었다. 도마뱀붙이라고 하는 작은 도마뱀들이 독이 묻은 작은 곤충을 먹고 죽었고 그 도마뱀을 잡아 먹은 고양이들도 죽었다. 그러자 쥐 숫자를 조절하는 고양이 수가 없어지면서 쥐의 숫자가 폭발하듯이 늘어났다. 이 쥐들이 더 위험한 다른 질병을 마을에 퍼뜨리게 되었다. 그래서 살충제 살포를 멈추고 건강한 고양이를 데리고 와야만 했다. 어떤 마을은 아주 멀리 떨어져 있어 고양이를 낙하산에 태워 떨어뜨리기도 했다고 한다.
- 1815년 4월에 인도네시아에 있는 탐보라의 산꼭대기가 날아가 버렸다. 역사상 가장 거대한 화산 폭발 때문이었다. 수 천 명이 죽었고 어마어마한 화산재와 가스가 그 다음 해까지 지구를 덮었다. 그로 인해 전 세계적으로 온도가 3°C 떨어졌다. 6월에 눈보라가 북아메리카 동부를 덮쳤고 8월에 광범위한 지역에서 서리가 내려 작물이 모두 죽었다. 대규모 폭풍우 때문에 유럽과 중국에 홍수가 나기도 했다. 나무는 성장이 늦어지고 온 세상에 걸쳐 음식이 부족해 인간과 동물이 고통을 겪었다.

(5) 콜라주

* 콜라주란?

- 풀로 붙인다는 뜻으로 1912~13년경 브라크와 피카소 등의 입체파들이 유화의 한 부분에 신문지나 벽지·악보 등 인쇄물을 풀로 붙였는데 이것을 '파피에 콜레'라 부르게 된 것이다. 이 수법은 화면의 구도·채색효과·구체감을 강조하기 위한 수단이었고 제1차 세계대전 후의 다다이즘시대에는 파피에 콜레를 확대하여 실밥·머리칼·강통 등 캔버스와는 전혀 이질적인 재료나 잡지의 삽화·기사를 오려 붙여 보는 사람에게 이미지의 연쇄반응을 일으키게 하는, 부조리와 냉소적인 충동을 겨냥하였다. 여기서 사회 풍자적 포토 몽타주가 생겨난 것이다. 근대 미술에서의 콜라주라는 단어는 화면에 종이·인쇄물·사진 따위를 오려 붙이고 일부에 가필하여 작품을 만드는 일로 광고, 포스터 따위에 많이 쓴다.

* 지구균형 콜라주 예시



() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

| 지구 균형의 요소 |

★ 지구의 에너지 평형은 ①)와 ②)의 순환에 의해 이루어진다.

★ 생태계 내 생물체의 에너지 평형은 ③)에 의해 이루어진다.

①은 지구를 둘러싸고 있으며 대기권을 구성하고 있는 기체로 대류, 복사, 전도를 통해 움직임을 만들어 내고 그 움직임으로 에너지가 이동된다.

②는 ①의 움직임으로 인해 생기는 일정한 흐름이며, 그 흐름으로 에너지가 이동된다.

생물체가 살아가기 위해서는 에너지가 필요하지만 동물은 스스로 에너지를 만들어 낼 수 없고 태양빛으로부터 식물이 에너지를 만들어 내면 모든 생물종 및 분해자는 서로 간의 ③에 의해서 에너지를 얻는다.

| 지구 균형 유지를 위한 슬로건(주장, 구호, 표어)을 만들고 그 의미를 콜라주로 표현해 보세요. |

★ 콜라주로 나만의 지구 표현하기



활동 개요

활동 대상	고 등 학생																															
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 환경오염에 대한 현상을 살펴볼 때 생물지표를 활용한다. 생물지표란 특정 환경에 서식하는 종류로서 그 곳의 대기나 수질 등의 오염도를 알 수 있는 지표이다. 우리는 수질 또는 대기 오염 정도를 알아볼 수 있는 생물지표가 있다는 것을 알고 있다. 기후변화 역시 그 현상에 따라 생물종이 변하고, 기후변화 정도를 확인할 수 있는 생물지표가 정해져 있다. 아직은 생소한 기후변화 생물지표에 대해 많은 사람들에게 알림으로써 일상생활에서 스스로 기후변화를 감지할 수 있도록 하는 것이 필요하다. * 현재 우리나라에는 100여종의 기후변화 생물지표가 선정되어 있다. 최근 생물들이 기후변화로 인해 생활 환경이 변하고 그에 따라 생존에 위협을 느끼고 있다. 게임을 통해 우리 주변 생물들에 대한 관심을 높이고 더불어 생물지표에 대해 알아봄으로써 기후변화에 대응할 수 있는 방법을 생각해 볼 수 있도록 한다. 																															
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 같은 그림 찾기 놀이를 통해 다양한 생물종을 알 수 있다. * 외래종, 멸종 위기종, 기후변화 지표종 분류 활동을 통해서 생물종을 구분할 수 있다. 																															
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">내 용</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th colspan="2" style="width: 15%;">대 응</th> <th colspan="2" style="width: 10%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td style="color: green;">★</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택		차 시		★								
내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택																							
차 시		★																														
활동 차시	* 2차시 / 12차시						소요 시간	100분																								
활동 장소	* 실 내																															
준 비 물	강 사 용																															
	학습자용	* 분류판, 생물종 카드, 활동지																														
흐름도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #2e86c1; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 도입 20분 </div> <div style="flex-grow: 1; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 생물종 카드 30종을 두 장씩 준비하여 칠판에 뒤집어 붙여 놓고 같은 종류의 카드 찾기 게임을 한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #2e86c1; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 전개 50분 </div> <div style="flex-grow: 1; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 제시된 생물종 카드 30종을 외래종, 멸종 위기종, 기후변화 지표종으로 분류한다. • 기후변화 지표종에 대해서 알아본다. • 기후변화 지표종의 특징을 정리한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #2e86c1; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 마무리 30분 </div> <div style="flex-grow: 1; padding: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 활동지를 통해 배운 내용을 정리한다. • 기후변화 지표종 중 멸종 위기종을 구하기 위한 실천 카드를 작성해본다. </div> </div> </div>																															



활동 내용

1. 도입(20분)

(1) 같은 생물종 찾기 게임을 한다.

- * 예시** _ 30종의 생물종 카드를 각 2장씩 준비하여 칠판에 뒤집어 붙여 놓는다. 진행요원을 할 학생 두 명이 앞으로 나와 진행할 수도 있다. 앞에 나온 두 명의 학생은 카드를 한 장씩 순서대로 뒤집으면서 힌트를 준다. 힌트를 보고 모둠별로 돌아가면서 한 번씩 두 장의 카드를 선택하고 그 두 장의 카드를 뒤집어 같은 생물종이 나오는지 확인한다. 가장 많이 맞춘 모둠이 우승한다.

구 분	생 물 종
멸종 위기종	늑대, 대륙사슴, 붉은박쥐, 호랑이, 검독수리, 노랑부리저어새, 감돌고기, 흰수마자, 산골뚝나비, 수염풍뎠이 등
기후변화 지표종	구상나무, 설앵초, 비단망사, 만주송이풀, 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에, 능이 등
외래종	뉴트리아, 황소개구리, 붉은귀거북속 전종, 파랑불우렁(블루길), 큰입배스, 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물, 털물참새피, 물참새피, 도깨비가지, 애기수영, 가시박, 서양금혼초, 미국썩부쟁이, 양미역취 등

- * 유의 사항** _ 학생들의 호기심과 관심을 높일 수 있는 기억력 게임이다. 이 놀이를 통해서 생물종에 대해서 구체적으로 알 수는 없지만 다양한 생물종이 있음을 알고 궁금증을 유발할 수 있을 것으로 기대된다.
- * 준비물** _ 생물종 카드 30종 각 2장

2. 전개(50분)

(1) 지표종에 대해서 알아본다.

- * 예시** _ 생물지표에 대해서 설명해 준다. 생물지표란 일정한 환경에서 기준이 되는 생물을 통해 환경 상태나 환경을 구성하는 여러 가지 요소의 상황을 측정하는 지표를 말한다. 기준이 되는 생물은 한정된 환경에서 이동이 없고 비교적 분포 지역이 넓으며 환경 변화에 민감하게 반응해 빠른 영향을 받는 생물이다.
- * 유의 사항** _ 기후변화 생물지표를 설명하기 전에 수질, 대기의 오염도에 영향을 받는 다양한 생물지표들이 있다는 것을 알려주도록 한다.

(2) 생물종 카드를 분류한다.

- * 예시** _ 제시된 30종의 생물종 카드 중에서 기후변화 지표종, 멸종 위기종, 외래종으로 분류한다. 처음에는 각각의 개념에 대한 설명을 해준 뒤 스스로 생각하는 기후변화 지표종, 멸종 위기종, 외래종을 분류해볼 수 있도록 한다.
- * 유의 사항** _ 기후변화 지표종, 멸종 위기종에 대한 개념을 확실히 알 수 있도록 한다.
- * 준비물** _ 생물종 카드, 분류판



(3) 기후변화 지표종에 대해 자세히 알아본다.

- * 예시 _ 활동 후에 직접 분류해 본 생물종 카드에 대하여 올바르게 수행되었는지 확인하고 각 생물종에 대해 학습하도록 한다.
- * 유의 사항 _ 생태계를 유지하기 위해서는 다양한 생물의 종 다양성이 필요하다는 점을 인식시켜주고 생태계의 안정성을 유지할 수 있다는 것을 알 수 있도록 한다.
- * 준비물 _ 생물종 카드

3. 마무리(30분)

(1) 가장 기억에 남는 생물종에 대해 발표한다.

- * 예시 _ 자신이 알고 있던 생물종이나 관심이 있는 생물종에 대해서 학습한 후 그 생물종의 특징에 대해 알아 보고 기후변화 지표종에 대해 알고 있는 내용을 이야기할 수 있도록 한다.
- * 유의 사항 _ 앞에서 학습한 내용 중 기후변화 지표종에 대한 내용을 학습할 수 있도록 한다. 전반적인 생물종에 대해 학습했다면 마무리에서는 기후변화에 특징을 나타내는 생물종에 대해 한 번 더 생각하고 기억할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

(2) 기후변화 지표종이면서 멸종 위기종인 생물에 대해 정리한다.

- * 예시 _ 기후변화 지표종이면서 멸종 위기종인 큰기러기, 재두루미, 큰고니, 팔색조, 맹꽁이 중 한 생물에 대해 활동지에 정리한다. 모둠별로 좀 더 큰 사이즈의 종이에 정리할 수도 있다.
- * 유의 사항 _ 모둠별로 정리 활동을 할 경우 미리 색지 등을 준비한다.
- * 준비물 _ 활동지, 색지 등



| 활동 방법 |

교구 제작 방법

- ★ 생물종 카드 _ 제시된 기후변화 지표종과 외래종 및 멸종 위기종(환경부에서 다운로드) 중 30종을 선정하여 각 2장씩의 카드를 만들어 준비한다.



교구 제작 모습

- 1 생물종 카드 30장을 2장씩 준비하여 칠판에 뒤집어 붙여 놓는다.
- 2 양쪽에서 같은 그림을 맞추는 게임을 수행한다.
- 3 모든 그림이 공개 되면 제시된 30종의 생물 중 “기후변화 지표종”과 “멸종 위기종”, “외래종”을 분류한다.
- 4 기후변화 지표종에 대해 알아본다.



게임 진행 모습



생물종 분류

- 5 활동지를 통해 정리한다.



Ⅰ 참고 자료 Ⅰ

(1) 생물지표란?

- * 일정한 환경에서 기준이 되는 생물을 통해 환경 상태나 환경을 구성하는 여러 가지 요소의 상황을 측정하는 지표를 말한다. 여기서 기준이 되는 생물이란 한정된 환경에서 이동이 없고 비교적 분포 지역이 넓으며 오염 피해에 민감하게 반응해 환경에 변화가 생길 경우 빠르게 영향을 받는 생물을 말한다.

(2) 기후변화 생물지표(CBIS; Climate-sensitive Biological Indicator Species)

- * **의미** • 기후변화로 인해 계절 활동, 분포역 및 집단 크기 변화가 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되는 생물종을 지표화하여 정부에서 지속적인 조사·관리를 하고 있다.

출처 : 한국환경교육네트워크

* 기후변화 생물지표 현황

동물	재두루미, 큰기러기, 박새, 왜가리, 동박새, 큰고니, 쇠백로, 중대백로, 산술새, 흰날개해오라기, 붉은부리찌르레기, 검은이마직박구리, 팔색조, 북방산개구리, 맹꽁이, 금강모치, 오분자기, 검은큰따개비, 암끝검은표범나비, 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에 등 46종
식물	구상나무, 설앵초, 만주송이풀, 후박나무, 도깨비고비, 만년석송, 동백나무, 주목, 바람꽃, 볼개미취, 따두릅나무 등 44종
균류	송이, 능이, 팽나무버섯, 큰갓버섯, 흰굴뚝버섯
원생생물	옥덩굴, 비단망사, 참뿔풀, 넓쌀, 주름벼대그물바탕말

- 지구온난화로 인한 생물 종 변화는 기후변화에 관한 정부 간 협의체에서도 지적한 바가 있다. IPCC가 2007년 '기후변화 영향, 적응, 취약성'이란 제목의 4차 평가 보고서에서 발표한 바에 따르면 지구온난화로 평균 기온이 1도 상승하면 양서류가 멸종하고 생물종의 구성이 변한다.

* 생물 지표종 유형의 대표 생물

• 구상나무, 설앵초

한반도 고유종이면서 고산 지역에만 생육하고 있어 지구온난화가 지속될 경우 지구상에서 멸종될 가능성이 있어서 선정되었다.

• 만주송이풀, 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에, 능이, 옥덩굴

한대성 생물로 뚜렷한 남방한계선을 보이는데 그 서식 범위가 북쪽으로 이동하면서 우리 나라에서는 사라질 것으로 예상된다.

• 후박나무, 쇠백로, 검은큰따개비, 암끝검은표범나비, 멸꿀, 비단망사, 남방노랑나비

남방계 생물로 북쪽으로 이동하면서 서식지를 넓혀가고 있는 대표종으로 선정되었다. 특히 '후박나무'는 기후변화로 인해 분포지의 북방한계선이 지난 60년간 전라북도 어청도에서 인천광역시 덕적군도로 북상하였음이 밝혀졌다.

• 오분자기

연체동물로 제주도 인근 해역에만 서식하다가 난류에 의해 최근 남해안으로 분포가 급격히 확산 중으로 어민들의 새로운 소득원이 될 수도 있을 것으로 추정되고 있다.



구상나무 *Abies koreana* E. H. Wilson

지리산, 덕유산, 한라산의 고산지대에만 자라는 한반도 고유종으로 지구온난화가 지속될 경우 지구상에서 멸종될 가능성이 있음.



설악초 *Primula modesta* var. *hamaSamensis* T. YamaZ.

제주, 경남의 고산지대에만 자라는 한반도 고유종으로 지구 온난화가 지속될 경우 지구상에서 멸종될 가능성이 있음.



만주송이풀 *Pedicularis mandshurica* Maxim.

설악산 이북에서 자라는 북방계 고산식물로 꽃이 화려해 관찰이 용이하며, 기후변화로 인한 개체군의 축소가 예상됨.



북방아시아살잠자리 *Ischnura elegans* Van der Linden

북방계 잠자리로 남방한계선인 전북 무주에서 점차 북상할 것으로 보임에 따라 분포지의 변화 관찰이 용이함.



어리대모꽃등애 *Volucella pellucens tabanoides* Motschulsky

북방계 곤충으로 전남지방까지 출현하지만 점차 북상할 것으로 보임에 따라 분포지의 변화 관찰이 용이함.



능이 *Sarcodon aspratus*(Berk) S. Ito

지리산과 속리산 이북에 분포하며, 기후변화로 인해 분포지가 축소되거나 북상할 것으로 예상됨에 따라 집단 변동 및 이동 관찰에 용이함.



소백로 *Egretta garzetta* L.

여름 철새로 월동하지 않았으나 80년대 후반부터 중부 이남 지역에 월동하기 시작한 종으로 기후변화에 따른 월동 집단 변동을 감지하기 용이함.



검은큰다개비 *Tetraclita japonica* Pilsbry

조간대 고척동물로 난류의 영향이 미치는 해안까지 분포함에 따라 서식지 분포 변화 관찰에 용이함.



비단망사 *Martensia denticulata* Harvey

제주도 및 남해안 일부 도서에 분포하는 남방계 종으로 최근 제주도 일원에는 수온 상승으로 생물량이 급증하고 있어 집단 변동을 감지하기에 용이함.



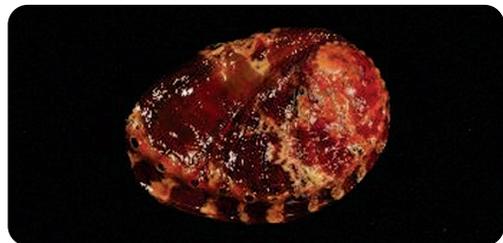
암갈검은표범나비 *Argyreus hyperbius* L.

제주도와 남해안 해안 지역 일대가 주서식지이지만, 최근 서해안 도서 등 중북부 지역까지 서식하는 종으로 분포 변화 관찰에 용이함.



후박나무 *Machilus thumbergii* Siebold & Zucc.

한반도 남서해안에 주로 생육하며, 최근 기후변화로 인해 인천광역시 덕적군도까지 세력을 확장된 종으로 이동 관찰에 용이함.



오분자기 *Sculculus diversicolor* Superfexta Lischke

제주도에서 흔히 발견되는 종으로 현재는 남해안까지 서식하며 난류에 의해 지속적으로 확산될 가능성이 높음.



(3) 수질 지표생물

수 질	오염정도	지표동물	지표식물
1급수	오염되지 않은 물	플라나리아, 가재, 하루살이, 강도래류, 버들치, 갈겨니	산철쭉, 노랑물봉선, 달뿌리풀
2급수	약간 오염된 물	다슬기, 물장군, 장구애비, 날도래유충, 쏘가리, 은어	달뿌리풀, 물봉선, 고마리
3급수	적당히 오염된 물	거머리류, 우렁이, 장구애비, 잠자리유충, 소금쟁이, 메기, 미꾸라지	갈대, 물봉선, 고마리, 미나리, 이삭물수세미
4급수	오염된 물	나방애벌레, 피벌레, 거머리, 실지렁이, 깔따구, 꽃등에, 장구벌레	갈대, 애기부들, 줄, 미나리, 부엽, 부유, 침수식물류
5급수	심하게 오염된 물	실지렁이, 나방애벌레, 깔따구, 피벌레	갈대, 붕어마름, 마름, 생이가래

(4) 대기 지표생물

노출 오염물질	생물 지표종	피해 증상
이산화황	들깨, 사루비아, 알팔파	성장 저해, 고사
오존	들깨	갈색 반점 후 전면에 반점이 퍼지며 엽록소를 파괴해 동화 작용 방해
아황산가스	철쭉류, 전나무, 쥐똥나무, 소나무, 배나무, 장미, 알팔파 등	소나무의 성장 저하, 곡물 생산량 감소, 채소의 피해, 감귤의 낙엽 현상, 잎의 엽록소 파괴로 백화 현상, 흑사병 유발
불화수소	글라디올러스, 자두, 살구, 배	잎 끝이나 주변에 상이색, 갈색으로 변화
질소산화물	담배, 해바라기, 진달래, 장미	맥간반점 전면에 전병 현상
아황산가스	이끼류	아주 민감하게 반응
일반적인 대기 오염	소나무	수정 지연

(5) 멸종 위기종

* "멸종 위기 야생 동·식물"이라 함은 자연적 또는 인위적 위협 요인으로 인한 주된 서식지·도래지의 감소 및 서식 환경의 악화 등에 따라 개체수가 현저하게 감소되고 있어 현재의 위협 요인이 제거되거나 완화되지 아니할 경우 멸종 위기에 처할 우려가 있는 야생 동·식물을 말한다(자연환경보전법 제2조제6호).

* 멸종 위기 야생 동·식물 현황

멸종 위기 야생 동·식물 1급	증 명
포유류(12)	늑대, 대륙사슴, 바다사자, 붉은박쥐, 사향노루, 산양, 수달, 삿, 여우, 표범, 호랑이 등
조류(13)	검독수리, 넓적부리도요, 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 두루미, 매, 가창오리, 개구리매, 개리, 검은머리갈매기, 검은머리물떼새, 검은목두루미 등
양서·파충류(1)	구렁이
어류(6)	감돌고기, 꼬치동자개, 미호종개, 얼룩새코미꾸리, 통사리, 흰수마자 등
곤충류(5)	산굴뚝나비, 두점박이사슴벌레, 상제나비, 수염풍뎅이 등
무척추동물(5)	귀이빨대칭이, 나팔고둥, 남방방개, 두드럭조개, 칼세오리연새우 등
식물(8)	광릉요강꽃, 나도풍란, 만년공, 섬개야광나무, 암매, 죽백란, 풍란, 한란 등



* 주요 멸종위기종

사진 자료는 환경부 nre.me.go.kr 또는 국립공원관리공단 www.http://bear.knps.or.kr에서 참고하실 수 있습니다.

이름	설명
늑대	일제강점기 조성 총독부는 늑대를 유해 조수로 지정하여 대량 남획하였고, 해방된 후에도 늑대에 대한 나쁜 인식은 사라지지 않았다. 그 결과 한반도에서 늑대를 찾아 보기 어렵게 되었다.
대륙사슴	동북아시아에서 예전에는 흔한 동물이었지만 한반도에서는 일제강점기에 이루어진 사냥으로 인해 남한에서는 1921년에 제주도에서 잡힌 것이 마지막이 되었고 북한에서는 보호 동물로 지정되어 백두산 부근에 적은 숫자만이 명맥을 유지하고 있다. 남한의 산지대에도 분포하지만 대부분이 농장에서 탈출한 것으로 환경부 지정 멸종 위기 1급 동물이다.
바다사자	물개과 중에서 가장 큰 것으로 어린 바다사자는 검은 갈색이지만 성장하면서 황갈색을 띤다. 먹이는 어류, 오징어류를 잘 먹으며 때로는 물범의 새끼나 바다새도 잡아 먹는다. 북극지방의 얼음이 동동 떠다니는 곳을 좋아하며, 바위 위, 모래 위, 풀 위와 같은 곳에서 산다. 우리 나라에서는 한때 울릉도와 일본 해안에 회유한 것만은 사실이며 IUCN의 국제 보호수이다. 예전에는 기름과 내장을 얻기 위해 마구 사냥되었으나 지금은 보호를 받고 있다.
반달가슴곰	잡식성으로 과일, 곤충, 죽은 동물의 시체 따위를 먹는다. 먹이가 부족하고 날씨가 추워지는 12월부터 따뜻한 봄까지 나무구멍에서 겨울잠을 자는 반달가슴곰에게는 가을에 먹는 먹이양이 매우 중요하다. 많은 종들이 서식지의 파괴, 사냥 등으로 인해 멸종 위기에 있다.
붉은박쥐	몸의 털과 비막 및 귀의 색이 오렌지색이어서 황금박쥐라는 애칭이 생겼다. 일생의 절반 이상을 휴식처에서 잠으로 보내는 붉은박쥐는 겨울철이 되면 습도가 높고 따뜻한 동굴 안쪽에서 겨울잠을 잔다. 지금은 붉은박쥐가 함평군 고산봉 일대의 동굴을 중심으로 서식하고 있다. 그러나 붉은박쥐가 서식하는 석회동굴이나 웅암굴은 뛰어난 절경 때문에 관광지로 개발이 되어 사람들의 출입이 잦아 동면을 하는 붉은박쥐에게 치명적인 피해를 끼치기도 한다. 동면을 위해서 비축된 체내의 에너지를 잠에서 깰 때마다 쓰게 되면 붉은박쥐는 봄이 오기도 전에 체력이 떨어져 죽을 수도 있다.
사향노루	사향노루는 천적이거나 사람들의 발길이 닿지 못하는 험준한 경사지나 절벽을 뛰어 다닌다. 사향노루 수컷에게는 배 쪽에 사향샘이라는 것이 있어 좋은 향을 낸다. 이 사향은 호흡 기능과 혈액 순환을 증진시켜 약으로도 쓰이고, 향수로 담기 위해 수많은 사향노루를 죽였다고 한다. 사향은 동물성 향료 및 약재로 가장 비싸게 쓰이기 때문에 마구 잡아 들어서 현재는 그 수가 급격히 감소하였으며, 계속 되는 사냥과 생태계 파괴로 인해 멸종 위기에 있는 동물이므로 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다. 특히 남과 북을 포함하여 대한민국 전역에 걸쳐 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.
산양	산양은 세계적으로 국한된 지역에 불과 5종밖에 알려져 있지 않다. 산양은 천성이 척해서 다른 동물을 해치지 않으며, 희생과 행운의 상징으로 여겨졌다. 경사진 가파른 비위틈이나 다른 동물이 접근하기 어려운 험한 산악 산림지대에서 서식한다. 한약재와 박제 또는 식용으로 남획된 것이 격감의 주원인이다.
수달	수달류는 물갈퀴가 있는 다리로 쉽게 헤엄을 치며, 물 속으로 이동하는 것을 좋아하지만 육상에서 사람보다 더 빨리 달릴 수 있다. 모피의 질이 아주 좋아서 다른 동물들의 모피보다 우수하며 내구성도 강하데, 색깔이 좀 더 짙은 북쪽 지방 수달류의 모피를 가장 귀하게 여긴다. 이러한 수달의 질 좋은 털을 얻기 위해 수많은 밀렵꾼이 수달을 이유 없이 죽이고 있다.



이름	설명
스라소니	삼림과 그 주변의 관목림에 단독으로 세력권을 형성하여 산다. 나무의 패인 곳이나 넘어진 나무 밑, 바위틈 등에서 쉬거나 잠을 자고, 이른 아침과 해질 무렵에 활동한다. 먹이는 지역에 따라 다르나 주로 눈토끼, 노루, 멧돼지 등을 잡아 먹는다. 스라소니의 천적은 이리와 표범이다. 모피가 아름다워 남획되어 수가 격감되고 있다. 현재 환경부 지정 멸종 위기 야생동식물에 지정되어 있으며 설악산에서 스라소니 복원을 추진 중에 있다.
여우	산림, 초원, 마을 부근 등지에 서식하며, 바위틈이나 흙으로 된 굴에서 산다. 보통 혼자 살며, 주로 새벽과 저녁에 활동하는데 후각과 청각이 발달되었고, 동작이 민첩하다. 우리나라 제주도과 울릉도를 제외한 전국 각지에 분포하나 최근에는 찾아보기 힘들 정도로 그 수가 줄어 멸종 위기에 있는 종이다.
표범	고산 지대의 산림 속에서 살며 높지 않은 바위산에서는 바위굴에서 산다. 사향노루 노루 멧돼지, 새 등을 잡아 먹으며, 먹이가 부족하면 야생조류나 쥐 종류도 먹는다. 때로는 총각의 사람과 가족을 해치기도 한다. 과거에는 한반도에서 호랑이보다 많은 수가 서식한 것으로 추측하고 있는데 일제 강점기 때, 일본이 죽이거나 포획을 많이 했다고 한다.
호랑이	높은 산의 밀림 지대에서만 살며, 주로 해 진 뒤나 새벽에 활동한다. 먹이는 주로 멧돼지이며 노루, 산양, 곰, 사슴 등이 살고 있는 곳에 대기하고 있다가 덩벼들어 잡아 먹는다. 남한에서는 멸종되었고, 현재는 함경남북도에만 소수가 서식하고 있다.
검독수리	유난히 사람을 경계하기 때문에 사람의 발길이 닿지 않을 만한 산지의 높은 바위 위에 동지를 틀고 산짐승을 주로 잡아 먹는다. 여름에는 높은 산악지역에서 살며, 겨울에는 평지나 해안 또는 나무가 우거지고 바위가 많은 고산지역에서 산다. 산토끼나 들쥐 따위 작은 짐승이나 작은 새 종류를 즐겨 잡아먹는다. 대한민국에서는 멸종위기 1급으로 매우 희귀하며, 천연기념물 243-2호로 지정되어 보호받고 있다.
노랑부리저어새	암컷과 수컷이 모두 흰색인데 앞 목의 밑부분과 뒷머리에 뿔처럼 삐죽 나온 관우라는 깃털만 노란색을 띤다. 이 철새들이 우리나라에 나타나는 시기는 일정하지 않다. 불규칙적으로 봄과 가을, 겨울에 몇 마리씩 드물게 보일 뿐이다. 때문에 우리나라에서는 1968년 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.
두루미	학이라는 이름이 더욱 친숙한 두루미는 예부터 '신선이 타고 다니는 새'라고 해서 사랑 받아 왔다. 겨울에 우리나라에 날아와 짝짓기를 하는데 짝짓기를 할 때 암수컷이 마주 보고 서서 하늘로 머리를 치켜들고 춤을 춘다. 이런 학의 모습을 형상화한 학춤은 우리 전통 문화 중 지금까지 전해져 내려 오는 소중한 유산이다. 두루미는 철원의 민통선 마을을 즐겨 찾는다. 이 마을에는 한겨울에도 얼지 않는 개천이 있어 두루미의 먹이가 보장되며, 민간인의 출입이 없기 때문이다.
검은머리물떼새	하구나 해안가에 살며 조개, 갯지렁이, 물고기 따위를 잡아 먹고 산다. 붉고 긴 부리는 딱딱하고 단단한 조개류의 껍데기를 뚫고 속살을 먹을 수 있도록 되어 있다. 겨울철에 서해안, 낙동강 하구, 내륙 물가에서도 간혹 1~2마리가 눈에 띄나 여름에는 매우 한정된 해안과 무인도서에서만 볼 수 있다. 우리나라에서는 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.



이름	설명
수염풍뎅이	풍뎅이의 더듬이는 대개 곤봉 모양을 하고 있는데 수염풍뎅이의 더듬이는 마치 가지런히 다듬어 놓은 콧수염처럼 생겨서 수염풍뎅이라는 이름을 얻게 되었다. 풍뎅이류 중에서 가장 큰 더듬이를 가지고 있다. 1970년대 이후로 사라진 줄로만 알았던 수염풍뎅이가 한 대학생에 의해 우연히 채집되어 수염풍뎅이의 서식지를 알게 되었다. 당시 어느 지역 하천의 종적지에서 살고 있었는데 다른 시설들이 들어서면서 수염풍뎅이의 서식지가 사라지고 있다.
산굴뚝나비	산굴뚝나비는 생물지리학상 아주 중요한 곤충이다. 과거 제주도가 육지로 붙었을 때는 전 한반도에 분포했을 나비인데 홍적세 말기에 제주도가 섬으로 분리되고, 지구가 온난화됨에 따라 산굴뚝나비들은 한랭한 고산지대나 북쪽으로 서식처를 옮겼다. 그래서 한반도에는 제주도 한라산의 1,400m 이상의 풀밭에서만 살고 있는 나비이다. 산굴뚝나비는 화산암 주변의 솔채꽃, 송이풀, 꿀풀 등 여러 꽃에 모여 꿀을 빨아먹으며 살고 있다. 이는 멸종 위기종일뿐만 아니라 과거 지구의 역사를 알려 주는 살아있는 화석이다.
한란	한란의 꽃은 추운 겨울에 피어나 한 달 이상 지지 않고 은은한 향기를 품는다. 겨울이 되도 시들지 않고 한 해 내내 푸르름을 유지하는 한란의 모습은 조선 시대 선비의 기개와 닮았다고 하여 우리 조상들은 한란을 무척 아꼈다고 한다. 난대성 난초이며, 제주도 한라산 중턱에서만 살아 왔다. 관광객으로 인해 점점 줄어들기 시작했으며, 또한 상업적 목적으로 한란을 캐서 더 빠른 시간 자취를 감추고 있다.
광릉요강꽃	광릉은 이 꽃이 사는 곳의 지명이고, 요강은 꽃잎이 요강처럼 둥그렇게 말려 있어서 붙여진 이름이다. 난초과 중에서도 모양이 특이하기 때문에 사람들은 광릉 요강꽃을 몰래 캐 가서 팔게 되었는데 그러나 광릉 요강꽃은 한 번 뿌리를 옮기면 오래 살지 못하고 죽는다. 토양 속에 있는 특별한 곰팡이와 공생을 하는데 이 곰팡이 균이 없으면 죽게 되기 때문이다.
검들고기	물이 맑고 바닥에 자갈이 깔린 여울에 주로 서식하므로 수질 오염, 골재 채취 등 환경 파괴의 영향을 받기 쉬운 종이다. 환경부 지정 멸종 위기 야생동물에 속한다.
흰수마자	바닥에 모래가 깔려 있는 얇은 여울에서 작은 떼를 지어 헤엄치며, 그 동작이 모래무지와 비슷하다. 수서곤충을 주식으로 하며 주로 2급수에서 산다. 본 종은 우리 나라 특산종이고 희귀종에 속한다.



(5) 외래종(생태계 교란 야생 동식물)

* 원래의 서식지가 아닌 장소에 이동하여 생활을 계속하는 종이다.

구 분	내 용
포유류	뉴트리아
양서류, 파충류	황소개구리, 붉은귀거북속 전종
어 류	파랑볼우럭(블루길), 큰입배스
식 물	돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물, 털물참새피, 물참새피, 도깨비가지, 애기수영, 가시박, 서양금혼초, 미국쑥부쟁이, 양미역취

출처: 환경부 자연자원과



뉴 트리나

늪너구리라고도 하며, 몸길이 43~63cm, 꼬리길이 약 22~42cm이다. 꼬리는 집쥐와 비슷하나, 긴 털이 드문드문 있고 비늘이 드러나 있다. 보통 쥐와 닮았다고 생각하지만 특이하게 발톱 사이에 물갈퀴가 있다. 하천이나 연못의 독에 구멍을 파고 군집을 이루어 생활하며, 먹이는 수중식물의 잎과 뿌리, 작은 곤충 등이다. 수명은 약 10년이다. 생태계 교란 동물로 지정되어 있다. 국내에서 수입한 후 습지로 탈출하였으며, 천적은 없고 습지의 생물들을 마구 잡이로 먹는다.



황소개구리

황소개구리는 1970년대부터 농가의 소득을 올리려는 목적으로 미국과 일본으로부터 우리나라로 들어왔다. 1970년대 중반부터 황소개구리를 사육하던 농가들이 키우던 황소개구리를 무단으로 방류하기 시작했다. 그 이유는 황소개구리를 키워 파는 것이 소득과 연결되지 않기 때문이었다. 들어온 지 얼마 되지 않아 천적이 없던 황소개구리의 수는 급속도로 늘어났고 우리나라의 고유종을 잡아 먹어 물고기와 개구리 등 많은 수의 생물들의 수가 줄어들었다.



블루길

블루길은 큰 호수나 하천의 물풀이 많은 곳에 산다. 주로 동물성 플랑크톤, 물 속에 사는 곤충, 새우, 물고기 알이나 어린 물고기를 먹는다. 알을 낳는 시기는 5~6월이다. 머리와 몸통은 모두 옆으로 납작하고, 체고(몸통 부분에서 가장 높은 부분의 수직 높이)는 높다. 주둥이는 끝이 뾰족하고 아래턱이 위턱보다 약간 앞으로 나와 있다. 한국의 경우 징거미새우나 작은 물고기 등을 닥치는 대로 잡아 먹어 토종 물고기를 급격히 감소시키고 생태계의 균형을 무너뜨리는 주범이다.



붉은귀거북

공식 명칭이 붉은귀거북인 '청거북'은 미국 미시시피 계곡 일대가 원산지로 등길이는 보통 12~20cm이다. 3, 4급수의 수질에서도 잘 생존하며 생명력이 강하다. 지난 80년대 후반부터 애완용이나 방생용으로 수입되기 시작했으나 국내에서 붕어나 미꾸라지, 피라미, 개구리 등을 많이 잡아 먹어 황소 개구리와 마찬가지로 하천생태계의 먹이사슬을 교란시키고 있다는 지적이 있어 왔다. 수명도 20~50년이며 국내에는 천적이 없어 생태계 교란 주범 중 하나로 지목돼, 2001년 12월 '생태계 위해 외래동식물'로 지정되어 수입이 금지되었다.



도끼풀

북아메리카가 원산으로 1968년에 처음으로 알려지고 6·25 동란 후 들어온 귀화식물이다. 줄기는 곧게 서고 높이는 1~2m이고 전체에 짧은 가시털이 있으며 가지가 많이 갈라진다. 잎은 줄기 하부에서 마주 나거나 어긋나고 2~3회 깃꼴로 갈라지며 길이 3~11cm이다. 잎 앞면은 짙은 녹색이고 뒷면은 잿빛이 들며 연한 털이 있다. 한국에는 6·25전쟁 당시 유입되어 전국 각지에 야생상태로 분포하며, 번식력이 매우 강하다. 또한 많은 양의 꽃가루가 나와 알레르기성 비염과 각종 호흡기질환을 유발하는 식물로 알려져 있다.



미국쑥부쟁이

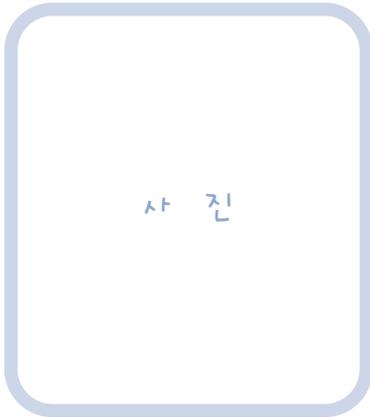
쑥부쟁이와 꽃모양이 비슷하나 미국쑥부쟁이는 꽃이 작고 많은 꽃송이를 맺으므로 구별이 가능하다. 들이나 산기슭에 나며 오히려 건조한 사질 토양의 열린 빈터에서 잘 생육한다. 지난해 성장한 뿌리 줄기에서 집중적으로 발아하고 줄기를 이루며 자라는 특성을 보여 미국쑥부쟁이가 들어간 자리는 다른 식물의 침입이 어렵다. 많은 수의 종자로 확산을 하며, 많은 가지를 쳐서 키가 작은 하층 식물들에 대한 배제작용이 더욱 현저하여 하천 식생과 생태계의 생물 다양성에 부정적인 영향을 준다.

출처: 환경부 자연자원과, <http://www.hkbs.co.kr/>

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

! 기후변화 지표종이면서 멸종 위기종인 생물 중 한 종을 선택하여 정리하세요.!

★ 이름 :



특 징	
생활 방식	
서 식 지	
분포 지역	
멸종 위 기 유	

★ 위 생물을 지키기 위한 나만의 방법

기후변화 생물지표(CBIS; Climate-Sensitive Biological Indicator Species)

기후변화로 인해 계절 활동, 분포역 및 집단 크기 변화가 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되는 생물종을 지표화 하여 정부에서 지속적인 조사·관리를 하고 있음.

* 기후변화 생물지표 현황

동 물	재두루미, 큰기러기, 박새, 왜가리, 동박새, 큰고니, 쇠백로, 중대백로, 산술새, 흰날개해오라기, 붉은부리찌르레기, 검은이마직박구리, 팔색조, 북방산개구리, 맹꽁이, 금강모치, 오분자기, 검은큰따개비, 암골검은표범나비, 북방아시아실잠자리, 어리대모곶등에 등 46종
식 물	구상나무, 설앵초, 만주송이풀, 후박나무, 도깨비고비, 만년석송, 동백나무, 주목, 바람꽃, 봄개미취, 따두릅나무 등 44종
균 류	송이, 능이, 팽나무버섯, 큰갓버섯, 흰곰뚝버섯
원생생물	옥당굴, 비단망사, 참빛물, 낄째, 주름벼대그물벼랑말

| 활동 개요 |

활동 대상	고 등 학생																			
개발 의도	<p>* 지구 표면에 산림은 육지면적의 약 1/3정도이며 지구 전체 광합성의 2/3정도를 담당하고 있다. 산림이 보유하고 있는 탄소의 양은 육상 생태계의 80%, 토양의 40%를 차지하고 있을 만큼 방대하다. 산림에 저장된 탄소는 식물의 호흡이나 토양 내 유기물 분해를 통해 대기 중으로 방출되고 방출된 탄소는 또 다시 산림에 흡수되는 등 지구 생태계 내에서 끊임없이 탄소 순환이 이루어지고 있다. 산림은 탄소 순환에서 지구 기후시스템의 균형에 기여하고 있다. 그러나 산업화 이후 화석 연료의 사용, 산림 훼손 등으로 배출되는 탄소의 양은 많아지고 산림에서 흡수하는 탄소의 양은 점점 줄어들고 있는 실정이다.</p> <p>* 본 프로그램에서는 지구 생태계에서 탄소 순환이 어떻게 이루어지는지 보드게임을 이용하여 알 수 있다. 또한 탄소 순환에 기여하는 각 요인과 그 흐름을 이해할 수 있을 것이다. 보드게임을 진행하면서 기후변화와 관련된 다양한 퀴즈를 풀 수 있도록 하여 기후변화에 대한 전반적인 내용에 대해서도 알 수 있을 것으로 기대된다.</p>																			
학습 목표	<p>* 기후변화 원인, 현상을 말할 수 있다.</p> <p>* 체험을 통해 탄소 순환에 참여하는 요인과 그 흐름을 말할 수 있다.</p>																			
내용 체계	<table border="1"> <thead> <tr> <th>내 용</th> <th colspan="2">기후변화 현상</th> <th>원 인</th> <th>영 향</th> <th>대 응</th> <th>선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td>★</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						내 용	기후변화 현상		원 인	영 향	대 응	선 택	차 시		★				
내 용	기후변화 현상		원 인	영 향	대 응	선 택														
차 시		★																		
활동 차시	* 3차시 / 12차시			소요 시간	100분															
활동 장소	* 실 내																			
준 비 물	강 사 용																			
	학습자용	* 보드판, 주사위, 질문 카드, 포스트잇																		
흐 림 도	도 입 20분	<ul style="list-style-type: none"> 지구 기후시스템에 대해 이해한다. 																		
	전 개 60분	<ul style="list-style-type: none"> 모둠별 탄소 순환 보드게임을 한다. 탄소 순환 보드판에 가려진 그림은 탄소 순환에 기여하는 각 요인들이다. 기후변화 질문 카드를 뒤집어 문제를 맞힐 때마다 가려진 탄소 순환 요인들을 공개할 수 있다. 팀으로 나누어 탄소 순환 요인을 더 많이 공개한 팀이 우승한다. 																		
	마 무 리 20분	<ul style="list-style-type: none"> 활동지를 통해 탄소 순환에 대해 정리한다. 																		



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 지구 기후시스템에 대해 이해한다.

- * 예시 _ 우리가 살아가는 지구의 기후시스템에 대해 이해한다. 물과 대기의 순환은 지구의 에너지 균형을 유지시킨다. 또한 질소 순환, 황 순환, 탄소 순환은 지구 내 유기·무기물질의 균형을 유지하고 있다는 것을 설명한다.
- * 유의 사항 _ 지구 기후시스템에 대한 기본적인 내용을 학습한다. 또한 지구 균형 유지를 위해 탄소 순환의 중요성을 깨닫도록 한다.

2. 전개(60분)

(1) 탄소 순환 보드게임을 한다.

- * 예시 _ 모둠별로 보드게임 놀이판을 준비한다. 보드게임 놀이판은 탄소 순환을 나타내고 있다. 탄소 순환에 기여하는 요소들은 처음에는 가려져 있다. 게임 방법은 아래와 같다.
 - ① 학생들은 두 팀 또는 세 팀으로 나누어 순서대로 주사위를 던져 이동한다.
[*이동 방향은 정해져 있지 않다.]
 - ② 주사위 숫자만큼 이동한 후 기후변화 문제를 맞힌다.
 - ③ 문제를 맞힐 경우 가려져 있던 요소를 공개할 수 있다. 팀별 스티커로 표시한다.
 - ④ 문제를 맞히지 못할 경우 다음 기회에 문제를 맞힐 기회가 주어진다.
 - ⑤ 모든 요소가 공개되면 게임이 끝나며 요소의 공개 횟수가 많은 팀이 우승한다.

질문 문항의 일부는 아래와 같으며 25개의 문항은 참고 자료에 제시되어 있다.

질 문 문 항	대 답
1. 제품이 생산에서 폐기될 때까지 발생하는 탄소의 양을 인증하는 제도가 있다.	○
2. 날씨와 기후는 같은 의미이다?	×
3. 온실가스 등의 증가로 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 열섬현상이다.	×
4. 지구온난화가 지속되면 우리나라로 넘어오는 황사가 줄어들 것이다.	×
5. 지구온난화를 통해 우리나라의 다모작이 가능해질 것이다.	○
6. 기후변화는 인간의 활동으로 인해 발생하는 온실가스 때문에 심화된다.	○
7. 지구온난화로 남해안에서의 적조현상이 더욱 증가하고 있다.	○
8. 남태평양의 섬나라 투발루는 바닷물에 잠기고 있다.	○
9. 해운대는 기후변화로 인한 홍수의 피해를 보여주는 영화이다.	×
10. 일반 냉장고보다 양문 냉장고가 에너지 절약 효과가 떨어진다.	×

- * **유의 사항** _ 이미 공개된 요소에 또 다시 가게 될 경우에 한 번 쉬고 다음 번에 주사위를 굴러서 이동한다. 모든 요소가 공개 되면 게임이 끝난다.
- * **준비물** _ 탄소 순환 보드게임 놀이판, 주사위, 각 팀별 말, 각 팀을 표시하는 스티커

(2) 탄소 순환과정에 대해서 정리한다.

- * **예시** _ 게임을 통해 탄소 순환에 기여하는 요인들을 알게 되었을 것이다. 탄소를 고정하는 요인은 산림, 토양, 석탄, 석유, 천연가스 등이 있다. 탄소를 배출하는 요인은 자동차, 공장, 화재, 목재품 생산 등이 있다. 산업화 이전에는 탄소 배출량과 고정량이 일정하여 균형이 이루어졌으나 산업화 이후 탄소 배출 요인이 많아지고 반면 탄소 고정 요인인 산림은 줄어들면서 탄소 순환에 불균형이 일어나고 있다.
- * **유의 사항** _ 게임을 통해 알게 된 내용을 꼭 확인하도록 한다.

3. 마무리(20분)

(1) 게임을 통해 알게 된 내용을 활동지에 정리한다.

- * **예시** _ 보드게임을 통해 탄소 순환에 대해서 알게 된 내용을 활동지에 정리한다. 보드게임을 통해 탄소 순환은 물론 게임 중 풀었던 기후변화 관련 퀴즈에 대해서도 다시 한 번 정리한다.
- * **준비물** _ 활동지



| 활동 방법 |

교구 제작 방법

- ★ 탄소 순환 보드판 _ 탄소 순환 보드판 이미지를 A3크기로 인쇄하여 우드락 등에 붙인다.
- ★ 지식 카드 _ 제시된 기후변화 관련 문제를 카드 형식으로 만든다.



교구 제작 모습

- 1 토양에서 출발하여 주사위를 굴러 나오는 숫자만큼 이동한다. 이동 방향은 정해져 있지 않다.
- 2 가려져 있는 탄소 순환 요소에 도착하면 다음 차례인 학생이 지식 카드를 뒤집어 문제를 제시한다.
- 3 문제의 답을 맞히면 가려져 있는 요소를 공개한다.
- 4 가려져 있는 모든 요소가 공개될 때까지 게임을 진행하며 게임이 끝난 후 가장 많은 요소를 공개한 학생이 승자가 된다.



게임 진행 모습



게임이 끝난 후 모습

- 6 활동지를 통해 탄소 순환에 대해서 정리한다.

참고 자료

(1) 지구 기후시스템

* 지구 시스템의 구성

- 지구 시스템은 대기권, 수권, 설빙권, 생물권, 암석권 등으로 구성된다.
- 태양은 기후시스템의 근본적인 에너지원으로 태양 에너지가 기후의 근원이다.

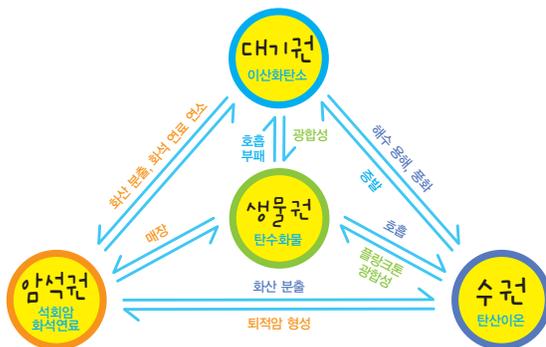
* 원리

- 태양은 지구에 사는 생명체에게 필요한 에너지를 제공하는 근원으로 기후시스템을 움직이는 에너지는 태양으로부터 공급되며, 기후시스템 속에서 여러 형태의 에너지로 변하고 최종적으로 지구 장파 복사 형태로 우주로 방출된다.
- 대기 상부에서 대기층을 통해 내려오는 태양 복사 에너지는 구름, 오존, 수증기 등에 의해 흡수되나 대부분 지표까지 내려와 흡수된다.
- 지표면에 흡수되는 태양 복사는 지표의 성질에 따라 흡수율이 달라진다.
- 지구 기온 분포가 일정하게 유지되는 것은 대기와 해양이 열 에너지를 수송하기 때문이다.
- 땅 속이나 깊은 심해에 사는 소수 생명체를 제외하고 지표 근처에 사는 대부분의 생명체는 태양 에너지를 이용하여 살아간다. 식물은 광합성 과정을 통해서 태양 에너지를 영양소로 바꾸어 사용하며 뿌리나 줄기 잎, 그리고 열매 등에 저장하기도 한다. 초식동물은 식물을 먹고 육식동물은 다른 동물을 잡아먹고 살아가므로 결국 모든 생물 에너지의 근원은 태양이라고 할 수 있다.

출처: <http://www.climate.go.kr/index.html>

(2) 탄소 순환

- * 탄소는 공기, 물, 흙, 바위 그리고 모든 살아 있는 생물체에 존재한다. 탄소는 가만히 머물러 있지 않고 순환한다.
- * 생태계에서 탄소 순환은 다음과 같이 이루어진다. 식물은 광합성 과정을 하는 동안 공기 중에 있는 탄소를 이산화탄소 형태로 흡수한다. 토끼는 풀을 먹고 풀 속에 저장된 탄소를 사용할 수 있다. 여우가 토끼를 잡아먹을 때 토끼 안에 있던 탄소를 흡수한다. 생물은 숨을 쉴 때 탄소를 공기 중으로 방출하고 배설을 하면서 땅으로 탄소를 내보낸다. 또한 동물의 사체가 분해될 때도 탄소를 배출한다. 식물도 마찬가지로이다. 어떤 식물의 사체는 분해되지 않는다. 대신 몇 백만 년 후에 석유나 석탄처럼 화석 연료로 된다. 이렇게 고정되어 있던 화석 연료를 연소할 때 아주 많은 양의 탄소가 이산화탄소가 되어 지구의 대기 중으로 배출된다.



지구 환경에서 탄소의 순환

출처: 푸른행성의 과학 <http://skyobserver.net/>

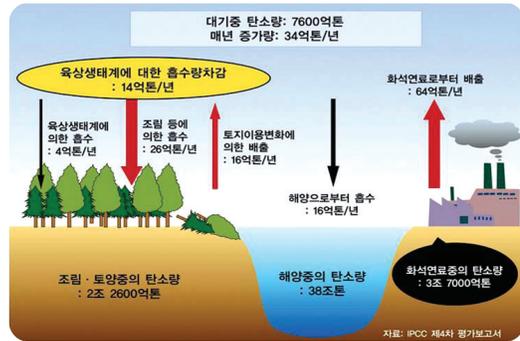


*** 탄소 배출원**

- 탄소는 대기권에서 주로 이산화탄소의 형태로 존재한다. 이산화탄소는 화산 분출, 화석 연료의 연소, 침식 그리고 생명체의 호흡 등에 의해 대기권으로 공급된다. 이 중에서 그 동안 지구 환경에서 탄소의 가장 큰 배출원은 화산 분출이었다.

*** 탄소 고정원**

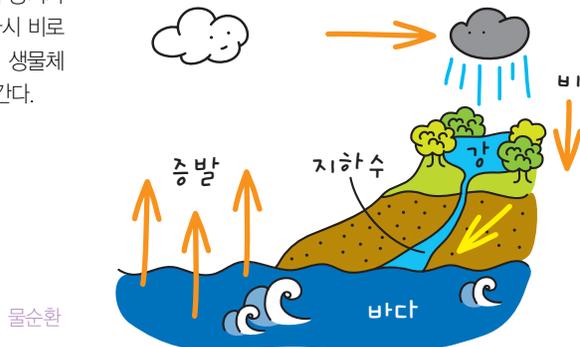
- 탄소는 수권에 용해되거나 암석권에 흡수, 생물의 광합성에 의해 대기권에서 제거된다. 이산화탄소는 대기권과 수권의 접촉부에서 수권으로 직접 용해되기도 하지만 빗방울에 용해된 다음 강수의 형태로 공급되기도 한다.
- 그보다 더 중요한 것은 이산화탄소가 용해된 빗방울이 대륙에 낙하할 때 대륙의 암석과 반응하여 금속 이온을 제거하여 암석을 풍화한다. 빗방울과 금속 이온이 만나 중탄산 이온(HCO_3^-)이 되는데 이것은 바다에서 칼슘 이온과 반응하여 양금을 만들고 침전하여 해저에서 석회암을 만들어 이산화탄소를 고정한다.



출처: IPCC 제4차 평가보고서

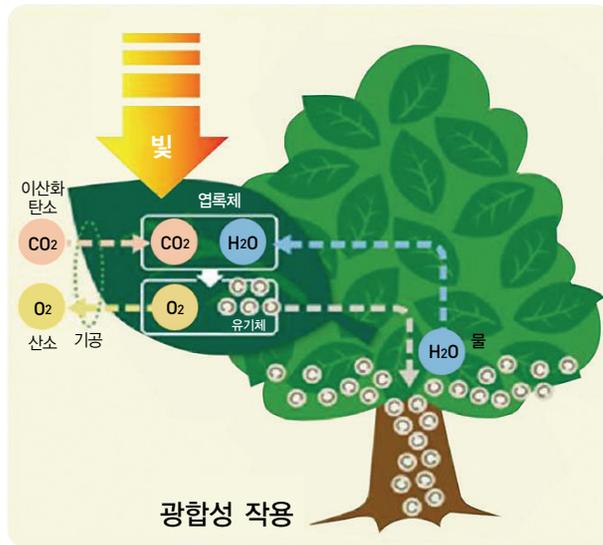
(3) 물순환

- 지구 표면의 70%는 물로 둘러싸여 있다. 대부분은 바다지만 생물체의 몸 속에도 있고 공기 중에도 물이 있다. 물은 강과 호수에 가득하고 땅 속에도 엄청나게 많은 양의 물이 있다. 물은 빙하에는 얼어 있는 상태로 북극에는 만년설로도 존재한다.
- 지구에 있는 물의 양은 제한되어 있으며 같은 양의 물이 계속 돌고 도는 것이다. 이것이 물순환이다.
- 지구의 모든 물은 약 35억년 동안 순환했다. 물은 각기 다른 상태에 따른 이동의 과정을 거치면서 지구 상에 머문다. 땅 밑의 지하수, 땅위의 강, 호수, 습지, 빙설, 만년설 등이 녹고 흘러서 바다로 가고 바다와 호수, 강, 습지 등에서 증발된 수증기가 대기 중으로 가서 구름이 되고 다시 비로 오는 물의 순환과정 속에 모든 생물체 들은 물을 통해 생명을 유지해 간다.



(4) 산림의 탄소 흡수와 배출

- * 식물은 광합성을 통하여 이산화탄소를 흡수하고 산소를 배출한다. 그리고 그 과정에서 영양분의 형태로 나무와 토양에 탄소를 고정한다. 저장된 탄소는 식물의 호흡이나 토양 내 유기물 분해를 통하여 다시 대기 중으로 방출된다.



출처: 산림청, 기후변화와 산림, 2008

* 목재와 이산화탄소 저장

- 나무는 썩거나 불에 타서 없어질 때까지 광합성을 통해 탄소를 저장한다.
- 현재 지구 산림생태계에 저장되어 있는 탄소량은 약 5,500억 톤이며 매년 광합성에 의해 대기와 교환되고 있는 탄소의 양은 약 1,200억 톤으로 추정된다.
- 산림에서 벌채된 나무는 부패되거나 연소되지 않는 한 장기적으로 이산화탄소를 저장할 수 있으며, 벌채된 지역은 재조림(再造林)을 통해 탄소 흡수량이 증대된다.
- 화석 연료 사용은 지구 안에 묻혀 있던 탄소를 꺼내 쓰는 것이므로 대기 중에 이산화탄소를 증가시킨다.
- 목재는 공기 중에 있는 탄소를 흡수하여 다시 공기 중으로 내보내므로 탄소를 증가시키지 않고 순환시킨다.

* 우리 나라 산림의 탄소 흡수량을 늘리기 위한 방법

- 유희 토지 등 신규조림으로 산림 면적의 절대치를 확대한다.
- 산림의 체적을 늘려 탄소 축적량을 늘린다.
- 목재 이용 활성화로 탄소를 장기 저장한다.
- 목재 연료 대신 목질계 바이오매스 연료 이용으로 탄소 배출을 저감한다.



(5) 보드게임 기후변화 관련 질문 카드 문항

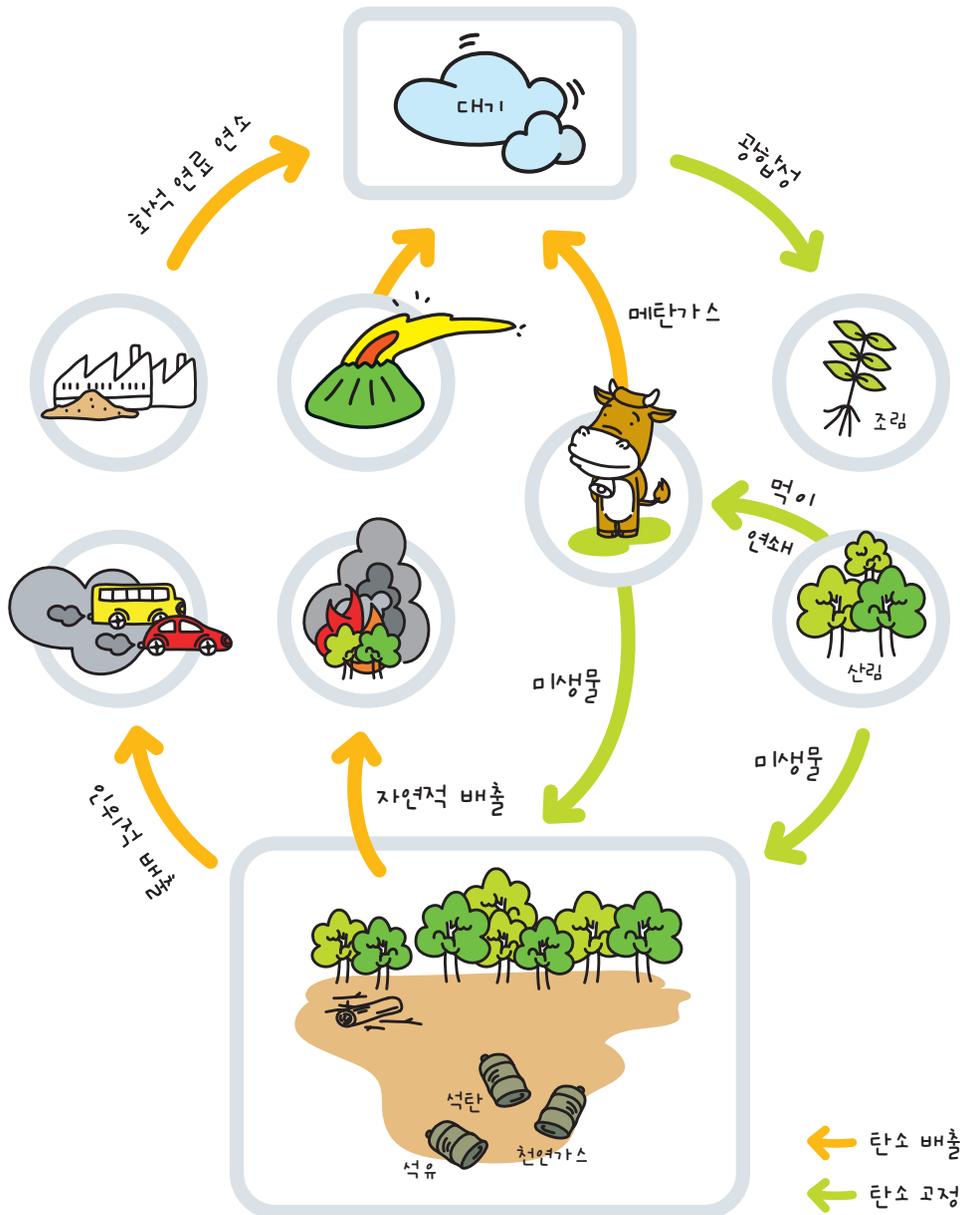
문항	정답	설명												
1. 제품이 생산에서 폐기될 때까지 발생하는 탄소의 양을 입증하는 제도가 있다.	○	환경부에서 시행하는 탄소성적표지 제도는 일상 생활용품, 가정용 전기기기 등 모든 제품의 탄소 배출량 정보를 공개하고, 기후변화 대응을 위한 저탄소 녹색 생산과 녹색 소비를 지원한다.												
2. 날씨와 기후는 같은 의미이다.	×	기후는 오랜 시간을 거쳐 공간적, 시간적으로 안정된 날씨가 지속될 때 기후라 부르며, 날씨는 단기적인 기상 상황을 나타낸다.												
3. 온실가스 등의 증가로 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 열섬현상이다.	×	열섬현상은 도시 안에서 생겨나는 온실가스로 인해 도심부의 온도가 주변부보다 높은 현상이며, 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 지구온난화이다.												
4. 지구온난화가 지속되면 우리 나라로 넘어오는 황사가 줄어들 것이다.	×	사막화가 더욱 빨리 진행되어 황사의 양과 빈도가 늘어날 것이다.												
5. 지구온난화를 통해 우리 나라의 다모작이 가능해질 것이다.	○													
6. 기후변화는 인간의 활동으로 인해 발생하는 온실가스 때문에 심화된다.	○	자연적 요인 : 화산 폭발 때 분출되는 화산재나 미세먼지 등이 태양열을 차단하게 되어 기온 저하 등이 발생 인위적 요인 : 산업화 이후 급격하게 증가된 온실가스에 의한 온실효과, 도시화, 산업화, 산림 파괴 등.												
7. 지구온난화로 남해안에서의 적조현상이 더욱 증가하고 있다.	○													
8. 남태평양의 섬나라 투발루는 비닷물에 잠기고 있다.	○													
9. 목재는 공기 중에 있는 탄소를 흡수하여 다시 공기 중으로 내보내므로 탄소를 증가시키지 않고 순환시킨다.	○	열섬현상은 도시 안에서 생겨나는 온실가스로 인해 도심부의 온도가 주변부보다 높은 현상이며, 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 지구온난화이다.												
10. 일반 냉장고보다 양문 냉장고가 에너지 절약 효과가 떨어진다.	×	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>일반냉장고</th> <th>양문냉장고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO₂ 흡수량</td> <td>어린 소나무 7그루/년</td> <td>어린 소나무 18그루/년</td> </tr> <tr> <td>에너지 절감</td> <td>46.9kwh/년</td> <td>118kwh/년</td> </tr> <tr> <td>비용 절약</td> <td>4,577원/년</td> <td>11,512원/년</td> </tr> </tbody> </table>		일반냉장고	양문냉장고	CO ₂ 흡수량	어린 소나무 7그루/년	어린 소나무 18그루/년	에너지 절감	46.9kwh/년	118kwh/년	비용 절약	4,577원/년	11,512원/년
	일반냉장고	양문냉장고												
CO ₂ 흡수량	어린 소나무 7그루/년	어린 소나무 18그루/년												
에너지 절감	46.9kwh/년	118kwh/년												
비용 절약	4,577원/년	11,512원/년												
11. 여름철 에어컨 사용을 하루 1시간 줄이면 1년에 어린 소나무 10그루 심는 것과 같은 이산화탄소를 줄일 수 있는 효과가 있다.	○													
12. 나무는 썩거나 불에 타서 없어질 때까지 광합성을 통해 탄소를 저장한다.	○													
13. 데스크탑과 노트북은 전력 소모량이 같다.	×	노트북의 연간 전력사용량은 52.9kwh인 반면 데스크탑은 353.2kwh 로 약 7배의 전력을 소모한다.												
14. 가정에서 전기, 가스, 수도를 절약한 만큼 인센티브를 받을 수 있는 제도가 있다.	○	탄소포인트 제도는 가정, 상업(건물) 등의 전기, 가스, 수도 등의 절감량을 온실가스 감축분으로 환산하여 포인트를 지급하고 이에 상응하는 인센티브를 제공하는 전 국민 온실가스 감축 실천 프로그램이다.												
15. 6대 온실가스는 무엇인가?		① 이산화탄소(CO ₂) / ② 메테인(CH ₄) / ③ 아산화질소(N ₂ O) / ④ 육불화황(SF ₆) / ⑤ 수소불화탄소(HFCs) / ⑥ 과불화탄소(PFCs)												
16. 물의 날, 지구의 날, 바다의 날, 환경의 날은 각각 언제인가?		물의 날 : 3월 22일 / 지구의 날 : 4월 22일 / 바다의 날 : 5월 31일 / 환경의 날 : 6월 5일												
17. 지구온난화로 인해 나타나는 현상에 대해 답하십시오.		북극의 빙산이 줄어들고 해수면이 높아진다. 비가 오는 날이 적어지는데, 비가 갑자기 많이 오는 폭우가 늘어나고 있다. 겨울철에 즐겨 먹던 명태를 동해에서 잡을 수 없다.												
18. 온실가스로 인해 태양의 정파장은 통과시키고, 지구의 단파장은 흡수하여 지구의 온도가 올라가는 효과는 온실효과이다.	○													
19. 해운대는 기후변화로 인한 홍수의 피해를 보여 주는 영화이다.	×	해운대는 지진으로 인한 쓰나미를 보여 주는 영화이다.												
20. 우리 나라 바다에 해파리가 점차적으로 늘어나는 것은 지구온난화와 연관이 있다.	○													
21. 기후변화로 인해 사과의 주산지인 대구에서 사과 생산량이 더욱 늘어나고 있다.	×	문경에서 사과의 생산량의 비율이 더욱 높다.												
22. 소의 트림이나 방귀도 온실효과의 원인이 된다.	○													
23. 지구온난화의 주요 원인은 온실효과이다.	○													
24. 온실효과는 지구에게 필요한 현상이다	○													
25. 메테인은 온실효과에서 가장 큰 영향을 끼친다.	×													

문항	정답	설명
27. 기후란 오랜 시간을 거쳐 공간적, 시간적으로 안정된 날씨가 지속되는 것입니다. 기후변화는 현재의 기후계가 자연적·인위적인 요인에 의하여 점차 변화하는 것을 말합니다. 그렇다면 온실가스 등의 증가로 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 무엇인가?	1	① 지구온난화 / ② 열섬현상 / ③ 이상기후현상 / ④ 기온역전현상 / ⑤ 탄소동화
28. 지구대기 1%를 구성하는 이산화탄소를 포함한 온실가스는 지구로 들어오는 짧은 파장의 태양에너지는 통과시키지만, 지구가 방출하는 긴 파장의 지구 에너지를 흡수하여 지구를 덥게 만드는 역할을 합니다. 이와 같은 효과를 무엇이라고 하는가?	3	① 나비효과 / ② 냉각효과 / ③ 온실효과 / ④ 도시효과 / ⑤ 사막화
29. 다음 중 지구온난화의 현상으로 볼 수 없는 것은 무엇인가?		① 북반구 극지방에서는 1960년대 이후로 눈두께가 10%나 감소하고 있다. ② 전 지구적으로 집중호우와 폭풍우에 의한 홍수가 빈발하고 있다. ③ 북서부 아프리카에서는 연평균 강수량이 감소하여 사막화 현상이 가속화되고 있다. ④ 해수면이 상승하여 투발루라는 섬의 국민은 모두가 다른 나라로 대피하였다. ⑤ 나무의 조기개화, 새들의 조기 산란, 동식물 서식지의 변화가 나타나고 있다.
30. 다음 중 기후변화와 관련된 영화가 아닌 것은 무엇인가?	3	① 투모로우 / ② 북극의 눈물 / ③ 해운대 / ④ 2012 / ⑤ 불편한 진실
31. 다음 중 사막화현상이 나타나지 않는 곳은 어디인가?	4	① 중국 / ② 미국 / ③ 볼리비아 / ④ 필리핀 / ⑤ 몽골
32. 지구온난화로 인해 예상되는 생활의 변화로 적절치 않은 것은?	5	① 더위로 인한 스트레스와 질병이 증가한다. ② 전염성 질병체의 분포변화로 전염병이 증가한다. ③ 우리 나라의 다모작 농사가 가능해진다. ④ 아열대에서 서식하는 조류를 제주도에서 볼 수 있다. ⑤ 봄 기간이 짧아지고, 중국으로부터의 황사가 줄어든다.
33. 다음은 기후변화로 인해 우리나라에서 나타나고 있는 일들을 각 기저들이 언급한 내용이다. 다음 중 틀린 기저는 누구인가?	3	① 수경 : 말라리아와 같은 열대성 질병이 날로 증가하고 있습니다. ② 해린 : 동해안에서 명태를 찾아보기가 힘들어지고 있습니다. ③ 주영 : 강원도 고랭지배추의 재배면적이 날로 증가하고 있습니다. ④ 상훈 : 남해안의 해파리가 급증하여 어민들의 피해가 늘어나고 있습니다. ⑤ 용원 : 사과의 주산지 대구라는 옛말이 무색하게 영월의 사과 생산량은 날로 늘어갑니다.
34. 가정이나 기업, 단체가, 전기, 수도, 가스 등의 사용을 줄인 만큼 포인트를 적립 받아 현금, 탄소캐쉬백으로 전환, 교통카드, 상품권 총량제 쓰레기 봉투, 가림막 등 지자체가 정한 범위 내에서 인센티브를 받을 수 있는 제도는 무엇인가?	1	① 탄소 포인트 / ② 오케이 캐쉬백 / ③ 해피 포인트 / ④ 탑 포인트
35. 92년도 6월 지구온난화로 인한 지구 환경 변화의 위험을 최소화하기 위하여 세계 최초의 환경 협약인 "기후변화 협약"을 체결한 나라는 어디인가?	2	① 브라질 리우데자네이루 / ② 일본 교토 / ③ 영국 런던 / ④ 네덜란드 코펜하겐
36. 1997년 12월 기후변화협약 제3차 당사국총회에서 채택되었고 2005년부터 전격 발효된 협약입니다. 선진국(38개국)의 의무적 감축목표(90년대 대비 5.2%)를 설정하였고, 배출권거래제 등 온실가스감축수단을 도입하는 등 온실가스를 줄이기 위한 법적 구속력을 갖는 국제 협약은 무엇인가?	1	① 교토의정서 / ② 기후변화 협약 / ③ 바젤협약 / ④ 람사협약
37. 우리 나라에서는 2005년을 기준으로 하여 2020년까지 온실가스를 줄이는 것으로 국가 목표를 정했는데 감축목표는 어느 정도인가?	1	① 5% / ② 10% / ③ 20% / ④ 30%



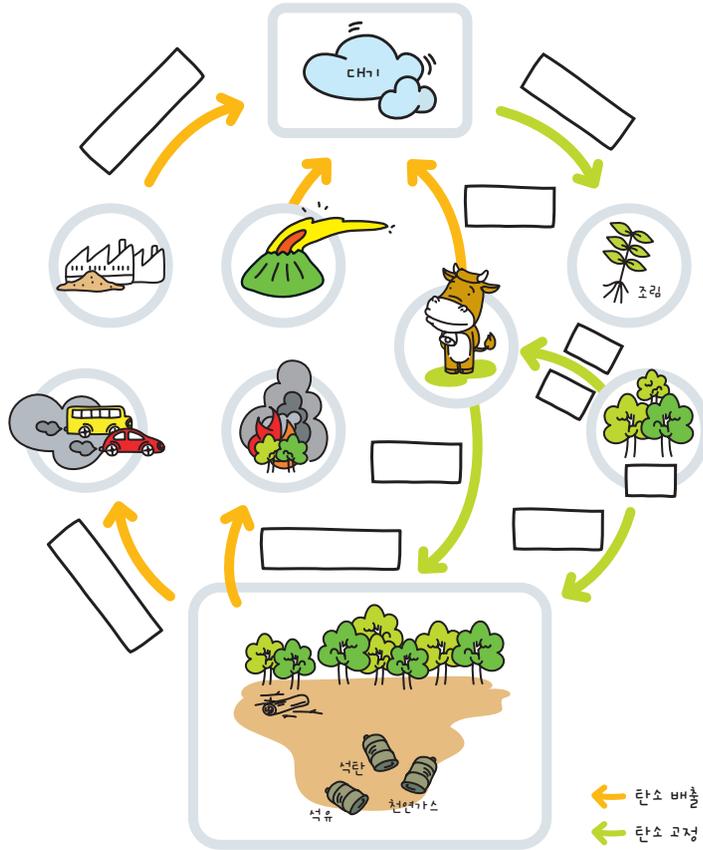
문항	정답	설명
38. 제품이나 서비스의 전 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 소비자에게 공개하고 이를 통해 저탄소 소비 문화를 확산하고자 하는 제도는 무엇인가?	1	① 탄소 라벨링 / ② K마크 / ③ 중소기업 제품 인증 / ④ 고효율 제품 인증
39. 다음 문구의 빈 칸에 들어갈 말이 순서대로 맞는 것은? 【그린스타트란 OOOO를 통한 저탄소 사회 구현을 위해 일상생활에서 OOOO줄이기를 실천 하는 범국민 운동입니다.】	3	① 고효성장, 푸른나무 / ② 산업발전, 빈부격차 / ③ 녹색성장, 온실가스 / ④ 자원개발, 석유사용 / ⑤ 학교교육, 사교육비
40. 나무를 심으면 주요 온실가스인 이산화탄소를 흡수하게 되어 공기 중의 온실가스를 줄일 수 있게 되는데 이산화탄소 흡수량이 가장 많은 나무는?	1	① 백합나무 / ② 배롱나무 / ③ 벚꽃나무 / ④ 단풍나무
41. 바람직한 냉장고 사용법은 어느 것인가?	2	① 음식물을 가득 채운다. ② 뜨거운 물을 빨리 식히기 위해 주전자를 냉장고에 넣어 둔다. ③ 냉장고의 냉기 순환이 잘 되도록 1/3만 채운다. ④ 자주 열어서 냉각팬이 빨리 돌아가게 한다.
42. 교토의 정서를 이행하기 위한 경제적 수단 3 가지 중 주된 수단으로 국가마다 할당된 감축량 의무 달성을 위해 자국의 기업별, 부문별로 배출량을 할당하고 기업들은 할당된 온실가스 감축 의무를 이행하지 못할 경우 다른 나라 기업으로부터 할당량을 매입할 수 있도록 하는 제도는 무엇인가?	2	① 청정개발체제 / ② 배출권거래제 / ③ 공동이행제도 / ④ 탄소포인트제
43. 지구의 기온 상승 원인인 이산화탄소를 줄일 수 있는 실천 행동이 아닌 것은 무엇일까?	1	① 에너지 효율 낮은 제품 사용하기 ② 승용차 사용 줄이고 자전거 타고 다니거나 걸어 다니기 ③ 나무심기 ④ 전기 제품 플러그 뽑기 등
44. 제품이 생산에서 폐기될 때까지 발생하는 탄소의 양을 인증하는 제도는 무엇인가?		탄소성적표지제도
45. 6대 온실가스는 무엇인가?		① 이산화탄소(CO ₂) / ② 메테인(CH ₄) / ③ 아산화질소(N ₂ O) / ④ 육불화황(SF ₆) / ⑤ 수소불화탄소(HFCs) / ⑥ 과불화탄소(PFCs)
46. 온실가스 등의 증가로 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 무엇인가?		지구온난화 현상
47. 이산화탄소 1kg과 비교하였을 때 어떤 온실기체가 대기 중에 방출된 후 특정 기간 그 기체 1kg의 가열 효과가 어느 정도인가를 평가하는 척도를 무엇이라 하는가?		지구온난화 지수
48. 지구온난화를 줄이기 위한 방법 3가지를 말하십시오.		- 대중교통 이용하기 / - 자원재활용하기 / - 나무심기 - 친환경상품 구매하기 / - 친환경에너지 사용하기
49. 괄호 안에 들어갈 알맞은 말은? [나무는 썩거나 불에 타서 없어질 때까지 ()을 통해 탄소를 저장한다.]		광합성
50. 우리 나라 산림의 탄소 흡수량을 늘리기 위한 방법을 말하십시오.		- 유휴 토지 등 신규조림으로 산림 면적의 절대치를 확대한다. - 산림의 체적을 늘려 탄소 축적량을 증가시킨다. - 목재 이용 활성화로 탄소를 장기 저장한다. - 목재 연료 대신 목질계 바이오매스 연료이용으로 탄소 배출을 저감시킨다.

(6) 보드게임판



() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

! 아래는 탄소 순환을 나타내는 그림입니다.
 비어있는 곳에 탄소 순환에 기여하는 요소들을 채워 넣어 주세요. !



내용출처: 산림청, 기후변화와 산림, 2008

*** 탄소 순환**

지구 생태계 많은 요소들은 끊임 없이 탄소를 흡수, 방출한다. 대기 중에서는 이산화탄소 등의 탄소 화합물로, 지각 내에서는 석유나 석탄 또는 탄산칼슘으로, 해수 중에는 탄산 이온으로, 생태계 내에서는 생물체 내 화합물의 형태로 존재한다.

*** 산림과 탄소 순환**

산림의 탄소 흡수 : 식물은 광합성을 통하여 지구온난화의 주요 원인인 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하고 그 과정에서 영양분의 형태로 식물체와 토양에 탄소를 저장한다.

산림의 탄소 방출 : 저장된 탄소는 식물의 호흡이나 토양 내 유기물 분해를 통하여 대기 중으로 방출된다.



| 활동 개요 |

활동 대상	고 등 학생																															
개발 의도	<p>* 기후변화의 요소 및 현상들에 대한 다양한 관점이 존재함에도 불구하고 가장 일반적인 내용들만 주입함으로서 학생들 스스로 기후변화에 대해 다양한 사고를 할 수 있는 기회가 줄어들었다. '기후변화 탐정 놀이'를 통해 기후변화 현상이 나타나게 된 과정을 다각적으로 이해하고 발견해 나가며 앞으로 더욱 급격하게 변화하게 될 기후에 대해 적극적으로 대응할 수 있도록 하고자 한다.</p> <p>* 학생들에게 '기후변화 탐정 놀이'는 재미난 놀이를 통해 기후변화에 대한 높은 관심과 흥미를 불러올 수 있는 학습 방법으로 수업에 대한 집중도를 높일 수 있다. 학생들은 교사의 설명 없이 주도적으로 가설과 증명을 반복함으로써 답을 발견하는 과정을 통해 기후변화 현상에 대해 이해할 수 있을 것으로 기대된다.</p>																															
학습 목표	<p>* 기후변화 현상이 나타나는 원인 요소를 설명할 수 있다.</p> <p>* 기상 사건의 해결 과정을 통해 온실가스와 기후 변화의 연관성을 찾을 수 있다.</p>																															
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">내 용</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th colspan="2" style="width: 15%;">대 응</th> <th colspan="2" style="width: 10%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="color: green;">★</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택		차 시				★						
내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택																							
차 시				★																												
활동 차시	* 4차시 / 12차시					소요 시간		100분																								
활동 장소	* 실 내																															
준 비 물	강 사 용	* '햄버거 커넥션' 동영상 파일																														
	학습자용	* 모둠 활동지																														
흐 림 도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #8e6090; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 도 입 20분 </div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f0f0f0; padding: 10px; border-radius: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> '설록홈즈' 등 여러 추리 소설 중 짝막한 일화를 들려주고 추리를 풀도록 한다. 기후변화 현상을 사진과 그래프로 제시한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #8e6090; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 견 거 60분 </div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f0f0f0; padding: 10px; border-radius: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> 기후변화와 관련된 기상 사건을 제시한다. 모둠별로 가설을 세우고 증명한다. 교사는 단서의 힌트를 제공한다. 모둠별로 발표한다. '햄버거 커넥션' 동영상을 시청한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #8e6090; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 마 무 리 20분 </div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f0f0f0; padding: 10px; border-radius: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> 도입시 제시했던 사진과 그래프를 설명한다. "삶은 개구리 요리" 이야기를 해준다. </div> </div> </div>																															



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) '셜록홈즈' 등 여러 추리 소설 중 짤막한 일화를 들려 주고 추리를 풀도록 한다.

*** 예시** _ **퀴즈 1** 어떤 방 안에 전구가 하나 있다. 밖에는 스위치가 3개 있다. 방에는 딱 한 번만 들어갈 수 있으며 이 3개의 스위치는 몇 번을 눌러도 상관이 없다. 어떤 스위치가 진짜 스위치일까?

답 첫 번째 스위치를 켜고 한참 기다린 후에 끄고 두 번째 스위치를 켜고 방에 들어간다.
불이 꺼져 있고 손으로 만져서 아주 뜨거우면 첫 번째 스위치가 정답.
불이 켜져 있으면 두 번째 스위치가 정답.
불이 꺼져 있고 뜨겁지도 않다면 자동으로 세 번째 스위치가 정답.

퀴즈 2 무더운 여름 날 박지성 씨 집의 유리 창문이 깨졌다.
집 정면의 왼쪽에는 단풍나무가 서 있다. 용의자들의 진술은 다음과 같다.

- 1) 이순재 : 난 그 때 독서를 하고 있었어. 오늘은 심심한 날이거든.
- 2) 박해미 : 선풍기를 켤 수 없었어. 그래서 박지성 씨 단풍나무 그늘에서 쉬고 있었어.
- 3) 정준하 : 집안이 더워서, 목욕을 하고 있었어.
- 4) 김분좌 : 난 그 때 '나는 가수다' TV 프로그램을 보고 있었어.
- 5) 돌 리 : 오늘은 정말 짜증 나는 날이야.
- 6) 또 치 : 내 취미는 영화 감상이야. 그런데 오늘은 보지를 못했어.
- 7) 이경규 : 오늘은 오랜만에 손으로 빨래를 했어.
- 8) 호호아줌마 : 오늘은 에어컨을 켜지 못해서, 밖으로 나와 단풍나무 그늘에서 쉬었어.

8명의 사람 중 1명만이 거짓말을 하고 있다. 누가 범인일까?

답 김분좌
잘 보면 동일 시각 전기가 안 들어오고 있다는 사실을 알 수 있다. 전기가 안 들어오는데도 TV를 시청 했다는 김분좌가 범인.

*** 유의 사항** _ 되도록 환경과 연관된 일화를 선택하되 없다면 학생 수준에서 짧은 시간 내에 풀 수 있는 문제를 제시한다. 도입에 추리 소설을 적용한 이유는 흥미 유발도 있지만 전개 활동 시 이어지는 추리 과정을 미리 경험해 봄으로써 학생들에게 추리가 어렵지 않고 조금만 생각하면 쉽게 해결할 수 있다는 자신감을 불어 넣어줄 수 있기 때문이다.

(2) 기후변화 현상 중 예시를 사진과 그래프로 제시한다.

*** 예시** _ 지구 평균 온도가 증가하고 있는 그래프와 기후변화 영향의 대표적 사례 사진(투발루) 등을 제시한다. 그리고 제시한 사진과 그래프에 대한 설명 없이 오늘 수업이 이것들과 연관이 있다는 것만 알리고 바로 전개 활동을 시작한다.

*** 유의 사항** _ 학생들이 어떤 방법으로 수업을 하게 되는지 궁금증을 갖고 수업에 임할 수 있도록 유도한다. 따라서 사진과 그래프를 제시할 때 어떠한 힌트도 제공해선 안 된다.

*** 준비물** _ 기후변화 현상이 나타난 사진, 그래프



2. 전개(60분)

(1) 기후변화와 관련된 가상 사건을 제시한다.

- * **예시** _ 모둠 편성을 하고, 모둠 활동지를 나눠준다. 모둠 활동지에는 두 개의 사건이 제시되어 있다. 사건의 범인은 온실가스이다. 사건의 내용은 우리 주변에서 일어날 수 있는 일들로 설정한다. 또한 단일 사건이 아닌 연쇄 사건으로 이어질 수 있도록 사건 간의 연계성을 고려한다.

예) ○○아파트에서 근무하는 김씨는 관리 사무실이 지하에 있어 아파트를 순회하는 시간 외에는 대부분의 시간을 지하에서 보낸다. 아파트의 지하 근처에는 정화조가 설치되어 있고, 환기 시설이 잘 되어 있지 않다. 김씨는 비오는 날이면 평소보다 더 머리가 지끈거리는 증상을 호소해 왔다. 김씨는 그날도 어김없이 아파트를 순회하고 자리에 돌아왔다. 머리가 아픈 김씨는 차츰 통증이 심해지며 쓰러졌다. 신음 소리를 듣고 인근 사람들이 몰려와 김씨를 구하려 들어왔다가 나머지 사람들도 쓰러져 병원으로 후송되었다. 김씨는 병원으로 옮겨졌으나 숨졌으며, 나머지 사람들은 치료를 받고 있는 중이다.

- * **유의 사항** _ 학생들이 범인을 찾아가는 과정을 통해 재미를 느낄 수 있도록 지도하는 것이 교사의 주요 임무이다. 또한 교사는 정해진 답을 찾아 가는 과정보다는 학생들이 창의적으로 사건을 해결할 수 있도록 유도한다.

(2) 모둠별로 가설을 세우고 증명하고 교사는 단서의 힌트를 제공한다.

- * **예시** _ 학생들은 미스터리를 풀기 위해 가설을 세우고 증명하는 과정을 거친다. 범인을 너무 쉽게 찾게 되면 활동이 너무 빨리 끝나기 때문에 단계를 나눠서 힌트를 제공한다.
- * **유의 사항** _ 학생들이 범인을 찾아 가는 과정을 통해 재미를 느낄 수 있도록 지도하는 것이 교사의 주요 임무이다. 또한 교사는 정해진 답을 찾아가는 과정보다는 학생들이 창의적으로 사건을 해결할 수 있도록 유도한다.

(3) '햄버거 커넥션' 동영상을 시청한다.

- * **예시** _ 패스트 푸드와 값싼 축산 식품의 대명사라고 할 수 있는 '햄버거'는 세계의 입맛으로 자리 잡았다. 세계 121개국에 2만 9,000여 매장을 거느리고 있는 미국의 맥도날드사는 세계 최대의 패스트 푸드 기업으로 일명 '햄버거 왕국'으로 불린다. 멕시코의 환경운동가 가브리엘 과드리스는, 1960년대 이후 중앙아메리카 숲의 25% 이상이 목초지 조성을 위해 벌채되었으며 1970년대 말에는 중앙아메리카 전체 농토의 2/3가 소나 다른 가축의 축산 단지로 점유되었다고 주장했다. 1987년 이후로도 멕시코에서만 1,497만 3,900ha의 열대우림이 파괴됐으며 그로 인해 사회 불안과 정치적 소요까지 일어나고 있다. 중앙아메리카의 열대림을 희생하고 생산되는 소고기는 주로 유럽과 미국으로 수출되지만 지방분이 적고 미국인의 미각에 그다지 맞지 않아 대부분 햄버거의 재료가 된다. 가브리엘 과드리스는 '열대림 파괴 → 육우사육 → 햄버거 생산'으로 이어지는 반생태적 연결고리를 '햄버거 커넥션'이라고 명명했다.

- * **준비물** _ '햄버거 커넥션' 동영상 파일



3. 마무리 (20분)

(1) 도입 시 제시했던 사진과 그래프를 설명한다.

- * 예시 _ 투발루 등의 사진은 기후변화로 인해 서식지가 사라지거나 변화된 결과임을 설명한다. 또한 그래프는 온실 기체의 증가로 인해 지구온난화가 가속화된 결과임을 설명한다.
- * 유의 사항 _ 도입시 제시했던 사진과 그래프를 기후변화 원인과 관련지어 설명한다.

(2) “삶은 개구리 요리” 이야기를 해준다.

- * 예시 _ 이 요리는 손님이 앉아 있는 식탁 위에 버너와 냄비를 가져다 놓고 직접 보는 앞에서 개구리를 산 채로 냄비에 넣고 조리하는 것이다. 이 때 물이 너무 뜨거우면 개구리가 펄쩍 튀어나오기 때문에 맨 처음 냄비 속에는 개구리가 가장 좋아하는 온도의 물을 부어 둔다. 그러면 개구리는 따뜻한 물에 아주 기분 좋은 듯이 가만히 엎드려 있다. 그러면 이때부터 매우 약한 불로 물을 데우기 시작한다. 아주 느린 속도로 서서히 가열하기 때문에 개구리는 자기가 삶아지고 있다는 것도 모른 채 기분 좋게 잠을 자면서 죽어 가게 된다. 환경 또한 지금 지구의 온도가 올라간다고 해도 ‘내 생활에 크게 문제는 없으니까 이만하면 되겠지’ 하는 안일한 생각에 빠져 지금 자기가 어디에 있으며 어디로 가는지도 모른 채 그럭저럭 하루하루를 보내고 있는 것이다. 그것은 마치 자기를 요리하는 물이 따뜻한 목욕물 이라도 된다는 듯이 편안하게 잠자다가 죽어 가는 개구리의 모습과도 같다.
- * 유의 사항 _ 이야기를 통해 학생들이 느끼는 점을 발표하도록 한다.



| 활동 방법 |

- ① 기후변화와 관련된 가상 사건을 제시한다.

< 첫 번째 사건 >

○○아파트에서 근무하는 김씨는 관리사무실이 지하에 있어 아파트를 순회하는 시간 외에는 대부분의 시간을 지하에서 보낸다. 아파트의 지하 근처에는 정화조가 설치되어 있고, 환기 시설이 잘 되어 있지 않다. 김씨는 비오는 날이면 평소보다 더 머리가 지끈거리는 증상을 호소해 왔다. 김씨는 그날도 어김없이 아파트를 순회하고 자리에 돌아왔다. 머리가 아픈 김씨는 차츰 통증이 심해지며 쓰러졌다. 신음 소리를 듣고 인근 사람들이 몰려와 김씨를 구하려 들어왔다가 나머지 사람들도 쓰러져 병원으로 후송되었다. 김씨는 병원으로 옮겨졌으나 숨졌으며, 나머지 사람들은 치료를 받고 있는 중이다.

< 두 번째 사건 >

2013년 7월 15일 첫 번째 사건이 발생한 ○○지역에서 약 10km 떨어져 있는 마을에 사는 주민들 대부분이 같은 증세로 고통을 호소하는 사건이 발생했다. 증세로는 얼굴 근육에 경련이 일어나 주민들이 괴상망측한 표정을 짓고 있었고, 더욱 심각한 것은 마취 증세를 보이는 환자가 속출하고 있다는 점이다. 며칠 전에는 갑자기 호흡 이상 증세를 보이다가 결국 사망하는 일까지 벌어졌다. 이 마을을 조사한 결과 특이한 점은 마을 입구부터 달콤한 향기가 진동을 하였다는 점이다. 또한 마을에는 대규모의 비료공장과 하수처리시설이 갖추어져 있었다.

- ② 모둠별로 가설을 세우고 증명한다. 교사는 단서를 제공한다.

< 첫 번째 사건의 단서 >

단서 1➔ 지하 근처에 정화조 설치 / 단서 2➔ 환기 시설이 잘 되어 있지 않음

< 두 번째 사건의 단서 >

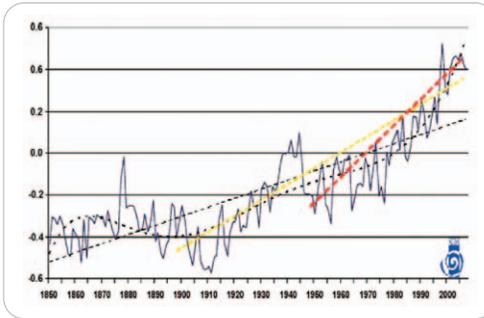
단서 1➔ 얼굴 근육에 경련 / 단서 2➔ 마취 증세

- ③ 모둠별로 문제를 해결하고 원인을 발표한다.
- ④ 위 문제가 해결되지 않고 계속될 경우 어떤 일이 발생할지 예측한다.



| 참고 자료 |

(1) 기후변화 현상 예시



지구 평균 기온 그래프(기후변화 현상)



투발루(기후변화 영향) 출처: 구글 이미지

(2) 온실기체 특징

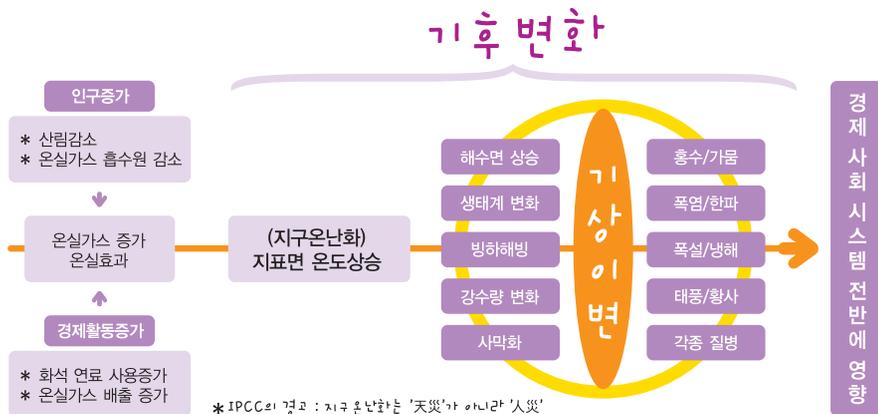
- * **CO₂**
 - 주된 온실가스이다. 우리가 숨을 내쉴 때마다 나오는 이산화탄소(CO₂)는 나무와 석유, 석탄과 같은 화석 연료가 탈 때, 탄소가 공기 중의 산소와 결합하여 생긴다. 자연계에서 이산화탄소는 식물이 광합성 작용을 할 때 사용되고, 바다에 흡수되고 남은 양은 대기 중에 계속 쌓이게 된다. 대기 중에 있는 이산화탄소 양은 1700년대 후반 산업혁명이 시작된 이후 1/3이 더 늘어났다. 이 수준은 앞으로도 수백 년 동안 계속해서 높게 유지될 것이다.
 - 지구 온난화 지수는 낮지만 규제 가능한 가스(Controllable Gas)로서 전체 온실가스 배출량 중 약 80% 이상을 차지하고 있기 때문에 6대 온실가스 중 가장 중요한 온실가스로 분류되고 있다.
 - 이산화탄소는 공업적으로 석회석에 산을 가하거나 석회석을 가열하면 얻어진다. 알코올과 같은 탄소 화합물이 연소할 때 물과 함께 생성되기도 하며 생물체가 유기물을 분해하는 과정에서도 만들어진다. 생명체는 호흡을 통해 유기물을 분해하면서 생활에 필요한 에너지를 얻는데, 이때 이산화탄소가 만들어 지고 날숨을 통해 다시 공기 중으로 배출된다.
- * **CH₄**
 - 메테인은 다른 형태의 탄소이며 자연적인 탄소 순환 과정의 일부이다. 메테인은 흰개미, 바다, 진흙 화산에서 자연 방출된다. 비록 메테인이 대기 중에 있는 이산화탄소보다 양은 더 적어도 온실효과는 훨씬 강하다. CO₂보다 20배의 효과가 있다. 오늘날 메테인 가스가 방출되는 양 중에서 그 절반 정도는 인간이 방출한다. 주로 쓰레기 매립, 가축 사육, 천연가스를 생산할 때 방출된다. 주로 농업 활동이나 폐기물 처리 과정에서 발생한다. 산업 공정이나 에너지 부문에서도 메테인이 발생하지만 그 양은 미미한 것으로 나타났다.
 - 반응에서 생성되는 삼염화메탄(CHCl₃)은 클로로폼이라 하여 한때 마취제로 사용되었으며, 사염화탄소(CCl₄)는 발암물질이라고 알려지기 전까지는 소화기의 불연성 액체로 쓰였고 기름에 의한 화재의 소화제로도 쓰인다.



- * **N₂O**
 - 웃음가스라고 잘 알려진 아산화질소는 대기 중의 열을 흡수하고, 독성이 없으며 흡입 마취제로 사용할 만큼 안전한 물질이지만, 아산화질소 1분자는 이산화탄소 310분자에 해당하는 온실효과를 유발한다. 바다와 축축한 숲 토양에 있는 박테리아는 아산화질소를 자연 방출한다. 인간이 만들어내는 아산화질소의 주요 원인은 화학 비료와 동물의 거름이다.
 - 마취성이 있어 간단한 외과수술 시 전신마취에 사용하는 경우도 있다. 보통 산소 20%를 혼합하여 사용하며, 독성·자극성이 약하고 안전하지만, 높은 농도를 필요로 하므로 산소결핍증을 일으킬 우려가 있다.
- * **HFCs**
 - 오존층 파괴물질인 프레온가스인 CFC(염화불화탄소)의 대체물질로 개발되었던 HFCs 대기권내에서의 수명이 짧고, 염소를 포함하지 않아 성층권에서의 오존 손실을 막을 수 있는 대체물로 여겨지고 있으며, 현재도 많은 곳에 사용되고 있다. 불연성 무독성 가스로 취급이 용이하며, 화학적으로 안정하여 냉장고 및 에어컨의 냉매로 사용된다.
- * **PFCs**
 - 과불화탄소는 탄소와 불소의 화합물로 CFC를 대체하여 쓰이고 있으나, 온실가스의 하나로 알려져 있으며, 해마다 차지하는 비중이 높아가고 있다. 우리 나라의 경우 전량 반도체 제조공정에 사용되며, 국내 온실가스 총 배출량의 4.2%를 차지하고 있다.
- * **SF₆**
 - 플루오린과 황의 화합물로 황원자를 중심으로 플루오린 원자가 정팔면체 구조를 취하고 있다. 열적 안정성이 좋고 열 전달성이 뛰어나, 1960년대부터 절연체 등으로 넓게 사용되고 있다. 또한 이러한 높은 절연성으로 변압기, 절연 개폐 장치 등의 절연 매체로 사용되며, 이외에도 반도체 제품이나 액정 패널의 제조 과정에서도 사용된다. 특수하게는 어뢰의 엔진 연료에도 사용된다.
 - 이 기체는 인공적인 온실효과를 만들어 내며, 총 사용량은 많지 않지만, 최근 수요량이 늘어 나고 있는 추세이다. 안정성이 높아 일단 배출되며 대기 중에 거의 영구히 존재하게 된다.

출처: 지구가 아파요. 안 손힐, 다른 출판사, 온실가스전문인력양성과정 교재, <http://www.ecoroko.com/295>

(3) 기후변화 메커니즘



출처: 유엔 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)



(4) 사건 범인

* 제시된 사건의 추리 과정 1.

제시된 문장	설 명
대부분 지하에서 시간을 보냄.	지하는 여러 가지 환경 물질이 배출되며 밀폐된 공간이다.
지하 근처에는 정화조 설치	메테인은 유기물이 분해될 때 주로 발생되며, 소나 닭과 같은 가축의 배설물의 분해 과정에서 발생한다.
환기 시설이 잘되어 있지 않다.	밀폐된 공간에서 생활하는 시간이 많은 사람에게 환기 시설이 잘 되어 있지 않다면 오염 물질에 그대로 노출되어 위험이 증대된다.

* 제시된 사건의 추리 과정 2.

발생사건	설 명
얼굴 근육에 경련이 일어나 과상망측한 표정을 짓는다.	[아산화질소]를 흡입하면 얼굴 근육에 경련이 일어나 마치 웃는 것처럼 보여, 소기 (laughing gas)라고도 한다.
마취 증세 및 호흡 이상 증세	[아산화질소]는 마취성이 있어 간단한 외과수술 시 전신마취에 사용하는 경우도 있다.
달콤한 향기	[아산화질소]는 달콤한 향기를 낸다.
대규모의 비료공장	[아산화질소]는 농업용 비료 제조 공정에서 배출된다.
하수처리시설	<p>하수처리 시 질소 제거는 미생물들의 활동으로 이루어진다. 미생물들의 활동은 크게 질산화성 작용과 탈질 작용으로 나누어진다. 질산화균들은 질산화성 작용을 일으키며 탈질미생물들은 탈질 작용을 일으킨다. 하수 처리 과정 중 질산화성 작용과 탈질 작용의 궁극적 목표는 하수 속에 있는 암모니아성 질소를 질소가스로 변화시켜 대기로 돌려 보내는 것이다.</p> <p>질산화성 작용 : $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ 탈질 작용 : $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}^- \rightarrow \text{N}_2\text{O}$</p> <p>위의 생화학 반응 시 최적화의 환경이 미생물들에게 조성되지 않을 경우 탈질 작용 중간에 종결되어 질소가스 대신 아산화질소를 방출시킨다.</p>

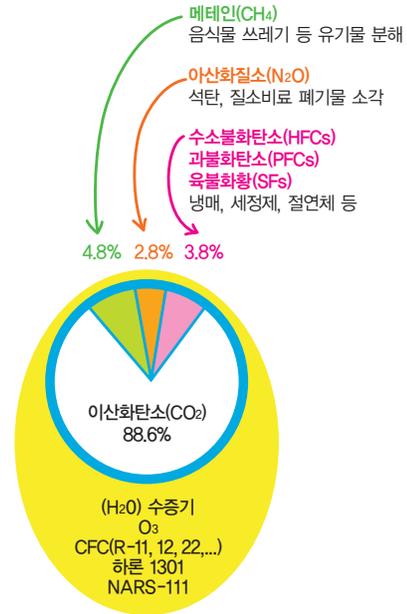


| 온실가스란? |

저탄소 녹색성장 기본법 제2조 9항

'온실가스'란 이산화탄소(CO₂), 메테인(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 것으로 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질을 말한다.

| 한눈에 보는 온실가스 종류와 특징 |



* 어떻게 생겨?

화산이 폭발할 때 산불이 날 때 생기지만 사람들이 나무와 석유, 석탄과 같은 화석 연료가 탈 때, 탄소가 공기 중의 산소와 결합하여 생기는 것이 훨씬 많아. 대기 중에 있는 이산화탄소는 1700년대 후반 산업혁명이 시작된 이후 1/3이 더 늘어났어. 이 수준은 앞으로도 수백 년 동안 계속해서 높게 유지될 것 같아.

* 실험실에서도 생기던데?

이산화탄소는 공업적으로 석회석에 산을 가하거나 석회석을 가열하면 얻을 수 있어. 알코올과 같은 탄소화합물이 연소할 때 물과 함께 생성되기도 하고 생물체가 유기물을 분해하는 과정에서도 만들어지기도 해. 생명체는 호흡을 통해 유기물을 분해하면서 생활에 필요한 에너지를 얻는데, 이때 이산화탄소가 만들어지고 날숨을 통해 다시 공기 중으로 배출 되는거지.

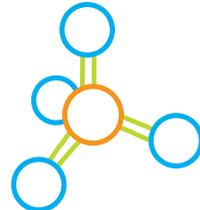
* 지구온난화에 얼마나 기여해?

* 지구온난화 지수는 낮지만 그 양이 전체 온실가스 배출량 중 약 80% 이상을 차지하고 있기 때문에 6대 온실가스 중 가장 중요한 온실가스로 분류되고 있어.

* 없앨 수도 있어?

자연계에서 이산화탄소는 식물이 광합성 작용을 할 때 사용되지, 그리고 일부는 바다에 흡수되기도 해.

*지구 온난화 지수 : 8page 참고



* 어떻게 생겨?

메테인은 흰개미, 바다, 진흙 화산에서 자연적으로 생겨. 그런데 오늘날 메테인 가스가 방출되는 양 중에서 그 절반 정도는 인간이 방출하지. 주로 쓰레기 매립, 가축 사육, 천연가스를 생산할 때 방출되는데 주로 농업활동이나 폐기물 처리과정에서 발생해. 산업공정이나 에너지 부문에서도 메테인이 발생하지만 그 양은 미미한 것으로 나타났어.

* 실험실에서도 생기던데?

메테인의 반응은 쉽게 이루어져. 반응에서 생성되는 삼염화메탄(CHCl₃)은 클로로폼이라 하여 한때 마취제로 사용되었고, 사염화탄소(CCl₄)는 발암물질이라고 알려지기 전까지는 소화기의 불연성 액체로 쓰였고 기름에 의한 화재의 소화제로도 쓰이기도 했었어.

* 지구온난화에 얼마나 기여해?

비록 메테인이 대기 중에 있는 이산화탄소보다 양은 더 적어도 온실효과는 훨씬 강해. CO₂보다 20배의 온실효과를 가지고 있어.

N₂O



* 어떻게 생겨?

바다와 축축한 숲 토양에 있는 박테리아가 아산화질소를 자연에 방출해, 그런데 인간이 만들어내는 아산화질소의 주요 원인은 화학 비료와 동물의 거름이야.

* 특징이 있다던데?

아산화질소는 웃음가스라고 잘 알려져 있는데 대기 중의 열을 흡수하는 것은 물론, 독성이 없고 흡입 마취제로 사용할 만큼 안전한 물질이야.

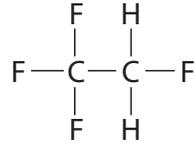
* 지구온난화에 얼마나 기여해?

아산화질소 1분자는 이산화탄소 310분자에 해당하는 온실효과를 유발해, 엄청나지?

* 사람에게 피해를 줘?

마취성이 있어 간단한 외과수술 시 전신마취에 사용하는 경우도 있어, 보통 산소 20%를 혼합하여 사용하는데, 독성·자극성이 약하고 안전하지만, 마취제로 이용할 때는 높은 농도를 필요로 하기 때문에 산소 결핍증을 일으킬 우려가 있어.

HFCs



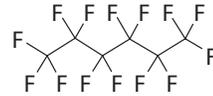
* 어떻게 생겨?

불연성 무독성 기체로 취급이 쉽고 화학적으로 안정해서 냉장고 및 에어컨의 냉매로 사용되지.

* 특징이 있다던데?

HFCs는 대기권내에서 수명이 짧고, 염소를 포함하지 않아서 오존층 파괴 물질인 프레온가스인 CFC(염화불화탄소)의 대체 물질로 개발되었어, 그래서 많은 곳에 이용되고 있는 거지. 하지만 문제는 지구온난화를 일으키는 주범이라는 거야.

PFCs



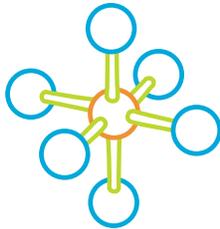
* 어떻게 생겨?

우리나라의 경우 반도체 제조 공정에 사용되고, 국내 온실가스 총 배출량의 4.2%를 차지하고 있어.

* 특징이 있다던데?

과불화탄소는 탄소와 불소의 화합물로 CFC를 대체하여 쓰이고 있는데, 문제는 역시 온실가스라는 거지. 해마다 차지하는 비중이 늘어가고 있어

SF₆



* 어떻게 생겨?

절연성이 높아서 변압기, 절연 개폐 장치 등에서 절연 매체로 사용되고 있어. 이외에도 반도체 제품이나 액정 패널의 제조 과정에서도 사용되지, 특수하게는 어뢰의 엔진 연료에도 사용된다.

* 특징이 있다던데?

플루오린과 황의 화합물로 황원자를 중심으로 플루오린 원자가 정팔면체 구조를 취하고 있어. 열적 안정성이 좋고 열 전달성이 뛰어나, 1960년대부터 절연체 등으로 넓게 사용되고 있는 거지.

* 지구온난화에 얼마나 기여해?

총 사용량은 많지 않지만, 최근 수량이 늘어나고 있는 추세야. 안정성이 높아 일단 배출되며 대기 중에 거의 영구히 존재하게 되어 그만큼 문제가 되고 있어.

| 온실가스별 지구온난화지수 |

* 지구온난화 지수가 뭐야?

온실가스별로 지구온난화에 기여하는 정도가 달라. 일반적으로 이산화탄소를 기준으로 해서 각 가스별 기여 정도를 명시한 것을 지구온난화 지수(GWP, Global Warming Potentials)라고 하지.

* 지구온난화 기여도는?

각 온실가스 별로 배출량이 다르기 때문에 온실가스별 지구온난화 지수와 그 배출량을 고려하여 지구온난화에 얼마나 기여하고 있는지 %로 나타낸 거지.

(온실가스별 지구온난화지수(GWP)와 기여도)

온실가스	지구온난화지수 (GWP)	지구온난화기여도 [%]
이산화탄소	1	55
메테인	21	15
아산화질소	310	6
수소불화탄소	150 ~ 11,700	24
과불화탄소	6,500 ~ 9,200	
육불화황	23,900	

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

★ 설록홈즈 따라잡기!! ★

2013년 7월 연쇄적인 사망 사건이 발생했다.

경찰은 이번 사건의 범인을 잡는데 모든 인력을 동원하고 있지만 워낙 특이한 사건이라 단서를 찾는 것조차 쉽지 않다. 아래 글은 조사 결과 경찰이 적어 둔 수첩 내용이다. 탐정단은 아래의 단서를 바탕으로 사건을 해결하길 바란다.

< 첫 번째 사건 >

○○아파트에서 근무하는 김씨는 관리사무실이 지하에 있어 아파트를 순회하는 시간 외에는 대부분의 시간을 지하에서 보낸다. 아파트의 지하 근처에는 정화조가 설치되어 있고, 환기 시설이 잘되어 있지 않다. 김씨는 비오는 날이면 평소보다 더 머리가 지끈거리는 증상을 호소해 왔다. 김씨는 그날도 어김 없이 아파트를 순회하고 자리에 돌아왔다. 머리가 아픈 김씨는 차츰 통증이 심해지며 쓰러졌다. 신음 소리를 듣고 인근 사람들이 물려와 김씨를 구하려 들어왔다가 나머지 사람들도 쓰러져 병원으로 후송되었다. 김씨는 병원으로 옮겨졌으나 숨졌으며, 나머지 사람들은 치료를 받고 있는 중이다.

| 사건에 대한 단서를 적고 추리해 보세요. |

단 서	추리 내용

| 내가 추리한 범인은 무엇인가요? |

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

★ 설록홈즈 따라잡기!! ★

< 두 번째 사건 >

2013년 7월 15일 첫 번째 사건이 발생한 ○○지역에서
약 10km 떨어져 있는 마을에 사는 주민들 대부분이 같은 증세로 고통을 호소하는 사건이 발생했다.
증세로는 열골 근육에 경련이 일어나 주민들이 괴상망측한 표정을 짓고 있었고,
더욱 심각한 것은 마취 증세를 보이는 환자가 속출하고 있다는 점이다.
며칠 전에는 갑자기 호흡 이상 증세를 보이다가 결국 사망하는 일까지 벌어졌다.
이 마을을 조사한 결과 특이한 점은 마을 입구부터 달콤한 향기가 진동을 하였다는 점이다.
또한 마을에는 대규모의 비료 공장과 하수 처리시설이 갖추어져 있었다.

| 사건에 대한 단서를 적고 추리해 보세요. |

단 서	추리 내용

| 내가 추리한 범인은 무엇인가요? |

| 이 문제가 지속된다면 10년 후 마을이 어떻게 변할지 적어 보세요. |

활동 개요

활동 대상	고 등 학생																											
개발 의도	<p>* 우리나라의 식량 자급률은 25%이다. 그 중 쌀의 자급률이 가장 높으며 우리 식생활에서 주식으로 이용 되는 콩이나 밀가루의 경우 대부분 미국이나 호주에서 수입해 온다. 대규모 기업 농업을 위해서는 엄청난 자본과 에너지가 필요하다. 여기서 에너지는 화석 연료를 말한다. 이러한 방식은 에너지가 풍부한 시기에 번창하게 되어 있으며 에너지를 거머쥔 사람이 부를 거머쥐게 되는 경제 논리외도 일맥상통한다. 그러나 화석 연료의 사용은 기후변화를 초래하였으며, 화석 연료가 고갈되면 이러한 농업 방식도 바뀌어야 한다는 것이다.</p> <p>* 우리 식탁에 오르는 식품들이 어디로부터 오게 된 것인지 본 프로그램을 통해 확인할 수 있다. 대책 없는 농산물 수입이 우리의 건강과 사회·경제적인 문제 그리고 지구환경까지 위협(기후변화)하고 있다는 사실을 알고 다양한 시각에서 해결책을 모색할 수 있을 것으로 기대된다.</p>																											
학습 목표	<p>* 주요 식품의 원산지를 알아보고 식량 공급이 세계화된 원인을 말할 수 있다.</p> <p>* 국산 식재료가 기후변화를 저감시킬 수 있는 방법임을 안다.</p>																											
내용 체계	<table border="1"> <thead> <tr> <th>내 용</th> <th colspan="3">기후변화 현상</th> <th>원 인</th> <th>영 향</th> <th colspan="2">대 응</th> <th colspan="2">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>★</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응		선 택		차 시				★					
내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응		선 택																				
차 시				★																								
활동 차시	* 5차시 / 12차시				소요 시간		100분																					
활동 장소	* 실 내																											
준 비 물	강 사 용	* 다양한 식품 이미지																										
	학습자용	* 필기구(음식을 만들어 먹을 경우 개인 준비물 - 밥, 1000원)																										
흐름도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center; margin-right: 10px;">도입 20분</div> <div style="flex-grow: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> • 음식을 먹는 이유에 대해서 이야기한다. • 밥상을 차릴 때 고려해야 되는 요소들을 논의한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center; margin-right: 10px;">전주비 15분 <small>마트에 갈 수 있을 경우</small></div> <div style="flex-grow: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> • 마트나 시장에 가서 농산물의 원산지를 확인한다. • [음식 만들기 활동 할 경우] 개인당 1,000원의 돈으로 국산 식재료를 구입한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center; margin-right: 10px;">전주비 15분 <small>마트에 갈 수 없는 경우</small></div> <div style="flex-grow: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> • 주요 식품들이 어디에서 왔는지 알아본다. • 우리 나라 주요 식품의 자급률 및 수입 의존도 등을 확인하고 식량 세계화의 원인을 알아본다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center; margin-right: 10px;">전주비2 20분</div> <div style="flex-grow: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 푸드의 문제점과 그 미래를 상상해 보고, 올바른 식문화를 위한 방법을 구상한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; text-align: center; margin-right: 10px;">마무리 30분</div> <div style="flex-grow: 1;"> <ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 푸드에 대한 마인드맵을 작성한다. • [선택] 제철 채소 및 과일로 비빔밥이나 샐러드를 만들어 먹는다. </div> </div> </div>																											



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 음식을 먹는 이유에 대해 이야기한다.

- * 예시 _ 음식을 먹는 이유는 근본적으로 살기 위해서이다. 하지만 현대사회에서 음식은 문화의 한 요소로 작용하고 있으므로 음식을 먹음으로써 삶의 질을 높일 수 있다. 살기 위해서 음식을 먹는 것뿐만 아니라, 음식 문화로 인해 즐거움을 느끼며 건강하고 다양한 문화를 체험하는 수단이 될 수도 있다.
- * 유의 사항 _ 현대사회에서 음식의 중요성은 문화적 측면과도 깊은 연관이 있음을 알게 한다.

(2) 밥상을 차릴 때 고려해야 하는 요소를 생각해 본다.

- * 예시 _ 모둠별로 토의하여 밥상을 차릴 때 고려해야 하는 요소를 생각해 본다. 토의 전 몇 가지 상황을 구분하여 제시해 주는 것도 바람직하다. 예를 들어 개인적으로 고려할 것, 경제적으로 고려할 것, 지구적으로 고려할 것 등으로 구분해 주면 다양한 요소들이 나올 것이다. 아래와 같은 요소들을 생각해 볼 수 있다.
 - 요소 1. 탄소 발생량과 연관되는 음식 재료의 이동 거리 및 수단
 - 요소 2. 다양한 맛과 문화를 느낄 수 있는 구성
 - 요소 3. 영양 상태
 - 요소 4. 폐기물 발생량 등
- * 유의 사항 _ 식단 구성 시 매우 다양한 것들을 고려할 수 있지만 지구환경 전체를 생각했을 때 가장 중요한 요소를 파악해 보도록 한다.

2. 전개 1(30분) 마트에 갈 수 있을 경우

(1) 우리 동네 마트 및 시장 등에서 판매하는 농산물의 원산지를 알아본다.

- * 예시 _ 채소, 과일, 육류, 생선류 등으로 모둠을 지정하여 해당 식품에 대해서 원산지를 직접 알아보도록 한다. 국산 식품과 수입 식품으로 분류할 수 있고 수입 식품의 경우 원산지까지 표시할 수 있다.
- * 유의 사항 _ 사전에 교사는 교육 장소 주변의 마트 및 시장 조사를 하도록 한다. 교사도 학생과 함께 마트로 이동한다. 하지만 교사가 모든 학생 통제가 어려우므로 모둠별 조장에게 보조 교사 일을 하게 한다. 보조 교사 학생에게 보상을 줄 수도 있다.
- * 준비물 _ 활동지, 필기구

(2) 각자 1,000원의 돈으로 국산 채소 및 과일 등을 구입하도록 한다.

- * **예시** _ 사전에 1,000원씩 준비하게 하여 마트 조사를 하면서 국산 식재료를 구입할 수 있도록 한다. 모둠 별로 돈을 합쳐서 구입할 수도 있다.
- * **유의 사항** _ 교사는 사전에 마무리 활동에서 할 비빔밥, 제철 과일샐러드 등 요리 활동을 제시해 주어 학생들이 필요한 식재료를 구매할 수 있도록 안내한다.
- * **준비물** _ 학생 개인당 1,000원

2. 전개 1(30분) 마트에 갈 수 없을 경우

(1) 우리나라에서 소비되는 주요 식품의 원산지를 알아본다.

- * **예시** _ 다양한 식품 카드를 칠판에 붙여 놓는다. 한국의 일반적인 식단에 자주 오르내리는 식품들로 구성한다. 식품은 네 가지 정도로 분류할 수 있다. 이는 아래와 같다. 처음에는 학생들이 추측하게 하여 활동을 진행한다.

자급률 10% 이하	오렌지, 바나나, 밀, 옥수수, 콩
자급률 10%~50%	잡곡, 당근, 쇠고기
자급률 50%~80%	고추, 생강, 돼지고기, 닭고기, 수산물
자급률 80%~100%	포도, 토마토, 쌀, 오이, 양배추

- * **유의 사항** _ 식품 선택은 주로 많이 소비하는 식품들로 하고 국내, 수입산을 추측해 보도록 한다.
- * **준비물** _ 식품 카드

(2) 우리나라 주요 식품의 자급률 및 수입 의존도를 알아본다.

- * **예시** _ 교사는 우리나라에서 소비되는 주요 식품의 자급률과 수입 의존도 등을 알려 준다. 식량이 세계화된 이유를 알아본다. 식량의 세계화(대규모 기업 농업)는 식품에 대한 행복과 건강의 요인보다 식량으로 수익을 낼 수 있도록 하는 자본주의적인 사고의 결과이다.
- * **유의 사항** _ 가장 최신 자료를 준비하여 알려주도록 한다. 학생들에게는 지식 카드를 만들어 제공하도록 한다.
- * **준비물** _ 지식 카드



3. 전개 2(20분)

(1) 글로벌 푸드에 대해서 알아본다.

- * 예시 _ 글로벌 푸드는 자원낭비, 생태계 다양성 파괴, 토양의 부식, 지역 문화 및 지역 사회에 부정적인 영향을 준다. 자세한 내용은 참고 자료 및 학생용 지식 카드를 참고할 수 있다. 또한 현 상태의 식량 세계화가 지속된다면 화석 연료 및 인이 고갈되는 시점에 식량 대량 생산도 멈추게 될 것이다. 또는 세계경제가 흔들리면 식량 문제도 심각해 질 것이다.
- * 유의 사항 _ 학생에게 지식 카드를 제공하고 지식 카드를 참고하여 수업을 진행한다.
- * 준비물 _ 지식 카드

(2) 올바른 식문화를 위한 대안을 찾아 본다.

- * 예시 _ 식량 세계화에 의한 문제점을 해결하기 위한 가장 좋은 방법은 지역에서 생산하는 농산물을 활성화 시키는 것이다. 생산자와 소비자가 직접 연관을 맺고 식량에 대한 피드백을 할 수 있어 건강한 식생활을 할 수 있게 된다. 또한 다양한 작물을 키우는 것도 식품의 다양성과 생태계 중 다양성을 위해서도 중요하다. 자세한 내용은 학생용 지식 카드를 참고할 수 있다.
- * 유의 사항 _ 다양한 각도에서 대안을 찾아 본다. 근본적인 대책과 지금 당장 할 수 있는 대응 방법을 다각도에서 고려한다.

4. 마무리(30분)

(1) 글로벌 푸드와 관련된 마인드맵을 작성한다.

- * 예시 _ 글로벌 푸드에 대한 마인드맵을 작성한다. 모둠별로 큰 가지를 정해서 마인드맵을 만들 수 있다. 예를 들어 글로벌 푸드의 원인, 문제점, 미래, 대응 방법 등으로 주제를 나눌 수 있다.
- * 유의 사항 _ 지식 카드를 참고로 하여 다양한 의견을 펼칠 수 있도록 한다.

(2) (선택) 제철 식품으로 음식을 만들어 먹는다.

- * 예시 _ 시간적 여유가 있을 경우 제철 채소 및 과일 등으로 음식을 만들어 먹을 수도 있다.
- * 유의 사항 _ 칼이나 불을 되도록 사용하지 않는 간단한 비빔밥 및 샐러드 등이 좋다. 마트에서 직접 사온 식품으로 만들어 먹게 한다. 이 활동을 진행할 경우 준비물을 사전에 알려 주도록 한다.

어디에서 왔을까?

5

활동 방법

- 1 음식을 먹는 이유와 밥상을 차릴 때 고려할 요소를 알아본다.
- 2 마트에 가서 밥상에 올라오는 주요 식품들의 원산지를 알아본다.

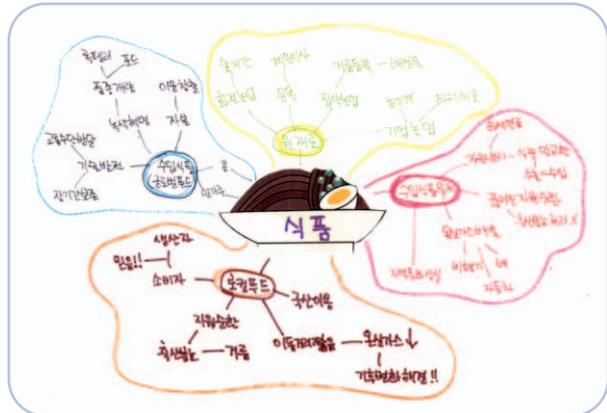


주요 식품의 원산지 알아보기



주요 식품의 원산지 알아보기

- 3 식품의 세계화에 대한 원인, 문제점 등을 알아본다.
- 4 올바른 식문화를 위한 대안을 찾아본다.
- 5 식량 마인드맵을 작성한다.



식량 마인드 맵 만들기

- 6 제철 식품으로 음식을 만들어 먹는다.



| 참고 자료 |

(1) 농업의 세계화(글로벌 푸드)

* 배경 • 자본의 진출

자본주의 아래 농업에 진출한 자본은 농산물 생산의 목적을 이윤창출로 바꿔 놓았다. 그에 따라 농업은 자국에 필요한 기본적 식량 생산에서 벗어나 전 세계의 시장을 목표로 식량을 생산하게 되었다.

• 녹색혁명

미국 록펠러 재단과 포드재단이 주도한 녹색혁명으로 밀과 벼의 다수확 품종을 개발하여 세계에 보급하였다. 녹색혁명은 물, 비료 농약 등을 대거 투입하는 영농방식이 자리 잡게 만들었다.

• 미국의 농산물 원조 정책

노동집약적 농업 형태를 지니고 있는 대부분의 제3세계에 미국 농산물을 원조하는 조건으로 미국 방식의 영농을 강제하고 변화를 추진할 인력을 양성했다.

• 기술 발전

농산물의 대규모 유통이 가능한 교통 수단의 발전과 확대, 그리고 장기간의 보존을 가능케 한 기술의 발전이 중요하게 작용했다.

• 시장의 발전

광고와 브랜드의 도입, 대규모 선진국 시장의 출현, 대규모 식품 판매장의등장이 국제적 유통 회사를 출현시켰고 농산물 유통의 세계화를 일으켰다.

* 문제점 • 자원 낭비

대부분의 나라에서 식량 mismatch가 일어나고 있으며 이러한 농산물의 불필요한 이동과 이에 따른 자원 낭비가 심각하다. 영국의 식량 생산과 식량 mismatch는 다음과 같다.

(단위: %)

부 문	국내 식량 생산	EU 14개국, 기타 국가에서 수입	EU 14개국, 기타 국가로 수출
기금류	1,514	170	363
돼지	738	213	272
소	706	9	202
양	390	125	129
우유	14,054	423	124
밀	16,700	3,505	930
보리	6,490	1,730	51

자료: Pretty, forthcoming using DEFRA Annual Statistics 2001

• 환경 문제

농사와 축산이 분리되면서 농사의 부산물과 축산의 분뇨로 유기농 비료를 만들 수 없을 뿐만 아니라 축산 분뇨로 인한 오염을 낳게 한다. 또한 운송수단으로 야기되는 환경 문제도 심각한 수준인데, 과일, 채소처럼 대부분 물로 이뤄져 있고 칼로리가 낮은 값 비싸고 썩기 쉬운 상품은 항공으로 운송하며 이에 따라 발생하는 탄산가스의 양도 방대하다.

• 지역 문화에 부정적 영향

농산물 생산의 다양성이 크게 줄고 지역 음식의 문화적 차원이 실종된다. 인간이 먹어 온 음식에는 그것을 먹는 사람들의 과거와 연결된 역사가 담겨있기 때문이다.

- **지역 사회에 부정적 영향**

농기업이 농촌에서 얻은 이윤을 도시로 가져가기 때문에 지출된 돈이 순환하지 않고 도시나 외국으로 빠져 나가고 이는 농업 관련 산업이 발전하지 못한다는 것을 의미한다.

*** 글로벌 푸드(산업형 농업)의 미래**

- **지속적인 농사 불가능**

이윤과 효율성을 강조한 산업형 농업은 생산 기간을 단축한 종자 개발, 단일작물을 키우는 단작재배, 특정 작물의 사철생산, 소규모 공간에서의 밀식 사육의 방식으로 이루어진다. 또한 생산자들은 노동력 비용을 줄이고 농약과 화학 비료를 대량 투입한다. 이는 곧 석유 에너지 사용을 의미한다. 이런 방식은 생산성 자체도 높지 않고 가족농의 감소, 생물 다양성의 감소, 경작지의 산성화, 사막화, 지구온난화를 야기하여 장기적으로 영농을 어렵게 한다.

- **세계 경제와 정치가 안정적일 때만 작동**

전쟁, 천재지변 등으로 세계 경제가 요동을 치거나 정치적 갈등이 고조될 경우 농업 강국은 식량이 남아 돌아 어려움을 겪을 수 있으며, 식량 수입국은 식량 수입이 원활하지 못해 식량 부족의 문제를 겪을 수 있다.

- **상호 의존이나 협력이 어려움**

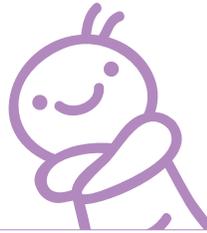
원유 가격 폭등 시 그 예를 찾을 수 있다. 자국의 식량 공급 안정성을 위해 또는 오로지 이윤을 위해 식량 수출을 제한했다. 자유무역을 특징을 하는 세계 식량 체계의 한계이다.

- **석유 에너지에 의존**

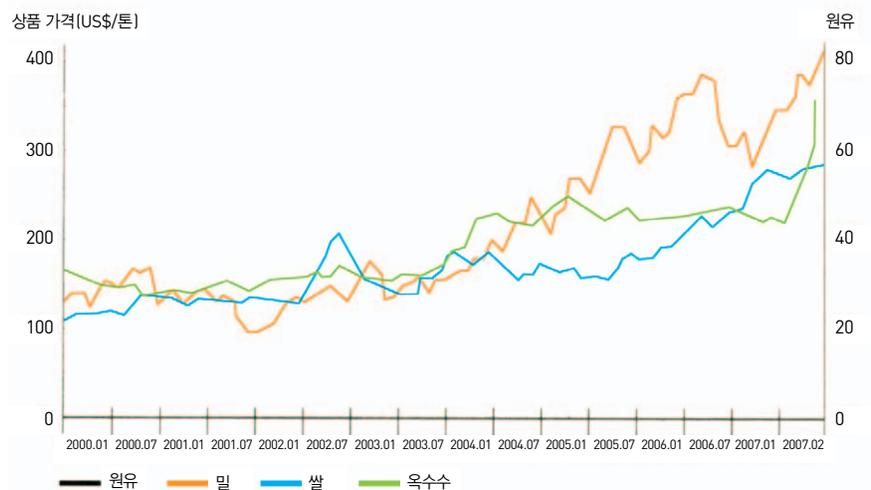
산업형 농업에서는 식량 생산과 식품 가공, 식량 및 식품 수송, 식품 소비에 엄청난 석유 에너지를 사용한다.

구 분	석유 에너지의 사용
식량 생산	<ul style="list-style-type: none"> • 제조, 방제를 위한 농약 이용 • 농약 살포, 수확 등에 트랙터, 콤팩트, 기타 농기구 사용
식품 가공	<ul style="list-style-type: none"> • 신선 식품, 냉동 식품의 맞춤 시간 배달에 가솔린 사용 • 식품 가공에 필요한 푸드 첨가물 배달에 가솔린 사용 • 식품 가공업자가 쓰는 상자, 상자 인쇄, 플라스틱 접시, 셀로판지
식량 및 식품 수송	<ul style="list-style-type: none"> • 식량의 건조 및 보관 • 식량의 장거리 수송 • 완성된 식품의 판매처 맞춤 시간 배달
식품 소비	<ul style="list-style-type: none"> • 소비자가 자동차 등으로 구매

자료: Church, 2005.



석유 에너지 가격 상승과 쌀, 밀, 옥수수 가격 상승 추세



자료 : FAO, 2007, IMF 2007, von Braun, 2007 재인용, 미국 달러 현재 가격.

* 글로벌 푸드의 식품 안전성 위험

• 제초제, 살충제, 농약 등 잔류 가능성

생산 방식에서 식품 안전보다 비용 절감에 역점을 두고 대규모 농장에서 제초제, 살충제 등을 이용하여 재배한 것이기 때문에 생산 과정에서 수확물에 농약 잔류 가능성이 크다.

• 오랜 시간 저장, 이동에 따른 방부제 처리

글로벌 푸드는 수확 이후 오랜 시간 저장되고 먼 거리를 이동하는 특성이 있다. 바나나, 토마토 같은 것은 수송 과정에서 익게 되는데 변질을 막기 위해 방부제 처리나 방사선 조사 처리를 하고 살충제 등을 뿌린다.

• 생산과 소비 피드백이 이루어지지 않음

글로벌 푸드는 생산자와 소비자가 분리되기 때문에 소비자의 안전이나 영양을 고려하기 보다는 1차 구입자(대형유통업체 또는 중간상인 등)의 필요에 맞추어 생산한다.

• 통관 과정에서 식품 안전이 문제

대부분 서류 심사만으로 통관을 결정하므로 식품 안전성이 문제가 되는 식품이 여러 번 유통된 적이 있다.

(2) 로컬푸드

* 로컬푸드란?

- 생산자를 보호하고 소비자의 안전한 먹거리를 보장하면서 지역농의 활성화를 통해 다양한 식재료를 확보하고 지급률을 높여가는 지역 중심의 농산물 체계를 만들어 가는 과정을 말한다. 기본적으로 로컬 푸드는 농민들이 운영하는 직거래 형태이거나 지역 사회의 학교를 포함한 기관에 지역의 먹거리를 제공하는 형태로 운영된다.

* 로컬푸드의 영향

관 계	로컬푸드
생산자	<ul style="list-style-type: none"> • 복잡한 유통 과정이 없어서 농민의 직접적 소득 향상 • 생산자와 소비자와의 신뢰 관계로 책임감 있게 먹거리 생산
소비자	<ul style="list-style-type: none"> • 저렴한 가격으로 질 좋은 농산물을 제공 • 유통 거리가 짧아 신선하고 산지를 직접 알 수 있어 믿을 수 있음
지구 온난화	<ul style="list-style-type: none"> • 먹거리의 이동 거리가 짧아 운송 수단의 온실가스 배출이 적음 • 동경에 사는 3인 가족이 국산 먹거리 100%로 밥상을 차릴 때 : 60kg/년 CO₂ 배출 40%로 밥상을 차릴 때 : 360kg/년 CO₂ 배출

(일본 NGO 대지를 지키는 모임)

* 푸드 마일리지의 확인

- 푸드 마일리지(Food Mileage)는 1994년 영국 환경운동가 팀 랭이 창안한 것으로 먹을거리가 생산지에서 소비지까지 이동하는 거리를 뜻한다. '톤·킬로미터' 단위를 사용해 나타내는데 식품 수송량(t)에 생산지 - 소비지 간 거리(km)를 곱해 계산한다. 식재료의 무게가 무거울수록 이동한 거리가 길수록 푸드 마일리지는 커지게 된다.

수입 농산물과 같이 푸드 마일리지가 긴 식품은 장거리 이동과 복잡한 유통 경로를 거치기 때문에 불필요한 유통 비용이 드는 것은 물론 식품 안전에도 문제가 발생할 수 있다. 또한 유통 과정에서 많은 양의 이산화탄소를 배출하게 되어 지구에 탄소 발자국을 남기고 지구온난화를 가속화 한다.

- 우리나라 : 6,637t.km → 영국 : 3,1957t.km → 미국 : 1,0517t.km

(3) 우리나라 농산물 지급률

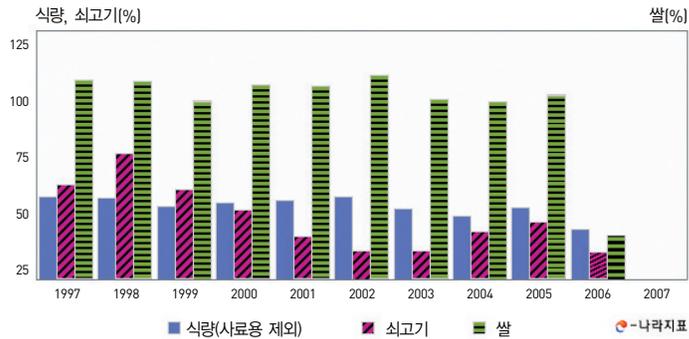
* 농산물 지급률이란?

- 식량(곡물) 및 축산육류에 대한 생산량 대비 소비량의 비율이다. 지급률이 클수록 국내 수요에 비해 생산이 많이 된 것으로 해석할 수 있다.



* 농산물 자급률 추이

농산물 자급률 추이



출처: 통계청

* 주요 식량 자급률 및 수입국

품 목	오렌지	바나나	레 몬	파인애플	밀
자급률	0%	0%	0%	0%	1.7%
주요 수입국	미국	필리핀, 대만	미국, 뉴질랜드	필리핀, 태국	미국
품 목	옥수수	콩	잡 곡	당 근	고 추
자급률	3.8	8.97%	26.9	49.32%	66.3%
주요 수입국	미국	중국	중국	중국	중국
품 목	생 강	포 도	토마토	감 자	쌀
자급률	76.84%	86.2%	89.15%	90.86%	94.01%
주요 수입국	중국	칠레	미국	-	-
품 목	오 이	딸 기	양배추	상 추	사 과
자급률	94.6%	96.31%	98.16%	99.09%	98.6%
주요 수입국	-	-	-	-	-
품 목	양 파	복숭아	단 감	마 늘	귤
자급률	96.4%	96.1%	98.05%	98.61%	99.999991%
주요 수입국	-	-	-	-	-
품 목	무	배	수 박	배 추	고구마
자급률	98.9%	99.92%	99.994%	99.991%	99.99999%
주요 수입국	-	-	-	-	-
품 목	돼지고기	소고기	닭고기	수산물	
자급률	76%	43.5%	80%	78.5%	
주요 수입국	미국, 칠레	미국, 호주	미국, 브라질	-	



1 즉, 소는 석유를 먹고 자란다!!



1 국가별 농업의 실태 1



화전은 숲의 일부를 개간하여 농사를 짓다가 땅이 영양분을 잃으면 다른 곳으로 옮기는 농사법이다. 유목은 가축이 먹는 풀을 찾아 철 따라 등백등백 주어서 수확을 아주 많이 한다. 집약농업은 노동력을 많이 투입하고 거름을 많이 주는 농사법이다. 돼지, 닭, 오리, 생선, 바닷말에서 나오는 유기물을 땅으로 되돌린다.



기업농업은 투자를 많이 하여 농기계와 화학비료에 크게 기대는 농사법이다. 화학연료에서 에너지를 끌어와서 작물 같은 식량으로 돌린다. (하지만 수확철에는 적은 임금으로 사람들이 일일이 손으로 수확한다는 사실)

1 글로벌 푸드 어떻게 생겨났을까? 1



* 자본!! 자본주의 아래 농산물 생산이 소비자의 건강이 아닌 이윤 창출이 가장 큰 목적이 되었습니다.



* 녹색혁명!! 미국 록펠러재단과 포드재단이 주도한 녹색혁명으로 밀과 벼의 다수확 품종을 개발하고 보급했습니다.



* 기술발전!! 농산물 대규모 유통이 가능한 교통수단의 발전과 장기간 보존을 가능하게 한 기술의 발전이 눈부셨습니다.



* 시장발전!! 광고와 브랜드, 대규모 선진국 시장과 판매장 등장이 농산물 유통의 세계화를 일으켰습니다.

* 기업 농업이 식량의 세계화를 만들었다. 기업 농업은 자본이 많이 들어요 땅도 넓어야 하고 에너지도 싸야 하죠. 연료가 싸면 굳이 절약할 필요성을 느끼지 못하고 그래서 기업 농업은 낭비가 심해요. 예를 들어 곡식을 먹고 자라는 소는 쇠고기의 7배에 해당하는 에너지를 소비하죠.

1 기업 농업의 문제점!!

- * **자원낭비!!**
화학 연료를 기반으로 하여 에너지를 마구 투입합니다. 또한, 각 나라들은 이윤 창출을 위해 농산물을 수입하고 또 같은 농산물을 수출하는 식량 맞교환이 일어나고 있습니다.
- * **끊어진 자원 순환!!**
농사와 축산이 분리되면서 축산 분뇨로 인한 오염은 물론 유기농 비료를 만들지 못하게 되었습니다.
- * **온실가스 배출!!**
과일, 채소처럼 물로 채워져 있는 값비싸고 썩기 쉬운 상품을 항공으로 운송하면서 발생하는 온실가스의 양이 방대합니다.
- * **지역 문화 상실!!**
지역 음식은 그것을 먹는 사람들의 과거와 연결된 역사가 담겨 있는데 기업 농업은 지역 음식의 문화를 실종시키고 있습니다.
- * **지역 사회에 악영향!!**
지출된 돈이 순환하지 못하고 농촌에서 얻은 이윤은 도시나 외국으로 빠져 나가고 있어 농촌 지역 사회의 발전을 막고 있습니다.
- * **생태계 다양성 파괴!!**
각 나라에서는 주식보다는 바로 돈과 바꿀 수 있는 작물을 위주로 키웁니다. 가늌는 농경지 절반에서 코코야를 기르고 멕시코는 과일만 재배하고 필리핀은 파인애플, 우간다는 커피만 키우고 있습니다.

! 기업 농업의 미래!!

- * 석유가 고갈되면 대량 생산, 가공, 수송, 소비에 문제가 생깁니다.
 땅에서 캐내어 비료에 들어가는 인은 지금처럼 마구 쓰면 2050년에는 바닥날 것입니다.
 ※ 전통농업에서는 인을 생선뼈, 음식물 찌꺼기에서 얻었다.

전쟁, 천재지변으로 경제가 무너지면 수출입이 어렵게 되고 식량강국은 식량이 남아 돌아서 문제가 생기고, 식량 수입국은 식량이 부족해 문제가 생길 것입니다.

생태계 다양성을 위협합니다. 나라별로 한 두 품종밖에 기르지 않게 되면 다양성이 떨어지면서 해충이나 병에 무너질 확률이 높아집니다. 그에 따른 토양의 부식도 견잡을 수 없게 될 것입니다.

! 가장 좋은 방법은 바로, 로컬푸드!!

- * 생산자와 소비자와의 신뢰 관계로 생산자는 책임감 있게 먹거리를 생산하여 소득을 늘리고 소비자는 저렴한 가격으로 믿을 수 있는 농산물을 제공받습니다.

먹거리 생산에 있어서 자원이 순환되고 유통 과정에서 이동거리가 짧으니 더불어 지구의 온도도 짝짝 내려가게 됩니다.

! 우리나라 주요 식품의 자급률 !

품 목	오렌지	바나나	레 몬	파인애플	밀
자급률	0%	0%	0%	0%	1.7%
주요 수입국	미국	필리핀, 대만	미국, 뉴질랜드	필리핀, 태국	미국
품 목	옥수수	콩	잡 곡	당 근	고 추
자급률	3.8	8.97%	26.9	49.32%	66.3%
주요 수입국	미국	중국	중국	중국	중국
품 목	생 강	포 도	토마토	감 자	쌀
자급률	76.84%	86.2%	89.15%	90.86%	94.01%
주요 수입국	중국	칠레	미국	-	-
품 목	오 이	딸 기	양배추	상 추	사 과
자급률	94.6%	96.31%	98.16%	99.09%	98.6%
주요 수입국	-	-	-	-	-
품 목	양 파	복숭아	단 감	마 늘	굴
자급률	96.4%	96.1%	98.05%	98.61%	99.999991%
주요 수입국	-	-	-	-	-
품 목	무	배	수 박	배 추	고구마
자급률	98.9%	99.92%	99.994%	99.991%	99.99999%
주요 수입국	-	-	-	-	-
품 목	돼지고기	소고기	닭고기	수산물	
자급률	76%	43.5%	80%	78.5%	
주요 수입국	미국, 칠레	미국, 호주	미국, 브라질	-	

| 마인드맵 그리기 예시 |

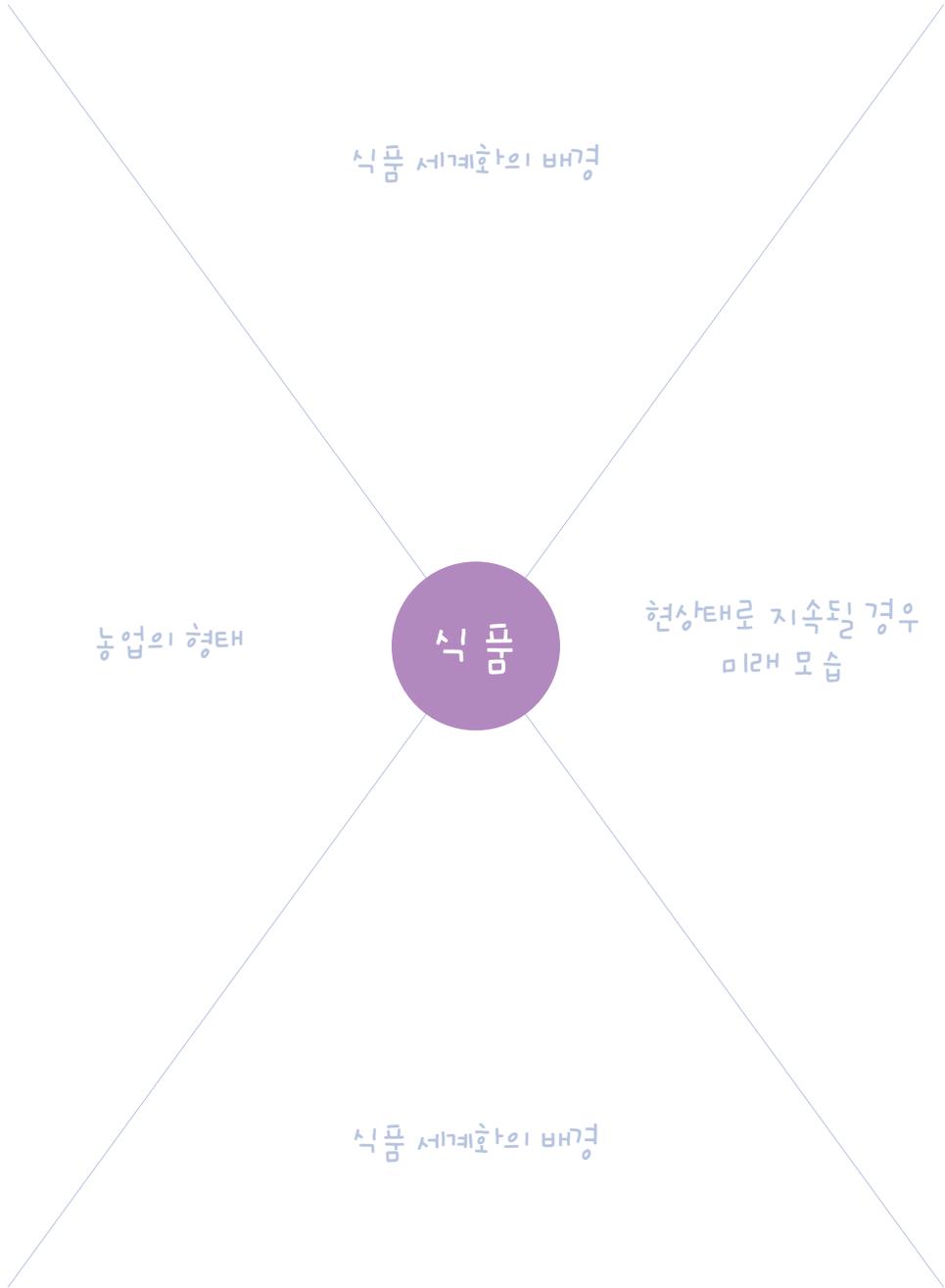


S.GENOVESE ©
LEARNINGFUNDAMENTALS.COM.AU Source:www.live-the-solution.com

출처 : www.live-the-solution.com

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

| 식품에 대한 마인드 맵을 그려 보세요. |



지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?



활동 개요

활동 대상	고 등 학생																	
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 산업화, 인구의 증가로 인해 기후변화는 날로 심각해지고 있으며 지구의 기온은 계속해서 상승추세에 있다. 현재 가장 큰 이슈인 환경 변화는 이미 피해를 발생시키고 있으며 그 대표적인 현상이 바로 지구온난화이다. 지구온난화를 유발하는 물질을 온실가스라고 한다. 대표적인 6대 온실가스로는 CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, PFCs, HFCs가 있다. 6대 온실가스 물질의 물리적, 화학적 특징에 대해서는 널리 알려져 있으나 우리 눈으로 확인하기는 쉽지 않다. * 본 프로그램에서는 온실가스의 입체 구조 만들기를 통해 알아볼 수 있다. 활동으로 학생들은 온실가스에 대해 호기심과 관심을 갖게 될 것이다. 그리고 각 온실가스별로 특징이나 발생원, 저감 방법에 대해서 알게 함으로써 지구온난화에 대한 추상적인 해결 노력이 아닌 온실가스별 구체적인 해결 방법을 찾을 수 있을 것으로 기대된다. 																	
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 기후변화를 일으키는 원인 물질에 대해 설명할 수 있다. * 온실가스를 만들고 지식 카드를 활용하여 온실가스 각각의 특징을 알 수 있다. 																	
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">내 용</th> <th style="width: 25%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th style="width: 10%;">대 응</th> <th style="width: 10%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td>★</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						내 용	기후변화 현상	원 인	영 향	대 응	선 택	차 시		★			
내 용	기후변화 현상	원 인	영 향	대 응	선 택													
차 시		★																
활동 차시	* 6차시 / 12차시			소요 시간	100분													
활동 장소	* 실내 또는 야외																	
준 비 물	강 사 용	* 모래, 쌀, 콩, 호두, 테니스공, 농구공																
	학습자용	* 지식 카드, 분자 구조 모형 재료, 4절 흰 종이, 꾸미기 세트																
흐 림 도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #3498db; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">도 입 20 분</div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 5px; border-radius: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 지구온난화와 관련된 동영상을 본다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #3498db; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">전 구 비 30 분</div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 5px; border-radius: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 준비된 분자 모형 재료를 이용하여 눈으로 확인할 수 있는 온실가스를 만들어 본다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #3498db; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">전 구 비 2 30 분</div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 5px; border-radius: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 지식 카드를 통해 온실가스의 특징과 영향에 대해 알아 본 후 크기가 다른 물질을 이용하여 지구온난화 기여도를 알아본다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #3498db; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">마 무 리 20 분</div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 5px; border-radius: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 온실가스를 상쇄시킬 수 있는 광합성 메커니즘 및 방안에 대해 토의하여 정리한다. </div> </div> </div> </div> </div></div></div>																	



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 기후변화 관련 동영상을 시청한다.

- * 예시 _ 기후변화 관련 동영상을 시청하여 기후변화에 대한 전반적인 내용을 이해한다. 기후변화 바로알기 [환경부 / 9분 36초]를 활용할 수 있다. 영상의 주요 내용은 지구가 너무 뜨거워요. → 기후변화는 어떻게 생기나요. → 지구를 위해 해야 할 일 순으로 진행된다. 지구온난화에 대한 동영상을 통해 전반적인 내용을 쉽게 접근하여 전체적인 흐름을 접함으로써 본 수업에서 활용될 수 있도록 한다.
- * 준비물 _ 동영상(www.gihoo.or.kr → 정보마당 → 자료실)

(2) 온실가스에 대해 설명한다.

- * 예시 _ 지구온난화란 인간의 활동으로 인해 대기 중으로 배출되는 온실가스의 농도가 높아지면서 발생하는데 온실가스 농도가 높아짐으로 지구 복사열의 흡수가 과다하게 일어나 지구의 에너지 균형이 깨지면서 지구의 온도가 높아지는 현상이다. 지구온난화의 개념을 파악하고 온실가스가 무엇인지 알 수 있도록 설명한다.
- * 유의 사항 _ 그 동안 언론이나 여러 가지 자료를 통해 지구온난화나 온실가스에 대한 이야기는 많이 들었을 것이다. 학생들이 가지고 있는 오개념을 확인하고 정확한 내용을 전달한다.

2. 전개1(30분)

(1) 온실가스를 만들어 본다.

- * 예시 _ 대표적인 6대 온실가스에 대해 살펴본 후 각각의 온실가스 중 자신이 원하는 물질을 입체적으로 만들어 볼 수 있도록 한다. 각 물질에 대한 구조를 제시된 그림에 따라 주어진 재료를 이용해서 간단히 만들어보고 자신이 만들어보지 못한 물질에 대해서도 구조를 파악할 수 있도록 한다.
6대 온실가스 : CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, PFCs, HFCs
- * 유의 사항 _ 입체적인 구조의 특징을 알아보고 온실가스에 대한 호기심을 갖는다.
- * 준비물 _ 과학상사에서 구입한 분자 모형 재료

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?



(2) 6대 온실가스의 작품을 만든다.

- * **예시** _ 각 모둠원별로 만들어진 6대 온실가스를 모아서 하나의 모형물로 만들어 본다. 각 모둠별로 하드 보드지를 준비한 뒤 그 위에 온실가스를 모아서 붙여 놓은 후 자유롭게 지구온난화에 대해서 꾸며 볼 수 있도록 한다.
- * **유의 사항** _ 앞에서 본 지구온난화와 관련된 동영상을 떠올리며, 그동안 자신이 지구온난화에 대해 알고 있던 배경 지식을 토대로 모둠원별로 온실가스의 특징을 잘 표현해보도록 지도한다.
- * **준비물** _ 하드보드지, 완성된 분자 구조, 표현할 수 있는 재료(색연필, 펜 등 기타 필기도구)

3. 전개2(30분)

(1) 자신이 만든 구조를 비롯해 활동지를 통해 각 물질에 대한 특징과 저감 방법에 대해 학습한다.

- * **예시** _ 준비된 활동지를 통해서 각 물질에 대한 특징이 나와 있는 지식 카드를 보고 각 물질의 특징 및 저감 방법에 대해 내용을 적도록 한다. 온실가스의 대표적인 6대 온실가스가 정해져 있지만 이 외에도 다양한 물질이 혼합되어 지구온난화를 유발하고 있다는 것을 알려준다.
- * **유의 사항** _ 온실가스는 6가지 종류가 아닌 여러 종류의 물질로 이루어진 것으로 지구 온난화에 가장 큰 기여를 하는 물질을 6가지로 한정해 놓은 것이라는 것을 설명한다.
- * **준비물** _ 활동지, 지식 카드

(2) 각각의 크기가 다른 6가지 물질을 통해 온난화 지수의 차이를 알아본다.

- * **예시** _ 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 각각의 크기가 다른 6가지 물질을 준비해 둔다. 모래, 쌀, 콩, 호두, 테니스공, 농구공을 통해 어떤 물질과 연관되어 있을지 아이들 스스로 생각해 보게 한다. 후에 온실 가스와 각 물질을 연결시켜서 설명한다.

온실가스	지구온난화 지수(GWP)	온실효과 기여도(%)
CO ₂	1	55
CH ₄	21	15
N ₂ O	310	6
HFCs	140 ~ 11,700	24
PFCs	6,500 ~ 11,700	
SF ₆	23,900	



- * **유의 사항** _ 모래는 CO₂, 쌀은CH₄, 콩은 N₂O, 호두는 HFCs, 테니스공은 PFCs, 농구공은 SF₆로 간주한다. 각 물질이 정확한 비례는 아니지만 모래와 농구공이 큰 차이를 보인다는 점을 통해서 지구에 미치는 영향 정도가 다름을 확인할 수 있도록 한다. 우리 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 물건을 활용한 것일 뿐 정확한 크기 비례가 아니라는 점을 말해 준다.
- * **준비물** _ 모래, 쌀, 콩, 호두, 테니스공, 농구공, 모래, 쌀, 콩 등을 담을 수 있는 용기

4. 마무리(20분)

(1) 각 모듈별로 완성시킨 온실가스를 표현한 작품에 대해 설명한다.

- * **예시** _ 각 모듈원별로 각자가 만든 온실가스 분자 구조를 모아서 6대 온실가스 작품을 완성한 후 각 모듈별로 작품의 의도와 작품의 표현에 대해 설명한다.
- * **유의 사항** _ 모듈원별로 자신이 만든 분자 구조 뿐만 아니라 나머지 온실가스의 분자 구조를 모아서 함께 표현해 봄으로써 6대 온실가스에 대해 좀 더 쉽게 이해할 수 있을 것으로 기대한다. 그들만의 표현 방법에서 오개념은 없는지 확인해 준다.
- * **준비물** _ 완성된 작품, 활동지

(2) 우리 생활 속에서 각 물질을 저감시킬 수 있는 방법에 대해 알아본다.

- * **예시** _ 우리 생활 속에서 발생된 물질을 저감시킬 수 있는 방법에 대해 알아본다. 자연적인 저감 방법을 위한 노력과 근본적인 발생원을 억제하기 위한 노력 등 다양한 의견을 이야기 할 수 있도록 하며 교사가 아이들의 생각을 정리해 준다.
- * **유의 사항** _ 가장 대표적인 온실가스로 이산화탄소를 흔히 말한다. 이러한 온실가스는 자연적인 저감 방법을 활용할 수 있다. 즉, 나무의 광합성 작용을 통해 저감되는 것임을 알고 광합성 메커니즘에 대해 간략하게 설명한다. 나머지 물질에 대해서 근본적인 발생원을 차단하기 위해 노력해야 함을 말해 준다.
- * **준비물** _ 활동지, 지식 카드

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?

6

| 활동 방법 |

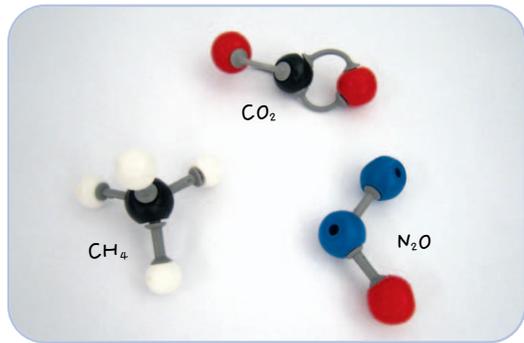
교구 제작 방법

- ★ 분자모형 재료 _ 인터넷에서 분자 모형 재료를 검색하여 구매할 수 있다.
- ★ 온실가스 비교 대상 _ 6종의 온실가스를 크기가 쌀, 아몬드, 탁구공, 테니스공, 고무공, 배구공 등 크기가 다른 6종류의 물질로 비교한다.

- 1 분자 모형 만들기 재료를 이용해 6종의 온실가스 중 한 가지를 선택하여 만든다.
- 2 내가 만든 온실가스에 대해서 자세히 알아본다.



분자 모형 재료



분자 모형 제작 모습

- 3 지구온난화 지수를 비교할 수 있는 크기가 다른 재료를 준비한다.
- 4 예를 들어 CO₂는 지구온난화 지수가 가장 낮으므로 쌀알에 비교할 수 있다.
- 5 CO₂는 온실효과 기여도가 가장 높으므로 그 양을 가장 많이 준비한다.



지구온난화 지수와 온실효과 기여도 비교

- 6 활동지를 통해 정리한다.

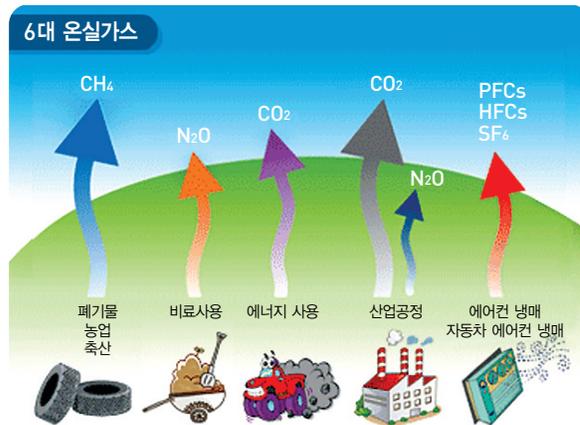


참고 자료

(1) 지구온난화

- * '지구온난화'란 사람의 활동에 수반하여 발생하는 온실가스가 대기 중에 축적되어 온실가스 농도가 증가함으로써 지구 전체적으로 지표 및 대기의 온도가 추가적으로 상승하는 현상을 말한다(저탄소 녹색성장 기본법 제2조 11항).
- * 지구 표면 온도는 동일한 양의 일사를 받을 경우 대기층이 없었던 경우의 온도보다 높아지게 되며 대기층(즉, 그 속에 있는 수증기와 이산화탄소)에 의한 이 효과를 온실효과라 한다.
- * 그런데 지표로부터 방사되는 적외선을 흡수하는 기체는 이러한 수증기뿐만 아니라 탄산가스, 메테인, 오존, 이산화질소, 프레온 등도 있다. 이러한 기체는 수증기가 흡수하지 않는 파장 범위에 있는 적외선의 흡수대가 이러한 기체가 증가할 경우 당연히 우주로 빠져 나갈 열이 대기에 남아 온도를 상승시킨다. 바로 이러한 현상이 지구 온난화와 직접 관계되는 것이다.

(2) 온실가스



- * 온실가스란 대기를 구성하는 여러 기체들 가운데 대기 중으로 방출되는 복사열을 흡수하여 지구 기온이 상승하는 소위 온실효과를 야기하는 기체이다.
 - * 종류 및 특성
 - 온실가스는 온실효과에 직접적으로 관여하는 직접 온실가스(CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, CFCs, H₂O)와 다른 물질과 반응하여 온실가스로 전환될 수 있는 간접 온실가스(NO_x, CO, SO₂, NMVOC)로 구분할 수 있다.
- 기후변화협약 제3차 당사국총회에서는 위에서 언급한 8종의 직접 온실가스 중에서 CFCs는 이미 몬트리올 의정서에 의해 규제를 받고 있으며, H₂O는 자연계에서 순환되므로 이 두 가지 물질을 제외한 이산화탄소, 메테인, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화황의 6종에 대해 저감 및 관리대상 온실가스로 규정하였다.

출처: 온실가스전문인력양성교재

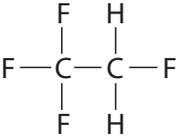
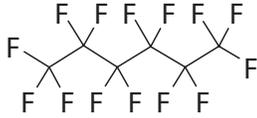
지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?

6

* 온실가스의 발생 원인에 따른 분류

구 분	발생원인	온실가스 종류
직접 온실가스	자연적 현상	수증기
		오존
	자연적 현상 + 인간의 활동	이산화탄소(CO ₂)
		메테인(CH ₄)
간접 온실가스	인간의 활동	아산화질소(N ₂ O)
		수소불화탄소(HFCs)
		육불화황(SF ₆)
		염화불화탄소(CFCs)
		질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO ₂) 및 비메탄휘발성유기물질(NMVOC)

* 온실가스의 화학적 구조

화학명	구 조	화학명	구 조
CH ₄		SF ₆	
CO ₂		HFCs	
N ₂ O		PFCs	

(3) 지구온난화 지수

* 온난화지수란 각각의 온실가스들이 지구온난화에 영향을 미치는 정도를 수치화한 것으로, 온실기체가 대기 중에 방출된 후 특정 기간(보통 100년) 동안 그 기체 1kg의 적외선흡수 능력(가열 효과)을 이산화탄소 1kg의 가열 효과와 비교해 산출한다. 온실가스 흡수량의 계산은 20년, 100년, 500년간으로 구분한 적산자료를 제시하고 있다.



온실가스	지구온난화 지수(GWP)	온난화 기여도(%)	수명(yr)	주요 배출원
CO ₂	1	55	100 ~ 250	연료 사용 / 산업 공정
CH ₄	21	15	12	폐기물 / 농업 / 축산
N ₂ O	310	6	120	산업 공정 / 비료 사용 / 폐기물
HFCs	140 ~ 11,700	24	70 ~ 550	냉동기 / 소화기 / 세정제
PFCs	6,500 ~ 11,700			충전기 절연가스 / 반도체 /
SF ₆	23,900			식각용 가스

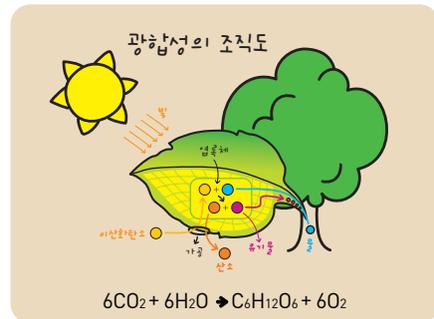
출처 : 온실가스전문인력양성교재

(4) 온실가스를 줄이기 위한 노력

온실가스	기후변화를 일으키는 화합물의 발생을 줄이는 과학적 방법
이산화탄소	<ul style="list-style-type: none"> 저탄소, 무탄소 연료의 사용(석탄 대신 천연가스의 사용, 원자력의 이용, 신재생 에너지의 이용) 화석 연료에서 발생하는 이산화탄소의 회수처리(흡수법, 흡착법) 자연의 이산화탄소 저장 능력 증진(산림, 토양, 해양 등)
메테인	<ul style="list-style-type: none"> 가축 분뇨 처리 시설의 혐기적 저장 시스템을 호기적 저장 시스템으로 전환 → 가축 분뇨를 휘저으면서 공기를 불어 넣어 미생물의 유기물 분해를 촉진 가축 분뇨를 이용하여 신재생 에너지 생산
아산화질소	<ul style="list-style-type: none"> 벼논에서 물 관리시 상시 담수 상태(물을 가득여 놓은 상태)에서는 NO₃ → N₂O → N₂ 전환 과정 중 N₂O는 신속히 N₂로 전환되고 상당량의 N₂O가 물에 녹기 때문에 N₂O의 배출량이 적어짐.

* 이산화탄소 저감을 위한 방법 - 산림의 작용

- 식물은 광합성을 통해 온난화의 주요 원인인 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하는 과정에서 나무와 토양에 탄소를 저장한다. 이렇게 저장된 탄소는 다시 식물의 호흡이나 유기물의 분해를 통하여 대기 중으로 방출된다. 또한 식물은 에너지 흐름과 관련이 있는 물의 이동에도 중요한 일을 한다. 산림은 온실가스를 흡수/저장하고 다시 배출하는 과정으로 지구 기후 시스템에 영향을 주고 또한 지구의 물 순환 과정도 조절함으로써 에너지 분배에 영향을 미치고, 결국 지구의 기후상태에 영향을 미치게 되는 것이다.



* 메테인 저감 방법 : 음식물 쓰레기 줄이기, 채식하기, 가축의 수 줄이기

* 아산화질소 저감 방법 : 비료 많이 사용하지 않기, 대중교통 이용하기, 불장난하지 않기

* 염화불화탄소 저감 방법 : 에어컨 사용 줄이기, 스프레이 사용 줄이기, 냉장고 효율적으로 사용하기

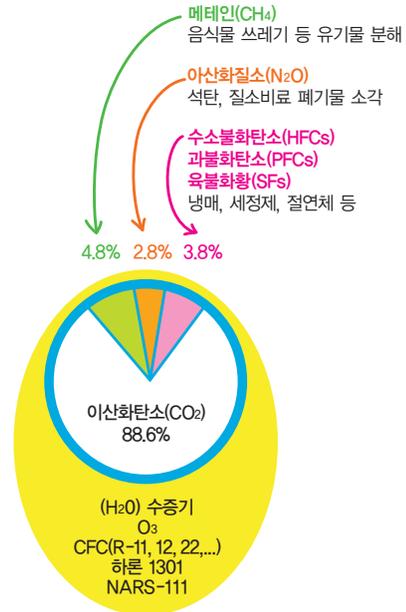


1 온실가스란?

저탄소 녹색성장 기본법 제2조 9항

'온실가스'란 이산화탄소(CO₂), 메테인(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 것으로 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질을 말한다.

1 한눈에 보는 온실가스 종류와 특징 1



* 어떻게 생겨?

화산이 폭발할 때나 산불이 날 때 생기지만 사람들이 나무와 석유, 석탄과 같은 화석 연료가 탈 때, 탄소가 공기 중의 산소와 결합하여 생기는 것이 훨씬 많아, 대기 중에 있는 이산화탄소는 1700년대 후반 산업혁명이 시작된 이후 1/3이 더 늘어났어. 이 수준은 앞으로도 수백 년 동안 계속해서 높게 유지될 것 같아.

* 실험실에서도 생기던데?

이산화탄소는 공업적으로 석회석에 산을 가하거나 석회석을 가열하면 얻을 수 있어. 알코올과 같은 탄소화합물이 연소할 때 물과 함께 생성되기도 하고 생물체가 유기물을 분해하는 과정에서도 만들어지기도 해. 생명체는 호흡을 통해 유기물을 분해하면서 생활에 필요한 에너지를 얻는데, 이때 이산화탄소가 만들어지고 날숨을 통해 다시 공기 중으로 배출되는 거지.

* 지구온난화에 얼마나 기여해?

* 지구온난화 지수는 낮지만 그 양이 전체 온실가스 배출량 중 약 80% 이상을 차지하고 있기 때문에 6대 온실가스 중 가장 중요한 온실가스로 분류되고 있어.

* 없앨 수도 있어?

자연계에서 이산화탄소는 식물이 광합성 작용을 할 때 사용되지, 그리고 일부는 바다에 흡수되기도 해.

*지구온난화 지수 : 8page 참고



* 어떻게 생겨?

메테인은 흰개미, 바다, 진흙 화산에서 자연적으로 생겨. 그런데 오늘날 메테인 가스가 방출되는 양 중에서 그 절반 정도는 인간이 방출하지. 주로 쓰레기 매립, 가축 사육, 천연가스를 생산할 때 방출되는데 주로 농업 활동이나 폐기물 처리 과정에서 발생해. 산업 공정이나 에너지 부문에서도 메테인이 발생하지만 그 양은 미미한 것으로 나타났어.

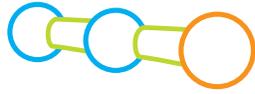
* 실험실에서도 생기던데?

메테인의 반응은 쉽게 이루어져. 반응에서 생성되는 삼염화메탄(CHCl₃)은 클로로폼이라 하여 한때 마취제로 사용되었었고, 삼염화탄소(CCl₄)는 발암물질이라고 알려지기 전까지는 소화기의 불연성 액체로 쓰였고 기름에 의한 화재의 소화제로도 쓰이기도 했었어.

* 지구온난화에 얼마나 기여해?

비록 메테인이 대기 중에 있는 이산화탄소보다 양은 더 적어도 온실효과는 훨씬 강해. CO₂보다 20배의 온실효과를 가지고 있어.

N₂O



* 어떻게 생겨?

바다와 축축한 숲 토양에 있는 박테리아가 아산화질소를 자연에 방출해, 그런데 인간이 만들어내는 아산화질소의 주요 원인은 화학 비료와 동물의 거름이야.

* 특징이 있다던데?

아산화질소는 웃음가스라고 잘 알려져 있는데 대기 중의 열을 흡수하는 것은 물론, 독성이 없고 흡입 마취제로 사용할 만큼 안전한 물질이야.

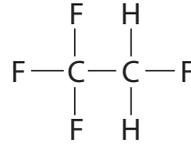
* 지구온난화에 얼마나 기여해?

아산화질소 1분자는 이산화탄소 310분자에 해당하는 온실 효과를 유발해, 엄청나지?

* 사람한테 피해를 줘?

마취성이 있어 간단한 외과수술 시 전신 마취에 사용하는 경우도 있어. 보통 산소 20%를 혼합하여 사용하는데, 독성·자극성이 약하고 안전하지만, 마취제로 이용할 때는 높은 농도를 필요로 하기 때문에 산소 결핍증을 일으킬 우려가 있어.

HFCs



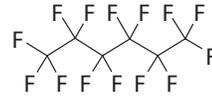
* 어떻게 생겨?

불연성 무독성 기체로 취급이 쉽고 화학적으로 안정해서 냉장고 및 에어컨의 냉매로 사용되지.

* 특징이 있다던데?

HFCs는 대기권내에서 수명이 짧고, 염소를 포함하지 않아서 오존층 파괴물질인 프레온가스인 CFC(염화불화탄소)의 대체 물질로 개발되었어. 그래서 많은 곳에 이용되고 있는 거지. 하지만 문제는 지구온난화를 일으키는 주범이라는 거야.

PFCs



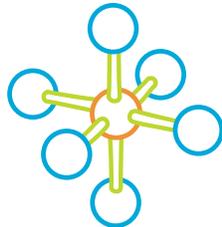
* 어떻게 생겨?

우리 나라의 경우 반도체 제조 공정에 사용되고, 국내 온실가스 총 배출량의 4.2%를 차지하고 있어.

* 특징이 있다던데?

과불화탄소는 탄소와 불소의 화합물로 CFC를 대체하여 쓰이고 있는데, 문제는 역시 온실가스라는 거지. 해마다 차지하는 비중이 늘어가고 있어.

SF₆



* 어떻게 생겨?

절연성이 높아서 변압기, 절연 개폐 장치 등에서 절연 매체로 사용되고 있어. 이외에도 반도체 제품이나 액정 패널의 제조 과정에서도 사용되지. 특수하게는 어뢰의 엔진 연료에도 사용된다.

* 특징이 있다던데?

플루오린과 황의 화합물로 황원자를 중심으로 플루오린 원자가 정팔면체 구조를 취하고 있어. 열적 안정성이 좋고 열 전달성이 뛰어나, 1960년대부터 절연체 등으로 넓게 사용되고 있는 거지.

* 지구온난화에 얼마나 기여해?

총 사용량은 많지 않지만, 최근 수요량이 늘어나고 있는 추세야. 안정성이 높아 일단 배출되며 대기 중에 거의 영구히 존재하게 되어 그만큼 문제가 되고 있어.

| 온실가스별 지구온난화지수 |

* 지구온난화 지수가 뭐야?

온실가스별로 지구온난화에 기여하는 정도가 달라. 일반적으로 이산화탄소를 기준으로 해서 각 가스별 기여 정도를 명시한 것을 지구온난화 지수(GWP, Global Warming Potentials)라고 하지.

* 지구온난화 기여도는?

각 온실가스 별로 배출량이 다르기 때문에 온실가스별 지구온난화 지수와 그 배출량이 고려하여 지구온난화에 얼마나 기여하고 있는지 %로 나타낸 거지.

< 온실가스별 지구온난화지수(GWP)와 기여도 >

온실가스	지구온난화지수 (GWP)	지구온난화기여도 [%]
이산화탄소	1	55
메테인	21	15
아산화질소	310	6
수소불화탄소	150 ~ 11,700	24
과불화탄소	6,500 ~ 9,200	
육불화황	23,900	

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

1. 지구온난화란?

자연적인 배출원 뿐만 아니라 인간의 활동, 특히 화석 연료를 태울 때 대기 중으로 배출되는 온실가스의 증가로 지구의 온도가 계속 상승한다는 것이다.

2. 온실가스

대기를 구성하는 여러 기체들 가운데 대기 중으로 방출되는 복사열을 흡수하여 지구 기온을 높이는 기체이다. CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, CFCs, H₂O 등.

1 6대 온실가스의 특징을 정리해 보세요. 1

	배출원	특징	온난화 지수 (GWP)	기여도 [%]	저감방법
CO ₂			1	55	
CH ₄			21	15	
N ₂ O			310	6	
HFCs			140 ~ 11,700	24	
PFCs			6,500 ~ 11,700		
SF ₆			23,900		

활동 개요

활동 대상	고 등 학생																					
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 최근 언론 매체를 통해 기후변화에 대한 정보를 많이 접하고 있다. 지구온난화 6도의 악몽이라는 책(동영상)은 온실가스 배출량에 따라 지구의 온도가 1도에서 6도까지 올라가는 시나리오를 제시하고 있다. 지난 100년 동안 지구의 온도는 실제 0.6도가 상승했고, 이러한 0.6도의 지구 온도 변화는 지구에 매우 큰 영향을 미치고 있다. 중요한 것은 우리의 미래를 부정적으로만 생각하는 것이 아니라, 긍정적인 미래 상황을 만들어가도록 노력한다는 점이다. * '기후변화 만화 만들기' 수업을 통해 학생들은 기후변화에 따른 영향을 스스로 예측해 볼 수 있다. 즉, 기후변화가 인간뿐만 아니라 지구 생태계에도 영향을 미친다는 것을 알고 다양한 방향으로 미래의 모습을 예측해 본다. 기후변화에 따른 변화를 생각해 보고 그 해결 방법을 찾아보면서 희망적인 메시지를 전달할 수 있기를 기대해 본다. 																					
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 기후변화 관련 자료 검색을 통해 기후변화의 영향에 대해 알 수 있다. * 내가 알고 있는 지식을 토대로 미래의 모습을 영화 시나리오로 만들 수 있다. 																					
내용 체계	<table border="1"> <thead> <tr> <th>내 용</th> <th colspan="3">기후변화 현상</th> <th>원 인</th> <th>영 향</th> <th>대 응</th> <th>선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>★</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응	선 택	차 시					★		
내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응	선 택															
차 시					★																	
활동 차시	* 7차시 / 12차시			소요 시간		100분																
활동 장소	* 실 내																					
준 비 물	강 사 용	* '지구온난화 6도의 악몽' 동영상, 모둠 활동지																				
	학습자용	* 기후 변화 관련 자료(인터넷 검색 자료, 신문 기사 등), 필기구																				
흐름도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; margin-right: 10px;">도입 20분</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> • 영화 '지구' 영상 편집&기후변화 TV 뉴스 동영상을 시청한다. • 현재까지의 지구 평균 온도 변화 그래프를 제시하고 앞으로 지구 온도가 어떻게 변하게 될 것인지 직접 그려 보고 발표한다. </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; margin-right: 10px;">전개 60분</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> • 기후변화의 영향과 관련하여 간단히 설명한다. • 기후변화 관련 영화 시나리오 제작 활동을 소개한다. • 모둠별로 기후변화가 우리 생활에 미치는 영향에 대해 인터넷 검색, 신문기사 등 자료를 사전에 준비한다. • '가까운 미래 지구의 평균 온도가 6도 올라간다면...' 준비한 시나리오 자료를 참고하여 작성한 후 발표한다. </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; margin-right: 10px;">마무리 20분</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> • '지구온난화 6도의 악몽' 동영상을 시청한다. • 기후변화에 대응하기 위한 노력에 대해 알아본다. </div> </div> </div>																					



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 기후변화의 전반적인 내용에 대해 알아본다.

- * 예시 _ 영화 '지구(2007)' 영상을 활용하여 지구 환경에 대한 경이로움을 느껴볼 수 있다. 그리고 지구 기후 변화에 대한 전반적인 내용을 알아본다. 교사의 설명으로 기후변화의 전반적인 내용을 파악할 수 있다.
- * 유의 사항 _ 기후변화 만화 시나리오를 만들기 위해 필요한 지식을 제공한다. 기후변화의 원인과 몇 가지 현상에 대해서 알려줄 수 있다.

(2) 기후변화 예측 방법 동영상 시청하고 현재까지 지구 평균 온도 변화 그래프를 제시한다.

- * 예시 _ 기후변화를 예측 하는 방법에 대한 동영상을 시청한다. 기상청의 기후변화정보센터 홈페이지[홍보 동영상 / 3분 58초]를 통해 확인할 수 있다. 기후변화 과학이란 기후변화를 감시 ▶ 탐지 ▶ 분석 ▶ 예측하는 것이다. 동영상을 시청한 후 학생들에게 지구 평균 온도 변화 그래프를 제시하고 앞으로 어떻게 변할 것인지 학생들의 다양한 생각들을 들어본다.
- * 유의 사항 _ 학생들도 지구 평균 온도가 조금씩 상승하고 있고 최근에는 가파르게 상승하고 있다는 사실을 알고 있다. 하지만 학생들에게 먼저 결론을 제시해 줌으로써 학생들의 풍부한 상상력을 제한하기 보다는 수업의 도입 부분이기 때문에 다양한 의견들을 수렴하고 이러한 의견들을 입증하기 위한 전개 활동으로 자연스럽게 이어질 수 있도록 유도한다.
- * 준비물 _ 지구 평균 온도 변화 그래프 제시

2. 전개(60분)

(1) 기후변화 영향과 관련된 검색자료, 신문기사 등의 자료를 사전에 준비하고 기후변화 영향에 대해 알아본다

- * 예시 _ 최근 빈번한 기후변화로 인해 발생하는 이상 현상에 대해 사진을 통해 살펴본다. 특히 우리 나라 지역에서 발생되고 있는 이상 기후 현상에 대해 자세히 알아본다. 학생들이 준비한 자료를 모둠별로 조사하여 만화 제작에 필요한 자료를 분류한다.
- * 유의 사항 _ 기후변화는 이전부터 지속되어 온 현상이다. 다만 최근 들어 인위적인 요인에 의해 그 변화의 속도가 매우 빨라지고 있다는 사실을 인식시킨다.
- * 준비물 _ 인터넷 자료, 신문 기사

(2) 기후변화 관련 영화 시나리오 제작 활동을 소개한다.

- * 예시 _ ‘가까운 미래 지구의 평균 온도가 6°C 올라간다면...’이라는 상황을 제시한다.
- * 유의 사항 _ 시나리오 제작 시 유의할 점은 객관적 자료를 근거로 한 뻔한 스토리로 흘러가지 않도록 교사가 지도를 해야 한다는 점이다. 지구 평균 온도의 급상승으로 인해 여러 악영향이 발생할 수 있지만 우리가 알고 있는 지식에서 탈피한 다양한 상상력을 발휘할 수 있도록 유도한다.

(3) 준비한 자료를 참고하여 시나리오를 작성하고 발표한다.

- * 예시 _ 우선 모둠 구성을 하고 모둠별로 활동지를 나눠 준다. 학생들은 준비한 자료를 참고하되 그것을 그대로 모방하지 않고 창의적으로 시나리오를 짠다. 학생들은 우선 영화 장르를 선택하고 장르에 맞게 시나리오를 구성한다.
- * 유의 사항 _ 준비한 자료를 그대로 모방하여 시나리오를 작성하지 않도록 주의를 준다. 또한 시나리오에 대한 평가 기준을 사전에 마련하여 학생들에게 제시한다.
- * 준비물 _ 모둠별 시나리오 활동지, 평가 기준지

(1) ‘지구온난화 6도의 악몽’ 동영상을 시청한다.

- * 예시 _ 영국의 환경 저널리스트 마크 라이너스는 6°C의 악몽이라는 가상 시나리오로 지구 온난화의 대재앙을 경고하고 있다. 이 영상은 온도가 1°C씩 올라감에 따라 지구가 어떻게 변하는지 세밀하게 보여 준다. 이는 과학적 객관성을 근거로 했기 때문에 이 모든 것이 결코 허무맹랑하지 않은 않다. 그리고 일부 사례는 지금 현실화되고 있다.
- * 유의 사항 _ 학생들이 작성한 시나리오와 비교해 가면서 시청할 수 있도록 한다.

(2) 기후변화에 대응하기 위한 노력을 설명한다.

- * 예시 _ 대부분의 모둠에서 지구 대재앙 상황의 시나리오를 제작할 것이다. 이러한 상황을 겪지 않기 위해 할 수 있는 방법들 즉, 개인·사회·국가 차원에서의 노력을 설명한다.
- * 유의 사항 _ 기후변화 대응 방법에 대해 간단히 언급하되 우리가 실천할 수 있는 방법들에 초점을 맞춰 설명한다.



| 활동 방법 |

- 1 활동지를 나눠주고 전제된 상황을 확인한다.
- 2 기후변화가 우리 생활에 미치는 영향을 조사한다.
- 3 지구 평균 기온 6°C가 올라갔다고 상상하고 시나리오를 작성한다.
- 4 제작한 시나리오를 발표한다.

★ 기후변화 6°C 악몽 주요내용

< 상황 1: 지구 평균 기온 1°C 상승 >

온도가 1도 상승하면 반 년만에 북극의 얼음이 사라지고, 통상적으로 허리케인이 없는 남대서양 연안이 허리케인의 내습을 받는다. 미국 서부에 극심한 장기적 가뭄이 발생한다.

< 상황 2: 지구 평균 기온 2°C 상승 >

빙하가 점차 녹아 없어지면서 북극곰이 생존을 위해 몸부림친다. 그린란드의 빙하가 사라지기 시작하고 산호초도 점점 사라진다. 지구의 해수면이 7미터 상승한다.

< 상황 3: 지구 평균 기온 3°C 상승 >

아마존 열대우림이 점점 사라지고 극심한 엘니뇨 기후 이변 현상이 일상적으로 발생한다. 유럽은 과거에는 거의 없던 극심한 여름 열파를 반복적으로 겪는다. 수천만 혹은 수십억의 사람들이 아열대 지역에서 중위도 지역으로 이주한다.

< 상황 4: 지구 평균 기온 4°C 상승 >

해수면이 상승해 연안 도시가 물에 잠긴다. 빙하의 소멸로 많은 지역에 깨끗한 물이 부족해진다. 남극 대륙의 빙하가 붕괴되어 해수면 상승이 더욱 가속화 될 수 있다. 영국 여름이 기온이 섭씨 45도가 된다.

< 상황 5: 지구 평균 기온 5°C 상승 >

사람이 살 수 없는 지대가 확산되고 대도시 용수 공급원인 설원과 대수층이 고갈되어 수백만 명의 기후난민이 발생할 수 있다. 인류 문명은 이러한 극심한 기후변화로 인해 파괴될 수 있으며 가난한 사람들이 가장 고통 받을 것이다. 양극 지방에는 더 이상 얼음이 존재하지 않고 이와 함께 해양생물이 대량 멸종하고 대규모의 쓰나미가 발생해 연안 지구를 파괴할 것이다.

< 상황 6: 지구 평균 기온 6°C 상승 >

온도가 6도 올라가면 95%에 달하는 생물이 멸종될 것이며, 살아 남은 생물들은 빈번하게 발생하는 치명적인 폭풍과 홍수를 겪게 된다. 황화수소, 메테인으로 인한 화재가 불시에 발생한다. 이는 언제든지 터질 수 있는 원자폭탄과도 같다. 박테리아 외에는 어떤 생명체도 생존하지 못한다. 이른바 '지구 최후의 날' 시나리오가 상연될 수도 있다.

| 참고 자료 |

(1) 영화 '지구'

* 내용 소개

- 지구는 행운의 별이라 불려온 곳이다. 50억 년 전 거대한 소행성이 지구와 충돌하여 지구의 각도가 태양과 정확히 23.5도 기울어지게 되었다. 이로 인하여 계절이 생겼고 극한의 기후, 더위와 추위, 절경의 아름다움을 가진 경관이 생겼다. 또한 지구는 생명체가 살기에 완벽한 조건을 가지고 있다.

(2) 기후변화 TV 뉴스 기사 요약

* 무더위·폭설

- 모스크바가 기온 측정 이후 최고 온도인 32℃를 기록하였고 독일에서도 골프공만한 우박이 내리는 등 환경 파괴로 인한 기상 이변이 속출하고 있다.

* 2100년, 지도가 바뀐다. 북극 온난화 비상

- 북극의 얼음이 빠른 속도로 녹으면서 해수면이 상승함에 따라 해안 저지대가 침수될 전망이다. 북극 얼음은 한 달 동안 732만km²에서 526만km²로 29% 감소하였으며 이는 남한 면적의 20.6배에 해당한다.

* 이재민 수십만 명

- 지난 100년 동안 전 지구 온도는 0.6℃ 상승하였으나 한반도의 온도는 2.5배 높은 1.5℃ 상승하였다. 이러한 지구온난화 현상으로 전 세계 이재민이 수십만 명 생겨나고 한반도의 집중호우 현상은 더욱 강해질 전망이다.

* 지구온난화로 한국 생태계 교란

- 지구온난화로 한반도가 아열대 기후로 변하면서 한국의 생태계가 변하고 있다. 벚꽃이 가을에 피고 바나나가 열리는 등 이상 생장 현상이 전국적으로 속출하고 있다.

* 대가뭄 또 오나

- 지금까지 지구온난화가 가속화 될 경우 한반도는 2010년부터 2019년 사이에 한 번, 2030년대 큰 가뭄이 닥칠 가능성이 있는 것으로 나타났다.

(3) 기후변화 영향

* 환경 • 이상기후 현상

이상기후의 원인이 되는 지구온난화에 대한 과학적 근거를 두고 논란은 있으나, 북극 및 남극지대 기온 상승, 빙하 감소, 홍수, 가뭄 및 해수면 상승 등 이상 기후 현상에 의한 자연재해가 현실로 나타나고 있다.

• 빙하 감소

지난 20세기 동안 북극 지대 대기 온도는 약 5도 증가(이것은 지구 표면의 평균 온도 상승폭보다 5배나 빠른 속도)로 인하여 빙하 감소, 극지방 호수의 피빙 기간 감소 등 직접적 영향을 초래하고 있다. 예로서 북극 지역에 있는 거의 모든 산지 빙하는 지난 20세기 동안 감소하고 있는데 스위스의 산지 빙하는 1/3까지 줄어들었다. 북반구 극지방에서는 1960년대 이후로 눈두께가 10%나 감소하고 있는



한편, 20세기 동안 호수와 강의 연중 피빙기간이 약 2주나 짧아지고 있다.

• **홍수**

지구온난화의 또 다른 영향으로 1966년 및 1997년 라인강 홍수, 1995년 중국 홍수, 1998년 및 2000년 동유럽 홍수, 2000년 모잠비크 및 유럽 홍수, 그리고 2004년 방글라데시 우기홍수[전 국토의 60% 침수] 등 전 지구적으로 집중 호우와 폭풍우에 의한 홍수가 빈발하고 있다.

• **가뭄 및 사막화**

홍수와 더불어 가뭄현상도 지구온난화의 중대한 영향 중의 하나인데 특히 아프리카에서 아주 심각하게 발생하고 있다. 니제르, 차드호 및 세네갈 지역에서는 전체 이용 가능한 물의 양이 40~60%나 감소하고 있고, 남북서부 아프리카에서는 연평균 강수량이 감소함으로써 사막화 현상이 가속화되고 있다.

• **해수면 상승**

지난 20세기 동안에 해수면은 평균 10~20cm 높아졌으며, 앞으로도 지속적인 해수면 상승이 예상된다. 만약 이같이 해수면이 크게 상승할 경우 방글라데시와 같이 인구가 해변에 밀집되어 있는 국가에서는 바닷물 범람에 의한 심각한 피해가 우려되고, 몰디브와 같은 작은 섬나라는 완전히 사라지게 될 것이다. 따라서 해수면 상승은 수십억 인구가 사용하는 물을 오염시킬 뿐만 아니라 대규모 인구의 이주를 유발 시킬 것이다.

• **생태계 변화**

지구온난화로 인하여 나무의 조기 개화, 새들의 조기 산란, 곤충 식물 및 동물 서식지 변화, 연안 지역의 백화 현상 증가, 생물 다양성 감소 등 자연 생태계도 서서히 변화되고 있다.

출처: UNFCCC, 2005



출처: 한겨레 신문 2007. 4

* 우리 나라에의 영향

• 주요 내용

범지구적으로 나타나고 있는 지구온난화 영향에서 우리 나라도 예외는 아니다. 우리 나라는 지난 100년간 1.5°C 상승하였으며, 이는 지구 평균의 2배이다. 또한 제주 지역 해수면은 지난 40년간 22cm 상승하였고, 이는 세계 평균의 3배 높은 수치이다. 이렇게 우리 나라의 기후변화 진행 속도는 세계 평균을 상회하고 있다.

• 현황

이와 같은 급속한 기온 상승으로 집중 호우 및 태풍이 빈번하게 발생하여 막대한 인명 및 재산상의 피해가 초래되고 있다. 최근 10년('94~'05)간 폭염으로 인해 2,127명이 사망하였고, 기온 상승으로 말라리아 환자가 '94년 5명에서 '07년 22,227명으로 증가한 것으로 나타났다.

• 예

1998년 지리산에서 시작된 집중 호우로 324명의 인명피해와 1조 2천 500억원의 재산 피해, 1999년 경기 북부 지역에 집중 호우로 64명의 인명피해와 2만 5천 여 명의 이재민 발생, 2002년 8월 태풍 루사로 강릉 지역에 하루 870mm의 비가 내려 일 최대 강수량 기록을 경신하면서 인명 피해 246명, 농경지 3만여 ha 침수 등 5조원이 넘는 재산 피해를 남겼으며, 2003년도에도 태풍 매미로 전국에서 130명의 인명 피해와 4조 7천 800억원의 재산 피해가 있었다.

* 인간 건강에 미치는 영향

- 기후변화가 매개체의 질병 전이에 미치는 영향

요 인	모 기	병원균	척추동물(쥐)
기온 증가	<ul style="list-style-type: none"> • 생존력 감소 • 일부 병원체의 생존력 변화 • 개체수의 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 부화율 증가 • 전이계절 증가 • 분포 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 따뜻해진 겨울은 쥐의 생존에 유리
강수량 감소	<ul style="list-style-type: none"> • 더러운 물이 고여 있어 모기가 알을 낳을 곳이 증가 • 지속된 가뭄으로 달팽이 수 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 영향 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • 먹이의 감소로 개체 수 감소 • 사람 주변으로 이동하여 접촉 기회 증가
강수량 증가	<ul style="list-style-type: none"> • 개체수의 질과 양이 증가 • 습도의 증가는 생존력 증가 • 홍수에 의한 서식지 제거 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 영향에 대한 증거 없음 • 일부 자료에 의하면 말라리아 병원균이 습도와 관계 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 먹이의 증가로 개체 수 증가 가능성이 있음
홍수	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수는 vector의 서식지와 전이에 변화를 초래 • 서식지를 쓸어 내림 	<ul style="list-style-type: none"> • 영향 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • 동물의 배설물에 오염될 수 있음
해수면 상승	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수는 소금물에서 알을 낳는 모기가 많아지는 것에 영향을 줌 	<ul style="list-style-type: none"> • 영향 없음 	<ul style="list-style-type: none"> • 영향 없음

출처: IPCC 3차 보고서, 2001



*** 경제에 미치는 영향**

• **산업계에 미치는 영향**

2005년 2월 16일 교토의정서가 공식 발효되어 온실가스 감축 의무를 지고 있는 선진국을 중심으로 배출권거래제도 및 청정개발체제 등 교토의정서 이행 메커니즘을 이용한 온실가스 감축 노력과 함께 새로이 창출되고 있는 온실가스 감축 관련 환경 산업 및 기술 개발을 선점하려는 노력이 가속화되고 있다.

• **우리나라 경제**

2005년 현재 국가 온실가스 배출량이 1990년 온실가스 배출량 대비 2배에 이르고 있는 우리의 현실을 고려할 때 교토체제 이후에서의 감축 의무 참여는 국민 경제에 큰 부담을 줄 수 있다.

(4) 지구 온도 5℃가 변할 때 예상 시나리오

	0	1	2	3	4	5℃
물	습한 열어와 고위도에서 물 유용성 증가> 중위도와 반건조 저위도에서 물 유용성 감소 및 가뭄 증가> 수십억 명의 사람들이 물 부족에 노출됨>					
생태계	산호 백화 증가 증가된 증발화와 자연 불 발생 위험 증가	중의 30%까지 멸종될 위기에 처함 대부분의 산호 백화 광범위한 산호고사 육상 생물권이 순 탄소 배출원이 될 15%~40%의 생태계가 영향 받음 저위선에서의 해수 역전순환의 감소에 의한 생태계 변화	전세계적으로 심각한 멸종>>			
식량	영세 소유주, 생계유지를 위한 농어민에게 복잡하고 국지적인 부정적 영향> 저위도에서 곡류 생산성 감소 경향> 중위도와 고위에서 생산성 증가 경향>					
해변	홍수와 폭풍우에 의한 피해 증가>> 수백만 이상의 사람들이 매년 해변 홍수 경험>					
건강	영양불량, 설사, 호흡 그리고 전염성 병의 위험성 증가> 열파, 홍수 및 가뭄에 의한 질병 발생률과 사망률 증가> 몇몇 병 매개체의 분포변화> 건강 서비스에 대한 심대한 부담>					

자료: IPCC 제4차 보고서

(5) 기후변화 영화 제작 평가표

항 목	점 수				
	5	4	3	2	1
기승전결의 짜임새가 있는가?					
선택한 장르와 내용이 일치하는가?					
영화 소재가 창의적인가?					
기후변화 영향과 관련 있는가?					

() 고등학교 () 학년 () 반 모둠명 ()

| 다양한 영화 장르 |

호러/공포/스릴러	공포와 전율을 자아내어 관객의 호기심을 자극하려는 의도로 제작한 영화
미스터리	지적 논리로 사건을 풀어나가는 내용의 영화 장르
로맨스/멜로	남녀의 사랑을 다룬 작품
드라마	사랑을 넘어서 아름다운 이야기, 감동적인 이야기
가족	가족애를 다룬 작품
액션	폭력성이 가미된 액션이 줄거리의 주요한 요소를 이루는 영화
환타지	현실 세계와는 다른 마법이나 초자연적인 것들로 구성된 영화
SF	공상과학을 주제로 한 영화
다큐멘터리	허구가 아닌 실화 또는 기록성이 짙은 소재를 다큐멘터리식 수법으로 다룬 영화
무협	무협이란 기본적으로 무술이 들어간 장르를 의미
시대극	역사적으로 실재했던 사건을 있는 그대로 그리는 데 중점을 둔 장르
어드벤처/모험	목적에 도달하기 위해 떠나는 모험을 다룬 영화
전쟁	전쟁을 소재로 한 영화
코미디	웃음을 유발하는 데 목적을 둔 영화

| 아래 제시된 상황에 맞는 기후변화 시나리오를 만들어 보세요. |

가까운 미래,

중동지역의 석유와 종교 문제가 더욱 악화되어 세계 경제가 공황 상태에 빠지게 되고...

경제가 최악의 상황까지 이르게 되자 각 나라는 자국의 경제 부흥을 위해

기후변화 협약을 파기하는데...

그 결과 지구의 평균 온도는 서서히 올라가 지금의 평균 온도보다 6℃ 더 올라가게 된다.

기온의 증가로 인해 상상할 수 없었던 일들이 일어나고 있는데~~

* 기후변화 협약 : 석유·석탄과 같은 화석 연료의 사용 시 배출되는 이산화탄소(CO₂)의 배출을 줄일 의무를 부과한 국가 간 협약

★ 제목 :

★ 장르 :

★ 등장인물 :

() 고등학교 () 학년 () 반 모둠명 ()

개 요	시나리오
★ 상황 1	
★ 상황 2	
★ 상황 3	
★ 상황 4	
★ 상황 5	
★ 상황 6	

교토메커니즘의 이해

8

| 활동 개요 |

활동 대상	고 등 학생																																
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 교토의정서는 기후변화를 막기 위한 국가 간의 구체적인 합의로 환경 협약 중 가장 중요시 되고 있는 협약이라 할 수 있다. 교토의정서를 통해 미국·일본·유럽연합(EU)등의 선진국들은 2008~2012년 사이에 1990년 대비 온실가스 배출량을 평균 5.2% 감축하는 것을 목표로 잡고 노력하고 있다. 청소년들에게 교토의정서에 대한 이해와 관심을 높이고 지속적인 기후협약을 통해 지구온난화에 대응할 수 있는 방법의 중요성을 알게 한다. * 이번 교육프로그램에서는 교토메커니즘(공동이행제도, 청정개발체제, 배출권거래제도)에 대해 직소모형 수업 방식으로 학생들이 스스로 학습하고 조별로 게임을 진행하여 체험을 통해 내용을 숙지하는 시간을 가지도록 한다. 또한 교토의정서의 문제점들을 짚어보고 이를 극복해 나갈 수 있는 방안과 우리들의 노력에 대해서 자유롭게 토론해 보는 시간을 갖는다. 이를 통해 학생들에게 환경 문제에 대한 광범위성과 심각성을 이해하도록 하고 기후변화에 대한 지속적인 관심을 유도하고자 한다. 																																
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 교토메커니즘(공동이행제도, 청정개발체제, 배출권거래제도)에 대하여 이해한다. * 교토메커니즘의 문제점을 파악하고 이를 개선하기 위한 방안을 모색한다. 																																
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">내 용</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th colspan="2" style="width: 20%;">대 응</th> <th colspan="2" style="width: 10%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> <td>★</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>										내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택		차 시							★				
내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택																								
차 시							★																										
활동 차시	* 8차시 / 12차시						소요 시간	100분																									
활동 장소	* 실 내																																
준 비 물	강 사 용	* CO ₂ 젠가, 교토메커니즘 및 국가 이름표																															
	학습자용	* 필기구																															
흐름도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #2980b9; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 도입 20분 </div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 10px; border-radius: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • '교토의정서 오늘 공식 발효' 뉴스를 시청한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #2980b9; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 전개 55분 </div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 10px; border-radius: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 교토의정서에 대해 전반적인 내용을 학습한다. • 직소모형 수업을 통해 '교토메커니즘 이해하기' 활동을 한다. • 각 모둠의 구성원들의 발표를 토대로 'CO₂ 왕창 빼기' 놀이를 실시한다. </div> </div> <div style="margin: 10px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #2980b9; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-right: 10px; text-align: center;"> 마무리 25분 </div> <div style="flex-grow: 1; background-color: #f1f3f4; padding: 10px; border-radius: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 교토의정서에 따른 대처 방안에 대해 알아본다. • 각 가정에서 할 수 있는 CO₂ 감축 방안 4언시 짓기 </div> </div> </div>																																



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) '교토의정서 오늘 공식 발효' 뉴스를 시청한다.

- * 예시 _ "교토의정서 오늘 공식발효[YTN TV / 2분 18초]" 동영상 뉴스를 시청하고 난 뒤 교토의정서에 대한 내용을 다시 한 번 학생들과 나누도록 한다. 예를 들면 몇 개국의 나라가 협약을 맺었는지, 온실가스는 몇 % 줄여야 하는지, 우리 나라는 의무감축국에 속하는지 등을 물어본다.

2. 전개(45분)

(1) 교토의정서에 대해 전반적인 내용을 학습한다.

- * 예시 _ 교토의정서의 전반적인 내용을 학생들에게 알려주도록 한다.
- * 유의 사항 _ 교토의정서 관련 내용을 학습하면서 활동하게 될 직소 모형 수업에서 교토메커니즘이 어떤 일을 하고 있으며, 그와 연관된 내용들은 어떤 것들인지 확인할 수 있다.

(2) 직소모형 수업을 통한 '교토메커니즘 이해하기' 활동을 한다.

- * 예시 _ **1. 모둠원 역할 배분**(6명/6모듬, 총원 36명 기준)
6명으로 구성된 모듬안에서 각 2명씩 팀을 이룬다. 팀별로 3가지 하위 제도(1. 공동이행제도, 2. 청정개발체제, 3. 배출권거래제도)가 적혀있는 지식 카드를 배부한다. 지식 카드는 1인당 한 세트씩 배부한다. 각 제도를 맡은 팀은 해당 제도에 대해 전문가가 된다. 그리고 각 제도는 그에 해당하는 두 개의 국가가 존재하므로 3명의 학생은 각자 해당 국가의 역할을 분배 받는다.
- * 유의 사항 _ 교사는 활동 내용을 정확히 이해하고 설명하도록 한다.
- * 예시 _ **2. 3가지 제도와 해당 국가에 대한 전문가 활동**
각 모듬에서 동일한 하위 제도와 같은 국가의 역할을 맡은 학생들은 이제 학급 전체에서 동일한 국가의 역할을 맡은 학생끼리 모여 지식 카드의 내용을 함께 학습한다. 각 팀에서 세가지 하위 제도에 대한 학습을 마치면 해당 제도에 대해 전문가가 되어 모듬에 돌아가서 모듬원에게 어떻게 핵심 내용을 전달해 줄 지 토의한다.
- * 유의 사항 _ 3개 제도에 각 2개의 국가가 존재하므로 학급 전체가 다시 6집단으로 나뉘게 될 것이다.
- * 예시 _ **3. 모듬별 재소집**
3가지 제도에 대한 토론이 끝나면 다시 모듬으로 돌아와 각 제도에 대한 전문 지식을 모듬원에게 전수한다. 다른 모듬원들은 자기가 전문으로 학습한 제도 외에는 학습을 하지 않았기 때문에 자신이 학습하지 않은 제도는 전적으로 다른 전문가의 지식에 의존할 것이다. 따라서 각 모듬원의 가르침을 적극적으로 수용하게 될 것이다. 여기서 학생들이 서로 간의 지식을 공유할 수 있는 충분한 시간을 주도록 한다.

* 유의 사항 _ 교사는 도입부에서 교토의정서의 내용을 전반적으로 전달하지만 자세한 내용은 학생들 스스로 학습하여 친구들에게 전달해 줄 수 있도록 한다.

* 예시 _ 4. 자리 배열하기

모둠별로 교토메커니즘의 3개 제도에 대한 학습이 끝난 후, 학습한 내용을 바탕으로 자신의 모둠에 있는 교토메커니즘 하위제도 이름 표 3개와 그에 해당하는 국가(선진국/개발도상국/의무감축국)를 배열하여 앉도록 한다. 예를 들어 공동 이행 제도의 이름표 앞에는 선진국과 선진국이 앉아야 하며, 청정개발체제에는 선진국과 개발도상국이 앉아야 한다. 마지막으로 탄소 배출권 거래제도는 의무감축국과 의무감축국이 앉도록 한다.

* 유의 사항 _ 모둠별로 재소집 되었을 때 교사는 모둠별로 이름표를 놓고 자리 배열을 안내한다.

* 예시 _ 5. 'CO₂ 왕창빼기' 활동하기

배열이 끝난 조는 같은 제도를 맡은 팀원과 함께 호흡을 맞춰 젠가 중 자신의 하위 주제에 해당하는 색을 가진 CO₂ 젠가를 빼도록 한다. 이때, 공동 이행 제도와 청정개발체제에 속한 구성원들도 해당 하위 주제의 색을 가진 CO₂ 젠가를 빼어내어 이름표가 있는 통에 넣으면 되지만, 배출권 거래제도의 구성원들이 빼낸 나머지 한 색의 CO₂ 젠가는 젠가가 쌓여 있는 탑의 제일 윗부분에 쌓도록 한다.

규칙 1 : 젠가를 빼낼 때에 학생은 손가락 중 하나만을 사용할 수 있으며 팀(같은 주제)원과 함께 호흡을 맞추어 젠가를 뺄 수 있도록 한다.

규칙 2 : 중간에 젠가가 무너지면 교토의정서를 반대하고 있는 미국 및 중국, 일본의 이름표를 선생님께서 받고 다시 젠가를 복원하여 진행한다.

* 유의 사항 _ 교사는 학생들에게 다른 모둠에 비해 CO₂ 젠가를 많이 빼내어 감축을 많이 한 조에는 보상이 있음을 제시할 수도 있다.

* 예시 _ 6. 학습 및 활동 결과 확인 및 평가

- 평가 기준은 다음과 같다.

첫째, 교토메커니즘 하위제도와 국가 이름표가 맞게 배치되었는가?

둘째, 공동 이행 제도와 청정개발체제를 통해 감축한 CO₂ 젠가의 수가 얼마나 많은가?

셋째, 배출권 거래 제도를 통해 쌓은 CO₂ 젠가의 높이가 얼마나 높은가?

- 첫 번째 기준으로 모둠원들이 전문가 학습을 제대로 수행하였는가를 판가름 할 수 있다. 전체 모둠의 배열이 완벽하다면 CO₂ 젠가를 얼마나 감축하였는가를 통해 판가름 하되, 감축 수가 동일하다면 배출권 거래 제도를 통해 쌓은 젠가의 높이가 어느 모집단이 더 높은지를 통해 우수 모둠을 결정한다.

* 준비물 _ 지식 카드, CO₂ 젠가 6세트, 이름표 6세트



3. 마무리(25분)

(1) 교토의정서에 따른 대응 방안을 알아본다.

- * 예시 _ 2013년부터 새롭게 다가오는 교토의정서에 대비하여 전 세계에서는 어떠한 대응 방안을 마련하고 있는지를 여러 영상을 통해 살펴보도록 한다. ‘교토의정서 이렇게 극복[뉴스 동영상 시리즈 중 선택 (조림 사업, 대체 에너지 등)]’ 할 수 있다.

(2) 각 가정에서 할 수 있는 CO₂ 감축 방안 4언시 짓기

* 예시	-	우리나라 탄소 배출 세계8위 놀랍도다	비닐 봉투 저리 가라 마트갈 땀 장바구니
		지금부터 탄소 제로 도전하세 실천으로	소식하면 나의 똥배 지구 뱃살 줄어드네
		가까우면 자동차는 집에두고 도보 행진	너도 나도 기후 변화 방지코자 노력하세

- * 유의 사항 _ 지식 카드 ‘가정에서 실천할 수 있는 녹색습관’을 참고한다.

교토메커니즘의 이해

8

| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ CO₂ 젠가 _ 일반 젠가를 구매해 양쪽에 3가지 색깔로 CO₂ 라벨을 붙인다.



CO₂ 젠가 제작 모습

- 1 모둠원을 3팀으로 나누어 각각 “공동 이행 제도”, “청정개발체제”, “배출권 거래 제도”의 전문가가 된다.
- 2 각 제도를 맡은 전문가들 중 해당 국가의 역할을 부여 받는다.
- 3 역할에 대해 공부한 후 CO₂ 왕창빼기 활동을 한다.
- 4 제도를 맡은 팀이 CO₂를 빼낼 때는 한 사람 당 한 손가락만 가지고 협동하여 활동을 진행한다.
- 5 “공동 이행 제도”, “청정개발체제”를 맡은 팀은 CO₂를 빼내어 앞에 모아둔다.
- 6 “배출권 거래 제도”를 맡은 팀은 빼낸 CO₂를 탑의 가장 윗부분에 쌓는다.



CO₂ 왕창 빼기 활동 모습

- 7 게임이 끝난 후 평가 기준으로 활동을 평가한다.

1 교토의정서란?

- * 1997년 12월 일본 교토에서 개최된 기후변화협약 제3차 당사국총회에서 채택된 온실가스 배출량 관련 국가합의서이다.
- * **목적 :**
시장 기능을 활용하여 선진국의 온실가스 감축 의무 달성에 소요되는 비용을 최소화하기 위한 제도
- * **국가별 의무 :**
교토의정서 당사국은 온실가스 감축을 위한 정책과 조치를 취하여야 하고, 특히 의무이행대상국(미국, 일본, 유럽연합(EU)회원국을 포함한 38개국)은 2012년까지 온실가스를 1990년 대비 평균 5.2% 감축하는 것을 목표로 함.

* 교토의정서 각 제도의 주요 내용

제 도	해당국가
① 공동 이행 제도	선진국 - 선진국
② 청정개발체제	선진국 - 개발도상국
③ 배출권 거래 제도	의무감축국 - 의무감축국

- ① **공동 이행 제도 :** 선진국 A국이 선진국 B국에 투자하여 발생한 온실가스 감축분의 일정분을 A국의 실적으로 인정하는 제도
 - ② **청정개발체제 :** 선진국 A국이 개발도상국 B국에 투자하여 발생한 온실가스 배출 감축분을 A국의 실적으로 인정하는 제도
 - ③ **배출권 거래 제도 :** 선진국들이 서로의 배출량을 사고 팔 수 있도록 하는 제도
- * 대부분의 선진국들의 온실가스 배출량이 계속 증가되고 있으며, 감축 목표를 국내에서만 달성할 경우 경제적 비용이 막대할 것이다. 따라서 개발도상국에서 달성한 감축 실적을 상품처럼 거래할 수 있도록 하여 온실가스 저감 관련 기술 시장을 확대시키고, 감축 비용을 최소화하며, 기술 시장을 확대하기 위하여 도입된 방법이다.

1 나. 청정개발체제(Clean Development Mechanism)

: 해당 국가 ▶ 선진국 - 개발도상국(대한민국)

- * **내용 :**
교토의정서 제12조에 규정된 것으로 선진국 A국이 개도국 B국에 투자하여 발생한 온실 가스 배출 감축분을 자국의 감축 실적에 반영할 수 있도록 하는 제도이다.
- * **해당 국가와 추진 형태 :**
우리 나라를 포함하여 기후변화 협약상 개도국으로 분류되는 138개국은 온실가스 감축 의무가 없으므로 교토 메커니즘 중 청정개발체제에만 참여할 수 있다. 이 제도는 선진국의 온실가스 감축 비용을 줄이는 목적 이외에 개도국의 지속 가능한 개발(Sustainable Development)을 지원하는 데에도 그 목적이 있다.
- * **적용 방안 :**
교토 의정서에 따르면 선진국의 온실가스 감축 의무가 시작되는 시기는 2008년이지만 이 제도를 통한 온실가스 감축 실적은 2000년부터 소급하여 인정받을 수 있도록 규정되어 있다. 청정개발체제 사업의 대상은 이산화탄소·메테인·아산화질소·수소불화탄소·과불화탄소·육불화황 등 6가지 온실가스를 배출하는 15개 분야이다. 예를 들어 제조업의 경우 연료 전환과 폐열 회수, 에너지 수요 관리 분야에서 효율을 높이고, 채광 및 광물 생산 분야에서 탄광 또는 석탄층의 메테인 포집, 폐기물 관리 및 처리 분야에서 메테인과 축산 분뇨의 메테인 포집 등이 있다.
- * **장점 :**
우리 나라는 투자 유치 측면에서 다른 개도국에 비해 상대적으로 신기술이 많이 보급되어 있다는 점에서는 불리하지만 경제 성장률이 높고 인프라가 많이 구축되어 있는 점에서는 유리하다. 또한 중장기적으로 우리 나라가 선진국의 입장에서 개발도상국에 투자할 시기가 올 것에 대비하여 이 제도의 규칙 제정과 운영에 주목할 필요가 있다. 그리고 우리 나라는 1차(2008~2012년) 배출권 거래제에서도 개발도상국으로 포함되어 제외되었지만, 2차(2013~2017년)에는 의무대상국에 포함될 것으로 예상된다.

1 가. 공동이행제도(Joint Implementation)

: 해당 국가 ▶ 선진국(OECD선진국) - 선진국(동유럽)

- * **내용 :**
교토의정서 제6조에 규정된 것으로 선진국 A국이 선진국 B국에 투자하여 발생한 온실가스 감축분의 일정분을 A국의 배출 저감 실적으로 인정하는 제도이다.
- * **해당 국가와 추진 형태 :**
이 제도는 주로 미국, 일본 등 OECD 선진국이 현재 시장 경제체제로의 전환 과정에서 어려움을 겪고 있는 선진국(동유럽)에 투자하여 노후 설비의 개보수 등을 통해 온실가스를 줄이는 사업 형태로 추진될 전망이다.
- * **적용 방안 :**
현재 토지 이용과 에너지 사업에 적용되고 있다. 토지 이용 사업(산림 보전, 조림, 식림 등)은 특정 지역의 탄소 흡수력을 증가시킨다. 이러한 형태는 중남미의 벨리즈, 코스타리카, 에콰도르와 러시아에서 실행되고 있다. 에너지 프로젝트는 연료 전환(fuel-switching), 열병합발전(cogeneration), 신재생 에너지 등을 통해 에너지 효율성을 높여 온실가스 배출을 감소시킨다. 이러한 형태는 온두라스, 코스타리카, 니카라과에서 실행되고 있다. 이외에도 화석연료 사용을 감소시키기 위해 산화초산과 플랑크톤의 탄소 흡입 능력을 활용한 프로젝트, 매립지와 대목축장의 메테인 흡입 프로젝트도 개발 중이다.
- * **장점 :**
단기적으로는 온실가스를 감축할 수 있는 다양한 방법에 대해 학습할 수 있으며, 기후변화를 줄이는 정치적 관심을 유발해 새로운 사업 기회를 얻을 수 있다. 또한 국내에서 더 나은 기후변화 정책 발전 지표를 개발할 가능성도 있다. 여러 나라가 함께 노력함에 따라 전세계적인 비용 절약도 기대할 수 있다.

1 다. 배출권거래제도(Emission Trading)

: 해당 국가 ▶ 의무이행대상국(또는 기업A) - 의무이행대상국(또는 기업B)

- * **내용 :**
지구 전체에서 배출되는 오염 물질의 총량을 정한 다음 국가 마다 일정한 양의 오염 물질을 배출할 수 있는 권한을 주고 이 한도를 넘는 경우에는 정해진 양을 다 사용하지 못하는 국가로부터 배출권을 구매하도록 한 제도이다. 이때 가격 및 거래량은 배출권의 수요와 공급에 의해 결정된다.
- * **대상국가 :**
캐나다·일본·유럽·러시아 등 38개 선진국이다. 이들 국가는 2008년부터 2012년까지 오염 물질 배출량을 1990년을 기준으로 하여 5.2% 감소해야 한다.
- * **적용 방안 :**
온실가스를 줄이기 위해 기술개발 등을 통해 에너지 효율성을 높이고, 온실가스의 흡수원이나 저장원을 보호해야 하며, 새로운 에너지를 연구·개발하는 등의 규정을 준수해야 한다. 의무이행대상국은 온실가스 배출에 대한 측정과 보고를 위한 각자의 제도를 마련해야 하며, 각 국가의 환경당국은 실제 오염 물질 배출량과 배출권을 비교하여 보고해야 한다. 만약 정해진 배출권 이상으로 오염 물질을 배출한 경우에는 다음 해에 배출 허용량을 줄이거나 벌금을 부과해 된다.
- * **장점 :**
원래는 국가 사이의 거래이지만 온실가스 감축 의무가 있는 나라들이 민간 기업에도 오염 물질 배출량을 할당할 것으로 보여 민간 기업 차원의 거래도 이루어질 것으로 전망된다. 배출 허용량이 미리 설정되기 때문에 환경 목표를 세우기가 쉽고, 장기간에 걸친 배출권을 미리 구매할 수 있어 기업은 장기적인 계획을 세울 수 있으며, 환경당국은 기술 발전 또는 경제 여건 변화 때마다 실시하던 세율 조정을 할 필요가 없다.

| 교토의정서의 문제점 |

- * **미국 :** 미국은 전 세계 이산화탄소 배출량의 28%를 차지하고 있지만, 자국의 산업 보호를 위해 2001년 3월 탈퇴하였다.
- * **중국과 인도 :** 최근 급성장하고 있는 신흥국인 중국과 인도는 탄소 배출이 세계 1위와 3위임에도 불구하고 처음부터 교토의정서에 참여조차 하지 않았다.
- * **일본 :** 2011년 4월 후쿠시마 원전의 폭발로 인해 일본은 2020까지 1990년 대비 온실가스를 25% 줄이겠다는 중장기 목표를 수정하기로 했다. EU와 함께 교토의정서를 주도한 핵심 가입국으로서 온실가스 감축 목표를 포기함으로써 주변에 미치는 영향이 크다.
- * **EU :** 교토의정서 협약을 가장 적극적으로 수행하고자 하는 EU는 주변의 찬사에도 불구하고 이를 두고 유럽연합 내 기업들의 원성이 적지 않다. 무리하게 온실가스 감축 목표치를 달성하고자 함으로써 기업 경쟁력이 크게 약화되는 것을 우려하는 시선이 많다.

| 마. 포스트 교토의정서 |

- * 1997년 국가 간 이행 협약으로 체결한 교토의정서가 2012년 만료됨에 따라 이를 대체해 세계 각국의 온실 가스 배출을 규제할 신규 협약을 의미한다. 지난해 12월 멕시코 칸쿤에서 온실가스 감축 필요성과 개도국에 대한 지원 등을 내용으로 한 원론 수준의 '칸쿤 합의'가 이뤄졌지만 선진국과 개발도상국 간 이견으로 최종 합의안은 내놓지 못했다.

| 녹색 습관 집에서부터 시작해요. |

- * **1. 여름엔 26℃ 이상, 겨울엔 20℃ 이하로 유지합니다.**
냉난방 온도를 1℃ 조정할 경우 연간 110kg CO₂를 줄일 수 있으며, 냉난방 비용을 34,000원 줄일 수 있습니다. 계절에 맞는 적정 실내 온도를 유지합니다.
- * **2. 절전형 전등으로 교체합니다.**
백열등(60W)을 형광등(24W)으로 교체 시 연간 17kg의 CO₂를 줄일 수 있습니다. 절전형 형광등은 백열등과 비교해 수명이 약 8배 길며, 전력 소비가 적습니다.
- * **3. 가전제품 플러그를 뽑아 둡니다.**
대기전력은 에너지 사용기 전체 이용 전력의 약 10%를 차지합니다. 멀티탭은 보이는 곳에 두어 손쉽게 대기 전력을 차단할 수 있도록 합니다.
- * **4. 걷기 > 자전거 타기 > 대중교통 이용을 생활화합니다.**
승용차 이용을 일주일에 하루만 줄여도 연간 445kg의 CO₂를 줄일 수 있습니다.
- * **5. 장바구니를 애용합니다.**
1회용 비닐봉지(연간 160억개)가 분해되는데 100년 이상 걸립니다. 가정 쓰레기를 철저히 분리만 하여도 연간 188kg의 CO₂를 줄일 수 있습니다.
- * **6. 친환경 상품을 구매합니다.**
친환경 상품 사용으로 가구당 연간 350kg의 CO₂를 줄일 수 있습니다. 환경마크 제품, 에너지 효율이 높은 제품을 구매합니다.
- * **7. 샤워 시간은 줄이고, 빨래는 모아서 합니다.**
샤워 시간을 1분 줄이면 가구당 연간 4.3kg의 CO₂를 줄일 수 있습니다. 빨래를 모아서 하면 가구당 연간 14kg의 CO₂를 줄일 수 있습니다. 설거지통을 이용(10분)하면 약 80리터의 물을 절약할 수 있습니다.
- * **8. 음식은 적다고 느낄 만큼 조리합니다.**
연간 버려지는 음식물 쓰레기를 돈으로 환산하면 15조원이 넘습니다. 몸에도 좋고 온실가스도 덜 발생시키는 제철 식품, 지역 농산물을 먹습니다.

출처: 그린스타트

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

! 교토메커니즘 전문가가 되어 각 제도를 정리해 보세요. !

공동 이행 제도(JI, Joint Implementation)

정의	
장점	
사례(대상국)	

청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism)

정의	
장점	
사례(대상국)	

배출권 거래 제도(ET, Emission Trading)

정의	
장점	
사례(대상국)	

* 교토의정서란?

1992년 6월 리우 유연환경회의에서 채택된 기후변화 협약(UNFCCC)을 이행하기 위해 97년 만들어진 국가 간 이행 협약으로, '교토기후 협약'이라고도 한다. 지구온난화가 범국제적인 문제라는 것을 인식한 세계 정상들이 1992년 브라질 리우에 모여 지구온난화를 야기하는 화석 연료 사용을 제한하자는 원칙을 정하면서 이를 추진하기 위해 매년 당사국 총회(COP)를 열기로 했다. 그 후 97년 일본 교토에서 열린 제3차 당사국 총회(COP3)는 선진국으로 하여금 이산화탄소 배출량을 90년 기준으로 5.2% 줄이기로 하는 교토의정서를 만들어냈다.

교토의정서 주요 내용으로는 지구온난화를 일으키는 온실가스에는 탄산가스, 메테인, 아산화질소, 염화불화탄소 등 여러 가지 물질이 있는데, 이중 인위적 요인에 의해 배출량이 가장 많은 물질이 탄산가스이기 때문에 주로 탄산가스 배출량의 규제에 초점이 맞춰져 국가별 목표 수치를 제시하고 있다. 또한 선진국의 감축 의무 이행에 신축성을 확보하기 위해 배출권 거래 제도, 공동 이행 제도 및 청정개발체제 등의 신축성 체제를 도입했다.

활동 개요

활동 대상	고 등 학생																							
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 사람들은 수많은 자원을 이용하고 있다. 하지만 실제로 자원의 이용을 느끼지 못하는 경우가 많으며 꼭 필요하지 않은 자원들을 무분별하게 구매하고 제대로 사용하지 못하는 경우도 많다. 자원은 우리생활에서 없어서는 안 될 소중한 것이다. 그동안 사람들은 편리한 생활을 영위하기 위해 묻혀져 있던 자원을 무분별하게 사용해 왔다. 이로 인해 지구 생태계에 악영향을 미치고 있다. * 학생들은 우리 생활에 쓰이는 물건 중 자원을 추출할 수 있다. 그리고 추출한 자원들이 원래의 목적과는 다른 방법으로 사용할 수 있다는 것을 체험할 수 있을 것이다. 하찮게 여겨졌던 자원의 소중함에 대해서 알게 되고, 더불어 친환경적인 자원의 사용 방법도 자연스럽게 깨닫게 될 것이다. 지구 환경에서 자원으로 인해 피해를 받는 생물들이 있으며 언젠가 그 피해가 사람에게 미칠 수 있다는 것을 깨닫고 올바른 자원 사용의 방법에 대해서 스스로 생각해보고 실천할 수 있다. 																							
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 생활 속 제품들이 어떠한 자원으로 구성되어 있는지를 이해한다. * 올바른 분리 배출 방법을 익히고 실천에 옮길 수 있다. 																							
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">내 용</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th style="width: 10%;">대 응</th> <th style="width: 10%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="color: green;">★</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응	선 택	차 시							★	
내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응	선 택																
차 시							★																	
활동 차시	* 9차시 / 12차시			소요 시간	100분																			
활동 장소	* 실 내																							
준 비 물	강 사 용	* 자원 카드																						
	학습자용	* 필기구																						
흐 림 도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #2980b9; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 도 입 20 분 </div> <div style="background-color: #d9e1f2; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • '내가 만약 무인도에 갇힌다면'이라는 가정하에 여러 가지 자원을 가지고 무인도를 탈출하는 방법을 구상한다. </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> ↓ </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #2980b9; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 전 거 비 30 분 </div> <div style="background-color: #d9e1f2; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • 모동별로 무인도 탈출 방법을 발표한다. • 다른 모동에서는 평가 항목에 따라 탈출 방법을 평가하도록 한다. </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> ↓ </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #2980b9; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 전 거 비 2 30 분 </div> <div style="background-color: #d9e1f2; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • 무심코 버려지는 쓰레기에서 다시 쓸 수 있는 자원이 있는지 확인한다. • 분리 배출 게임을 통해 올바른 분리 배출 방법을 알 수 있다. </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> ↓ </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #2980b9; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> 마 무 리 20 분 </div> <div style="background-color: #d9e1f2; padding: 5px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법을 찾아본다. • 아무 것도 사지 않는 날 이벤트를 구상한다. </div> </div> </div>																							



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 무인도에 갇혔다고 생각하고 모둠별로 자원을 획득한다.

- * 예시 _ 다양한 자원 카드를 통 속에 넣어 준비한다. 모둠별 대표가 나와 간단한 게임(가위, 바위, 보 등)을 통해 자원을 획득하도록 한다. 다양한 자원을 획득할 수도 있고 그렇지 못할 수도 있다. 모든 다른 자원을 획득할 수도 있고 동일한 자원을 여러 개 획득할 수도 있다.
- * 유의 사항 _ 도입 부분에 학생들의 참여를 이끌어 내는 것이 가장 중요하다. 모둠원 모두가 집중할 수 있는 방법을 구상하여 반 아이들 전체가 활동에 적극적으로 참여할 수 있도록 진행한다.
- * 준비물 _ 자원 카드

(2) 공통 자원과 획득한 자원을 가지고 무인도 탈출 방법을 구상한다.

- * 예시 _ 공통 자원은 기본적으로 제공되는 자원이며 선택 자원은 게임을 통해 모둠별로 획득한 자원이다. 자원의 목록은 아래와 같다. 제시된 자원은 본래의 목적으로 모두 사용이 끝났거나, 고장 나서 더 이상 본래의 목적으로는 사용할 수 없는 것들이다. 각 모둠별 제공된 자원을 가지고 무인도에서 탈출하는 방법을 구상한다. 단, 탈출하는데 걸리는 시간 동안 무인도에서 살아가는 방법도 함께 구상하여야 한다.

	구 분	자원 목록
공 통	재생 가능한 자원	물, 공기, 햇빛, 흙
선 택	기타 자원	휴대폰, 노트북, 안경, 오리털잠바, 가죽구두, 청바지 벽돌, 깨진 화분, 자동차 타이어, 스티로폼 박스, 유리병, 사용한 수첩, 나오지 않는 펜, 비닐봉지, 석탄, 석유
	생물 자원	이끼, 원숭이, 토끼풀, 벌, 나비, 나무, 호랑이, 코끼리, 악어, 지렁이
	인적자원	원주민

- * 유의 사항 _ 중요한 점은 자원을 그대로 제공하는 것이 아니라 원래의 용도로 사용할 수 없게 된 물건 등에서 자원을 추출해 내야 하는 점이다.
- * 준비물 _ 자원 카드, 학습지

2. 전개 1(30분)

(1) 모둠별 무인도 탈출 방법을 발표한다.

* 예시 _ 각 모둠별 무인도 탈출 방법을 발표한다. 모둠에서 발표할 한 예는 아래와 같다.

획득 자원	탈출 방법
벌, 호랑이, 유리병, 나오지 않는 펜, 가죽 구두	벌집에 있는 꿀을 먹어 열량을 보충한다. 벌집을 발견한 숲에서 질기고 긴 나무 줄기를 찾아놓는다. 가죽 구두를 분해해 유리병 입구를 잘 막는다. 유리병들은 나무 줄기를 활용하여 잘 엮는다. 펜으로 피리를 만들어 유리병 뗏목을 타고 가면서 크게 불어 위치를 알린다.

* 유의 사항 _ 다양하고 흥미로운 방법들이 많이 나올 수 있도록 유도한다.

(2) 모둠별로 무인도 탈출 방법을 평가한다.

* 예시 _ 발표와 평가를 동시에 진행하도록 한다. 발표 시작 전 네 가지 평가 요소와 요소별 배점을 공개한다. 평가 요소와 배점은 아래와 같다. 발표하는 모둠 외 다른 모둠에서는 항목에 따라 무인도 탈출 방법을 평가하고 그 방법이 정당하지 정당하지 않은지를 최종 확정하도록 한다.

항 목	평가요소	배 점
1	타당한 방법으로 무인도에서 생활하고 탈출을 하였는가?	2, 4, 6, 8, 10으로 배점
2	무인도 생활과 탈출 방식이 친환경적인가?	기본점수 2점부터 에너지 및 자원사용에서 재생 가능한 방법을 3가지 이상 사용한 경우 10점까지 배점
3	재미와 감동을 주었는가?	2, 4, 6, 8, 10으로 배점
4	보너스 점수	위 평가 요소 이외의 보너스 점수

* 유의 사항 _ 1~3번 평가 항목의 중요성은 동일하다. 친구의 방법을 평가함으로써 스스로 자원 활용에 다양한 방법을 생각해 볼 수 있다.

* 준비물 _ 평가 항목 카드



3. 전개2(30분)

(1) 자원의 소중함에 대해서 이야기한다.

- * 예시 _ 환경을 생각하는 자원 사용 방법은 자원을 순환시키는 것이다. 재사용과 재활용의 개념을 설명하고 그 예를 들어 알려줄 수 있다. 또한 자원과 지구 환경과의 관계를 알아본다. 휴대폰 때문에 사라져 가는 고릴라처럼 무분별한 자원 사용은 지구 생태계를 파괴한다.
- * 유의 사항 _ 자원 사용의 방법을 시청각 자료를 통해 설명한다.

(2) 무심코 버려지는 물건을 확인하고 다시 사용할 수 있는 것들을 찾아본다.

- * 예시 _ 교실 내 쓰레기통을 직접 확인해 보는 시간을 갖는다. 다시 사용하거나 또는 재활용 할 수 물건들을 확인해 보고 올바른 분리 배출 방법에 대해서도 알아본다.
- * 유의 사항 _ 쓰레기통을 확인해 보면 분명히 재사용이나 재활용이 가능한 물건들이 있을 것이다.

4. 마무리(20분)

(1) 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법을 찾아 본다.

- * 예시 _ 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법에 대해서 이야기를 나눈다.
- * 유의 사항 _ 실천의 중요성을 강조한다.

(2) 우리학교에서 ‘아무 것도 사지 않는 날’ 캠페인을 한다고 생각하고 활동 내용을 구상한다.

- * 예시 _ ‘아무 것도 사지 않는 날’이 있다면 어떤 캠페인을 할 수 있을지 구상해 본다.
- * 유의 사항 _ 물건을 새로 사지 않고 자원을 순환하고 다른 사람으로부터 필요한 것들을 조달하는 방법을 생각해 보도록 한다.

| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ **자원 카드** _ 자원 카드를 인쇄하여 통이나 바구니에 넣어 준비한다.

❶ 다양한 물건을 인쇄하여 통 속에 넣어 준비한다.



다양한 자원 모습

- ❷ 모둠별로 물건을 획득한다.
- ❸ 획득한 물건에서 자원을 추출하여 무인도 탈출 방법을 구상한다.
- ❹ 탈출 방법을 발표하고 발표한 내용을 다른 모둠원들이 평가한다.
- ❺ 추가 활동으로 자원의 소중함을 알기 위해 교실 내의 쓰레기통에서 재생 가능한 자원을 확인할 수 있다.



쓰레기통에서 재생 가능한 자원 확인

❻ 활동지를 통해 정리한다.



참고 자료

(1) 자원의 개념 및 분류

* 자원이란?

- 인간 생활 및 경제·생산에 이용되는 원료 및 물질, 기술, 노동력 등을 자원이라고 한다. 좁은 의미의 자원은 토지, 산림, 물, 수산물, 광물 등 천연자원을 의미한다.

	개 념	에너지 자원
재생 가능한 자원	햇빛, 공기, 바람처럼 지속적으로 이용할 수 있거나 산림, 곡물과 같이 소비한 후 일정 시간이 지나면 다시 이용할 수 있는 자원	태양 에너지, 풍력, 지열, 바이오 매스, 수력 등
재생 불가능한 자원	철, 금, 은과 같은 광물과 석탄, 석유와 같은 화석 연료	석유, 석탄, 천연가스, 우라늄 등 땅 속에서 채취하는 것

- 재생 가능한 자원 : 햇빛, 공기, 바람처럼 지속적으로 이용할 수 있거나 산림, 곡물과 같이 소비한 후 일정 시간이 지나면 다시 이용할 수 있는 자원이다.
- 재생 불가능한 자원 : 철, 금, 은과 같은 광물과 석탄, 석유와 같은 화석 연료가 이에 해당한다.

(2) 자원 사용이 지구 환경에 미치는 영향

* 휴대폰과 고릴라의 함수 관계

- 아프리카 중부에 위치한 콩고는 콜탄이 많이 생산되는 나라이다. 콜탄을 정련하면 나오는 금속분말 '탄탈(Tantalum)'은 고온에 잘 견디는 성질이 있어 휴대폰과 노트북, 제트엔진, 광섬유 등의 원료로 널리 쓰이게 되자 몇 년 전부터 콜탄은 금이나 다이아몬드만큼 귀한 대접을 받고 있다. 그러나 이러한 콜탄이 내전 중인 콩고의 상황을 더 악화시키고 있다. 반정부군은 콜탄을 팔아 전쟁자금을 조달하고 있으며 그로 인해 광부들은 노동력을 착취당하고 콩고 동부의 세계문화유산인 '카후지-비에가(Kahuzi-biega) 국립공원'도 파괴되고 있다. 이 국립공원은 지구상에 남아 있는 고릴라의 마지막 서식지이며 1996년 무렵 280여 마리의 고릴라가 살고 있었지만 이 국립공원에 엄청난 양의 콜탄이 묻혀 있다는 소식을 듣고 몰려든 수만 명의 사람들은 먹을 것을 구하기 위해 산속에 있는 야생동물을 마구잡이로 사냥했다. 350마리나 되던 코끼리는 2000년에 단 2마리만이 남았고 1996년 280여 마리가 살고 있던 고릴라의 수도 2001년 절반으로 줄어들었다. 돈을 버는 데 혈안이 된 중개상과 다국적 기업들은 콩고의 광부들이 어떤 대접을 받고 있고 국립공원이 얼마나 파괴되었고 고릴라들이 어떻게 죽어 가고 있는지에 대해서는 관심도 기울이지 않고 있다.

* 신출귀몰하는 귀신고래

- 경남 울산 앞바다는 아주 특별한 고래가 출몰하는 곳으로 포경선이 쫓아가면 순식간에 진행 방향을 바꾸어 귀신처럼 사라진다고 해서 이름 붙여진 '귀신고래'가 그 주인공이다. 귀신고래는 길이가 최대 16미터, 몸무게가 35톤이나 되는 대형고래이다. 우리 나라 바다에서 귀신고래가 마지막으로 잡힌 것은 1966년이었고 마지막으로 목격된 것은 1977년 울산 방어진 앞바다에서였다. 고래 전문가들은 귀신고래가 더 이상 우리 바다에서 목격되지 않자 이동 경로가 바뀐 게 아닌지 걱정하고 있다. 귀신고래는 일제강점기에 일본 포경선들이 1,306마리나 잡아들이면서 그 수가 급격하게 줄어들기 시작했다. 귀신

그래 서식지에서 불과 10km쯤 떨어진 바다 한가운데에 거대한 시추선이 떠 있다. 그곳에서는 다국적 석유 기업이 유전을 찾기 위해 바다 밑바닥을 깎고 구멍을 뚫느라 엄청난 소음과 쓰레기를 배출한다. 러시아 환경단체인 '사할린 인바이런먼트 워치'는 대규모 유전 사업으로 인해 귀신고래들의 서식지가 위협받고 있다고 보고했다.

* 나무젓가락과 황사

- 일회용 나무젓가락은 행사 때나 야외에서 아주 요긴하게 쓰이는 물건이다. 대부분의 나무젓가락은 중국산이다. 우리 나라 나무가 사라지지 않는다고 안심할 일만은 아니다. 중국 대륙에서 숲이 하나 사라지면 그 피해는 우리에게 고스란히 닥쳐 온다. 숲이 사라진 땅을 복원하지 않으면 결국 모래 언덕으로 변한다. 이 모래들이 바람이 부는 날 대륙을 지나고 황해를 건너 한반도로 날아든다.

* 휴대폰과 꿀벌

- 꿀벌들이 휴대폰에서 발생하는 전자기 신호로 활동에 혼란을 겪을 수 있다(스위스 연방 기술연구소). 휴대폰 전자파 때문에 한 순간에 방향 감각을 잃을 수 있기 때문이다. 꿀벌들은 떼를 지어 이동할 때 휴대폰 신호를 만나게 되면 서로 통신을 하는데 장애를 느낀다. 또한 벌집 옆에 휴대폰을 갖다 대면 일벌들이 견디지 못하고 벌집을 떠나는 것으로 확인됐다. 이는 벌들이 느끼는 잡음 신호의 강도가 10배 정도 높아지면서 일어난 것이다. 결과적으로 이러한 현상들은 떼를 지어 이동하는 꿀벌들의 특성으로 볼 때, 벌들을 곤경에 빠트릴 수 있다고 연구진은 분석했다.

(3) 자원순환

* 자원순환이란

- 자원순환은 자원을 다시 이용하거나 활용하여 지속적으로 순환하면서 사용될 수 있는 시스템이다.

재활용	자원을 원래의 목적과 다른 물품으로 이용하는 것
재사용	원래의 목적과 동일하게 다시 사용하는 것
자원화	쓰레기를 다시 쓸 수 있는 자원으로 바꾸는 것

* 조상들의 재활용 지혜

- '기회자 장삼십, 기분자 장오십'이라는 말이 있다. '재를 버리는 자는 곤장이 서든대요, 똥을 버리는 자는 곤장이 쉰 대'라는 뜻이다. 이처럼 조선시대까지만 하더라도 선조들은 철저히 자연에 순응하고 자연과 조화를 이루는 삶을 추구해 왔다.

무궁해 퇴비	집집마다 마당 한구석에 퇴비장과 변소를 마련하여 집에서 나오는 모든 쓰레기를 퇴비장에 모아 썩혀 거름으로 사용
짚풀 이용	초가의 지붕부터 짚신, 가마니, 명석, 삼태기, 망태까지 농사와 관련된 일상 용품의 거의 모든 것이 짚으로 만들어짐. 때로는 싸리 껍질, 락물, 모시 껍질 등 색상이 다른 식물 섬유를 함께 사용하여 미적 기능까지 겸비
조각천과 조각보	모자라고 쓸모 없는 것들을 모아서 크고 쓸모 있으며 아름답기까지 한 것으로 되살아나게 한 것이 조각천을 이용하여 만든 주머니나 바늘꽃이 조각보(조각천을 이어 붙여 만든 보자기) 등.



종이 재활용	너덜너덜해져서 더 이상 읽을 수 없는 책 색깔이 누렇게 바래 뜯어진 창호지, 벽지 등을 그냥 버리지 않고 등잔대나, 작은 상, 탈, 종이 기러기 등 생활 공예품으로 재생산함.
숯	석탄, 석유 등과 같은 연료가 등장하기 전까지 나무를 연료로 사용하였으며, 그 연료의 부산물인 숯을 버리지 않고 장을 담그거나, 물을 깨끗이 할 때, 밥을 지을 때도 숯을 이용
전갈	쓸모없게 여겼던 생선의 내장과 아가미 등 버려지는 부분을 맛있고 영양이 있는 음식으로 만들어 먹음. 쉽게 상하는 어패류를 오래 저장할 수 있고 영양소도 풍부해져 오랫동안 사람들의 사랑을 받음.

*** 분리 배출과 재활용**

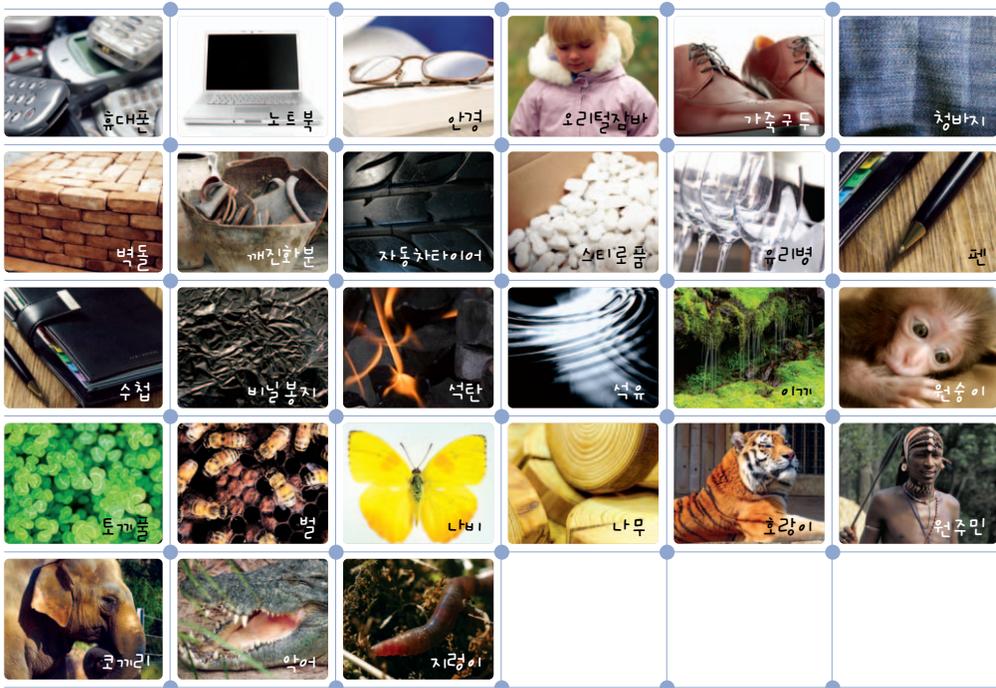
- 분리 배출 표시 대상 및 도안

도 안	분리 배출 방법	도 안	분리 배출 방법
	<ul style="list-style-type: none"> • 내용물을 비우기 • 다른 재질로 된 부착 상표를 제거 • 납작하게 눌러 배출 		<ul style="list-style-type: none"> • 물기에 젖지 않도록 함 • 잘 펴서 차곡차곡 쌓은 후 30cm 정도로 끈으로 묶어 배출 • 비닐 코팅된 부분이나 기타 오물이 섞이지 않도록 함
	<p>* 표시 재질 HDPE, LDPE, PP, PS, PVC, OTHER</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 내용물을 비우기 • 물로 한번 헹구고 말리기 • 압축하여 봉투에 넣거나 다른 팩에 5~6개씩 넣거나 펴서 배출
	<ul style="list-style-type: none"> • 내용물 비우기 • 다른 재질로 된 뚜껑(또는 은박지, 랩 등)이나 부착 상표 제거 • 가능한 압착하여 배출 		<ul style="list-style-type: none"> • 다른 재질의 뚜껑 제거 • 내용물 비우고 물로 헹구기 • 무색, 청색, 녹색, 갈색으로 분리 • 이물질들을 넣지 말 것 <p>★ 맥주병, 소주병, 청량음료병은 수퍼마켓에 되돌려 주고 빈 용기 보증금을 환급 받을 수 있음</p>
	<p>* 표시 재질 철, 알루미늄</p> <ul style="list-style-type: none"> • 내용물을 깨끗이 비우기 • 부착 상표 또는 속의 플라스틱 뚜껑 등 제거 • 병 속에 이물질들을 넣지 말 것 • 물로 헹군 후 배출 		<p>* 플라스틱의 재질 구분의 "OTHER"는 2개 이상의 플라스틱재질이 복합된 복합재질이거나 플라스틱에 여타의 재질(금속 등)이 도포 및 혼합된 것을 의미한다.</p> <p>★ 도포 : (약 따위를) 곁에 바름. ★ 혼합 : 기존의 것에 결합시킴.</p>

(4) 아무 것도 사지 않는 날(Buy Nothing Day)

- * **역사**
 - 매년 추수 감사절 다음날, 즉 11월 마지막 금요일은 ‘아무 것도 사지 않는 날 - Buy Nothing Day (BND)’이다. 1992년 캐나다의 광고계에서 종사하던 테드(Ted Dave)라는 사람에 의해 시작되었다. 시기적으로 11월 마지막 주는 추수감사절과 다가오는 크리스마스를 맞아 아이들과 친구들의 선물을 준비하는 시기로 1년 중 쇼핑이 가장 활발하게 시작되는 때이다. 쇼핑이 활발해지는 시기에 하루를 BND로 정함으로써 스스로의 소비 형태를 한 번 돌아보자는 의도이다.
- * **의미**
 - 사람들은 옷장 속에 가득한 옷들, 그러면서도 늘 입을 것이 없다고 한다. 각종 문구들, 요리도구, 필요해서 산 물건인 줄 알았는데 사용하지 않는 것도 많다. 먹을거리도 마찬가지이다. 세일이나 묶음 판매에 마음이 흔들려 냉장고를 채웠다면 알뜰히 다 먹는 일은 거의 없다. 일단 하루 동안 아무 것도 사지 말고 갖고 싶은 물건의 목록보다는 가지고 있는 것의 목록을 만들어 보자. 뭔가 사야할 때는 이 물건이 어디에서 만들어진 것인지 버릴 때 어떤 영향을 끼치는지도 생각해 보자.
- * **우리 나라의 모습**
 - 1999년부터 우리 나라에서도 ‘아무 것도 사지 않는 날’에 동참하고 있으며 11월 우리 나라 곳곳에서는 많은 사람들이 아무 것도 사지 않는 캠페인을 벌이고 있다.

(5) 자원 이미지 (9-1)



() 고등학교 () 학년 () 반 모둠명 ()

| 획득한 물건을 이용하여 무인도 탈출 방법을 구상해 보세요. |

★ 획득한 물건과 추출한 자원

예) 휴대폰 → 금

★ 무인도 생활 및 탈출 방법

활동 개요

활동 대상	고등학생																					
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 전기는 현대 생활의 편의에 있어서 가장 중요한 역할을 한다. 이러한 전기 없이는 우리의 생활을 가능할 수 없을 정도로 우리에게 매우 중요한 것으로 자리 잡았고, 전력 소비량 또한 폭발적으로 매년 증가하고 있다. 이러한 전기를 생산해내기 위해서 많은 화석 연료가 소비되고 있으며, 이로 인해 온실가스가 대기 중으로 유입되며 기후변화를 촉진시키고 있다. 따라서 전기 에너지 절약을 통해 기후변화를 방지하고자 하는 노력이 필요하다. * 본 교육프로그램에서는 전기 제품의 전력 및 CO₂ 배출량, 실제 가정에서의 전력 소비량 등을 직접 측정하여 관찰하는 체험활동을 통해 전기 에너지에 대한 관심을 더욱 고취시키고자 한다. 측정치의 결과를 토대로 학생들은 다양한 전기/전자 제품의 전력량 및 CO₂ 배출량을 파악할 수 있으며, 보다 객관적인 자료와 데이터로 적극적인 수업 분위기를 만들어 낼 수 있다. 이를 통해 전기 에너지 사용에 대한 올바른 자세를 가질 수 있도록 교육 프로그램을 구성하였다. 																					
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 생활 속 전기 제품과 CO₂의 상관관계를 이해한다. * 학교 및 가정에서 전기 에너지를 절약하기 위한 실천 행동을 할 수 있다. 																					
내용 체계	<table border="1"> <thead> <tr> <th>내 용</th> <th colspan="3">기후변화 현상</th> <th>원 인</th> <th>영 향</th> <th>대 응</th> <th>선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>★</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응	선 택	차 시						★	
내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응	선 택															
차 시						★																
활동 차시	* 10차시 / 12차시			소요 시간		100분																
활동 장소	* 실 내																					
준 비 물	강 사 용	* 전력 측정계, 멀티탭, 전기 제품, 전력/탄소 라벨지																				
	학습자용	* 필기구																				
흐 림 도	도입 20분	<ul style="list-style-type: none"> • 지식채널e의 '빛의 전쟁' 영상을 시청한다. • 나에게 꼭 필요한 전기 제품 3가지를 골라 본다. 																				
	전개 50분	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 제품들을 이용하는데 있어서 안전수칙을 이해한다. • '파워레인저' 활동을 통해 각 모듈별로 전기 제품을 담당하고, 전기 제품의 소비전력과 CO₂ 발생량을 측정한다. • 조사 결과를 발표하고 다른 조의 발표를 듣고 나머지 전기 제품의 수치 및 친환경적 제품 이용방법을 '그린라벨'에 기입한다. 																				
	마무리 30분	<ul style="list-style-type: none"> • 각 가정의 전기 요금을 확인하고 그 원인을 분석한다. • 전기를 절약하기 위한 계획을 세우고 실천에 옮긴다. 																				



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 지식채널e의 ‘빛의 전쟁’ 영상을 시청한다.

- * 예시 _ 전기의 역사에 대한 영상을 시청하고 현대 사회에서는 삶의 편의를 위해 많은 전기 제품들을 사용하고 있다는 사실을 상기시킨다. 우리가 사용하는 전기는 CO₂를 발생시키며 이는 곧 기후변화와 연관됨을 인식하도록 한다.

[지식채널e “빛의 전쟁”] 주요 내용

천재 발명가 에디슨은 전구와 발전기를 발명했지만 전기는 비싼 발전 시설과 전기로 때문에 특권층만 누릴 수 있었다. 테슬라는 기존의 직류가 아닌 교류로 전기를 공급하면 더 싸고 강력하고 편리한 전기를 공급할 수 있다고 주장했다. 그러나 이미 직류 시스템에 막대한 투자를 한 에디슨은 교류 전기는 위험하다고 대응하며 둘의 싸움은 거세져 갔다. 하지만 테슬라는 실험을 통해 교류전기의 안정성을 밝혔고 1903년 모든 사람들에게 교류 전기를 제공하게 되었다.

- * 유의 사항 _ 흥미 유발을 위해 동영상을 사용하도록 한다.

(2) 나에게 꼭 필요한 전기 제품 3가지를 골라본다.

- * 예시 _ 우리들이 생활하는 데 있어서 중요도가 높은 전기 제품을 순위별로 작성하게 한다. 그러한 이유에 대해서도 짧게 적도록 한다. 조원들끼리 비교하여 각 조별로 중요도가 제일 높은 전기 제품과 그러한 이유에 대해 발표하는 시간을 가진다.
- * 유의 사항 _ 포트폴리오 작성과 조별 토론을 하는데 있어서 시간을 넉넉하게 주도록 한다. 발표를 시킬 때에는 2~3명만 발표하도록 하여 시간을 조절한다. 학생들에게 진행한 전기 제품의 순위에는 조명 기구가 들어갈 것이다. 조명 기구와 관련하여 어떠한 사람이 생각나는지에 대해 물어 보고 다음 영상을 이어가도록 한다.

2. 전개(50분)

(1) 전기 제품들을 이용하는데 있어서 안전 수칙을 이해한다.

- * 예시 _ 안전 수칙 사항을 크게 읽도록 하며 각 조별로 안전 팀장을 정해 준다.
 1. 절대 콘센트에 이물질이 찢러 넣지 않는다.
 2. 젖은 손으로 전기 기구를 만지지 않도록 한다.
 3. 플러그를 제거하고자 할 때에는 몸체를 안전하게 잡고 살며시 뽑는다.
 4. TV의 뒷부분을 잘못 만지면 감전될 수 있으므로 만지지 않도록 한다.
 5. 측정 전 전기 제품의 사용 유무를 확인하여, 측정이 끝난 뒤 원상태로 정리한다.
 6. 전선 피복이 벗겨져 있거나 문제가 있는 가전 제품은 만지거나 측정하지 않고, 선생님께 알린다.
- * 유의 사항 _ 전기 제품을 다룰 때에는 무엇보다도 안전이 최우선임을 강조한다. 수업을 통해 다치는 사람이 나오지 않도록 각별히 주의를 기울인다.

(2) '파워레인저' 활동을 위해 4명이 한 모둠이 되어 <전력 측정계> 사용법을 숙지한다.

- * 예시 _ 전력 측정계를 조별로 나누어 주고, 사용법을 숙지할 수 있도록 충분히 설명해준다. 또한 교사는 전력 측정계를 나누어 주기 전에 측정계의 수치(1KWH당 발생하는 CO₂이며, 환경부 기준으로 0.42kg 배출)를 설정하여 놓는다.
- * 준비물 _ 전력 측정계, 조별 활동지

(3) 각 조별로 제품을 배정하여 주고, 학생들은 각 전기 제품의 수치를 측정한다.

- * 예시 _ 예를 들어 1조-TV, 2조-컴퓨터, 3조-선풍기, 4조-에어컨, 5조-온열기, 6조-기타로 배정할 수 있다.
- * 유의 사항 _ 각 조별로 해당 전기 제품의 전문가가 되어 본다고 생각하고, 평상시에 사용할 경우 소모되는 전력 및 대기전력, CO₂ 발생량에 대해 체크하도록 한다. 또한 전기 제품의 이용 방식을 달리하면서 각 수치들이 얼마나 변화하는지를 적도록 한다.

(4) 조별 활동지에 남은 내용들을 작성한다.

- * 예시 _ CO₂ 발생량을 줄이기 위해 각 해당 전기 제품을 어떠한 방식으로 사용할지에 대해 적도록 한다. 또한 전기가 사라져 우리 조의 전기 제품을 쓸 수가 없다면 나의 삶은 어떻게 변할지에 대해 적어 보도록 한다.
- * 유의 사항 _ 각 조별로 활동 시간이 차이가 날 수 있다. 활동이 일찍 끝난 조는 교사에게 조별 활동지를 받아서 우드락에 차례대로 붙이도록 한다.
- * 준비물 _ 우드락, 전기 제품 안전 수칙, 녹색 생활의 지혜 등

(5) 조별 활동 내용을 조장이 나와 발표하고, 이를 활동지에 기록한다.

- * 예시 _ 각 조장들의 발표를 통해 전기 제품들의 전력 및 대기전력, CO₂ 발생량을 학생용 포트폴리오에 있는 '그린라벨'에 기입하고, 올바른 전기 제품 이용 방식 3가지를 기입한다.
- * 유의 사항 _ 포트폴리오에 작성된 그린라벨은 집으로 가져가 모양대로 오려 각 해당 전기 제품 플러그 머리 부근에 부착하여 가정에서도 환경 교육이 지속적으로 유지될 수 있도록 유도한다.
- * 준비물 _ 그린라벨, 활동지



3. 마무리(30분)

(1) 각 가정의 전기요금을 확인하고 그 원인을 분석한다.

- * 예시 _ 조별로 가져 온 전기요금 고지서를 확인하여 해당 월의 사용 전력량을 비교하여 가장 적게 나온 가정과 가장 많이 나온 가정을 뽑고 두 가정의 전기 제품 현황과 사용 행태에 대한 발표를 통해 파악하도록 한다. 또한 전월에 비해 전력 사용량 차이가 가장 많이 나는 가정을 2개(보다 많이 쓴 사람과 보다 적게 쓴 사람) 뽑고 발표를 통해 어떤 생활의 변화로 인한 차이 인지를 분석하도록 한다.
- * 유의 사항 _ 전력량의 비교에 있어 각 가정을 뽑을 때에는 두 가정의 경제력 때문에 차이가 나는 것이 아니라 전기 사용의 행태에서 차이가 난다는 것을 명시하도록 하며, 어떠한 학생도 위화감이나 불쾌감을 느끼지 않도록 교사의 적절한 보상이나 칭찬이 필요하다.
- * 준비물 _ 가정용 전기요금 고지서

(2) 전기를 절약하기 위한 계획을 세우고 실천에 옮긴다.

- * 예시 _ 다음 한 달 동안 가정에서 각각의 전기 제품에 대한 사용 계획 및 실천 방법을 작성한다. 또한 그렇게 실천했을 시 기존 전력량보다 얼마나 줄일 수 있는지 계산하여 적는다.

Ⅰ 활동 방법 Ⅰ

교구 제작 방법

★ 전력 측정계 _ 인터넷에서 '전력 측정계'를 검색하여 구매할 수 있다.

- ① 전력 측정계를 콘센트에 꽂아 작동 여부를 확인한다.
- ② 확인하고자 하는 전기 제품을 전력 측정계에 꽂아 소비 전력을 확인한다.
- ③ CO₂ 발생량 및 전기료는 누적 시간에 비례하여 계산되므로 전력 측정계를 일정 시간 이상 꽂아두어야 확인할 수 있다.



전력 측정계 작동 여부 확인



커피포트의 소비 전력 측정

- ④ 소비 전력, CO₂ 발생량, 전기료를 확인하여 그린 라벨을 만들어 해당 전기 제품에 부착한다.



그린 라벨 부착 모습

- ⑤ 우리 집 전기 요금을 보고 우리 집에서 전기가 낭비되는 곳을 파악한다.
- ⑥ 알뜰한 전기 사용 계획을 작성한다.



| 참고 자료 |

(1) 전기의 역사

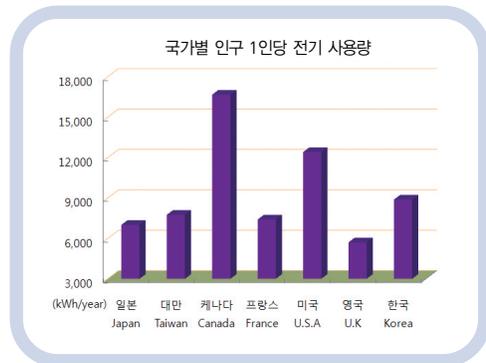
* 전기 현상의 기원

- 고대 그리스 과학자 탈레스는 BC 600년경 호박(琥珀)을 모피에 문지르면 전하를 띠게 되어 가벼운 물체를 잡아당기는 것을 보고 최초로 전기현상을 발견한다. 호박을 의미하는 그리스어의 '엘렉트론'에서 '일렉트리지티(Electricity)'라는 말이 유래된 것으로 전해진다.

* 전기 연구의 역사

- 16세기 말 영국의 윌리엄 길버트는 자석에 대한 연구로 호박이 지니는 인력(전기력)과 자석의 인력(자기력)과의 차이를 처음으로 명확히 밝힌다. 1752년 미국의 벤저민 프랭클린은 연을 이용한 실험을 통해 번개의 전기적 성질을 증명한다. 프랑스의 물리학자 뉘페는 전하에 양(陽)과 음(陰)의 구별이 있다는 사실을 발견하였다. 프랑스의 토목공학자 쿨롱은 전하를 띤 두 물체 사이에 작용하는 전기력에 관한 쿨롱의 법칙을 발견하였다. 이탈리아의 물리학자 볼타는 볼타전지라 불리는 화학전지를 발명하였다. 영국의 물리학자 톰슨은 전자(電子)의 존재를 발견하여 원자물리학의 발전에 공헌하였다.

(2) 국내 및 해외 전력소비 현황



구분 Item	연도 Year	2006 (kwh/year)	2007 (kwh/year)	2008 (kwh/year)	2009 (kwh/year)	2010 (kwh/year)
인구 1인당		7,191	7,607	7,922	8,092	8,883
호당 사용량	주택 부문	4,756	4,871	5,007	5,098	5,328
	공공서비스	23,082	23,120	23,251	23,161	23,940
	생산 부문	132,603	135,589	137,348	139,043	150,120

자료: 한국전력공사

(3) 대기전력

* 대기전력의 개념과 영향

- 대기전력이란 기기(器機)의 동작과 관계 없이 사용자가 의식하지 않는 사이에 소모되는 전기 에너지를 말한다. 전기를 잡아 먹는다는 뜻으로 전기 흡혈귀(Power Vampire)라고도 한다. 대기전력 문제의 해결책은 사용하지 않는 전자 제품의 플러그를 뽑거나 멀티탭(Multitap)을 사용하는 방법이다. 멀티탭의 스위치를 끄면 플러그를 뽑는 것과 같은 효과를 얻을 수 있기 때문이다. 리모콘으로 작동되고 작동 상태를 알려 주는 디스플레이 장치가 장착된 전자 제품의 증가와 함께 대기전력 소비도 늘어나는 추세이다. 복사기나 비디오 레코더는 전체 사용전력의 80%가 대기전력으로 추정된다. 컴퓨터·모니터·프린터·팩시밀리·세탁기·에어컨·텔레비전·DVD플레이어·전자레인지·휴대전화 충전기 등이 대기전력 소비가 많다. 국제에너지기구는 경제협력개발기구(OECD) 회원국들의 경우 가구 당 전력소비량의 10%인 60와트(W)가 대기전력일 것으로 추정한다. 미국은 5%로 적은 편이지만 액수는 매년 약 13억 달러에 달한다. 이처럼 심각한 대기전력 문제 해결을 위해 국제에너지기구는 2010년까지 모든 전자 제품의 대기전력을 1와트(W) 이하로 줄이도록 세계 각국에 권고하였다.

(4) 탄소 발자국 계산하기

* 우리집 탄소 배출량을 간단한 계산식을 통해 알아 보는 방법

참고 : 그린스타트 홈페이지 탄소 발자국 계산기(<http://www.greenstart.kr>)

(5) 신재생 에너지

* 신재생 에너지란

- 기존의 화석 연료를 변환하여 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 생물 유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지. 지속 가능한 에너지 공급 체계를 위한 미래 에너지원을 그 특성으로 한다. 신재생 에너지는 유가의 불안정과 기후변화 협약의 규제 대응 등으로 그 중요성이 커지게 되었다. 한국에서는 8개 분야의 재생 에너지(태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물 에너지)와 3개 분야의 신에너지(연료 전지, 석탄액화가스화, 수소에너지), 총 11개 분야를 신재생 에너지로 지정하고 있다.

* 신재생 에너지 지방 보급 국내 설치 우수 사례(자료 : 에너지관리공단)



전북도청 태양광 발전



제주도 행원리 풍력 발전



성바오로 수녀회 지열 발전



* 신재생 에너지 소개

출처: <http://www.energy.or.kr/knrec/index.asp>

	태양광	태양광 발전 시스템(태양전지, 모듈, 축전지 및 전력 변환 장치로 구성)을 이용하여 태양 광을 직접 전기 에너지로 변환하는 기술
	태양열	태양열 이용 시스템(집열부, 축열부 및 이용부로 구성)을 이용하여 태양 광선의 파동 성질과 광열학적 성질을 이용 분야로 하는 태양열 흡수·저장·열변환을 통하여 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용하는 기술
	풍 력	풍력 발전 시스템(운동량 변환 장치, 동력 전달 장치, 동력 변환 장치 및 제어 장치로 구성)을 이용하는데 바람의 힘을 회전력으로 전환하여 발생하는 유도전기로 전력 계통이나 수요자에게 공급하는 기술
	연료 전지	수소, 메테인 및 메탄올 등의 연료를 산화(酸化)하여 생기는 화학 에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 기술
	수소 에너지	수소를 기체 상태에서 연소 시 발생하는 폭발력을 기계적 운동 에너지로 변환하여 활용하거나 수소를 다시 분해하여 에너지원으로 활용하는 기술
	바이오 에너지	태양광을 이용하여 광합성되는 유기물(주로 식물체) 및 유기물을 소비하여 생성되는 모든 생물 유기체(바이오매스)의 에너지
	폐기물 에너지	사업장 또는 가정에서 발생하는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해에 의한 오일화 기술, 성형 고체 연료의 제조 기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조기술 및 소각에 의한 열회수기술 등의 가공·처리 방법을 통해 연료를 생산
	석탄가스화 액화	석탄, 중질잔사유 등의 저급 원료를 고온, 고압하에서 불완전연소 및 가스화 반응으로 일산화탄소와 수소가 주성분인 가스를 제조하여 정제한 후 가스터빈 및 증기터빈을 구동하여 전기를 생산하는 신발전기술
	지 열	지표면으로 부터 지하로 수m(미터) 에서 수km(킬로미터) 깊이에 존재하는 뜨거운 물 (온천)과 돌(마그마)을 포함하여 땅이 가지고 있는 에너지를 이용하는 기술
	수 력	개천, 강이나 호수 등의 물의 흐름으로 얻은 운동 에너지를 전기 에너지로 변환하여 전기를 발생시키는 시설용량 10,000kw이하의 소규모 수력 발전
	해 양 에너지	해수면의 상승·하강 운동을 이용한 조력 발전과 해안으로 입사하는 파랑 에너지를 회전력으로 변환하는 파력 발전, 해저층과 해수 표면층의 온도 차를 이용, 열에너지를 기계적 에너지로 변환 발전하는 온도차 발전

(5) 에너지 절약

* 전력 측정 예시



< 전자레인지 >

소비 전력 : 1.50kwh
발생 CO₂ : 281.2kgCO₂/대
전기세 : 83원



< 냉장고 >

소비 전력 : 47kwh
발생 CO₂ : 1,954kgCO₂/대
전기세 : 2589.7원

* 에너지 절약 방법

- **퇴근시 전기 플러그를 뽑는다.**
대기 전력은 에너지 제품 이용 전력의 약 10%를 차지한다. / 사무실마다 메인 스위치를 설치하면 전기 낭비를 줄일 수 있다.
- **컴퓨터를 쓰지 않을 때는 전원을 끈다.**
컴퓨터를 한 시간 켜놓을 경우 모니터와 본체를 합쳐 100Wh의 전기가 낭비된다. / 컴퓨터에 모니터, 하드 디스크 절전 모드를 설정한다.
- **4층 이하는 계단을 이용한다.**
엘리베이터 1회 이용 시 약 30Wh의 에너지가 소모되며, 12.7g의 CO₂가 발생한다.
- **점심 시간에는 조명과 냉·난방기를 끈다.**
하루 1시간 형광등 15개를 끄면, 연간 약 74kg의 CO₂를 줄일 수 있다. / 연속 냉·난방의 경우 끄더라도 1시간 정도는 냉난방 효과를 유지한다.
- **개인컵을 사용한다.**
하루에 종이컵을 5개 사용하면 연간 20kg의 CO₂가 배출된다.
- **출·퇴근 시 대중 교통을 이용한다.**
승용차 이용을 일주일에 하루만 줄여도 연간 445kg의 CO₂를 줄일 수 있다.

(6) 그린라벨 이미지 (10-1)

에너지
마크
마크
마크
마크
마크

[제품명 : _____]

코드를 밝히는 잠깐의 노력으로

(_____)kWh의 전력이 절약되고,
(_____)kg의 CO₂가 사라지고,
(_____)원의 전기세를 줄입니다.

친환경적 제품 이용 Tip.

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

| 우리 반에서 조사한 제품의 소비 전력을 적어 보세요. |

품 목	소비전력	CO ₂ 배출량	전기세
1.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		
2.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		
3.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		
4.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		
5.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		
6.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		
7.	★ 친환경적 제품 이용 Tip:		

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

| 우리 집 전기 요금 실태를 파악하고 아래 내용을 작성해 보세요. |

사 용 기 간	전기 요금 지료 영수증(고객용)을 이곳에 붙여 주세요.
거 주 자	
거 주 형 태	
비 고	

★ 전기 요금 고지서 ★

- * 당월 사용량
-
- * 전월 사용량
-
- * 전년 동월
-
- * 요금
-



★ 우리 집 전기 제품 ★

- * 매일 사용
-
- * 자주 사용
-
- * 가끔 사용
-

| 우리 집 전기 사용량 스마트하게 줄이는 방법을 적어 보세요. |

활동 개요

활동 대상	고 등 학생																															
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 대부분 학생들은 우리 지역이 어떻게 변화되었고 또 앞으로 어떻게 변하게 될지 고민해 볼 기회가 많지 않다. 최근 기후변화로 지구 생태계에 큰 영향을 미치고 있는데 이는 우리 지역의 변화와 무관하지 않다. 기후변화를 내가 속한 곳과 연결하지 못하고 지구적 차원으로만 생각하는 경향이 있으므로, 학생들의 생활 환경과 직접 연관하여 기후변화를 생각할 수 있는 기회가 필요하다. * 우리 지역 현재 모습을 보고 기후변화 현상을 일으키는 요인을 찾아봄으로써 이론으로만 배웠던 기후변화 현상의 원인을 실제적 관점에서 이해할 수 있다. 특히 학생들이 직접 생활하는 지역이므로 더욱 애항심을 갖고 생활공간에 대해서 기후변화에 대응할 수 있는 방법을 학습자 스스로 생각하고 실천할 수 있을 것으로 기대된다. 																															
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 우리 지역의 현재 모습을 보고 기후변화 현상을 일으키는 요인을 찾을 수 있다. * 우리 지역에 대한 애항심을 갖게 되어 자기 환경화할 수 있다. 																															
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">내 용</th> <th colspan="4" style="width: 40%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th colspan="2" style="width: 15%;">대 응</th> <th colspan="2" style="width: 10%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> <td></td> <td></td><td></td> <td></td><td style="color: green;">★</td> </tr> </tbody> </table>										내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택		차 시										★
내 용	기후변화 현상				원 인	영 향	대 응		선 택																							
차 시										★																						
활동 차시	* 11차시 / 12차시						소요 시간	100분																								
활동 장소	* 실 내																															
준 비 물	강 사 용	* 'CO ₂ 를 줄이는 생활의 지혜' 동영상																														
	학습자용	* 전지, 사진(우리 지역의 현재 모습), 꾸미기 세트																														
흐름도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #8e6090; color: white; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">도 입 20분</div> </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 원인 및 영향과 관련된 동영상을 시청한다. • 기후변화의 원인에 대해 설명한다. </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: #8e6090; color: white; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">견 거 60분</div> </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • 모둠별로 우리 지역의 변화된 현재의 모습에서 기후변화에 영향을 미칠 것이라 생각되는 요소를 찾고 그 이유를 작성한다. • 우리 지역 현재 모습에서 기후변화 대응 요소를 찾고 그 이유를 작성한다. • 모둠별로 기후변화 대응 '녹색마을 만들기' 활동을 진행한다. </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #8e6090; color: white; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; color: white;">마 무 리 20분</div> </div> <div style="background-color: #e0e0e0; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> <ul style="list-style-type: none"> • 모둠별로 작성한 활동지를 발표한다. • 'CO₂를 줄이는 생활의 지혜' 동영상을 시청한다. </div> </div> </div>																															



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 기후변화 원인 및 영향과 관련된 동영상을 시청한다.

- * 예시 _ 기후변화를 예측하는 방법에 대한 동영상을 시청한다. [기상청 ▶ 기후변화정보센터 홈페이지 ▶ 홍보 동영상 / 3분 58초]를 통해 확인할 수 있다. 기후변화 과학이란 기후변화를 감시 ▶ 탐지 ▶ 분석 ▶ 예측하는 것이다. 동영상을 시청한 후 학생들에게 지구 평균 온도 변화 그래프를 제시하고 앞으로 어떻게 변할 것인지 학생들의 다양한 생각들을 들어 본다.
- * 유의 사항 _ 수업에서 구체적인 부분을 다루기 전에 개괄적으로 기후변화에 대해 전반적으로 접근할 수 있는 기회를 가지므로써 보다 학습 효과를 높이기 위함이며, 학생들이 부담 없이 볼 수 있도록 지도한다.

(2) 기후변화의 원인에 대해 설명한다.

- * 예시 _ 기후변화의 원인으로 자연적 원인과 인위적 원인을 구분하여 설명하되 인위적 원인에 초점을 두고 설명한다.
공장이나 가정에서의 화석 연료 연소와 생물체의 연소 등은 대기 구성 성분에 영향을 주는 온실가스를 발생시킨다. 또한 CFCs 및 기타 불소 화합물, 브롬 합성물 등의 방출 등도 기후변화에 영향을 끼친다. 도시화와 무리한 토지 개발이나 산림 채취 등으로 인한 토지 이용의 변화 또한 기후변화에 영향을 준다.
- * 유의 사항 _ 모둠활동 시 학생들이 자기 지역 시설물 중 기후변화에 영향을 미칠 것이라 생각되는 요소를 다양하게 찾을 수 있도록 인위적 원인의 예를 자세히 설명한다.

2. 전개(60분)

(1) 모둠별로 우리 지역의 변화된 현재의 모습에서 기후변화에 영향을 미칠 것이라 생각되는 요소를 찾고 그 이유를 작성한다.

- * 예시 _ 인터넷 검색을 통해 우리 지역의 현재 사진(지도)을 확인한다. 모둠별로 다른 구역의 사진을 나눠 준다. 학생들은 사진을 전지에 붙이고 현재의 모습에서 기후변화에 영향을 미칠 것이라 생각되는 요소, 예를 들어 공장, 도로 확장, 아파트 건축 등을 찾아 보고 이 요소들이 왜 기후변화에 영향을 미치는지를 전지에 적어 본다.
- * 유의 사항 _ 우리 동네의 옛날과 현재의 사진을 준비한다면 좋겠지만 사진 준비가 어려울 경우 인터넷 검색을 통해 우리 지역의 지도를 준비한다. 시청각실에서 포털 사이트의 지도를 활용하여 우리 동네의 지도를 다양한 배율로 학생들이 직접 준비할 수도 있다.
- * 준비물 _ 전지, 사인펜, 풀, 우리 지역의 현재 사진(지도)

(2) 우리 지역 현재 모습에서 기후변화 대응 요소를 찾고 그 이유를 작성한다.

- * 예시 _ 현재의 모습에서 기후변화 대응 요소, 예를 들어 공원, 생태 하천 등을 찾아 보고 이 요소들이 왜 기후 변화에 대한 대응 방법인지 적어 본다.
- * 유의 사항 _ 지도에 드러나 있지 않더라도 지역에 있는 기후변화 대응 요소가 있으면 작성할 수 있도록 한다.

(3) 모둠별로 기후변화 대응 ‘녹색마을 만들기’ 활동을 한다.

- * 예시 _ 미래에 녹색마을로 발전하기 위해 필요한 것들을 모둠원끼리 의논하여 전지에 녹색마을을 그려본다. 예를 들어 자전거 도로를 확대하여 자전거 이용을 활성화하는 방법, 가정, 학교, 병원 등에서 자가 발전 시스템을 이용하는 방법 등을 표현할 수 있다.
- * 유의 사항 _ 지역 여건에 맞는 현실적인 아이디어를 제시하되 환경적으로 지속 가능한 마을을 만들어 보도록 지도 한다.

3. 마무리(20분)

(1) 활동의 의미에 대해 설명한다.

- * 예시 _ 자기 모둠 구역의 기후변화 요소와 기후변화 대응 요소를 발표하고 녹색마을 만들기 그림에 대해 발표한다.
- * 유의 사항 _ 모둠별로 거의 비슷한 요소가 나올 거라 판단된다. 따라서 자기 모둠 구역만의 특정 시설물 중심으로 발표한다.

(2) ‘CO₂를 줄이는 생활의 지혜’ 동영상 시청한다.

- * 예시 _ 그린스타트 홈페이지를 활용하여 동영상을 활용할 수도 있다. 기후변화의 원인은 알고 있지만 기후 변화를 막을 수 있는 방법을 잘 모르고 있는 학생들에게 지구를 살릴 수 있는 8가지 생활 속 작은 습관을 보여 준다.



| 활동 방법 |

- ❶ 모둠별로 우리 지역 현재 사진(지도)를 검색한다.
- ❷ 사진 또는 지도에서 우리 동네에서 기후변화에 영향을 주는 요소들을 확인한다.



학교 주변 지도 모습

- ❸ 기후변화에 원인이 되는 요소들을 찾아본다.

【기후변화 원인 요소 : 빨간색 동그라미】

1. 대형 마트 : 사람들과 차가 몰리는 곳이고 사람들이 소비가 이루어지는 곳이다.
2. 지하철역 : 많은 사람들이 이용하는 지하철에서 온실가스가 배출된다.
3. 도로 : 자동차, 트럭 등이 이동하면서 온실가스를 내뿜는다.
4. 아파트단지 : 많은 사람들의 주거 지역으로 배출되는 쓰레기의 양이 많다.
5. 교차로 : 주행 중인 자동차가 밀집되는 곳이다.

- ❹ 기후변화에 대응할 수 있는 요소들을 찾아본다.

【기후변화 대응 요소 : 녹색 동그라미】

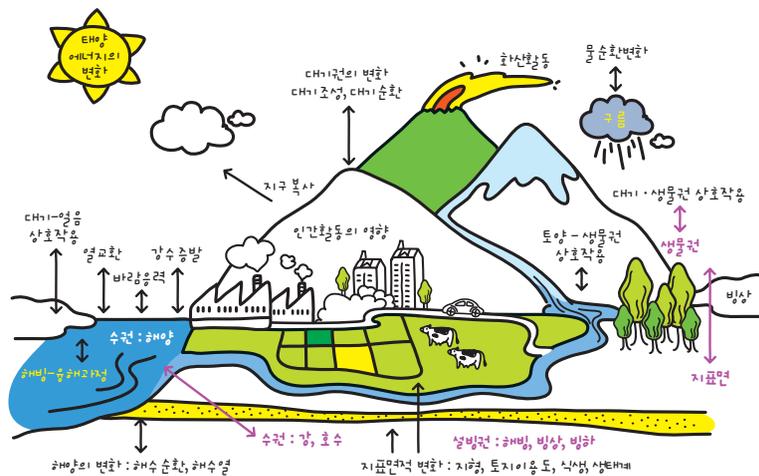
1. 습지 : 하천변 습지에서는 광합성을 하는 수많은 수중 식물이 살고 있다.
2. 공원 : 나무와 풀이 많은 공원에서도 산소 배출량이 많다.

- ❺ 모둠별로 기후변화 대응 “녹색마을”을 구상한다.

Ⅰ 참고 자료 Ⅰ

(1) 기후변화의 자연적 요인

- * 자연적인 기후변화의 내적 요인 : 대기 및 다른 기후시스템과 상호작용을 한다.
 - 기후시스템에서 서로 상호작용 하는 요소들은 대기, 해양, 육지 등과 식생, 반사도, 생태계와 생물체 등이 모두 포함된다.



* 자연적인 기후변화의 외적 요인

- 화산 폭발에 의한 성층권의 에어로졸 증가, 태양 활동 및 태양과 지구의 천문학적 상대위치 관계 등이다.
- 대기 상층에서 태양 복사와 지구 복사를 합한 순 복사량의 근삿값은 기후시스템에 큰 영향을 줄 수 있다.
- 화산 폭발 때 분출되는 화산재나 미세먼지 등도 오래 동안 대기 중에 떠 있으면 태양 복사를 차단하게 되어 기온이 낮아진다.

(2) 기후변화의 인위적 요인

* 강화된 온실효과

- 대기 중 온실가스의 농도는 산업화 이후 현저하게 증가되었는데, 특히 이산화탄소는 화석 연료(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 된다.

* 에어로졸의 효과

- 인간의 활동으로 인한 산업화는 대기 중 에어로졸의 양을 변화시킨다.
- 건설 현장, 산업 지역 등 발생지 부근에 집중되는 경향이 있어 에어로졸에 의한 복사 강제력은 지역적으로 차이가 크게 나타난다.

* 토지 피복(被覆)의 변화

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



*** 산림파괴**

- 산림은 종의 서식과 생물 다양성의 보존은 물론, 기후와 물의 순환, 영양분의 순환에 의해서 인류 생명 유지 시스템의 일부로서 역할을 하는데, 도로의 건설, 벌목, 농업의 확장, 딸감으로의 사용 등이 산림 파괴의 주된 원인이 되고 있다.
- 대규모의 산림 제거는 온실가스 흡수원을 감소시켜 지구온난화를 더욱 강화하기도 한다.
- 대규모의 산림 제거는 물 순환에 심각한 영향을 미치고 연속적으로 강수량에 영향을 끼쳐 산림의 성장이나 농업에 부정적인 영향을 준다.

(3) 우리나라 기후변화 영향

*** 산림·생태(국립산림과학원, '05)**

- 한반도 평균 기온이 6°C 상승할 경우 금세기말 우리나라는 기존의 산림 생물들이 고사되거나, 고립되는 등 멸종 위기에 처한다.
- 2°C 상승 시 기후대는 극방향으로 위도 150~550km, 고도 150~550m로 이동한다.
- 나무 이동 속도는 4~200km로서 산림이 기후대 이동을 쫓아가지 못한다.

*** 수자원(삼성경제연구소, '07 : 한국환경정책평가연구원, '06)**

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

*** 건강(기상연구소 '06)**

- 32°C 이상에서 1°C 기온 상승마다 노인의 사망자 수가 9명 증가하였다.
- 서울 지역 혹서 기간 사망자 수는 평년보다 75% 높다.

*** 해안(국립해양조사원, '07 : 한국환경정책평가연구원, '03)**

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

*** 해수 온도의 변화**

- 해수 온도 상승은 세계 평균(0.5°C)의 3배로 100년 간 동해 수온은 1.2~1.6°C, 서해는 1.3°C 상승하였다. (한국환경정책평가연구원 '07)
- 해수면 기온 상승은 비브리오팀 등 미생물의 증식을 일으키고 해수나 해산물을 통한 질병 발생의 가능성을 증대시킨다.

() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

지도(사진) 붙이기

| 우리 지역 지도를 보고 기후변화에 영향을 미치는 요소를 찾아 보세요. |

기후변화 대응 요소	이유

| 우리 지역 지도를 보고 기후변화에 대응 하는 요소를 찾아 보세요. |

기후변화 대응 요소	이유

활동 개요

활동 대상	고 등 학생																					
개발 의도	<ul style="list-style-type: none"> * 이른바 소비의 시대라 불리는 현대사회에서 우리들은 필요와 욕구로 인해 많은 제품들을 소비하고 있다. 하지만 많은 사람들이 소비 생활과 환경을 관련 짓지 못하고 있다. 바로 제품과 환경과의 연관성을 찾아볼 수 있는 매개체가 그동안 없었기 때문이다. 하지만 최근 적용된 탄소성적표시제도로 인해 편리한 제품 뒤에 가려져 있던 제조 과정을 객관적 수치로 나타내어 소비자들이 확인할 수 있게 되었다. 하지만 아직까지는 이러한 탄소성적표시제도에 대한 소비자들의 인지도가 낮은 편이다. * 따라서 학생들이 스스로 제품의 탄소 배출량을 파악할 수 있게 해주고, 친환경적인 소비 생활을 영위하는데 도움을 주고자 교육 프로그램을 구성해 보았다. 학생들은 수업을 통해 중요한 정보를 제공하는 탄소 라벨을 스스로 디자인 해 볼 수도 있다. 또한 탄소성적표시제도와 관련된 내용을 노래로 만들어 봄으로써 주변 사람들의 인식 개선에도 도움을 주고자 한다. 																					
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> * 탄소성적표시제도의 성격 및 특징을 이해한다. * 나만의 탄소 라벨을 디자인 및 홍보 노래로 제작할 수 있다. 																					
내용 체계	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">내 용</th> <th colspan="3" style="width: 35%;">기후변화 현상</th> <th style="width: 10%;">원 인</th> <th style="width: 10%;">영 향</th> <th style="width: 10%;">대 응</th> <th style="width: 15%;">선 택</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>차 시</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="color: green;">★</td> </tr> </tbody> </table>						내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응	선 택	차 시							★
내 용	기후변화 현상			원 인	영 향	대 응	선 택															
차 시							★															
활동 차시	* 12차시 / 12차시			소요 시간	100분																	
활동 장소	* 실 내																					
준 비 물	강 사 용	* 탄소 라벨링이 되어 있는 제품, 일반제품																				
	학습자용	* 탄소 라벨링이 되어 있는 제품 사진, 필기구																				
흐 림 도	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin-right: 10px;"> 도 입 20분 </div> <div style="background-color: #e6e6e6; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 마트에서 탄소 라벨링이 되어 있는 제품의 사진을 찍어온 것을 같은 모둠의 친구 것과 비교한다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin-right: 10px;"> 전 구 비 20분 </div> <div style="background-color: #e6e6e6; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 우리 나라 탄소성적표시제도에 대해서 알아본다. • 탄소성적표시제도가 필요한 이유와 탄소 라벨링에서 표시하고자 하는 것들을 확인한다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin-right: 10px;"> 전 구 비 2 40분 </div> <div style="background-color: #e6e6e6; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 나만의 탄소 라벨을 디자인한다. • 모둠별로 각자 디자인 한 탄소 라벨을 확인하고 우리 모둠 탄소 라벨을 소개할 수 있는 노래를 만들어 본다. </div> </div> <div style="margin: 5px 0;">↓</div> <div style="display: flex; align-items: center; width: 100%;"> <div style="background-color: #4a7ebb; color: white; border-radius: 50%; padding: 10px; text-align: center; margin-right: 10px;"> 마 무 리 20분 </div> <div style="background-color: #e6e6e6; padding: 10px; border-radius: 10px; width: 80%;"> • 우리 모둠의 탄소 라벨과 노래를 발표한다. </div> </div> </div>																					



| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 사전 과제로 마트에서 탄소 라벨링이 되어 있는 제품의 사진을 찍어 온다.

- * 예시 _ 내가 찍은 사진을 모두 친구들에게 보여 준다. 모둠에서 모아진 탄소 라벨링이 되어 있는 상품들을 나열하고 공통점과 차이점을 찾아본다.
- * 유의 사항 _ 사전에 과제를 제시해 주어야 한다. 대부분의 아이들이 휴대폰을 소지하고 있고 휴대폰 또는 카메라를 이용하여 마트(대형 마트에 탄소 라벨링이 되어 있는 제품이 많다.)에 있는 다양한 제품들 중 탄소 라벨링이 되어 있는 것을 사진으로 찍고 가능한 경우 인쇄를 해 오도록 한다.
- * 준비물 _ 학생 : 탄소 라벨링 되어 있는 제품 사진

(2) 같은 종류의 제품이라도 발생하는 탄소 수치가 다를 수 있음을 확인한다.

- * 예시 _ 교사는 각기 다른 회사에서 만들어진 같은 종류의 제품 사진을 준비한다. 예를 들어 옥수수 과자라도 어떤 제품은 탄소 라벨링이 없고, 어떤 제품은 탄소 라벨링이 있지만 탄소 발생 수치가 각기 다른 것을 실물 사진을 통해 확인할 수 있도록 한다.
- * 유의 사항 _ 탄소 라벨링이 되어 있는 제품은 대형마트에서 쉽게 볼 수 있으며, 같은 종류의 물품에 대한 라벨링을 제시해 주어야만 배출되는 탄소의 양을 비교할 수 있다. 실제 제품을 보여 주면 학생들의 관심이 더 높아질 것이다.
- * 준비물 _ 일반 제품, 탄소 라벨 제품

2. 전개1(20분)

(1) 탄소성적표시제도에 대해서 알아본다.

- * 예시 _ 교사는 탄소성적표시제도에 대해 간략히 설명한다. 그리고 탄소성적표시제도로 제공하고자 하는 정보는 어떤 것들이 있는지 학생들에게 전달해 주도록 한다.
- * 유의 사항 _ 지식적인 부분이 강조되다 보면 학생들이 흥미를 잃게 될 수도 있다. 가장 좋은 방법은 실생활에서 쉽게 볼 수 있는 예시를 들어주는 것이다. 적절한 예시와 함께 탄소성적표시제도에 대한 정보를 전달한다.

(2) 여러 나라의 탄소 라벨링을 소개한다.

- * 예시 _ 여러 나라에서 탄소성적표시제도를 시행하고 있다. 하지만 그 디자인은 다양하며 제공하고 있는 정보도 다르다. 나라별 탄소 라벨링을 확인하고 공통점과 차이점을 찾아본다.
- * 유의 사항 _ 이어질 활동 수행에 앞서 반드시 알아야 하는 내용들이다. 여러 나라의 탄소 라벨링을 확인하고 추가할 것과 빼도 되는 것을 스스로 판단할 수 있도록 다양한 탄소 라벨을 소개해 주도록 한다.

3. 전개2(40분)

(1) 나만의 탄소 라벨을 디자인 한다.

- * 예시 _ 학생들 스스로 물품에 부착할 탄소 라벨을 디자인한다. 학생별로 탄소 수치를 숫자 대신 색깔로 표현할 수도 있고 그 밖에도 다양한 디자인이 나올 수 있도록 유도한다.
- * 유의 사항 _ 사고를 제한하지 않고 폭넓은 생각을 할 수 있도록 독려한다. 다만 탄소 라벨을 디자인할 때 탄소성적표지 제도에서 꼭 필요한 요소들이 포함될 수 있도록 지도한다.
- * 준비물 _ 필기구, 색연필 등

(2) 우리 모둠원들이 디자인 한 탄소라벨을 모아 비교하고, 소개할 수 있는 노래를 만든다.

- * 예시 _ 모둠원들이 디자인 한 탄소 라벨을 모아 비교한다. 공통점과 차이점을 찾는다. 그리고 탄소성적표지 제도와 우리 모둠에서 디자인 한 라벨을 표현할 수 있는 노래를 만들어 본다. 기존 유명한 노래를 개사하여 만들 수 있다.
- * 유의 사항 _ 노래를 지을 때 수행하는데 어려움을 느끼는 모둠에게는 기존 유명한 노래의 가사가 적절한 악보를 주며 개사만으로도 쉽게 노래를 만들 수 있도록 도와 준다.
- * 준비물 _ 지식 카드, 보드판

(3) 내가 디자인 한 탄소라벨에서 가장 중요한 부분을 발표할 수 있도록 준비한다.

- * 예시 _ 발표에서 가장 중요한 것은 오래하는 것이 아니라 중요한 부분을 집어내어 전달하는 것임을 알려 주고 핵심 포인트 1~2가지만을 정하여 준비 한다.
- * 유의 사항 _ 내가 한 결과물을 표현하는 것도 매우 중요한 것임을 알려주고 적극적으로 발표 준비를 하도록 유도 한다.

4. 마무리(20분)

(1) 나만의 탄소 라벨을 반 친구들 앞에서 발표한다.

- * 예시 _ 예를 들어 "탄소 발생량을 수치로 표현하지 않고 다섯가지 색으로 표현한 경우 숫자로는 비교할 수 없는 탄소 발생 수치를 색깔만 보고도 비교할 수 있다" 등 탄소 라벨 디자인에서 가장 중요한 부분을 찾고 다른 친구들 앞에서 이야기할 수 있도록 준비 한다.
- * 유의 사항 _ 적절한 보상을 통해 적극적인 분위기를 유도할 수 있다.
- * 준비물 _ 학생 : 내가 만든 탄소 라벨



| 활동 방법 |

- ❶ 탄소 라벨링이 표시된 물건을 확인한다. 같은 제품에 탄소 라벨링이 되어 있지 않은 제품도 확인한다.



음료수(탄소 라벨링 유 무)



삼푸(탄소 라벨링 유 무)

- ❷ 탄소 라벨링이 되어 있는 제품들 중에서도 탄소 발생량을 비교할 수 있다.



같은 종류 제품의 탄소 발생량 비교

- ❸ 교사는 탄소성적표시제도에 대해서 정보를 전달한다.
❹ 여러 나라의 탄소 라벨링을 알아본다.
❺ 나만의 탄소 라벨을 디자인한다.
❻ 내가 디자인 한 탄소 라벨을 발표한다.

참고 자료

(1) 탄소성적표시제도

- * 의미
 - 환경부에서 시행하는 탄소성적표시제도(탄소 라벨링)는 일상 생활용품, 가정용 전기기 등 모든 제품의 탄소 배출량 정보를 공개하고 저탄소 상품의 인증을 통하여 기후변화 대응을 위한 저탄소 녹색 생산과 녹색 소비를 지원하기 위한 제도이다.
- * 방법
 - 제품의 생산, 수송, 사용, 폐기 등의 모든 과정에서 발생하는 온실가스 발생량을 CO₂ 배출량으로 환산하여 라벨 형태로 제품에 부착한다.
 - 탄소성적표시 인증은 법적인 강제 인증제도가 아니라 기업의 자발적인 참여에 의한 임의적 인증제도이다.
- * 구성
 - 1단계인 탄소 배출량 인증과 2단계인 저탄소상품 인증으로 구성된다.

탄소 배출량 인증

탄소 배출량 인증은 인증 신청 제품의 전 과정에서 발생한 온실가스 배출량을 정량적으로 파악하여 인증을 부여한다.

이는 해당 제품에 대한 배출 기준치(baseline)라고 할 수 있다.



저탄소상품 인증

탄소 배출량 인증을 받은 제품이 온실가스 감축 목표를 달성할 경우, 저탄소상품 인증을 부여한다.



출처 : 한국환경산업기술원(<http://www.edp.or.kr/carbon/main/main.asp>)



(2) 우리나라 제품 인증 현황

* 5개 영역으로 분류 340여개 제품 인증

- 현재 우리나라는 비내구재 일반 제품(세제, 화장품), 내구재 일반 제품(시트, 장롱), 생산제 일반 제품(축전지, 반도체), 서비스(신용카드, 버스), 에너지 사용 내구재(청소기, 세탁기)로 분류되어 전체 340여개의 제품이 인증되어 있다.

* 나라별 표기 방법

나라	한국	영국	미국	스웨덴	캐나다
인증마크					

(3) 생활 속 여러 가지 물건의 평균 탄소 배출량

자동차	청소기	우유(930ml)	샴푸(788ml)	콜라(1.5L)	종이컵
18,920kg	347kg	892g	677g	430g	11g

memo



() 고등학교 () 학년 () 반 이름 ()

| 나만의 탄소 라벨을 디자인해 보자. |

★ 디자인에서 중요하게 고려할 점

1.

2.

3.

★ 내가 디자인 한 탄소 라벨

★ 탄소성적표시제를 홍보할 노래를 만들어 보자. 기존 노래를 개사하여도 무방하다.

발행인	환경부	장 관	유 영 숙
편집인	환경보전협회	회 장	손 경 식
집 필	환경보전협회 환경교육과	주임교사	최 수 경
	환경보전협회 환경교육과	교 사	김 혜 련
	환경보전협회 환경교육과	교 사	신 주 영
	환경보전협회 환경교육과	교 사	한 상 훈
	환경보전협회 환경교육과	교 사	이 용 원
	환경보전협회 환경교육과	연구원	조 민 의
디자인 · 그림	광문인쇄		이 정 은
자문 · 감수	대구대학교 환경교육과	교 수	정 철
	공주대학교 환경교육과	교 수	정 민 결
	안산신길고등학교	환경교사	황 은 실
	성남송신여자고등학교	환경교사	김 강 석
	포천송우고등학교	지구과학교사	정 의 면
	과천그린스타트네트워크	교 사	김 영 인
	군포그린스타트네트워크	교 사	김 희 숙
	안양그린스타트네트워크	교 사	노 기 경
	화성그린스타트네트워크	교 사	김 선 영
	그린스타트 전국네트워크	교 사	오 성 지
국문감수	서울영등포고등학교	국어교사	한 재 숙
발행일	2011년 8월		
발행부서(연락처)	환경부 기후변화협력과 · 환경보전협회 기획사업처 환경교육과		
	주 소 : 서울특별시 동대문구 답십리동 497-66		
	전 화 : 02) 3407-1520		
	팩 스 : 02) 3407-1595		
	동교재는 환경교육포털(www.keep.go.kr) 에서 무료로 다운로드 받으실 수 있습니다.		
인 쇄	광문인쇄 전 화 : 031) 847-8000		



이 책의 저작권은 환경부에 있습니다.

이 책에 게재된 모든 사진과 그림, 그리고 글 전부 또는 일부를 환경부의 서면 동의 없이 무단으로 전재하거나 복제할 수 없습니다.