쏙쏙!
들어오는 기후학교 4

기후변화교육교재 지도자용
중학생용

개발된
교재의 구성

| 학생 대상 교재 |

차시 / 대상	현상					원인
	1	2	3	4	5	6
유 아	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	셜록홈즈 따라잡기	나는 설앵초다	[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 온난화가?	기후변화의 주사위	숫자로 보는 기후변화	[에너지] A^+ 에너지 장학금

| 성인 대상 교재 |

차시 / 대상	현상					원인
	1	2	3	4	5	6
주 부	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
군 인	태양의 의미	계절이 오락가락	날씨야? 기후야?	지구 기온이 오르락 내리락	기후변화, 좋을까 나쁠까?	[에너지] 칼줄의 대가는 얼마?
근로자						[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 살맛나고 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] 低탄소 高사랑	[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 윷놀이	[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, 줄인만큼 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 균형 잡기 [생태계 안정성]

우리집을 지키자! [멸종 위기종]

돌고돌고 탄소 [탄소 순환]

셜록홈즈 따라잡기 [온실가스]

나는 설앵초다 [기후변화 지표종]

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까? [6대 온실가스]

기후변화 만화가 [기후변화 영향 예측하기]

에디슨의 진실 [CO_2 배출량]

무인도 탈출하기 [자원]

똑똑한 소비 생활 [탄소성적표지제도]

여행을 떠나요 [탄소 배출량]

맛있는 음식이 오기까지 [음식의 전 과정]

ts

01 06 page
02 16 page
03 30 page
04 40 page
05 48 page
06 60 page
07 72 page
08 82 page
09 92 page
10 102 page
11 110 page
12 118 page

지구 균형 잡기

1

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 지구가 다양한 요인에 의해 변할 때에도 균형을 유지하고 있으며, 균형을 유지하기 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 분배한다. * 본 프로그램에서는 다양한 지구 환경 요소들 간의 '관계'에 대해서 초점을 맞추었으며 지구 생태계를 이루는 요소 중 불필요한 것은 없다는 것을 알리고자 한다. 하지만 지구 균형이 위태로워지면서 기후변화 현상과 함께 지구 생태계가 위협을 받고 있다는 사실을 알 필요가 있으며 체험 활동을 통해 간접적으로 느낄 수 있을 것으로 기대된다.
학습 목표	* 지구의 균형을 이루는 다양한 요소에 대해서 말할 수 있다. * 지구 균형과 관련한 나만의 지구를 슬로건(주장, 구호, 표어)으로 표현할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시	★											

활동 차시	* 1차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실내 또는 야외		
준 비 물	강 사 용	* 여러 종류의 공, 널빤지 등	
	학습자용	* 고릴라 인형, 필기구	

흐 름 도

도입 20분
- 여러 가지 물건으로 균형 잡기 놀이를 하면서 과학적인 탐구 능력을 기른다.

↓

전개1 25분
- 사람을 지구라고 생각하고 공 위에서 5초 간 중심잡기 미션을 수행한다.
- 공이 여러 개일수록 주변에 도와 주는 사람이 있을 경우 균형 잡기가 더 쉬워지는 것을 깨닫고 지구의 균형을 유지하는 데 필요한 것들과 연관지어 본다.

↓

전개2 25분
- 실제 지구의 균형은 어떻게 유지되고 있으며, 지구 균형에 영향을 주는 요인들을 알아본다.

↓

마무리 20분
- "지구는 ○○○이다" 슬로건(주장, 구호, 표어)을 만들어 본다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 여러 가지 물건들의 균형을 잡아 본다.

* **예시** _ 다양한 물건을 제시하고 미션을 준다. 예를 들어 참고 자료에 제시되어 있는 고릴라 인형 균형 잡기 미션을 줄 수도 있다. 무게중심의 원리를 이해하고 균형을 유지하는 방법을 깨닫는다.
* **유의 사항** _ 다양한 물건을 제시하여 호기심을 극대화시키도록 한다. 교사는 도입부에서 물건을 지구와 연관하지 말고 오늘 수업의 내용이 무게중심과 어떤 관계가 있을지 궁금증을 유발하게 한다.
* **준비물** _ 포크, 고릴라 인형 등

(2) 넘어질 것 같은 물건들이 균형을 잡는 이유를 생각해 본다.

* **예시** _ 무게중심의 원리에 대해서 이야기한다. 모든 물건은 무게중심이 있으며 무게중심이 받침대의 일직선상에 위치할 때 넘어지지 않고 또한 무게중심이 아래에 있을수록 안정적이라는 것을 깨닫는다.
* **유의 사항** _ 한 가지 물건으로 균형을 유지할 수 없을 때에는 다른 물건의 도움을 받아서 균형을 잡을 수 있다(예를 들어 두 개의 포크를 이용하는 것)는 것을 반드시 설명하도록 한다.

2. 전개1(25분)

(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 가져 간 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.
* **준비물** _ 다양한 종류의 공

(2) 여러 가지 물건을 더하고 모둠 친구들의 도움을 받으면서 5초 간 균형 잡는 미션을 수행한다.

* **예시** _ 한 개의 공 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 동안 균형을 잡는 데 성공하는 모둠을 1등으로 뽑는다.
* **유의 사항** _ 가능한 경우 야외에서 수업을 진행하며 안전에 유의한다.
* **준비물** _ 다양한 종류의 공, 널빤지, 줄 등

(3) 어떤 경우에 균형을 잘 잡게 되는지 발표한다.

* 예시 _ 모든 모둠에서 미션을 해결하고 해결 방법을 발표하도록 한다. 같은 크기의 여러 개 공 위에 널빤지를 올려 놓고 균형을 잡는 것이 가장 쉬울 것이다. 하지만 커다란 공 하나 위에서 중심을 잡는다거나, 줄을 이용하거나, 다른 친구의 손을 잡고 균형을 잡더라도 모두 인정해 주도록 한다.

* 유의 사항 _ 정답은 없다. 사고를 제한하지 않고 다양하게 해결할 수 있도록 한다.

3. 전개2(25분)

(1) 나와 지구를 연관 지어 지구 균형 요소를 알아본다.

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

지구의 에너지 흐름	지구는 구체이므로 국지적으로는 에너지가 남거나 부족한 곳이 발생한다. 적도지방은 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 생태계의 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 요소의 관계로 인해 지구 내 에너지 균형이 이루어질 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

(2) 지구의 균형을 무너뜨리는 예를 들어 설명한다.

＊ 예시 _ 지구 균형을 무너뜨리는 예를 들어 설명한다. 아래와 같은 사건을 제시할 수 있다.

1815년	인도네시아	화산 폭발로 인한 화산재와 가스 때문에 전 세계 온도가 3℃까지 떨어지게 되었다. 일시적인 현상이었지만 화산 폭발로 인한 엄청난 기상이변도 동반되었다.
1950년	보르네오섬	1950년 초기 말라리아 모기를 위해 살충제를 살포한 보르네오 섬에는 다른 모든 곤충들이 죽게 되고 먹이 연쇄에 따라 도마뱀, 고양이도 죽게 되었다. 고양이가 사라지자 쥐의 숫자가 폭발적으로 증가하였고 더 심각한 질병을 마을에 퍼뜨렸다.

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

4. 마무리(20분)

(1) 지구 균형과 관련된 슬로건을 만들고 발표한다.

＊ 예시 _ 활동한 내용을 토대로 내가 생각하는 지구에 대해서 생각해 보고 지구 균형과 관련된 슬로건(주장, 구호, 표어)을 만들어 발표한다.

＊ 유의 사항 _ 수업의 전반적인 내용을 담고 있되 학생들 개개인의 철학적인 내용이 담긴 슬로건(주장, 표어)이 나오도록 유도한다.

＊ 준비물 _ 활동지, 필기구

지구
균형 잡기

1

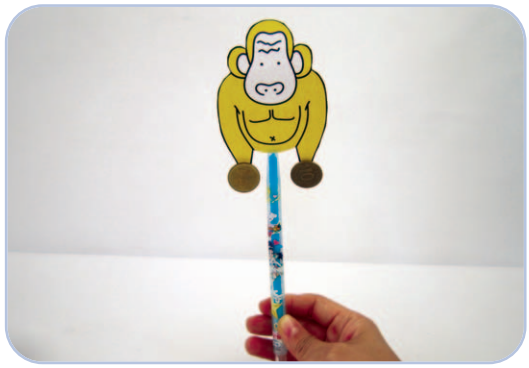
| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ **균형 잡는 고릴라** _ 고릴라 이미지를 잘라 두꺼운 종이 등에 붙여 준비한다.

균형잡기 원리

❶ 고릴라 인형을 펜 위에 세우는 미션을 수행한다.
❷ 고릴라 인형 양쪽 팔 아랫부분에 동전 또는 클립을 달아 무겁게 해 준다.
❸ 무게중심이 아래쪽에 위치하면서 고릴라 인형이 중심을 잡게 된다.



고릴라 균형잡기

내 몸 균형잡기

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

다양한 공

내 몸 균형잡기

❺ 지구 균형과 관련된 슬로건을 정하고 그 이유를 발표해 본다.

지구도 자꾸 건드리면 화난다.	지구 환경을 파괴하는 인간 활동에 의해서 여러 가지 재해(수퍼 태풍 등)가 발생하고 있는 것을 나타냈다.
다양한 생물이 살아야 지구도 산다.	지구에 존재하는 생물들은 서로 관계를 맺고 살아가기 때문에 일부 종이 사라지더라도 그 영향은 지구 생물 전체에 미치게 될 수 있다.
안 그래도 힘든 지구 괴롭히지 말자.	지구는 평소에도 균형을 이루기 위해 끊임없이 상호 작용하고 있는데 지구 환경을 자꾸 위협하면 균형을 유지하기 위해 지구는 더욱더 심하게 움직일 수 있다.

| 참고 자료 |

(1) 균형 잡기 원리

＊ 무게중심

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

＊ 균형 잡기 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.

지구
균형 잡기

1

(3) 지구가 균형을 유지하는 방법

＊ 가이아설

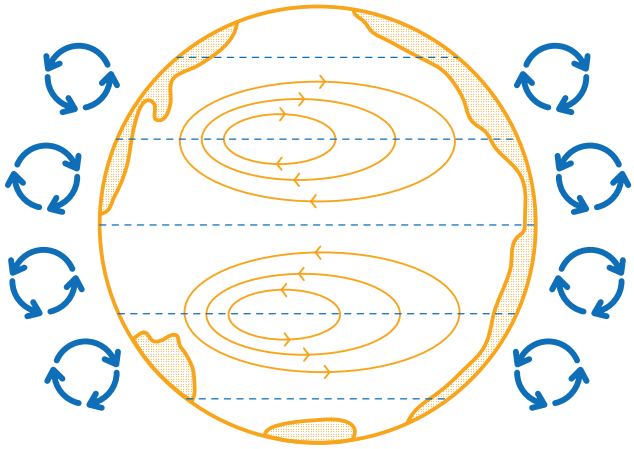
- 영국의 과학자 제임스 러브록이 [지구상의 생명을 보는 새로운 관점 / 1978]이란 책을 통해 주장한 내용으로 지구를 생물과 무생물이 상호 작용하는 하나의 생물체로 여기며 지구가 생물에 의해 조절되는 하나의 유기체임을 강조한다.
- 핵심 내용 _ 1. 지구는 자기 조절 능력이 있다. / 2. 지구는 살아 있다. / 3. 지구는 항상성을 가지고 있어 모든 생물들이 살기 적합한 환경으로 유지한다.

＊ 항류성과 항상성

- 항류성 : 안정을 갖추면서 늘 진화를 하되 변화의 폭이 작고 흐름을 유지하여 안정을 갖추는 상태
- 항상성 : 생물계가 생존하기 위해 변화의 한계선에서 최종 제어를 통해 최적의 조건을 맞추면서 안정을 유지하는 상태

＊ 지구의 균형 유지

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



대기와 해류의 순환으로 에너지 평형 유지

(4) 지구 균형의 문제

＊ 변하지만 균형을 유지하는 지구

- 지구는 항상 변하지만 그 체계는 항상 균형을 이루고 있으며 균형 유지를 위해 지구 환경을 이루는 요소들은 끊임없이 움직이고 있다. 인간을 포함한 모든 생명체는 유지되는 균형에 의존하고 있다.

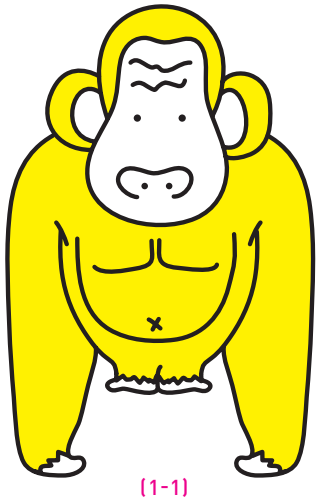
＊ 생명의 망조직

- 생명체는 모두 생태계 안에서 먹이사슬과 먹이망으로 서로 연결되어 있다. 식물은 광합성을 통하여 태양으로부터 직접 에너지를 얻는다. 먹이연쇄에 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 묻는 작은 곤충을 먹고 죽었고 그 도마뱀을 잡아 먹은 고양이들도 죽었다. 그러자 쥐 숫자를 조절하는 고양이가 없어지면서 쥐의 숫자가 폭발적으로 늘어났다. 늘어난 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 했다.
- 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℃ 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) 균형 잡는 고릴라 이미지



(1-1)

memo

[ ] 중학교 [ ] 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 에너지를 이동시킨다.
②는 ①의 움직임으로 인해 생기는 일정한 흐름이며, 그 흐름으로 에너지를 이동시킨다.
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.

| 지구균형과 관련된 슬로건(주장, 표어)을 만들고 이유를 적어 보세요. |

★ 이유.

① 대기 / ② 해류 / ③ 먹이연쇄과정

우리집을 지키자!

2

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 기후변화는 생물들의 서식지를 변화 또는 파괴했고 그로 인해 야생 동·식물 중 상당한 수가 서식지를 잃는 피해를 입었다. 이전에 단순히 직접적인 서식지 파괴와 무분별한 포획으로 인해 동·식물이 위기에 처한 것과는 또 다른 문제에 직면한 것이다. * 본 프로그램에서는 간접 체험을 통해 서식지 파괴로 인해 동물들이 받는 피해를 경험할 수 있을 것이다. 기후변화로 개체수가 감소하거나 서식지를 이동하는 동물에 대해 관심을 갖고 우리나라뿐만 아니라 세계에서 기후변화로 인해 피해를 입는 동물에 대해 배움으로써 그 심각성을 인식할 수 있다. 나아가 지식 전달에 그치지 않고 직접 캠페인을 주도하여 학교 내 다른 친구들에게도 기후변화의 심각성을 알릴 수 있는 계기가 될 수 있을 것으로 기대된다.
학습 목표	* 체험을 통해 기후변화로 인한 서식지 피해를 입는 생물들을 이해할 수 있다. * 기후변화로 인해 피해를 받는 생물을 찾아 조사할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시		★										

활동 차시	* 2차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* 신문지, 지식 카드	
	학습자용	* 폐종이 상자, 기후변화로 서식지를 잃은 생물 자료	

흐 름 도

도입 15분
- '투발루' 등 생물의 서식지가 사라지고 있는 동영상을 시청한다.
- 신문지를 계속 접어가면서 모둠원이 신문지 안에 들어가는 게임을 한다.

↓

전개 60분
- 기후변화로 인해 서식지가 파괴되거나 서식지를 이동하는 대표적인 사례를 설명한다.
- 우리나라 및 다른 나라에서 기후변화로 서식지를 위협 받는 생물 중 모둠별로 하나를 선택하여 홍보 판넬을 만든다.
- 모둠별로 기후변화 피해 생물종을 위한 캠페인 구호를 만든다.

↓

마무리 15분
- 모둠별로 제작한 홍보 판넬과 구호를 발표한다.

| 활동 내용 |

1. 도입(15분)

(1) 신문지를 계속 접어가며 모둠원이 신문지 안에 들어가는 게임을 한다.

＊ 예시 _ 모둠별로 공간을 마련하여 신문지를 바닥에 깔고 그 위에 모든 모둠원이 올라간다. 이 단계를 통과하면 신문지를 반으로 접어 모둠원이 올라간다. 이런 방식으로 좁아지는 신문지 안에서 모둠원이 얼마나 오래 머무를 수 있는지 모둠별로 게임을 진행한다. 이 게임을 통해 기후변화로 서식지를 잃고 있는 다양한 생물의 심정을 이해할 수 있도록 한다.

＊ 유의 사항 _ 모둠별로 더 작은 신문지에 더 많은 모둠원이 올라가도록 경쟁하는 게임을 진행할 수도 있다. 활동 후 단순한 게임에 그치지 않도록 활동 후에는 서식지를 잃어 가는 생물의 입장이 되어 이야기해 보도록 한다.

＊ 준비물 _ 신문지

(2) '투발루' 등 기후변화로 인해 서식지가 사라지고 있는 영상을 시청한다.

＊ 예시 _ 생물의 서식지가 감소하는 원인을 알아본다. 인간 활동에 의한 생태계 파괴로 서식지가 감소되는 경우를 쉽게 떠올릴 수 있을 것이다. 본 수업에서 중요한 것은 기후변화가 생물의 서식지에 미치는 영향이므로 반드시 언급할 수 있도록 한다. 인간뿐만 아니라 여러 동식물들이 살고 있는 터전이 기후변화로 인해 점점 사라지고 있다는 것을 알려 줄 수 있는 동영상을 시청하고 내용에 대해서 이야기 한다. [지식채널e – 기후 난민 투발루 사람들 / 5분 18초 / EBS]을 참고할 수 있다.

＊ 유의 사항 _ 서식지 파괴의 원인을 잘 살펴본다. 기후변화에 의해 서식지를 이동하거나 서식지가 파괴되는 예를 들어 설명한다. 그러나 직접적인 인간 활동에 의한 서식지 파괴와 혼동하지 않도록 한다.

2. 전개(60분)

(1) 기후변화로 인해 서식지를 잃어가는 사례를 설명한다.

＊ 예시 _ 기후변화로 인해 우리나라 근해에서 잡히는 어류종이 변화한 예나 북극의 얼음이 녹아 북극곰의 서식지가 사라지고 있는 모습을 보여주고 설명한다. 지식 카드(24쪽)를 참고하여 대표적인 사례를 들어 기후변화 때문에 서식지에 영향을 받는 생물에 대해 이야기 한다.

	기후변화로 인해 서식지 이동 · 파괴되는 대표적인 예
우리나라	북방실잠자리와 왕등줄실잠자리, 들깃동잠자리와 하나잠자리, 애물땡땡이와 잔물땡땡이
전 세계	북극곰, 황제펭귄, 산호초, 돌고래

＊ 유의 사항 _ 농업 측면에서 기후변화로 인해 작물의 서식지가 이동하는 것을 긍정적인 영향으로 보는 경우가 있다. 하지만 생태계 전체적인 면에서 보았을 때 외부 요인에 의해 서식지가 이동하게 되는 것은 생물종 다양성을 파괴하는 등 지구 생태계에 바람직하지 못한 영향을 주게 될 것임을 제시해야 한다.

(2) 모둠별로 기후변화로 인해 서식지에 영향을 받는 생물종을 선택하여 홍보 판넬을 만든다.

* **예시** _ 재활용품을 활용하여 홍보 판넬을 만들 수 있다. 모둠에서 '북극곰'을 선택할 경우 홍보 판넬에 모둠원이 준비했거나 또는 교사가 준비해 준 사진 자료 및 북극곰의 특징, 기후변화와 북극 생태계와의 관계에 대해서 표현할 수 있다. 중요한 것은 조사에 그치지 않고 해당 생물종의 서식지 변화에 대응할 수 있는 방법을 제시해 주는 것이다. 홍보 판넬의 목적은 다른 사람들에게 기후변화의 심각성에 대해서 알리고자 하는 것임을 잊지 않도록 해야 한다.
* **유의 사항** _ 사전 과제를 제시하여 모둠별로 기후변화로 인해 서식지에 영향을 받는 생물종을 조사하여 그 중 한 종의 사진 및 관련 자료를 준비하도록 한다. 교사는 학생이 준비해 오지 않을 것을 대비해서 참고 자료에 제시된 종의 지식 카드 및 사진 자료를 준비하도록 한다.
* **준비물** _ 지식카드, 생물종 사진, 자료, 폐종이 상자, 가위, 풀

(3) 기후변화 위기에 처한 생물종에 대해 다른 사람에게 알려줄 수 있는 홍보 계획을 세운다.

* **예시** _ 완성된 홍보 판넬에 어울리는 구호를 만들고 홍보 계획을 세워 본다. 예를 들어 '우리가 만들어 낸 기후변화! 북극곰은 아파하고 있다.' 라고 구호를 만들 수 있다. 등교 시간에 학생들에게 홍보한다고 계획을 세울 수도 있다.
* **유의 사항** _ 계획을 직접 시행해 볼 수 있다면 더 좋은 활동이 될 것이다. 학교 및 학교 인근에서 직접 실천할 수 있도록 계획을 세우도록 유도한다.

3. 마무리(20분)

(1) 모둠별로 홍보 판넬 및 구호를 정해 발표한다.

* **예시** _ 홍보를 하는 목적에 대해서 이야기 하도록 한다. 기후변화와 그 피해를 잘 모르는 다른 사람들에게 설명하고 다른 사람들의 기후변화 대응 행동을 유도하도록 하는 활동이다. 모둠별로 서식지에 영향을 받는 생물종 홍보 판넬과 구호를 발표해 보도록 한다.
* **유의 사항** _ 모둠별로 다른 생물종에 대해서 조사하였으므로 다른 모둠의 발표를 잘 듣도록 한다.

| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ **만들기 재료** _ 박스 종이 등 재활용품을 이용한다.

준비물

❶ 모둠별로 지식 카드에 제시된 생물 종 또는 그 외 기후변화로 인해 서식지가 이동하거나 파괴되고 있는 생물종 중 한 종을 선택하여 자세히 알아 본다.
❷ 교사가 제시하는 자료 및 학생들이 준비해 온 자료를 토대로 해당 생물종을 알릴 수 있는 홍보 판넬을 제작한다.

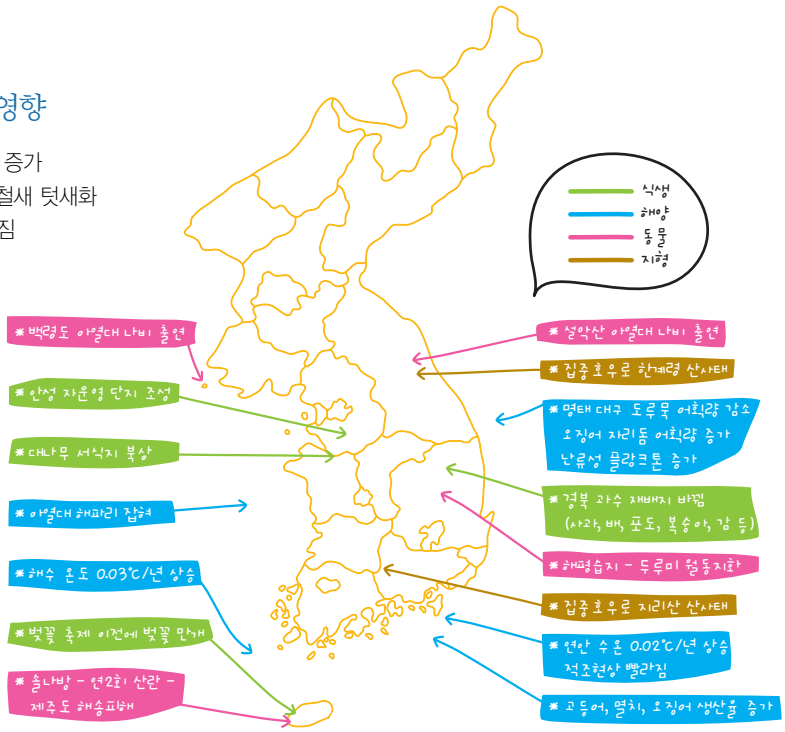
북극곰 홍보 판넬 제작

❸ 캠페인 구호를 만든다.
❹ 홍보 판넬과 캠페인 구호로 해당 생물종에 대한 홍보 계획을 세운다.
* 모둠활동이 어려울 경우 활동지를 통해 정리한다.

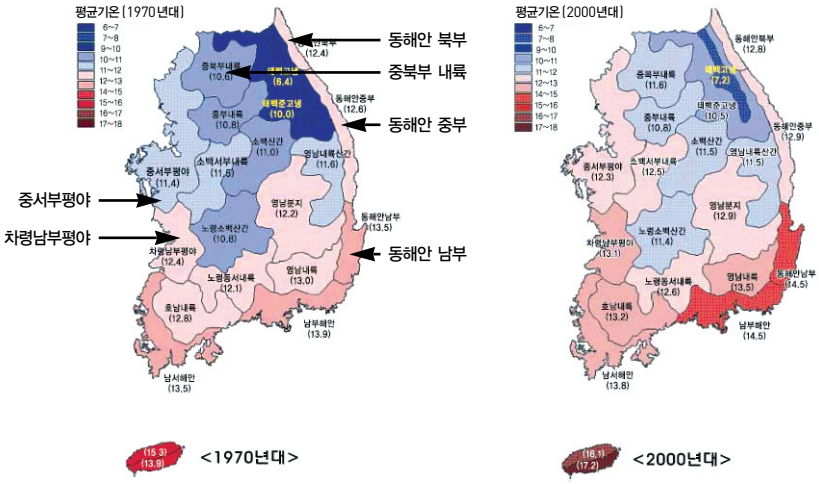
| 참고 자료 |

(1) 한반도의 기후변화 영향

* 여름 전염병 봄철 발생률 증가
* 왜가리, 백로, 황로 여름 철새 텃새화
* 겨울 짧아지고 여름 길어짐
* 봄 꽃 개화 시기 빨라짐

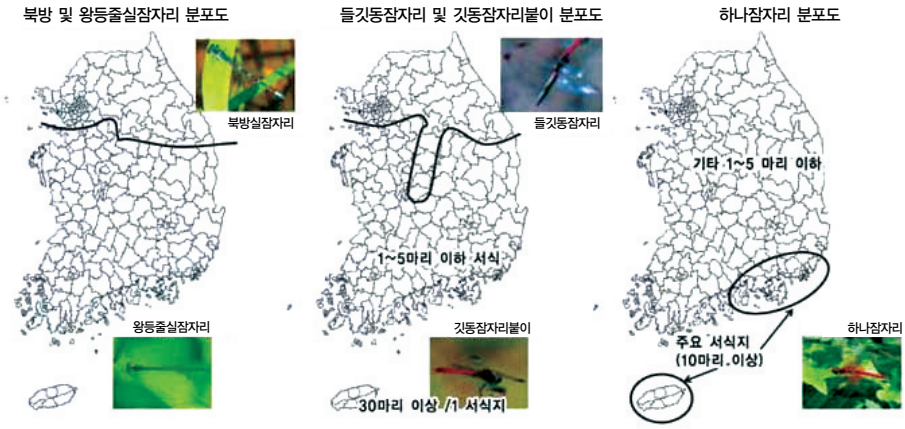


(2) 기후변화로 인해 생물의 서식지가 이동하거나 줄어드는 사례(우리나라)



농업 기후 지대의 연대별 평균 기온 변화(농과원, 2008)

* 잠자리류의 분포와 기후변화와의 연관성



출처 : www.ecofuture.co.kr

- **북방실잠자리와 왕등줄실잠자리**

– 북방형 종들로서 연평균기온이 6~8℃인 국내에서 가장 낮은 기후 지대에서 서식하는 실잠자리이다. 횡성군 둔내 일원과 울진군 온정면의 고지대 논에 인접하고 있는 둠벙과 같이 주로 수심이 낮은 서식처에서 살고 있는 종으로 기온의 급격한 상승에 의해 가장 영향을 받을 것으로 예측되는 종이다.

– 21C말까지 IPCC가 예측한 연평균기온이 2~4℃가 상승한다면 온도가 낮은 기후 지대에 서식하는 실잠자리류는 북쪽으로 이동할 것으로 예상되어 남한에서는 더 이상 서식하지 못할 것으로 생각된다.

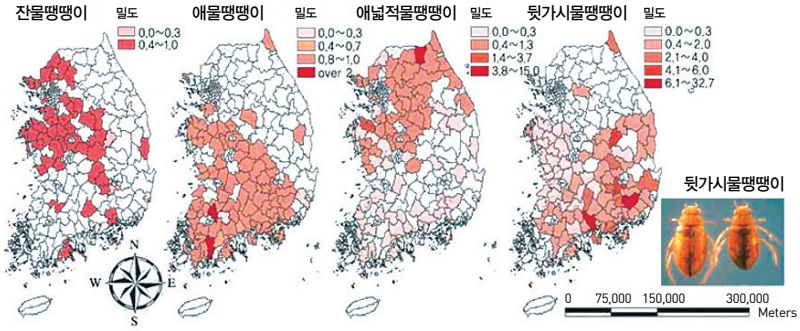
- **들깃동잠자리와 하나잠자리**

– 깃동잠자리붙이 및 하나잠자리는 연평균기온이 15~16℃인 기후지대인 제주도에서 주요 서식하는 남방형 잠자리로서 산란기에는 수심이 1~2m 깊이의 연못에서 수십 쌍이 모여 산란하는 광경을 볼 수 있지만, 육지로 건너 오면 깃동잠자리붙이는 한 지역에서 1~2마리를 찾아보기 힘들고, 서울 이남, 원주 및 울진 이남지역에서만 찾아볼 수 있다.

– 이북 지역에서 흔히 볼 수 있는 것은 들깃동잠자리인데 기온이 상승되면 들깃동잠자리의 서식지는 줄고 태백준령의 고지대로 한정될 것이다. 그러나 깃동잠자리붙이의 경우 한반도의 온난화가 지속되면 그 분포 지역은 더욱 북쪽으로 확산되고 밀도도 높아질 것으로 예측된다.

– 하나잠자리 역시 제주도가 주 서식지이지만 고성일원의 저수지에서 한 곳에 산란하는 개체수가 10마리 이상으로 제주도의 서식지 밀도와 같았고 북쪽으로는 홍천 및 춘천 등지에서도 2~3마리씩 관찰되고 있어 전국적으로 분포하는 것으로 판단된다. 한반도 내륙에 서식하는 하나잠자리의 밀도는 서식 적지인 제주도에 비해 월등히 적지만 온도가 상승함에 따라 그 밀도가 점차 높아질 것으로 예측되고 있다.

* 물땡땡이류의 분포와 기후변화와의 연관성



물땡땡이류의 지리적 분포

출처 : www.ecofuture.co.kr

• **애물땡땡이와 잔물땡땡이**

– 애물땡땡이의 크기는 10mm 내외로 18mm 크기의 잔물땡땡이보다는 훨씬 작고, 성충 유충 모두 잔물땡땡이와의 먹이 경쟁에서 상대가 되지 못한다. 그럼에도 불구하고 애물땡땡이가 남쪽 4개도의 논에서 우점하고 있는 것은 높은 산란율과 빠른 활동성으로 주요 먹이원인 논의 수초 및 녹조를 독식하고 있기 때문이다. 자연히 애물땡땡이가 우점하는 남쪽 4개도의 논에서는 잔물땡땡이를 찾아 볼 수 없고, 온도 조건에 따라 애물땡땡이가 서식하기 힘든 경기 및 충청도, 강원도 일부 평지 논에서는 잔물땡땡이가 우점하고 있다. 이와 같이 북부지역에서는 애물땡땡이는 희소종이 되어 있는 상태지만 앞으로도 기온의 상승이 지속된다면 머지 않아 애물땡땡이가 경기도 남쪽부터 우점하게 될 것이다.

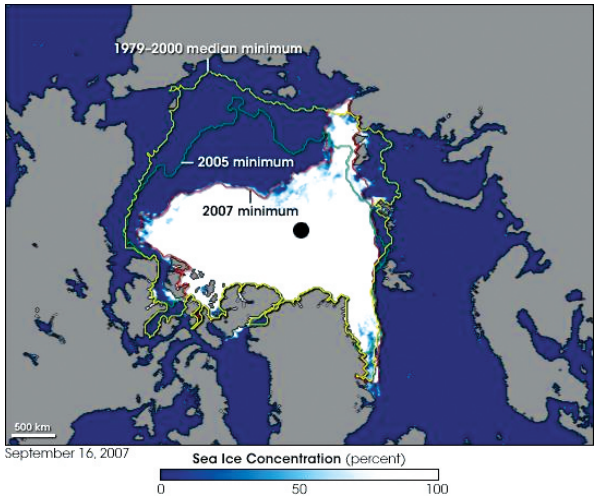
– 애물땡땡이가 따뜻한 기후지대에서 우점하는 것과는 달리 논 생태계에 먹이자원이 풍부함에도 불구하고 남부 지역에서 잔물땡땡이가 발견되지 않는 것은 온도 조건에 따른 두 종의 번식률 차이와 연관 지어 생각할 수 있다.

– 즉, 따뜻한 남쪽지역에서는 애물땡땡이의 번식이 활발하기 때문에 수적 우위를 차지하게 되고, 잔물땡땡이는 상대적으로 크지만 수적 열세로 애물땡땡이와의 먹이 경쟁에서 지게 되어 결국 하천이나 강변으로 밀려나게 되는 것이다. 우리나라의 경우, 두 종의 경계 지역인 충북 옥천의 금강변에서 잔물땡땡이를 발견할 수 있으며, 일본에서는 하천이나 강변의 습지 또는 물웅덩이에 주로 서식하는 것으로 보고되어 있다. 이와 같이 생존 경쟁 과정에서 두 종의 분포가 뚜렷하게 차이가 나는 것은 온도의 영향이 작용했기 때문인 것으로 생각된다.

– 물땡땡이류 중에서 소형에 속하는 애넓적물땡땡이와 뒷가시물땡땡이의 분포도를 보면, 경기, 충북, 강원도에서는 애넓적물땡땡이가 우점하고 있으나 충남, 전라남북, 경상남북에서는 뒷가시물땡땡이가 우점하고 있다. 먹이가 같은 이들 두 종 역시 전국 어디서나 서식이 가능하지만 비교적 온도가 높은 지역에서는 뒷가시물땡땡이가 우점하고 있고 온도가 낮은 경기, 충북, 강원도에선 애넓적물땡땡이가 우점하고 있다. 큰 강 및 간척지 등 비교적 온도가 높은 평지 논(옥천, 양평)에서는 뒷가시물땡땡이가 서식하고 있다. 이 두 종 역시 기후변화에 따라 우점 지역이 달라질 수 있는 종들이다.

출처 : 미래환경(http://www.ecofuture.co.kr)

(3) 기후변화로 인한 전 세계 생물종의 서식지 변화



1979년 ~ 2007년 북극빙하의 모습

＊ 북극곰의 서식지 감소

- 북극곰의 주식은 바다 표범이나 물개이다. 이들이 바다 표범을 사냥하는 방식은 얼음 위의 구멍에서 바다 표범이 숨을 쉬기 위해 머리를 내밀 때 사냥하는 것이다. 따라서 사냥을 할 수 있는 바다위의 얼음이 없다면 북극곰은 사냥을 할 수 없다. 물론 이들도 헤엄을 칠 순 있지만 바다 표범이나 물개처럼 빠르지는 않으며, 육지에 있는 먹이를 잡는 것은 아무래도 더 어렵기 때문이다.
  최근 여름철에 북극해의 만년빙이 크게 감소하면서 북극곰 무리에 문제가 생기는 징조들이 관측되고 있다. 그 첫 번째 징조는 어린 개체수가 감소하는 것이다. 어미들이 충분한 먹이를 먹고 새끼를 키우는 일이 점차 어려워지고 있다는 것은 시간이 지나면 북극곰의 개체 수가 크게 감소할 것임을 의미하는 것이다.

- 그래도 이 참담함 속에서도 일부 북극곰들은 살아가는 방법을 새롭게 익혀갈 것이다. 실제로 이처럼 갑작스런 변화 속에서 소수의 곰들은 더 멀리, 전통적인 서식지가 아닌 곳까지 이동하였다. 이들 중 몇 마리는 북미 대륙의 동쪽 캐나다 허드슨만 근처에서 발견되었다. 이곳에는 풍부한 먹잇감인 알들이 있다. 이 지역은 지구온난화 때문에 산란기가 조금씩 빨라지고 있는 흰기러기와 오리들의 개체수가 이상 급증하고 있다. 북극에서 생존을 위해 목숨을 걸고 모험의 길을 나선 소수의 북극곰들이 이곳을 발견하게 되었다. 곰 한 마리가 물범 한 마리로부터 얻는 영양분을 대신하려면 43개의 흰기러기 둥지를 헤집어야 하지만 그 양은 지금으로선 충분해 보인다. 북극의 얼음은 0.72일씩 빨리 녹기 시작하고 흰기러기들은 해마다 0.16일씩 빨리 알을 부화하고 있다. 얼마나 많은 곰들이 이곳까지 올 수 있을까? 아마도 수많은 북극곰들은 결국 굶어 죽을 것이다.

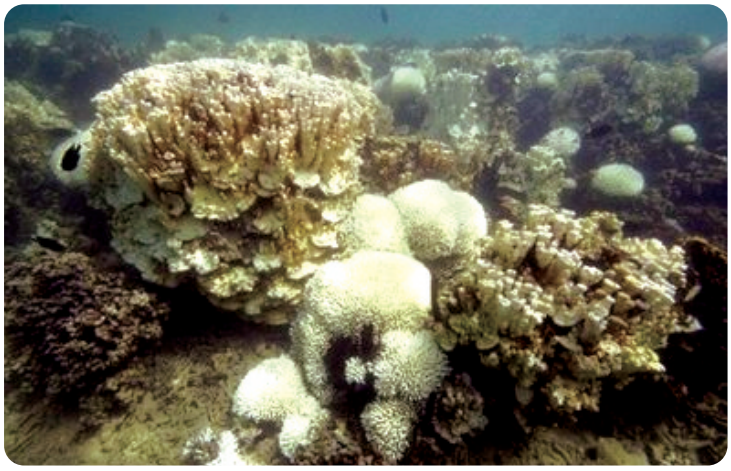
출처 : 지구온난화로 위협받는 생명들 – 북극곰 이야기

＊ 북극의 황제펭귄

- 지구온난화로 인해 지구의 온도가 2도 이상 증가할 경우, 절반에서 3/4 정도의 펭귄 서식지가 사라질 위기에 처해 있다. WWF(World Wide Fund for Nature : 세계 자연 보호 기금)의 보고에 따르면 섭씨 2도의 증가는 너무나 많은 것이며 황제펭귄의 50%, 아델리펭귄의 75%가 생존에 위협을 받을 것이라고 한다. 기후 변화 모델은 산업화 이전의 레벨을 넘어서는 섭씨 2 도의 기온 증가는 40년 안에 현실이 될 것이며 황제펭귄과 아델리펭귄의 서식지와 먹이 공급에 필수적인 남극해의 해빙을 크게 감소시킬 것임을 보여 주고 있다. 해빙의 감소는 연쇄 작용으로 펭귄의 주 먹이가 되는 크릴의 수를 감소시킬 가능성이 크다. WWF의 남극 기후 변화 담당관인 Juan Casavelos는 다음과 같이 말했다. "펭귄은 극심하게 기온이 낮은 남극의 환경에서 살 수 있게 잘 적응된 생물입니다. 따라서 계속되는 지구온난화와, 새끼들을 위한 먹이 공급지와 서식지의 감소는 이미 개체수의 감소로 이어지고 있습니다." "만약 기온이 2도 정도 더 오른다면 이 남극의 상징적인 동물은 심각한 위기에 직면하게 될 것입니다."라고 그는 덧붙였다. 지구의 평균 기온이 2도가 오른다는 것은 기후 변화의 위험성이 감당할 수 있는 수준을 넘어섬을 의미하는 것으로 이해되고 있다.

＊ 기후변화와 산호초

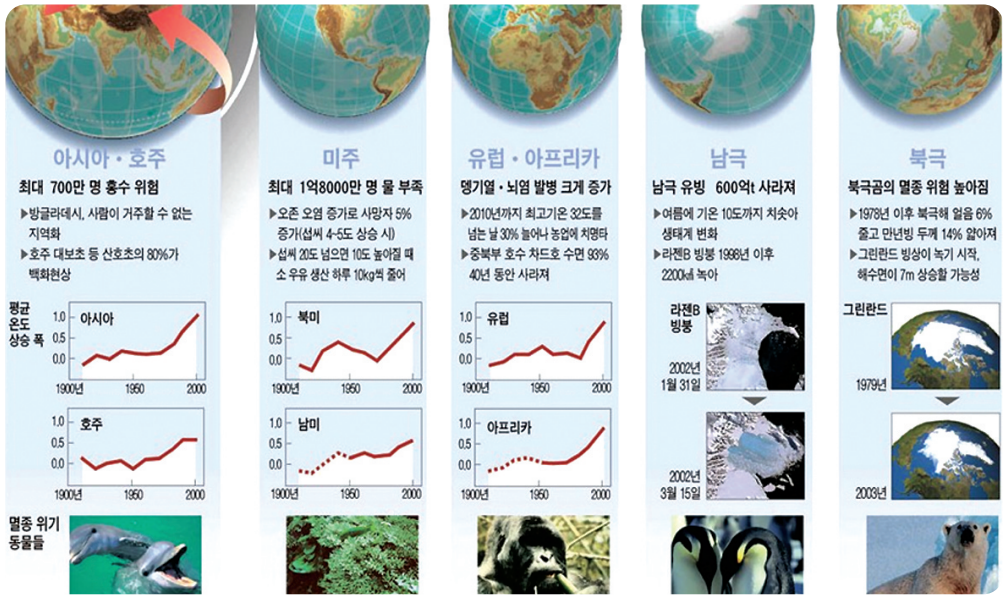
- 산호의 백화현상은 기후변화로 인해 수온이 높아진 결과 산호에 공생하고 있던 황록기생조류(갈충조류 또는 황록공생조류)가 산호를 떠나면서 산호가 하얗게 흰색으로 바래는 현상(산호의 백화현상)이 생긴 것이다. 산호는 황록기생조류가 광합성으로 만들어낸 산소와 영양물을 먹이로 하기 때문에, 활록기생조류가 산호를 떠나면 백화현상이 생길 뿐만 아니라 산소와 영양물을 받지 못하여 나중에는 죽게 된다.
- 산호초는 다양한 생물종의 서식지를 제공할 뿐만 아니라, 새로운 생물종(生物種)을 생성에 중요한 역할을 한다. 따라서 산호초가 사라지게 되면 해양 생물종의 서식지가 파괴되어 결국 해양 생태계가 파괴된다.



백화현상이 진행된 산호초의 모습

출처 : http://climateaction.re.kr

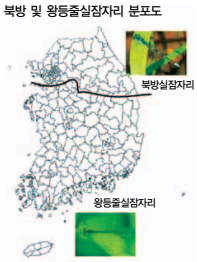
(4) 기후변화 대륙별 영향



출처 : www.greenstart.kr

| 우리 나라에 서식하는 생물종 |

❶ 북방실잠자리와 왕등줄실잠자리



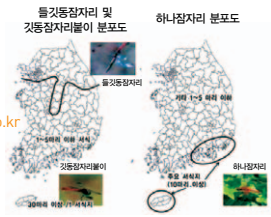
출처 : www.ecofuture.co.kr

북방실잠자리
- 학명 : *Coenagrion lanceolatum*
- 분류 : 잠자리목 실잠자리과
- 크기 : 성충 – 배길이 약 27mm, 뒷날개길이 21mm / 유충 – 몸길이 12~13mm
- 특징 : 연한 푸른색으로 배마디 사이사이에 좁은 검은색 띠무늬

왕등줄실잠자리
- 학명 : *Paracercion sieboldii*
- 분류 : 잠자리목 실잠자리과
- 특징 : 수컷의 배마디에 V자 검은 줄무늬
- 서식지 : 연 평균 기온이 6~8℃인 국내에서 가장 낮은 기후지대
- 분포 지역 :
  횡성군 둔내 일원과 울진군 온정면의 고지대, 논에 인접하고 있는 둠벙과 같이 주로 수심이 낮은 곳에 서식
- 기후변화에 영향 :
  평균 온도가 상승한다면 온도가 낮은 기후지대에 서식하는 실잠자리류는 북쪽으로 이동할 것으로 예상되어 남한에선 더 이상 서식하지 못하게 될 수 있다.

| 우리나라에 서식하는 생물종 |

❷ 깃동잠자리와 하나잠자리



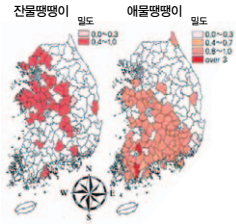
출처 : www.ecofuture.co.kr

깃동잠자리
- 학명 : *Sympetrum iginfuscatum*
- 분류 : 잠자리과, 고추잠자리속
- 크기 : 배 길이 약 25~30mm, 뒷날개의 길이 약 25~36mm
- 특징 :
  산란기에는 수심이 1~2m 깊이의 연못에서 수십 쌍이 모여 산란하는 광경을 볼 수 있다.

하나잠자리
- 학명 : *Sympetrum speciosum Oguma*
- 분류 : 잠자리과, 고추잠자리속
- 크기 : 배 길이 약 30mm, 뒷날개의 길이 약 30mm
- 분포 지역 :
  제주도에서 주요 서식하는 탐방형 잠자리
- 기후변화에 영향 :
  깃동잠자리붙이의 경우 한반도의 온난화가 지속되면 그 분포 지역은 더욱 북쪽으로 확산되고 밀도도 높아질 것으로 예측된다. 한반도 내륙에 서식하는 하나잠자리의 밀도는 서식 적지인 제주도에 비해 월등히 적지만 온도가 상승함에 따라 그 밀도가 점차 높아질 것으로 예측되고 있다.

| 우리나라에 서식하는 생물종 |

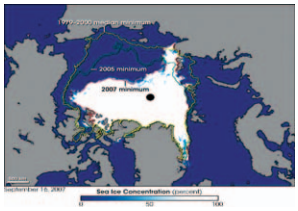
❸ 물땡땡이류



출처 : www.ecofuture.co.kr

애물땡땡이
- 학명 : *Sternolophus rufipes*
- 크기 : 9~11mm
- 서식지 : 늪, 논, 연못

잔물땡땡이
- 학명 : *Hydrochara affinis*
- 크기 : 16~18mm
- 특징 :
  애물땡땡이의 크기는 10mm 내외로 18mm 크기의 잔물땡땡이보다는 훨씬 작고 성충 유충 모두 잔물땡땡이와의 먹이 경쟁에서 상대가 되지 못한다.
- 애물땡땡이가 남쪽 4개도의 논에서 우점하는 이유?
  애물땡땡이는 높은 산란율과 빠른 활동성으로 주요 먹이원인 논의 수초 및 녹조를 독식(단, 온도 조건에 따라 애물땡땡이가 서식하기 힘든 경기 및 충청도, 강원도 일부 평지 논에서는 잔물땡땡이가 우점하고 있다.) ➔ 앞으로 기온 상승이 지속된다면 멀지 않아 애물땡땡이가 경기도 남쪽부터 우점하게 될 것이다.



1979년~2007년 빙하의 모습

출처: 지구온난화로 위협 받는 생명들 – 북극곰 이야기

❹ 북극곰

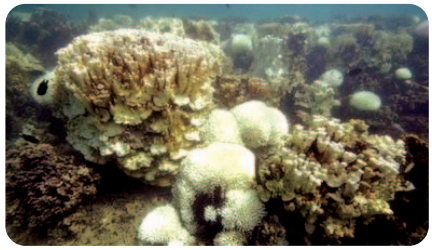
* 주식 : 바다 표범이나 물개
* 사냥 방식 :
  얼음 위 구멍에 바다 표범이 숨을 쉬기 위해 머리를 내밀 때 사냥한다. 바다 위 얼음이 없다면 사냥을 할 수 없다
* 기후변화에 영향 :
  여름철 북극해의 만년빙이 크게 감소하면서 어린 개체 수가 감소하는 것이다. 어미들이 충분한 먹이를 먹고 새끼를 키우는 일이 점차 어려워지고 있어 시간이 지나면 북극곰의 개체 수가 크게 감소할 것이다.
* 새롭게 살아가는 방법 :
  일부 북극곰은 전통적인 서식지가 아닌 곳까지 이동하였다. 이곳에는 풍부한 먹잇감인 알들이 있기 때문이다. 기온 상승으로 산란기가 조금씩 빨라져 현재는 알이 풍부하기는 하지만 과연 얼마나 많은 곰들이 이곳까지 올 수 있을지는 의문이다.

| 기후변화에 따른 북극의 변화 |

❺ 황제펭귄

* 주식 : 크릴새우
* 예측 : 지구의 온도가 2도 이상 증가할 경우, 절반에서 3/4 정도의 펭귄 서식지가 사라질 위기에 처해 있다.
* 기후변화와 서식지 :
  황제펭귄과 아델리펭귄의 서식지와 먹이 공급에 필수적인 남극해의 해빙을 크게 감소시킬 것임을 보여 주고 있다. 해빙의 감소는 연쇄 작용으로 펭귄의 주 먹이가 되는 크릴의 수를 감소시킬 가능성이 크다.
* WWF의 남극 기후 변화 담당관인 Juan Casavelos는 다음과 같이 말했다. "펭귄은 극심하게 기온이 낮은 남극의 환경에서 살 수 있게 잘 적응된 생물입니다. 따라서 계속되는 지구온난화와, 새끼들을 위한 먹이 공급지와 서식지의 감소는 이미 개체수의 감소로 이어지고 있습니다"

| 기후변화에 따른 북극의 변화 |



출처: http://climateaction.re.kr

❻ 산호초

* 산호의 백화현상 :
  수온이 높아지면 산호에 공생하고 있던 황록기생조류(갈충조류 또는 황록공생조류)가 산호를 떠나면서 산호가 하얗게 흰색으로 바래는 현상(산호의 백화현상)이 생긴다.
  산호는 황록기생조류가 광합성으로 만들어낸 산소와 영양물을 먹이로 하기 때문에, 활록기생조류가 산호를 떠나면 백화현상이 생길 뿐만 아니라 산소와 영양물을 받지 못하여 나중에는 죽게 된다.
* 산호와 해양생태계 :
  산호초는 다양한 생물종의 서식지를 제공할 뿐만 아니라, 새로운 생물종(生物種)을 생성에 중요한 역할을 한다. 따라서 산호초가 사라지게 되면 해양 생물종의 서식지가 파괴되어 결국 해양 생태계가 파괴된다.

| 기후변화에 따른 북극의 변화 |

❼ 투발루와 사람들

* 위치 : 남태평양
* 특징 : 8개의 작은 산호섬들이 길쭉하게 이어져 있는 세계에서 4번째로 작은 나라
* 기후변화와 투발루 :
  학자들은 앞으로 50년 이내에 투발루의 모든 국토가 가라앉을 것이라고 경고한다. 실제로 투발루의 9개 섬 가운데 하나였던 사빌리빌리섬은 지난 1999년 지도상에서 사려졌다. 투발루에는 1만 여명이 살고 있으며 인류 최초의 기후 난민이 될 지 모르는 운명에 처해 있다.

memo

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 이름 [ ]

| 기후변화로 서식지에 영향을 받는 생물종을 적어 보세요. |

| 위 생물종을 위한 구호를 만들어 보세요. |

| 기후변화로 인해 서식지 피해를 받은 생물 중 두 종을 선택하여 정리해 보세요. |

생물 종명		
특 징		
주요 서식지		
기후변화와 서식지 변화		

돌고돌고 탄소

3

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 지구 표면의 산림은 육지 면적의 약 1/3정도이며 지구 전체 광합성의 2/3정도를 차지한다. 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 내에서는 끊임없이 탄소 순환이 이루어지고 있다. 산림은 탄소 순환에서 매우 중요한 일을 하며 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. * 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 정보를 제공받을 수 있도록 구성하였다.
학습 목표	* 기후변화 원인, 현상을 말할 수 있다. * 보드게임을 통해 탄소 순환에 참여하는 요인과 그 흐름을 말할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시			★									

활동 차시	* 3차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* 지구 기후시스템 설명 자료	
	학습자용	* 탄소 순환 보드판, 주사위, 질문 카드, 포스트잇	

흐 름 도

도입 20분
- 지구 기후시스템에 대해 이해한다.

↓

전개 50분
- 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.
- 탄소 순환 요인을 더 많이 공개한 팀이 우승한다.

↓

마무리 20분
- 활동지를 통해 탄소 순환에 대해 정리한다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 지구 기후시스템에 대해 이해한다.

＊ 예시 _ 우리가 살아가는 지구의 기후시스템에 대해 이해한다. 물과 대기 순환은 지구의 에너지 균형을 유지한다. 질소 순환, 황 순환, 탄소 순환은 지구 내 유기·무기물질의 균형을 유지하고 있다는 것을 설명한다.

＊ 유의 사항 _ 지구 기후시스템이 어떻게 이루어지는지 기본적인 이해를 하도록 한다. 또한 지구의 균형 유지를 위해 탄소 순환이 중요함을 깨닫도록 한다.

2. 전개(50분)

(1) 탄소 순환 게임을 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 굴려 이동한다.
(이동 방향은 정해져 있지 않다.)
② 주사위 숫자만큼 이동한 후 기후변화 문제를 맞힌다.
③ 문제를 맞힐 경우 해당 칸에 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 심해진다.	○
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 굴려서 이동한다. 모든 요소가 공개 되면 게임이 끝난다.
* **준비물** _ 탄소 순환 보드게임 놀이판, 주사위, 각 팀별 말, 각 팀을 표시하는 스티커

(2) 탄소 순환 과정에 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 ➔

❶ 토양에서 출발하여 주사위를 굴려 나오는 숫자만큼 이동한다. 이동 방향은 정해져 있지 않다.
❷ 가려져 있는 탄소 순환 요소에 도착하면 다음 차례인 학생이 지식 카드를 뒤집어 문제를 제시한다.
❸ 문제의 답을 맞히면 가려져 있는 요소를 공개한다.
❹ 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

❺ 활동지를 통해 탄소 순환에 대해서 정리한다.

돌고돌고 탄소

3

| 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

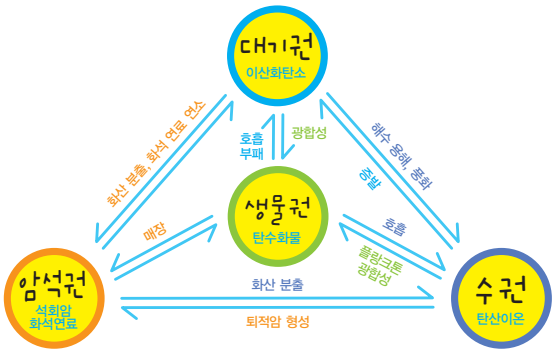
- 태양은 지구에 사는 생명체에게 필요한 에너지를 제공하는 근원으로 기후시스템을 움직이는 에너지는 태양으로부터 공급되며, 기후시스템 속에서 여러 형태의 에너지로 변하고 최종적으로 지구 장파 복사 형태로 우주로 방출된다.
- 대기 상부에서 대기층을 통해 내려오는 태양 복사 에너지는 구름, 오존, 수증기 등에 의해 흡수되나 대부분 지표까지 내려와 흡수된다.
- 지표면에 흡수되는 태양 복사는 지표의 성질에 따라 흡수율이 달라진다.
- 지구 기온 분포가 일정하게 유지되는 것은 대기와 해양이 열에너지를 수송하기 때문이다.
- 땅 속이나 깊은 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 잡아 먹고 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 잡아 먹을 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 마찬가지이다. 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 탄소 순환

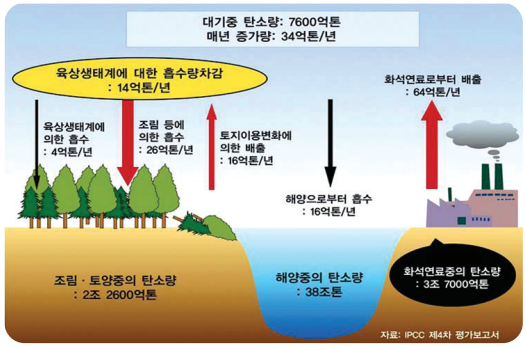
출처 : 푸른행성의 과학 http://skyobserver.net/

＊ 탄소 배출원

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

＊ 탄소 고정원

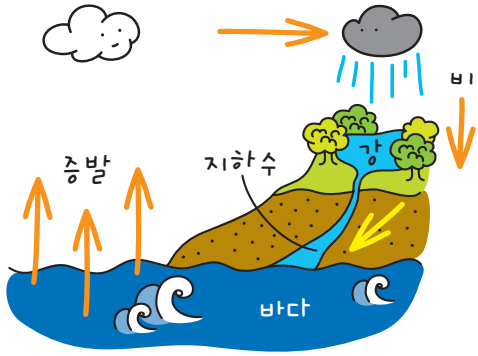
- 탄소는 수권에 용해되거나 암석권에 흡수, 생물의 광합성에 의해 대기권에서 제거된다. 이산화탄소는 대기권과 수권의 접촉부에서 수권으로 직접 용해되기도 하지만 빗방울에 용해된 다음 강수의 형태로 공급되기도 한다.
- 그보다 더 중요한 것은 이산화탄소가 용해된 빗방울이 대륙에 낙하할 때 대륙의 암석과 반응하여 금속 이온을 제거하여 암석을 풍화시킨다. 빗방울과 금속 이온이 만나 중탄산 이온(HCO_3^-)이 되는데 이것은 바다에서 칼슘 이온과 반응하여 앙금을 만들고 침전하여 해저에서 석회암을 만들어 이산화탄소를 고정한다.



출처 : IPCC 제4차 평가 보고서

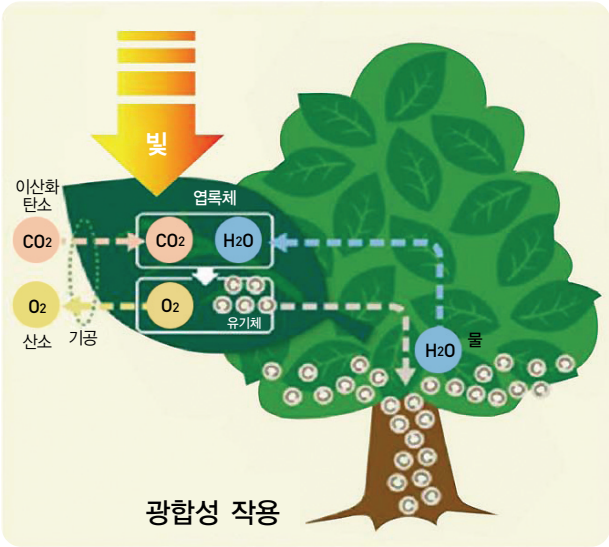
(3) 물순환

- 지구 표면의 70%는 물로 둘러 싸여 있다. 대부분은 바다지만 생물체의 몸 속에도 있고 공기 중에도 물이 있다. 물은 강과 호수에 가득하고 땅속에도 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 지구상에 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 생물체들은 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 산림 생태계에 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 재조림을 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.

*** 우리나라 산림의 탄소 흡수량을 늘리기 위한 방법**

- 유휴 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

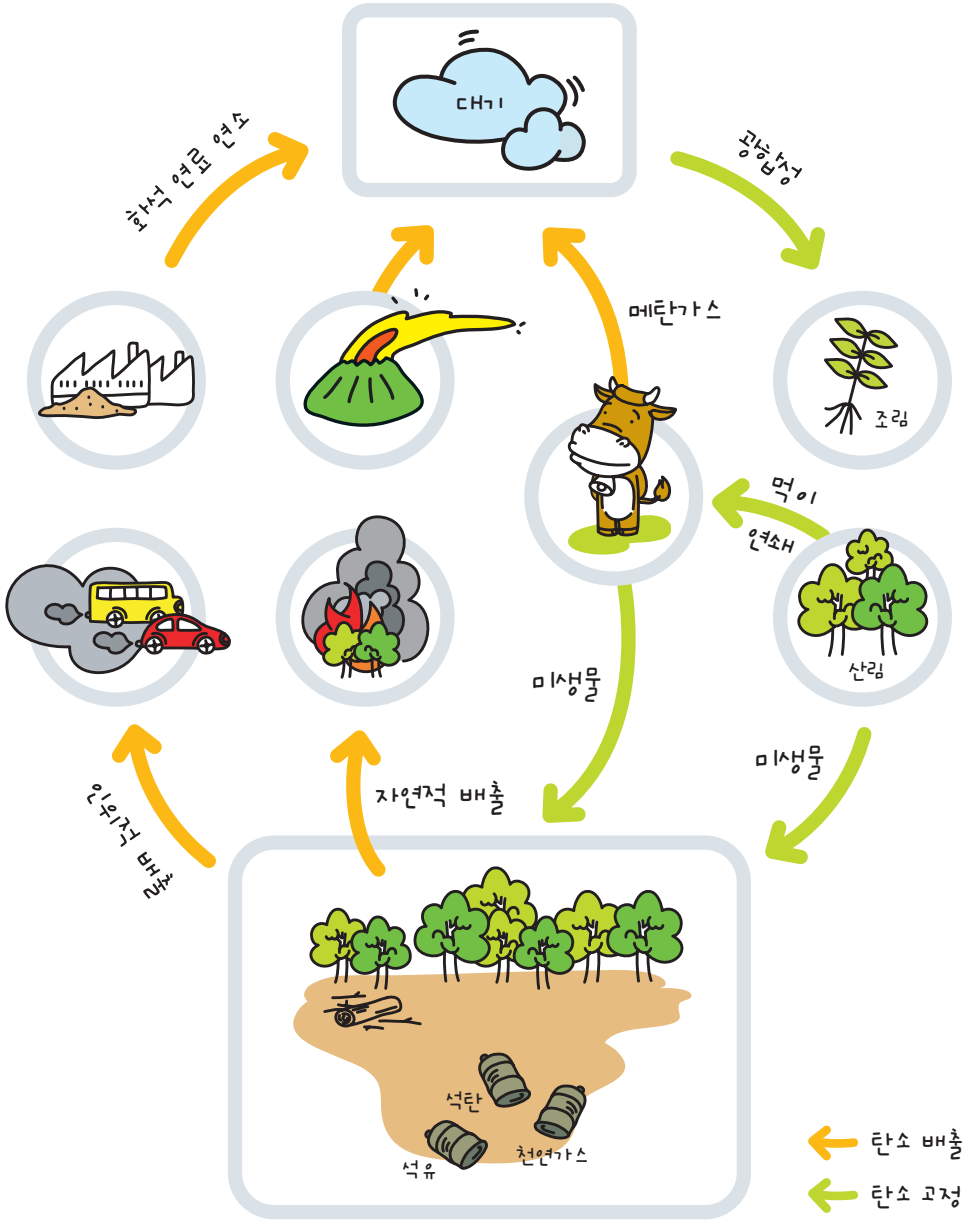
문 항	정 답	설 명
1. 제품이 생산에서 폐기될 때까지 발생하는 탄소의 양을 인증하는 제도가 있다.	○	환경부에서 시행하는 탄소성적표지 제도는 일상 생활용품, 가정용 전기기기 등 모든 제품의 탄소배출량 정보를 공개하고, 기후변화 대응을 위한 저탄소 녹색 생산과 녹색 소비를 지원한다.
2. 날씨와 기후는 같은 의미이다.	×	기후는 오랜 시간을 거쳐 공간적, 시간적으로 안정된 날씨가 지속될 때 기후라 부르며, 날씨는 단기적인 기상상황을 나타낸다.
3. 온실가스 등의 증가로 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 열섬현상이다.	×	열섬현상은 도시 안에서 생겨나는 온실가스로 인해 도심부의 온도가 주변부보다 높은 현상이며, 지구의 온도가 지속적으로 올라가는 현상은 지구온난화이다.
4. 지구온난화가 지속되면 우리나라로 넘어오는 황사가 줄어들 것이다.	×	사막화가 더욱 빨리 진행되어 황사의 양과 빈도가 늘어날 것이다.
5. 지구온난화를 통해 우리나라의 다모작이 가능해질 것이다.	○	
6. 기후변화는 인간의 활동으로 인해 발생하는 온실가스 때문에 심화된다.	○	자연적 요인 : 화산 폭발 때 분출되는 화산재나 미세 먼지 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 바닷물에 잠기고 있다.	○	
9. 목재는 공기 중에 있는 탄소를 흡수하여 다시 공기 중으로 내보내므로 탄소를 증가시키지 않고 순환시킨다.	○	
10. 일반 냉장고보다 양문 냉장고가 에너지 절약 효과가 떨어진다.	×	
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.	○	탄소 포인트 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 무엇인가요?		① 이산화탄소(CO_2) / ② 메탄(CH_4) / ③ 아산화질소(N_2O) / ④ 육불화황(SF_6) / ⑤ 수소불화탄소(HFCs) / ⑥ 과불화탄소(PFCs)
16. 매년 6월 5일은 에너지의 날로 지구촌 불끄기 행사를 진행한다.	×	물의 날 : 3월 22일 / 지구의 날 : 4월 22일 / 바다의 날 : 5월 31일 / 환경의 날 : 6월 5일
17. 지구 온난화로 인해 나타나는 현상에 대해 답하시오.		북극의 빙산이 줄어들고 해수면이 높아짐. 비가 오는 날이 적어지는데, 비가 갑자기 많이 오는 폭우가 늘어나고 있다. 겨울철에 즐겨 먹던 명태를 동해에서 잡을 수 없다.
18. 온실가스로 인해 태양의 장파장은 통과시키고, 지구의 단파장은 흡수하여 지구의 온도가 올라가는 효과는 온실효과이다.	○	
19. 해운대는 기후변화로 인한 홍수의 피해를 보여 주는 영화이다.	×	해운대는 지진으로 인한 쓰나미를 보여주는 영화이다.
20. 우리나라 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. 지구 온난화의 주요 원인은 온실효과이다.	○	
24. 온실효과는 지구에게 필요한 현상이다	○	
25. 메탄은 온실효과에서 가장 큰 영향을 끼친다.	×	

	일반 냉장고	양문 냉장고
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

돌고돌고 탄소

3

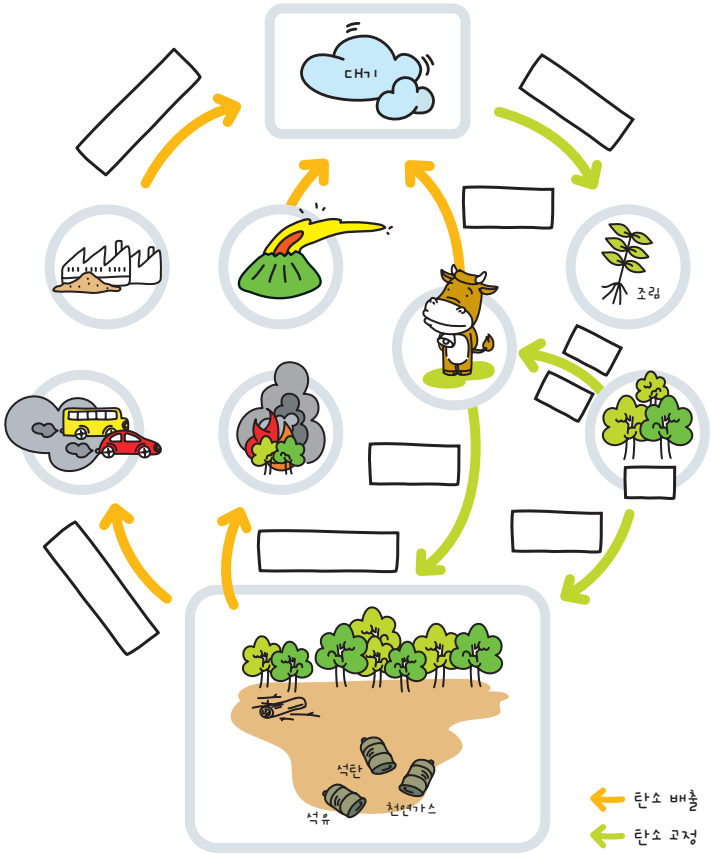
(6) 보드게임판 (3-1)



내용출처 : 산림청, 기후변화와 산림, 2008

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 이름 [ ]

| 아래는 탄소 순환을 나타내는 그림입니다.
비어 있는 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.

셜록홈즈 따라잡기

4

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 지구온난화에 기여하는 대표적인 온실가스는 6종이다. 각 온실가스의 배출원과 영향은 조금씩 다르다. 온실가스 종류별로 지구온난화 지수(이산화탄소의 기여도를 1로 정하여, 그것을 기준으로 온실가스별 지구온난화 기여도)가 다르다. 또한 각 온실가스가 대기 중에 분포되어 있는 양을 고려하면 그 기여도는 또 다시 달라진다. * 6종류의 온실가스에 대한 흥미를 위해 '탐정놀이'라는 색다른 교수학습방법을 적용하여 온실가스에 대해 직접 추리하는 과정을 통해 답을 찾아가는 재미와 함께 수업에 대한 집중도를 높일 수 있을 것이다.
학습 목표	* 기후변화 현상의 예를 통해 그 심각성을 깨달을 수 있다. * 사건 해결 과정으로 온실가스와 기후 변화와의 연관성을 찾을 수 있다.

내용 체계												
내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시				★								

활동 차시	* 4차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* '햄버거 커넥션' 동영상 파일	
	학습자용	* 모둠 활동지, 꾸미기 세트	

흐 름 도

도입 20분
- '셜록홈즈' 등 여러 추리 소설에 나오는 짤막한 일화를 들려 주고 추리를 풀도록 한다.

↓

전개 50분
- 6대 온실가스에 대해서 알아본다.
- 기후변화와 관련된 가상 사건을 제시한다.
- 모둠별로 가설을 세우고 증명한다. 교사는 단서의 힌트를 제공한다.
- 모둠별로 추리한 범인을 발표한다.
- '햄버거 커넥션' 동영상 시청

↓

마무리 20분
- 도입시 제시했던 사진과 그래프 설명
- '삶은 개구리 요리' 이야기를 해준다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 추리과정에 능숙해 지도록 추리 연습을 한다.

＊ 예시 _ '셜록홈즈' 이야기를 해주고 흥미를 유발할 수 있다. 기후변화와 직접 관련은 없지만 학생들이 추리할 수 있는 몇 가지 사건을 제시하여 본시학습의 기후변화 추리를 위한 사전 연습을 하도록 한다. 아래와 같은 퀴즈 문제를 낼 수 있다. 참고 자료에 추리 연습 문제가 더 제시되어 있다.

연습문제 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.

＊ 유의 사항 _ 되도록 환경과 연관된 일화를 선택하는 것이 좋다. 하지만 그런 문제를 찾기 힘들다면 중학생 수준에서 짧은 시간 내에 풀 수 있는 문제를 제시한다. 도입부에 추리 연습 문제를 제시한 이유는 흥미 유발도 있지만 전개 활동에서 이어지는 추리 과정을 미리 경험해 봄으로써 학생들에게 추리가 어렵지 않고 조금만 생각하면 쉽게 해결할 수 있다는 자신감을 불어 넣을 수 있도록 하기 위함이다.

2. 전개(50분)

(1) 6대 온실가스에 대해서 설명한다.

＊ 예시 _ 학생들에게 하나의 사건이 제시될 것이라는 것을 알려준다. 제시될 사건은 기후변화와 관련이 있다는 것을 알리고 교사는 6대 온실가스에 대해서 간단히 설명하도록 한다.

＊ 유의 사항 _ 사건을 해결하면서 학생들 스스로 6대 온실가스에 대해서 자세히 탐구하게 될 것이므로 6대 온실가스의 종류에 대해 설명한다.

(2) 기후변화와 관련된 가상 사건을 제시한다.

＊ 예시 _ 모둠편성을 하고 모둠 활동지와 6대 온실가스 지식 카드를 나눠준다. 모둠 활동지에는 하나의 사건이 제시되어 있다. 사건의 내용은 아래와 같다.

사건 세계가 한 마을로 축소되었다고 가정하고 사건을 시작한다. 2013년 7월 1일 화력발전소 주변 주민 중 일부가 정신을 잃고 병원에 실려 왔다. 병원에 온 사람들 중 일부는 몇 시간 후 깨어나서 별 문제 없이 퇴원했지만 일부는 산소 호흡기가 필요할 만큼 상태가 심각하였다. 피해를 입은 주민들 대부분은 발전소 주변 밭에서 일을 하던 농부들이었다. 그 지역은 예로부터 농사를 짓던 곳이었는데 숲에서 버섯을 채취하던 농부들이 간혹 어지럼증을 호소하는 경우는

있었지만 이번처럼 밭에서 일을 하던 사람들이 정신을 잃은 것은 처음이었다. 사람들에게 피해를 준 범인은 누구일까?

* **유의 사항** _ 화력 발전소는 이 사건의 주요 원인이 아니다. 밭에서 일하던 사람들이 쓰러진 것을 주목해야 한다. 사람들에게 피해를 준 범인은 N_2O(아산화질소)이다.

(3) 지식 카드를 토대로 사건의 범인을 찾는다.

* **예시** _ 가설을 세우고 증명하는 과정을 거치도록 한다. 화력 발전소를 주원인으로 지정할 수 있다. 발전소에서 배출되는 온실가스는 주로 CO_2일 것이다. 하지만 CO_2의 경우 대기 중에서 사람에게 피해를 줄 정도로 농도가 높아지지 않으며 제시된 사건에서는 공장에 어떠한 이상 증세도 나타나지 않았다. 주 피해자는 밭에서 일하던 사람이었으며 아마도 밭에 비료를 뿌렸음을 예상할 수 있다. 비료에서 N_2O가 다량 배출되었고 사람들이 마취 증세를 일으켰다고 예측할 수 있다. N_2O는 자연적으로도 토양에서 배출되므로 예로부터 숲에서 일하던 사람들이 어지럼증을 느꼈을 수도 있다.
* **유의 사항** _ 지식 카드를 참고하여 문제를 해결하도록 하고 함정에 빠지지 않도록 조언한다.

(4) 6대 온실가스의 피해를 알 수 있는 동영상 등을 시청한다.

* **예시** _ 메테인과 관련된 '햄버거 커넥션'과 같은 동영상을 활용할 수 있다. 예를 들어 학생들이 좋아하는 햄버거를 만들기 위해 산림을 파괴하고 소를 길렀으며 그로 인해 탄소 순환의 균형이 깨지고 있다고 설명할 수 있다.
* **준비물** _ '지식채널e – 햄버거 커넥션/4분 9초' 동영상 파일

3. 마무리(20분)

(1) 사건의 원인이 해결되지 않고 지속될 경우 어떤 문제가 발생할지 예측한다.

* **예시** _ 온실가스 발생 문제가 해결되지 않고 지속될 경우 미래 모습이 어떻게 변할지 예측한다. 온실가스의 발생원도 다양하고 각각의 기체가 가지고 있는 특성도 다양하다. 제시된 사건은 현재 상황에서는 일어나기 힘든 일일지 몰라도 미래에서는 충분히 가능한 일이 될 수도 있다.
* **유의 사항** _ 각 기체별로 피해 상황을 예측할 수도 있고 기후변화가 지속될 경우 총체적으로 닥칠 문제에 대해서도 예상할 수 있다.

(2) 학습한 내용을 활동지에 정리한다.

* **예시** _ 6대 온실가스와 예측 가능한 미래에 대해서 활동지에 정리한다.

| 활동 방법 |

❶ 기후변화와 관련된 가상 사건을 제시한다.

〈 사건 〉

세계가 한 마을로 축소되었다고 가정하고 사건을 시작한다.
2013년 7월 1일 화력발전소 주변 주민 중 일부가 정신을 잃고 병원에 실려 왔다.
병원에 온 사람들 중 일부는 몇 시간 후 깨어나서 별 문제 없이 퇴원했지만 일부는 산소 호흡기가 필요할 만큼 상태가 심각하였다.

피해를 입은 주민들 대부분은 발전소 주변 밭에서 일을 하던 농부들이었다.
그 지역은 예로부터 농사를 짓던 곳이었는데 숲에서 버섯을 채취하던 농부들이 간혹 어지럼증을 호소하는 경우는 있었지만 이번처럼 밭에서 일을 하던 사람들이 정신을 잃은 것은 처음이었다. 사람들에게 피해를 준 범인은 누구일까??

❷ 모둠별로 가설을 세우고 증명한다. 교사는 힌트를 제공할 수도 있다.

〈 힌트 1 〉

함정을 찾아라. 주요 원인이 아니면서 마치 주요 원인처럼 보이는 함정이 있을 수 있다.
➔ 화력 발전소는 이 사건의 주요 원인은 아니다.

〈 힌트 2 〉

피해는 밭에서 일하던 농부들에게만 일어났음을 다시 한 번 상기시킨다.
➔ N_2O의 자연적 발생원과 인위적 발생원을 나누어 생각해 보도록 한다.

❸ 모둠별로 작성한 활동지를 발표한다.

❹ 교사는 사건에 제시된 문장을 하나씩 되짚으며 범인을 밝힌다.

제시된 문장	설 명
세계를 한 마을이라고 가정	세계의 범위를 축소하여 인체에 미치는 피해를 극대화한다.
화력 발전소 인근	화력 발전소는 이 사건과는 큰 관련이 없다.
예로부터 숲에서 사람들이 종종 쓰러짐	N_2O는 수분이 많은 땅에서 박테리아에 의해 자연적으로 발생되기도 한다.
밭에서 일하던 사람들이 쓰러져	밭에 질소 비료를 뿌렸을 것으로 예측할 수 있고 그 피해가 밭에서 일하던 사람으로 한정되었으므로 비료에서 발생한 N_2O로 피해를 입었을 것으로 예측할 수 있다.

❺ 사건이 해결되지 않고 지속될 경우 어떤 문제가 발생할지 예측하여 발표한다.

셜록홈즈 따라잡기

4

| 참고 자료 |

(1) 추리 연습 문제

무더운 여름 날 박지성씨 집의 유리 창문이 깨졌다. 집 정면의 왼쪽에는 단풍나무가 서 있다. 용의자들의 진술은 다음과 같다.

- 1) 이순재 : 난 그때 독서를 하고 있었어. 오늘은 심심한 날이거든.
- 2) 박해미 : 선풍기를 켤 수 없었어. 그래서 박지성씨 단풍나무 그늘에서 쉬고 있었어.
- 3) 정준하 : 집안이 더워서, 목욕을 하고 있었어.
- 4) 김본좌 : 난 그때 컴퓨터 게임을 하고 있었어.
- 5) 둘 리 : 오늘은 정말 짜증나는 날이야.
- 6) 또 치 : 내 취미는 영화감상이야. 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?

- 범인 : 김본좌 → 잘 보면 동일 시각 전기가 들어오지 않고 있다는 사실을 알 수 있다. 용의자들의 진술을 보고 짐작했을 때 당시에는 전기가 들어오지 않았음을 예측할 수 있다. 전기가 들어오지 않아도 게임을 했다는 김본좌가 범인.

(2) 제시된 사건의 추리 과정

제시된 문장	설 명
세계를 한 마을이라고 가정	세계의 범위를 축소하여 인체에 미치는 피해를 극대화한다.
화력 발전소 인근	화력 발전소는 이 사건과는 큰 관련이 없다.
예로부터 숲에서 사람들이 종종 쓰러짐	N_2O는 수분이 많은 땅에서 박테리아에 의해 자연적으로 발생되기도 한다.
밭에서 일하던 사람들이 쓰러져	밭에 질소 비료를 뿌렸을 것으로 예측할 수 있고 그 피해가 밭에서 일하던 사람으로 한정되었으므로 비료에서 발생한 N_2O로 피해를 입었을 것으로 예측할 수 있다.

(3) 지식채널e – 햄버거 커넥션 주요 내용 정리

* 패스트푸드와 값싼 축산식품의 대명사라고 할 수 있는 '햄버거'는 세계의 입맛으로 자리 잡았다. 세계 121개국에 2만 9,000여 매장을 거느리고 있는 미국의 맥도날드사는 세계 최대의 패스트푸드 기업으로 일명 '햄버거 왕국'으로 불린다.
* 멕시코의 환경운동가 가브리엘 과드리는, 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 과드리는 '열대림 파괴 → 육우사육 → 햄버거 생산'으로 이어지는 반생태적 연결고리를 '햄버거 커넥션'이라고 명명했다.

기후변화 그리고 지구온난화

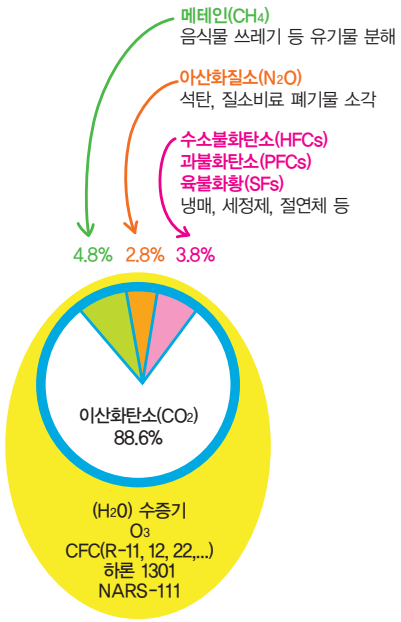
6대 온실가스 네 정체를 밝혀라!!

| 온실가스란? |

저탄소 녹색성장 기본법 제2조 9항

'온실가스'란 이산화탄소(CO_2), 메테인(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCS), 과불화탄소(PFCS), 육불화황(SF_6) 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 것으로 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질을 말한다.

| 한눈에 보는 온실가스 종류와 특징 |

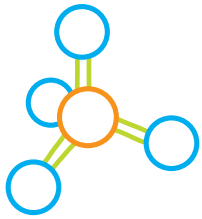


CO_2

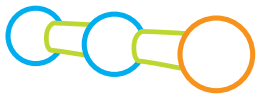
* 어떻게 생겨?
  화산이 폭발할 때나 산불이 날 때 생기지만 사람들이 나무와 석유, 석탄과 같은 화석 연료가 탈 때, 탄소가 공기 중의 산소와 결합하여 생기는 것이 훨씬 많아. 대기 중에 있는 이산화탄소는 1700년대 후반 산업혁명이 시작된 이후 1/3이 더 늘어났어. 이 수준은 앞으로도 수백 년 동안 계속해서 높게 유지될 것 같아.
* 실험실에서도 생기던데?
  이산화탄소는 공업적으로 석회석에 산을 가하거나 석회석을 가열하면 얻을 수 있어. 알코올과 같은 탄소화합물이 연소할 때 물과 함께 생성되기도 하고 생물체가 유기물을 분해하는 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

CH_4



* 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($CHCl_3$)은 클로로폼이라 하여 한때 마취제로 사용되었었고, 사염화탄소(CCl_4)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. CO_2보다 20배의 온실효과를 가지고 있어.



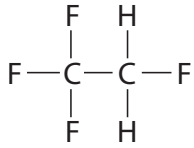
N_2O

* 어떻게 생겨?
바다와 촉촉한 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?

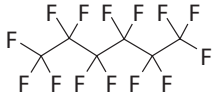
* 사람한테 피해를 줘?
마취성이 있어 간단한 외과수술시 전신 마취에 사용하는 경우도 있어. 보통 산소 20%를 혼합하여 사용하는데, 독성·자극성이 약하고 안전하지만, 마취제로 이용할 때는 높은 농도를 필요로 하기 때문에 산소 결핍증을 일으킬 우려가 있어.



HFCs

* 어떻게 생겨?
불연성 무독성 가스로 취급이 쉽고 화학적으로 안정해서 냉장고 및 에어콘의 냉매로 사용되지.

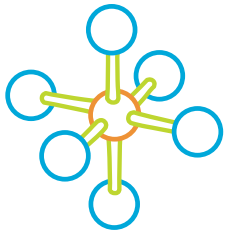
* 특징이 있다던데?
HFCs는 대기권내에서 수명이 짧고, 염소를 포함하지 않아서 오존층 파괴 물질인 프레온가스인 CFC(염화불화탄소)의 대체물질로 개발되었어. 그래서 많은 곳에 이용되고 있는 거지. 하지만 문제는 지구온난화를 일으키는 주범이라는 거야.



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



SF_6

* 어떻게 생겨?
절연성이 높아서 변압기, 절연 개폐 장치 등에서 절연 매체로 사용되고 있어. 이외에도 반도체 제품이나 액정 판넬의 제조 과정에서도 사용되지. 특수하게는 어뢰의 엔진 연료에도 사용된대.

* 특징이 있다던데?
플루오린과 황의 화합물로 황원자를 중심으로 플루오린 원자가 정팔면체 구조를 취하고 있어. 열적 안정성이 좋고 열 전달성이 뛰어나, 1960년대부터 절연제 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.

출처 : 지구가 아파요(얀 손힐), 온실가스 전문인력양성과정 교재

| 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	

출처 : 온실가스종합정보센터

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 이름 [ ]

★ 셜록홈즈 지구온난화 범인을 잡아라!! ★

2013년 7월 사건이 발생했다. 아래 글은 조사 결과 경찰이 적어 둔 수첩 내용이다.
탐정단은 아래의 단서를 바탕으로 범인을 꼭 잡길 기대한다.

〈 사건 〉

세계가 한 마을로 축소되었다고 가정하고 사건을 시작한다.
2013년 7월 1일 화력발전소 주변 주민 중 일부가 정신을 잃고 병원에 실려 왔다.
병원에 온 사람들 중 일부는 몇 시간 후 깨어나서 별 문제 없이 퇴원했지만 일부는 산소호흡기가 필요할 만큼 상태가 심각하였다.

피해를 입은 주민들 대부분은 발전소 주변 밭에서 일을 하던 농부들이었다.
그 지역은 예로부터 농사를 짓던 곳이었는데 숲에서 버섯을 채취하던 농부들이 간혹 어지럼증을 호소하는 경우는 있었지만 이번처럼 밭에서 일을 하던 사람들이 정신을 잃은 것은 처음이었다. 사람들에게 피해를 준 범인은 누구일까??

| 사건에 대한 단서를 적고 추리해 보세요. |

단 서	추리 내용

| 내가 추리한 범인은 무엇인가요? |

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

나는 설앵초다.

5

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 환경 오염에 대한 현상을 살펴볼 때 생물지표를 활용한다. 생물지표란 일정 환경에 서식하는 종류로서 그 곳의 대기나 수질 등의 오염도를 알 수 있는 지표이다. 대부분의 사람들은 수질 또는 대기 오염 정도를 알아볼 수 있는 생물지표가 있다는 것을 알고 있다. 기후변화 역시 그 현상에 따라 생물종이 변화하고, 기후변화 정도를 확인할 수 있는 생물지표가 정해져 있다. 아직은 생소한 기후변화 생물지표에 대해서 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 변화되는데 특히 설앵초는 한반도 고유종으로 지구온난화가 지속될 경우 지구상에서 멸종될 가능성이 있다. 본 프로그램에서는 게임을 통해 우리 주변 생물에 대한 관심을 높이고 더불어 생물지표에 대해 알아봄으로써 기후변화에 대응할 수 있는 방법을 생각해 볼 수 있는 계기를 만들어 줄 수 있을 것으로 기대된다.
학습 목표	* 같은 그림 찾기 놀이를 통해 다양한 생물종을 알 수 있다. * 멸종 위기종, 기후변화 지표종 분류 활동을 통해서 생물종을 구분할 수 있다.
내용 체계	내 용: 기후변화 현상 / 원 인 / 영 향 / 대 응 / 선 택 차 시: ★
활동 차시	* 5차시 / 12차시 — 소요 시간: 90분
활동 장소	* 실내 또는 야외
준 비 물	강 사 용: 학습자용: * 분류판, 생물종 카드, 활동지
흐 름 도	도입 20분: • 생물종 카드 20종을 두장씩 준비하여 칠판에 뒤집어 붙여놓고 같은 종류의 카드 찾기 게임을 한다. ↓ 전개 50분: • 제시된 생물 20종을 멸종 위기종, 기후변화 지표종으로 분류한다. • 기후변화 지표종에 대해서 알아본다. • 기후변화 지표종 특징을 정리한다. ↓ 마무리 20분: • 활동지를 통해 배운 내용을 정리한다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 같은 생물종 찾기 게임을 한다.

* 예시 _ 20종의 생물종 카드를 각 2장씩 준비하여 칠판에 뒤집어 붙여 놓는다. 진행요원을 할 학생 두 명이 앞으로 나와 진행하도록 한다. 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 맞힌 모둠이 우승한다.

구 분	생물종
멸종 위기종	늑대, 대륙사슴, 붉은박쥐, 호랑이, 검독수리, 노랑부리저어새, 감돌고기, 흰수마자, 산굴뚝나비, 수염풍뎅이 등
기후변화 지표종	구상나무, 설앵초, 비단망사, 만주송이풀, 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에, 능이 등

* 유의 사항 _ 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 기억력 게임이다. 이 놀이를 통해 생물종에 대해 구체적으로 알 수는 없지만 우리가 알고 있던 생물종도 있고 그렇지 않은 생물종을 보면서 다양한 생물종이 있음을 알고 궁금증을 유발할 수 있을 것으로 기대된다.

* 준비물 _ 생물종 카드 20종 각 2장

2. 전개(50분)

(1) 지표종에 대해서 알아본다.

* 예시 _ 생물지표에 대해서 설명해 준다. 생물지표란 일정한 환경에서 기준이 되는 생물을 통해 환경상태나 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 하기 전에 수질, 대기의 오염도에 영향을 받는 다양한 생물지표들이 있다는 것을 알려주도록 한다.

(2) 생물종 카드를 분류한다.

* 예시 _ 제시된 20종의 생물종 카드 중에서 기후변화 지표종, 멸종 위기종으로 분류한다. 처음에는 각각의 개념에 대한 설명을 해준 뒤 스스로 생각하는 기후변화 지표종, 멸종위기종을 분류해볼 수 있도록 한다.

* 유의 사항 _ 기후변화 지표종, 멸종 위기종에 대한 개념을 확실히 알고 애매모호한 개념에 대해 파악할 수 있도록 한다. 또한 생태계를 유지하기 위해서는 종 다양성이 필요하다는 점을 인식시켜 주고 생태계의 안정성을 유지할 수 있다는 것을 알 수 있도록 한다.

* 준비물 _ 생물종 카드, 분류판

(3) 기후변화 지표종에 대해 자세히 알아본다.

* **예시** _ 기후변화로 인해 계절 활동, 분포역 및 개체군 크기 변화가 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되는 생물종은 지표화하여 지속적으로 조사/관리하고 있다.
* **유의 사항** _ 우리나라에는 현재 100종을 선정하여 관리하고 있으며 대표 생물 지표종 12종이 있음을 알려 준다.
* **준비물** _ 생물종 카드

3. 마무리(20분)

(1) 생물 지표종에 대해 알아본다.

* **예시** _ 생물 지표종으로 수질 지표종, 대기 지표종 등의 개념과 생물종에 대해 알아보고 기후변화 지표종에 대해 정리한다. 우리가 살펴본 것들 중에 기후변화 지표종이 어떠한 것인지 다시 한 번 확인해 볼 수 있도록 한다.
* **유의 사항** _ 환경에 대한 변화를 살펴보기 위해 어떤 특별한 장치 없이 확인할 수 있는 방법으로 우리 주변에 존재하고 있는 생물종을 이용한다. 기후변화 뿐만 아니라 다른 부분에서도 지표종이 존재함을 알려 주고 이러한 지표종을 보호하기 위해서 어떻게 해야 할지에 대해 설명할 수 있도록 한다.

(2) 가장 기억에 남는 생물종에 대해 발표한다.

* **예시** _ 자신이 알고 있던 생물종이나 관심이 있는 생물종에 대해 학습한 후 생물종의 특징에 대해 알아 보고 기후변화 지표종에 대해 알고 있는 내용을 이야기한다.
* **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.
* **준비물** _ 활동지

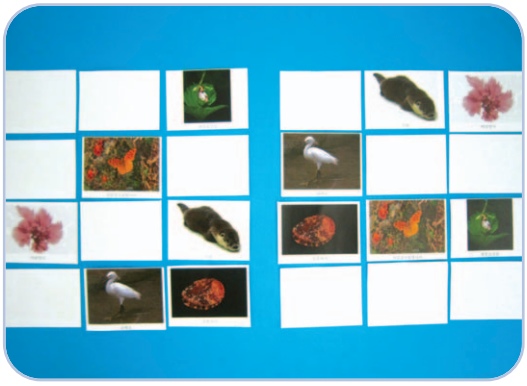
| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ **생물종 카드** _ 제시된 기후변화 지표종 및 멸종 위기종(환경부에서 다운로드) 중 20종을 선정하여 각 2장씩의 카드를 만들어 준비한다.

교구 제작 모습 ➔

❶ 생물종 카드 20장을 2장씩 준비하여 칠판에 뒤집어 붙여 놓는다.
❷ 양쪽에서 같은 그림을 맞추는 게임을 수행한다.
❸ 모든 그림이 공개되면 제시된 20종의 생물 중 "기후변화 지표종"과 "멸종 위기종"을 분류한다.
❹ 기후변화 지표종에 대해 알아본다.



게임 진행 모습

생물종 분류

❺ 활동지를 통해 정리한다.

나는 설앵초다.

5

| 참고 자료 |

(1) 생물지표

* 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 분포지역이 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 계절활동, 분포 지역 및 개체군 크기 변화가 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되는 생물종을 지표화하여 정부에서 지속적인 조사·관리를 하고 있다.

출처 : 한국환경교육네트워크

* **기후변화 생물지표 현황**

동 물	재두루미, 큰기러기, 박새, 왜가리, 동박새, 큰고니, 쇠백로, 중대백로, 산솔새, 흰날개해오라기, 붉은부리찌르레기, 검은이마직박구리, 팔색조, 북방산개구리, 맹꽁이, 금강모치, 오분자기, 검은큰따개비, 암끝검은표범나비, 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에 등 46종
식 물	구상나무, 설앵초, 만주송이풀, 후박나무, 도깨비고비, 만년석송, 동백나무, 주목, 바람꽃, 봄개미취, 따두릅나무 등 44종
균 류	송이, 능이, 팽나무버섯, 큰갓버섯, 흰굴뚝버섯
원생생물	옥덩굴, 비단망사, 참빗풀, 넓째, 주름벼대그물바탕말

  - 지구온난화로 인한 생물 종 변화는 기후변화에 관한 정부간 협의체에서도 지적한 바가 있다. IPCC가 2007년 '기후변화 영향, 적응, 취약성'이란 제목의 4차 평가 보고서에서 발표한 바에 따르면 지구 온난화로 평균기온이 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 우리나라에서는 사라질 것으로 예상된다.
  - **후박나무, 쇠백로, 검은큰따개비, 암끝검은표범나비, 멀꿀, 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 인근해역에만 서식하다가 난류에 의해 최근 남해안으로 분포가 급격히 확산 중으로 어민들의 새로운 소득원이 될 수도 있을 것으로 추정되고 있다.

출처 : 국립생물자원관

구상나무 Abies koreana E. H. Wilson

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

설앵초 Primula modesta var. hannasanensis T. Yamaz.

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

만주송이풀 Pedicularis mandshurica Maxim.

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

북방아시아실잠자리 Ischnura elegans Van der Linden

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

어리대모꽃등에 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 집단의 변동 및 이동 관찰에 용이함.

나는 설앵초다.

5

쇠백로 Egretta garzetta L.

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

검은큰따개비 Tetraclita japonica Pilsbry

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

비단망사 Martensia denticulata Harvey

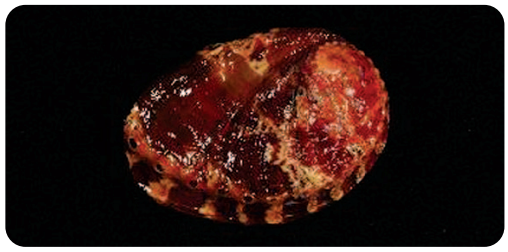
제주도 및 남해안 일부 도서에 분포하는 남방계 종으로 최근 제주도 일원에는 수온 상승으로 생물량이 급증하고 있어 집단 변동을 감지하기에 용이함.

암끝검은표범나비 Argyreus hyperbius L.

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

후박나무 Machilus thunbergii Siebold&Zucc.

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



오분자기 Sculculus diversicolor supertexta 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	성장저해, 고사
오존	들깨	갈색 반점 후 전명에 반점이 퍼지며 엽록소를 파괴해 동화작용 방해
아황산가스	철쭉류, 전나무, 쥐똥나무, 소나무, 배나무, 장미, 알팔파 등	소나무의 성장 장애, 곡물 생산량 감소, 체소의 패해, 감귤의 낙엽현상, 잎의 엽록소 파괴로 백화현상, 흑사병 유발
불화수소	글라디올러스, 자두, 살구, 배	잎 끝이나 주변에 상아색, 갈색으로 변화
질소산화물	담배, 해바라기, 진달래, 장미	맥간반점 전면에 전병현상
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 서식환경의 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	종 명
포유류(12)	늑대, 대륙사슴, 바다사자, 붉은박쥐, 사향노루, 산양, 수달, 삵, 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, 남방방게, 두드럭조개,칼세오리옆새우 등
식물(8)	광릉요강꽃, 나도풍란, 만년콩, 섬개야광나무, 암매, 죽백란, 풍란, 한란 등

나는 설앵초다.

5

＊ 주요 멸종 위기종

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

이 름	설 명
늑 대	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 둥둥 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 용암굴은 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 천적이나 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 들여서 현재는 그 수가 급격히 감소하였으며, 계속되는 사냥과 생태계 파괴로 인해 멸종 위기에 있는 동물이므로 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다. 특히 남과 북을 포함하여 대한민국 전역에 걸쳐 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.
산 양	산양은 세계적으로 국한된 지역에 불과 5종밖에 알려져 있지 않다. 산양은 천성이 착해서 다른 동물을 해치지 않으며, 희생과 행운의 상징으로 여겨졌다. 경사진 가파른 바위틈이나 다른 동물이 접근하기 어려운 험한 산악 산림지대에서 서식한다. 한약제와 박제 또는 식용으로 남획된 것이 격감의 주원인이다.
수 달	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 내구성이 강한데, 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.

이 름	설 명
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.
여 우	산림, 초원, 마을 부근 등지에 서식하며, 바위틈이나 흙으로 된 굴에서 산다. 보통 혼자 살며, 주로 새벽과 저녁에 활동하는데 후각과 청각이 발달되었고, 동작이 민첩하다. 우리나라 제주도와 울릉도를 제외한 전국 각지에 분포하나 최근에는 찾아보기 힘들 정도로 그 수가 줄어 멸종 위기에 있는 종이다.
표 범	고산 지대의 산림 속에서 살며 높지 않은 바위산에서는 바위굴에서 산다. 사향노루 노루 멧토끼, 새 등을 잡아 먹으며, 먹이가 부족하면 야생조류나 쥐 종류도 먹는다. 때로는 촌락의 사람과 가축을 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 덤벼들어 잡아 먹는다. 남한에서는 멸종되었고, 현재는 함경남북도에만 소수가 서식하고 있다.
검독수리	유난히 사람을 경계하기 때문에 사람의 발길이 닿지 않을 만한 산지의 높은 바위 위에 둥지를 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 잡아 먹는다. 대한민국에서는 멸종 위기 1급으로 매우 희귀하며, 천연기념물 243-2호로 지정되어 보호 받고 있다.
노랑부리저어새	암컷과 수컷이 모두 흰색인데 앞목의 밑부분과 뒷머리에 뿔처럼 삐쭉 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 내려오는 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 무인도서에서나 볼 수 있다. 우리나라에서는 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.

나는 설앵초다.

5

이 름	설 명
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 충적지에서 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 솔체꽃, 송이풀, 꿀풀 등 여러 꽃에 모여 꿀을 빨아먹으며 살고 있다. 이는 멸종 위기종일뿐만 아니라 과거 지구의 역사를 알려주는 살아 있는 화석이다.
한 란	한란의 꽃은 추운 겨울에 피어나 한 달 이상 지지 않고 은은한 향기를 품는다. 겨울이 되도 시들지 않고 한해 내내 푸르름을 유지하는 한란의 모습은 조선시대 선비의 기개와 닮았다고 하여 우리 조상들은 한란을 무척 아꼈다고 한다. 난대성 난초이며, 제주도 한라산 중턱에서만 살아왔다. 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 광릉요강꽃을 몰래 캐 가서 팔게 되었는데 그러나 광릉요강꽃은 한 번 뿌리를 옮기면 오래 살지 못하고 죽는다. 토양 속에 있는 특별한 곰팡이와 공생을 하는데 이 곰팡이 균이 없으면 죽게 되기 때문이다.
감돌고기	물이 맑고 바닥에 자갈이 깔린 여울에 주로 서식하므로 수질오염, 골재채취 등 환경 파괴의 영향을 받기 쉬운 종이다. 환경부 지정 멸종 위기 야생동물에 속한다.
흰수마자	바닥에 모래가 깔려 있는 얕은 여울에서 작은 떼를 지어 헤엄치며, 그 동작이 모래무지와 비슷하다. 수서곤충을 주식으로 하며 주로 2급수에서 산다. 본 종은 우리나라 특산종이고 희귀종에 속한다.

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 이름 [ ]

| 기후변화 지표종 중 두 종을 선택하여 정리하세요. |

생물종		
서식지		
특 징		

| 기후변화의 영향을 받는 생물종을 지키기 위한 방법을 적어 보세요. |

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

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

＊ 기후변화생물지표 현황

동 물	재두루미, 큰기러기, 박새, 왜가리, 동박새, 큰고니, 쇠백로, 중대백로, 산솔새, 흰날개해오라기, 붉은부리찌르레기, 검은이마직박구리, 팔색조, 북방산개구리, 맹꽁이, 금강모치, 오분자기, 검은큰따개비, 암끝검은표범나비, 북방아시아실잠자리, 어리대모꽃등에 등 46종
식 물	구상나무, 설앵초, 만주송이풀, 후박나무, 도깨비고비, 만년석송, 동백나무, 주목, 바람꽃, 봄개미취, 따두릅나무 등 44종
균 류	송이, 능이, 팽나무버섯, 큰갓버섯, 흰굴뚝버섯
원생생물	옥덩굴, 비단망사, 참빗풀, 넓째, 주름벼대그물바탕말

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?

6

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 산업화, 인구의 증가로 인한 기후변화는 날로 심각해지고 있으며 지구의 기온은 계속해서 상승 추세에 있다. 이로 인해 환경의 변화는 많은 피해를 발생시켰다. 그 대표적인 원인이 바로 지구온난화이다. 지구온난화를 유발하는 물질을 온실가스라고 하고 대표적인 6대 온실가스로는 CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFCs, HFCs가 있다. 이러한 6대 온실가스 물질의 물리적, 화학적 특징에 대해서는 널리 알려져 있으나 우리 눈으로 확인하기는 쉽지 않다. * 본 프로그램에서는 온실가스의 입체 구조 만들기를 통해 학생들은 온실가스에 대해 쉽게 이해할 수 있을 것이다. 그리고 각 온실가스별 특징이나 발생원, 저감 방법에 대해 알게 함으로써 지구온난화에 대한 추상적인 해결 노력이 아닌 온실가스별 구체적인 해결 방법을 찾을 수 있을 것으로 기대된다.
학습 목표	* 기후변화를 일으키는 원인 물질에 대해 설명할 수 있다. * 지식 카드를 활용하여 온실가스 구조를 만들 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시						★						

활동 차시	* 6차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실내 또는 야외		
준 비 물	강 사 용	* 모래, 쌀, 콩, 호두, 테니스공, 농구공, 기후변화 관련 동영상	
	학습자용	* 이쑤시개, 둥근 스티로폼, 활동지	

흐 름 도

- 도입 20분
  - 기후변화 관련 동영상을 시청한다.
- 전개1 25분
  - 이쑤시개와 동그란 스티로폼을 이용하여 눈으로 확인할 수 있는 온실가스를 만들어 본다.
- 전개2 25분
  - 지식 카드를 통해 온실가스의 특징과 영향에 대해 알아본 후 크기가 다른 물질을 이용하여 지구온난화 기여도를 알아본다.
- 마무리 20분
  - 온실가스를 저감할 수 있는 방법에 대해 알아본다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 기후변화 관련 동영상을 시청한다.

* **예시** _ 기후변화 관련 동영상을 시청하여 기후변화에 대한 전반적인 내용을 이해한다. 기후변화 바로 알기 [환경부 / 9분 36초]를 활용할 수 있다. 영상의 주요내용은 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(25분)

(1) 온실기체를 만들어본다.

* **예시** _ 대표적인 6대 온실가스에 대해 살펴본 후 각각의 온실가스 중 자신이 원하는 물질을 입체적으로 만들어볼 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 : CO_2, CH_4, N_2O, SF_6, PFCs, HFCs
* **유의 사항** _ 입체적인 구조의 특징을 알아보고 온실가스에 대한 호기심을 갖는다.
* **준비물** _ 이쑤시개, 둥근 스티로폼

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?

6

3. 전개2(25분)

(1) 자신이 만든 구조를 비롯해 활동지를 통해 각 물질에 대한 특징과 저감방법에 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 지구온난화에 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 준비해둔다. 모래, 쌀, 콩, 호두, 테니스공, 농구공을 통해 어떤 물질과 연관되어 있을지 아이들 스스로 생각해 보게 한다. 후에 온실가스와 각 물질을 연결시켜서 설명한다.

온실가스	지구온난화 지수(GWP)	온실효과 기여도(%)
CO_2	1	55
CH_4	21	15
N_2O	310	6
HFCs	140 ~ 11,700	24
PFCs	6,500 ~ 11,700	
SF_6	23,900	

* 유의 사항 _ 모래는 CO_2, 쌀은 CH_4, 콩은 N_2O, 호두는 HFCs, 테니스공은 PFCs, 농구공은 SF_6로 간주한다. 각 물질이 정확한 비례는 아니지만 모래와 농구공이 큰 차이를 보인다는 점을 통해서 지구에 미치는 영향 정도가 다름을 확인할 수 있도록 한다. 즉, 지구온난화지수는 낮지만 해변의 모래사장처럼 인간의 생산활동으로 인해 지구상에 이산화탄소의 양이 많이 증가하게 되었다. 따라서 다른 온실가스보다 기여도가 높다. 우리 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 물건을 활용한 것일 뿐 정확한 크기 비례가 아니라는 점을 말해준다.

* 준비물 _ 모래, 쌀, 콩, 호두, 테니스공, 농구공, 그릇

4. 마무리(20분)

(1) 자신이 만든 물질에 대한 특징을 설명할 수 있다.

* **예시** _ 6대 온실가스 중 한 가지를 만들어 본다. 자신이 만든 물질이 특징에 대해 활동지를 통해 학습 한 후 설명하는 시간을 갖도록 한다. 서로 다른 물질에 대한 특징을 발표해 봄으로써 좀 더 관심을 갖고 학습할 수 있게 된다.
* **유의 사항** _ 지식 카드를 이용하여 학습한 내용을 자신이 직접 써보며 학습하도록 한 후 정확한 의미 전달보다는 어느 정도의 개념 습득을 했음을 확인하도록 한다.
* **준비물** _ 활동지, 지식 카드

(2) 우리 생활속에서 각 물질을 저감할 수 있는 방법에 대해 알아본다.

* **예시** _ 우리 생활 속에서 발생된 물질을 저감할 수 있는 방법에 대해 알아본다. 자연적인 저감 방법을 위한 노력과 근본적인 발생원을 억제하기 위한 노력 등 다양한 의견을 이야기할 수 있도록 하며 교사가 학생들의 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

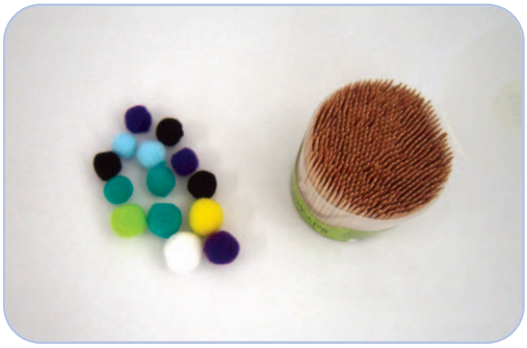
| 활동 방법 |

교구 제작 방법

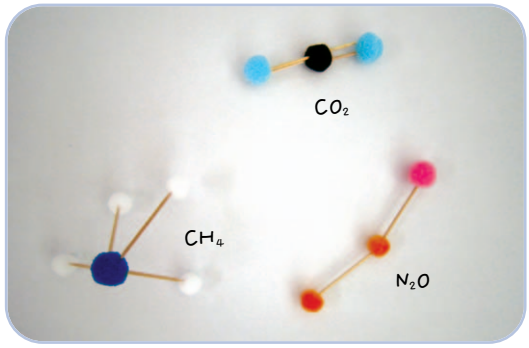
★ **분자 모형 재료** _ 둥근 스티로폼과 이쑤시개를 준비한다.

★ **온실가스 비교대상** _ 6종의 온실가스를 크기가 쌀, 아몬드, 탁구공, 테니스공, 고무공, 배구공 등 크기가 다른 6종류의 물질로 비교한다.

❶ 둥근 스티로폼과 이쑤시개를 이용해 6종의 온실가스 중 한 가지를 선택하여 만든다.
❷ 내가 만든 온실가스에 대해서 자세히 알아본다.



분자모형 재료



분자모형 제작 모습

❸ 지구온난화 지수를 비교할 수 있는 크기가 다른 재료를 준비한다.
❹ 예를 들어 CO_2는 지구온난화 지수가 가장 낮으므로 쌀알에 비교할 수 있다.
❺ CO_2는 온실효과 기여도가 가장 높으므로 그 양을 가장 많게 준비한다.

지구온난화 지수와 온실효과 기여도 비교

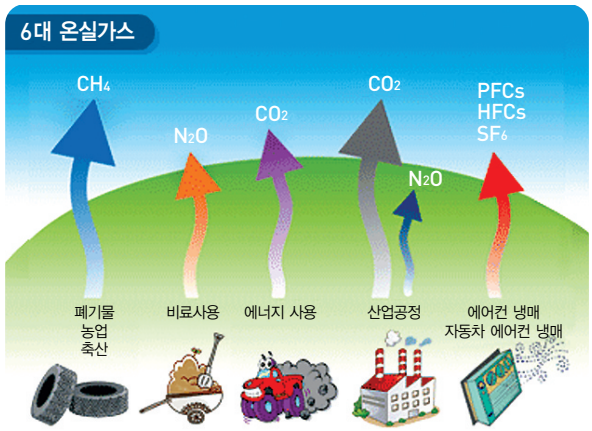
❻ 활동지를 통해 정리한다.

| 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 수증기 뿐만 아니라 탄산가스, 메테인, 오존, 이산화질소, 프레온 등도 있다. 이러한 기체는 수증기가 흡수하지 않는 파장 범위에 있는 적외선의 흡수대가 있어 이러한 기체가 증가할 경우 당연히 우주로 빠져 나갈 열이 대기에 남아 온도를 상승시킨다. 바로 이러한 현상이 지구온난화와 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(CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs, SF_6, CFCs, H_2O)와 다른 물질과 반응하여 온실가스로 전환될 수 있는 간접 온실가스(NOx, CO, SO_2, NMVOC)로 구분할 수 있다.

    기후변화 협약 제3차 당사국총회에서는 위에서 언급한 8종의 직접 온실가스 중에서 CFCs는 이미 몬트리올 의정서에 의해 규제를 받고 있으며, H_2O는 자연계에서 순환되므로 이 두 가지 물질을 제외한 이산화탄소, 메테인, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화황의 6종에 대해 저감 및 관리 대상 온실가스로 규정하였다.

출처 : 온실가스전문인력양성교재

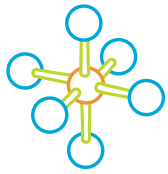
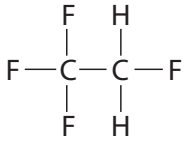
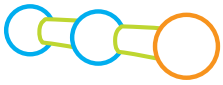
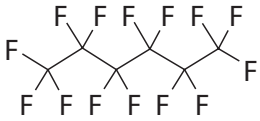
지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?

6

* 온실가스의 발생 원인에 따른 분류

구 분	발생원인	온실가스 종류
직접 온실가스	자연적 현상	수증기
		오 존
	자연적 현상 + 인간의 활동	이산화탄소(CO_2)
		메테인(CH_4)
		아산화질소(N_2O)
	인간의 활동	수소불화탄소(HFCs)
		육불화황(SF_6)
		염화불화탄소(CFCs)
간접 온실가스		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_2O		PFCs	

(3) 온난화지수

* 온난화지수란 각각의 온실가스들이 지구온난화에 영향을 미치는 정도를 수치화한 것으로, 온실기체가 대기 중에 방출된 후 특정기간(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	연료사용 / 산업공정
CH_4	21	15	12	폐기물 / 농업 / 축산
N_2O	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 / 식각용 가스
SF_6	23,900			

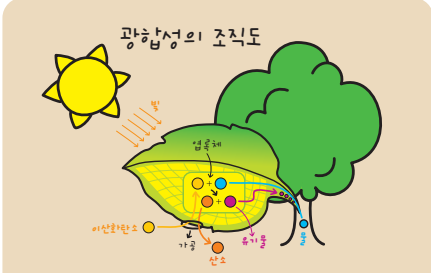
출처 : 온실가스전문인력양성교재

(4) 온실가스를 줄이기 위한 노력

온실가스	기후변화를 일으키는 화합물의 발생을 줄이는 과학적 방법
이산화탄소	• 저탄소, 무탄소 연료의 사용(석탄대신 천연가스의 사용, 원자력의 이용, 신재생 에너지의 이용) • 화석 연료에서 발생하는 이산화탄소의 회수 처리(흡수법, 흡착법) • 자연의 이산화탄소 저장능력 증진(산림, 토양, 해양 등)
메테인	• 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	• 벼논에서 물 관리시 상시 담수 상태(물을 가두어 놓은 상태)에서는 NO_3 ➔ N_2O ➔ N_2 전환 과정 중 N_2O는 신속히 N_2로 전환되고 상당량의 N_2O가 물에 녹기 때문에 N_2O의 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 물순환 과정도 조절함으로써 에너지 분배에 영향을 미치고, 결국 지구의 기후상태에 영향을 미치게 되는 것이다.



$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

＊ 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

기후변화 그리고 지구온난화

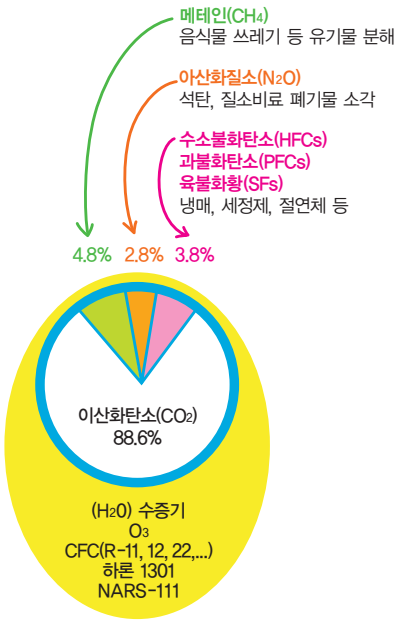
6대 온실가스 네 정체를 밝혀라!!

| 온실가스란? |

저탄소 녹색성장 기본법 제2조 9항

'온실가스'란 이산화탄소(CO_2), 메테인(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCS), 과불화탄소(PFCS), 육불화황(SF_6) 및 그 밖에 대통령령으로 정하는 것으로 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스 상태의 물질을 말한다.

| 한눈에 보는 온실가스 종류와 특징 |

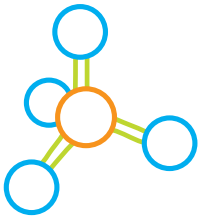


CO_2

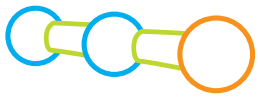
* 어떻게 생겨?
  화산이 폭발할 때나 산불이 날 때 생기지만 사람들이 나무와 석유, 석탄과 같은 화석 연료가 탈 때, 탄소가 공기 중의 산소와 결합하여 생기는 것이 훨씬 많아. 대기 중에 있는 이산화탄소는 1700년대 후반 산업혁명이 시작된 이후 1/3이 더 늘어났어. 이 수준은 앞으로도 수백 년 동안 계속해서 높게 유지될 것 같아.
* 실험실에서도 생기던데?
  이산화탄소는 공업적으로 석회석에 산을 가하거나 석회석을 가열하면 얻을 수 있어. 알코올과 같은 탄소화합물이 연소할 때 물과 함께 생성되기도 하고 생물체가 유기물을 분해하는 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

CH_4



* 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($CHCl_3$)은 클로로폼이라 하여 한때 마취제로 사용되었었고, 사염화탄소(CCl_4)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. CO_2보다 20배의 온실효과를 가지고 있어.



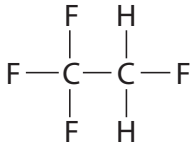
N_2O

* 어떻게 생겨?
바다와 촉촉한 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?

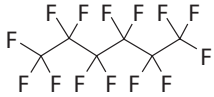
* 사람한테 피해를 줘?
마취성이 있어 간단한 외과수술시 전신 마취에 사용하는 경우도 있어. 보통 산소 20%를 혼합하여 사용하는데, 독성 · 자극성이 약하고 안전하지만, 마취제로 이용할 때는 높은 농도를 필요로 하기 때문에 산소 결핍증을 일으킬 우려가 있어.



HFCs

* 어떻게 생겨?
불연성 무독성 가스로 취급이 쉽고 화학적으로 안정해서 냉장고 및 에어콘의 냉매로 사용되지.

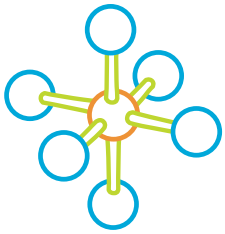
* 특징이 있다던데?
HFCs는 대기권내에서 수명이 짧고, 염소를 포함하지 않아서 오존층 파괴 물질인 프레온가스인 CFC(염화불화탄소)의 대체물질로 개발되었어. 그래서 많은 곳에 이용되고 있는 거지. 하지만 문제는 지구온난화를 일으키는 주범이라는 거야.



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



SF_6

* 어떻게 생겨?
절연성이 높아서 변압기, 절연 개폐 장치 등에서 절연 매체로 사용되고 있어. 이외에도 반도체 제품이나 액정 판넬의 제조 과정에서도 사용되지. 특수하게는 어뢰의 엔진 연료에도 사용된대.

* 특징이 있다던데?
플루오린과 황의 화합물로 황원자를 중심으로 플루오린 원자가 정팔면체 구조를 취하고 있어. 열적 안정성이 좋고 열 전달성이 뛰어나, 1960년대부터 절연제 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.

출처 : 지구가 아파요(얀 손힐), 온실가스 전문인력양성과정 교재

| 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	

출처 : 온실가스종합정보센터

지구온난화 물질은 어떻게 생겼을까?

6

memo

( ) 중학교 ( ) 학년 ( ) 반 이름 ( )

1. 지구온난화란?

자연적인 배출원뿐만 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.
CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs, SF_6, CFCs, H_2O 등.

| 6대 온실가스의 특징을 정리해 보세요. |

	배출원	특 징	온난화 지수 (GWP)	기여도 (%)	저감방법
CO_2			1	55	
CH_4			21	15	
N_2O			310	6	
HFCs			140 ~ 11,700	24	
PFCs			6,500 ~ 11,700		
SF_6			23,900		

기후변화 만화가

7

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 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 상승했다. 0.6도의 지구 온도 변화는 지구에 매우 큰 영향을 미치고 있다. 하지만 중요한 것은 우리의 미래를 부정적으로만 볼 것이 아니라 희망적인 미래를 만들어 갈 수 있도록 노력해야 한다는 점이다. * '기후변화 만화 만들기' 수업을 통해 학생들은 기후변화에 따른 영향을 스스로 예측해 볼 수 있다. 또한 기후변화가 인간뿐만 아니라 지구 생태계에도 영향을 미친다는 것을 알고 다양한 방향으로 미래의 모습을 예측해 본다. 기후변화에 따른 환경의 변화를 생각해 보고 그 해결 방법을 찾아보면서 희망적인 메시지를 전달할 수 있기를 기대해 본다.
학습 목표	* 기후변화 관련 자료 검색을 통해 기후변화의 영향에 대해 알 수 있다. * 내가 알고 있는 지식을 토대로 미래의 모습을 만화로 표현할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시							★					

활동 차시	* 7차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* 동영상 자료, 모둠 활동지	
	학습자용	* 기후변화 관련 자료(인터넷 검색자료, 신문기사 등), 필기구, 꾸미기 세트	

흐 름 도

도입 20분
- 기후변화 관련 뉴스 동영상을 시청한다.
- 현재까지의 지구평균온도 변화 그래프를 제시하고 앞으로의 온도변화가 어떻게 될 것인지 예측한다.

↓

전개 50분
- 기후변화 영향에 대한 내용을 전달한다.
- 사전에 기후변화가 우리 생활에 미치는 영향에 대해 인터넷 검색, 신문기사 등 자료를 준비한다.
- '가까운 미래 지구의 평균 온도가 6도 올라간다면....' 가정 하에 만화를 제작하고 발표한다.

↓

마무리 20분
- '지구온난화 6도의 악몽' 동영상을 시청한다.
- 희망적인 미래를 위해 할 수 있는 방법을 생각해 본다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 기후변화의 전반적인 내용에 대해서 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 동영상을 시청하고 현재까지 지구 평균 온도 변화 그래프를 제시한다.

* **예시** _ 기후변화를 예측하는 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 지구평균온도 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 제한하기보다는 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(50분)

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

* **예시** _ 최근 빈번한 기후변화로 인해 발생되는 이상 현상에 대해 사진을 통해 살펴본다. 특히 우리나라 지역에서 발생되고 있는 이상 기후 현상에 대해 자세히 알아본다. 학생들이 준비한 자료를 모둠별로 조사하여 만화 제작에 필요한 자료를 분류한다.
* **유의 사항** _ 기후변화 현상이 갑자기 나타난 것이 아니라 예전에도 기후변화는 꾸준히 있었지만 최근에 빈번하게 발생하고 있다는 사실을 인식시킨다.
* **준비물** _ 인터넷 자료, 신문기사

(2) 기후변화 영향 관련 만화 제작 활동을 소개한다.

* **예시** _ '가까운 미래 지구의 평균 온도가 6℃ 올라간다면....' 이라는 상황을 제시한다.
* **유의 사항** _ 만화 제작 시 유의할 점은 객관적 자료를 근거로 하여 자칫 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) 기후변화의 미래 만화를 제작하고 발표한다.

* **예시** _ 모둠구성을 하고 모둠별로 활동지를 나눠준다. 학생들은 준비한 자료를 참고하여 만화를 제작한다. 4컷을 그리되 내용을 충분히 담지 못하면 2~4컷 추가해도 무방하다.
* **유의 사항** _ 준비한 자료를 그대로 모방하여 시나리오를 작성하지 않도록 주의를 준다.
* **준비물** _ 모둠별 만화 제작 활동지

3. 마무리(20분)

(1) '지구온난화 6도의 악몽' 동영상을 시청한다.

* **예시** _ 영국의 환경 저널리스트 마크 라이너스는 6℃의 악몽이라는 가상 시나리오로 지구 온난화의 대재앙을 경고하고 있다. 6도의 악몽 – 마크라이너스 책은 지구 기온이 1℃씩 올라감에 따라 지구가 어떻게 변하는지 세밀하게 보여 준다. 이는 과학적 객관성을 근거로 했기 때문에 이 모든 것이 결코 허무맹랑하지만은 않다. 그리고 일부 사례는 지금 현실이 되고 있다.
* **유의 사항** _ 학생들이 제작한 만화와 비교해 가면서 시청할 수 있도록 한다.

(2) 앞에서 본 동영상과 같은 상황이 되지 않기 위한 노력을 설명한다.

* **예시** _ 대부분의 모둠에서 지구 대재앙 상황의 만화를 제작할 것이다. 이러한 최악의 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 |

❶ 활동지를 나눠주고 전제된 상황을 확인한다.
❷ 기후변화가 우리 생활에 미치는 영향을 조사한다.
❸ 지구 평균 기온 6℃가 올라갔다고 상상하고 만화를 제작한다.
❹ 모둠별로 활동을 진행할 경우 좀 더 큰 종이에 만화를 그릴 수 있다. 개인별로 활동을 진행할 경우 활동지에 직접 만화를 그린다.
❺ 제작한 만화를 발표한다.

★ 만화 예시

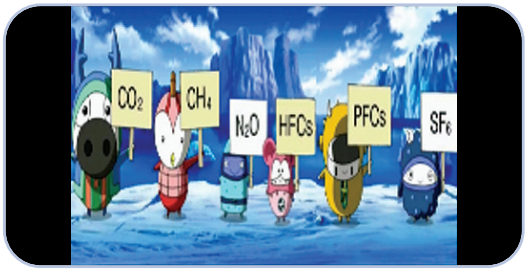
"초록소년과 12지곤의 지구를 지키는 작은 실천/환경부" 애니메이션 중

① 사람들은 에어컨을 마구 돌려대고 에너지를 낭비해...

② 그것 때문에 지구는 환경 오염과 함께 온실가스의 증가로 점점 아파하고 있지

③ 기후변화 때문에 지구는 수퍼태풍이 심해지고

④ 한쪽에서는 심한 가뭄이 일어나기도 해



⑤ 기후변화를 일으키는 온실가스는 총 6종류야

⑥ 지구를 이대로 두면 안돼!! 지구를 구하는 방법을 찾아야 해!!

기후변화 만화가

7

| 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 기울어져 있다. 이로 인하여 계절이 생겼고 극한의 기후, 더위와 추위 결경의 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 732만km^2에서 526만km^2로 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 성장 현상이 전국적으로 속출하고 있다.

＊ 대가뭄 또 오나

- 지금처럼 지구온난화가 가속화될 경우 한반도는 2010년부터 2019년 사이에 한번 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 남극 지대 기온 상승, 빙하 감소, 홍수, 가뭄 및 해수면 상승 등 이상기후 현상에 의한 자연재해가 현실로 나타나고 있다.

- **빙하 감소**
  지난 20세기 동안 북극 지대 대기 온도는 약 5℃ 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 피빙 기간이 약 2주나 짧아졌다.

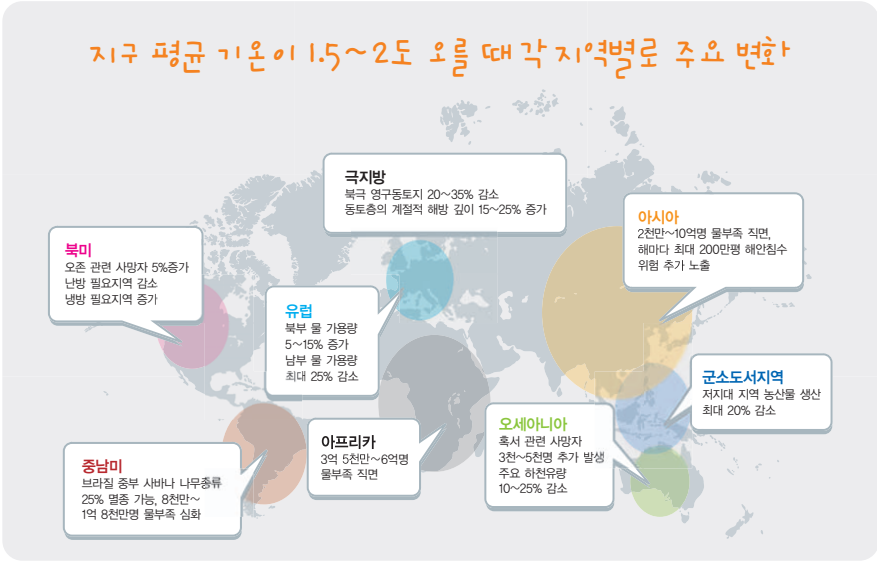
- **홍수**
  지구온난화의 또 다른 영향으로 1966년 및 1997년 라인강 홍수, 1995년 중국 홍수, 1998년 및 2000년 동유럽 홍수, 2000년 모잠비크 및 유럽 홍수, 그리고 2004년 방글라데시 우기홍수(전 국토의 60% 침수) 등 전 지구적으로 집중 호우와 폭풍우에 의한 홍수가 빈발하고 있다.

- **가뭄 및 사막화**
  홍수와 더불어 가뭄현상도 지구온난화의 중대한 영향 중의 하나인데 특히 아프리카에서 아주 심각하게 발생하고 있다. 니제르, 챠드호 및 세네갈 지역에서는 전체 이용 가능한 물의 양이 40~60%나 감소하고 있고, 남북 서부 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 유발시킬 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 변하고 있다.

출처 : UNFCCC,2005



출처 : 한겨레 신문 2007. 4

기후변화 만화가

7

* 우리나라에의 영향

- **주요 내용**

  범지구적으로 나타나고 있는 지구온난화 영향에서 우리나라도 예외는 아니다. 우리나라는 지난 100년간 1.5℃상승하였으며, 이는 지구 평균의 2배이다. 또한 제주지역 해수면은 지난 40년간 22cm상승하였고, 이는 세계 평균의 3배 높은 수치이다. 이렇게 우리나라의 기후변화 진행 속도는 세계 평균을 상회하고 있다.

- **현황**

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

- **예**

  1998년 지리산에서 시작된 집중호우로 324명의 인명 피해와 1조 2천 500억원의 재산 피해, 1999년 경기북부 지역에 집중 호우로 64명의 인명 피해와 2만 5천 여명의 이재민 발생, 2002년 8월 태풍 루사로 강릉지역에 하루 870mm의 비가 내려 일 최대 강수량 기록을 경신하면서 인명 피해 246명, 농경지 3만여ha 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 질병전이에 미치는 영향

요 인	모 기	병원균	척추 동물(쥐)
기온 증가	• 생존력 감소 • 일부 병원체의 생존력 변화 • 개체수의 증가	• 증식율 증가 • 전이계절 증가 • 분포 증가	• 따뜻해진 겨울은 쥐의 생존에 유리
강수량 감소	• 더러운 물이 고여 있어 모기가 알을 낳을 곳이 증가 • 지속된 가뭄으로 달팽이 수 감소	• 영향 없음	• 먹이의 감소로 개체 수 감소 • 사람 주변으로 이동하여 접촉 기회 증가
강수량 증가	• 개체수의 질과 양이 증가 • 습도의 증가는 생존력 증가 • 홍수에 의한 서식지 제거 가능	• 영향에 대한 증거 없음 • 일부 자료에 의하면 말라리아 병원균이 습도와 관계 있음	• 먹이의 증가로 개체 수 증가 가능성이 있음
홍수	• 홍수는 모기의 서식지와 전이에 변화를 초래 • 서식지를 쓸어내림	• 영향 없음	• 동물의 배설물에 오염 될 수 있음
해수면 상승	• 홍수는 소금물에서 알을 낳는 모기가 많아지는 것에 영향을 줌	• 영향 없음	• 영향 없음

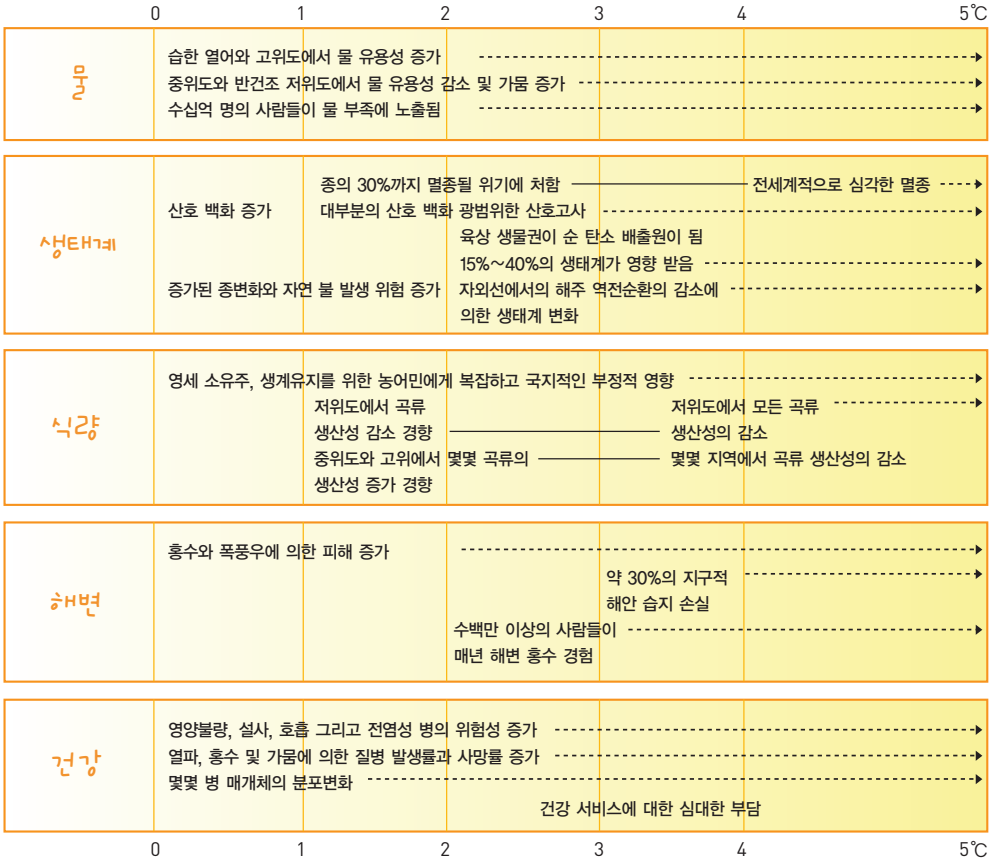
출처 : IPCC 3차 보고서, 2001

* 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 메카니즘을 이용한 온실가스 감축노력과 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 국민경제에 큰 부담을 줄 수 있다.

(4) 지구온도 5℃가 변할 때 예상 시나리오



자료:IPCC 제4차 보고서

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 모둠명 [ ]

| 아래 제시된 상황에 맞는 기후변화 만화를 만들어 보세요. |

★ 제 목 :

★ 등장인물 :

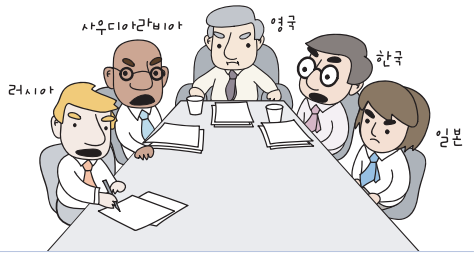
VS

1997년에는
기후변화 협약의 구체적인 이행을 위해 선진국의 온실가스 감축을 규정한 교토의정서가 체결되었다.
이후, 미국과 호주가 교토의정서 비준을 거부함에 따라 발효 요건이 충족되지 못하고 있었으나 러시아가 2004년 10월에 교토의정서를 비준함에 따라 교토의정서는 2005년 2월 16일에 정식으로 발효되었는데...

"기후변화 협약 발효"

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 마는데~~

"기후변화 협약 파기"



* **기후변화협약** : 석유·석탄과 같은 화석 연료의 사용 시 배출되는 이산화탄소(CO_2)의 배출을 줄여야 할 의무를 부과한 국가 간 협약

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 모둠명 [ ]

| 지구 평균 기온 6℃ 상승했다고 생각하고 4컷 만화를 완성해 보세요. |

1	2
3	4

| 밝은 미래를 만들기 위해 내가 할 수 있는 노력 3가지 이상 적어 보세요. |

1.
2.
3.

에디슨의 진실

8

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 현대 생활의 편리에 있어서 가장 중요한 것 중 하나가 전기이다. 전기 없이는 우리의 생활을 가늠할 수 없을 정도로 매우 중요한 것으로 자리 잡았으며 전력 소비량 또한 폭발적으로 매년 증가하고 있다. 이러한 전기를 생산해 내기 위해서 많은 화석 연료가 소비되고 있으며 이로 인해 발생한 온실가스가 대기 중으로 유입되어 기후변화를 촉진하고 있다. 따라서 전기 에너지 절약을 통해 기후변화를 방지하고자 하는 노력이 필요하다. * 본 프로그램에서는 전기 제품의 전력 및 CO_2 배출량 등을 직접 측정하여 관찰하는 체험활동을 통해 전기 에너지에 대한 관심을 유발하고 나아가 일상생활에서 행동 개선을 유도하고자 한다. 측정치의 결과를 토대로 학생들은 생활하는 공간에서 이용하는 다양한 전기 · 전자 제품의 전력량 및 CO_2 배출량을 파악할 수 있으며 보다 객관적인 자료와 데이터로 적극적인 수업 분위기를 만들어 낼 수 있다. 이를 통해 전기 에너지의 사용에 대한 올바른 자세를 가질 수 있을 것으로 기대된다.
학습 목표	* 전기 제품의 전력 소모량 및 탄소 배출량을 측정할 수 있다. * 가정에서 전기 에너지를 절약하기 위한 행동을 실천에 옮길 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시								★				

활동 차시	* 8차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* 전력 측정계, 멀티탭, 전기 제품, 전력 · 탄소 라벨지	
	학습자용	* 필기구	

흐 름 도

도입 20분
- 나에게 꼭 필요한 전기 제품 3가지는 무엇일까?
- 지식채널e의 '빛의 전쟁' 영상을 시청한다.

↓

전개 45분
- 전기 제품들을 이용하는데 있어서 안전 수칙을 이해한다.
- '파워레인저' 활동을 통해 각 모둠별로 전기 제품을 담당하고 전기 제품의 소비 전력과 CO_2 발생량을 측정한다.
- 조사 결과를 발표하고 다른 조의 발표를 듣고 나머지 전기제품의 수치 및 친환경적 제품 이용 방법을 '그린 라벨'에 기입한다.

↓

마무리 25분
- 신재생 에너지에 대해 알아본다.
- 전기 에너지 절약을 위한 가훈을 만들어 본다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 나에게 꼭 필요한 전기 제품에 대해 이야기한다.

＊ 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. 또한 전기가 사라져 전기 제품이 없어질 경우에 대해 생각해 보도록 한다.

＊ 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 물어보고 다음 영상을 이어가도록 한다.

(2) 지식채널e의 '빛의 전쟁' 영상을 시청한다.

＊ 예시 _ 전기의 역사에 대한 영상을 시청하고 현대 사회에서는 삶의 편의를 위해 많은 전기 제품들을 사용하고 있다는 사실을 상기시킨다. 현대 생활에서 사용하는 전기는 CO_2를 발생하며 이는 곧 기후변화와 연관됨을 인식하도록 한다.(지식채널e "빛의 전쟁"/EBS)

[지식채널e "빛의 전쟁"] 주요 내용

천재 발명가 에디슨은 전구와 발전기를 발명했지만 전기는 비싼 발전 시설과 전기료 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 교류전기를 제공하게 되었다.

＊ 유의 사항 _ 흥미 유발을 위해 동영상을 사용하도록 한다.

2. 전개(45분)

(1) 전기 제품들을 이용하는데 있어서 안전 수칙을 알아본다.

＊ 예시 _ 안전 수칙 사항을 크게 읽도록 하며, 각 조별로 안전 팀장을 정해 준다.

1. 절대 콘센트에 이물질을 찔러 넣지 않는다.
2. 젖은 손으로 전기 기구를 만지지 않도록 한다.
3. 플러그 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 전기 제품은 만지거나 측정하지 않고, 선생님께 알린다.

＊ 유의 사항 _ 전기 제품을 다룰 때에는 무엇보다도 안전이 최우선임을 강조한다. 수업을 통해 다치는 사람이 나타나지 않도록 각별히 주의를 기울인다.

(2) 모둠별 해당 전기 제품의 소비전력 및 CO_2 발생량을 측정한다.

＊ 예시 _ 전력 측정계 사용법을 학생들에게 충분히 설명한다. 모둠별로 가전 제품을 지정해 주도록 한다. 예를 들어 1조 – TV, 2조 – 컴퓨터, 3조 – 선풍기, 4조 – 에어컨, 5조 – 온열기, 6조 – 기타로 지정할 수 있다.

＊ 유의 사항 _ 교사는 전력 측정계를 나누어주기 전에 측정계의 수치(1KWH당 발생되는 CO_2이며, 환경부 기준으로 0.42kg 배출)를 설정하여 놓는다. 각 조별로 해당 전기 제품의 전문가가 되어본다고 생각하고, 평상시에 사용할 경우 소모되는 전력 및 대기전력, CO_2발생량에 대해 체크하도록 한다. 또한 전기 제품의 이용 방식을 달리하면서 각 수치들이 얼마나 변화하는지를 적도록 한다.
CO_2 발생량 및 전기료는 전력 측정계를 꽂아둔 상태에서 누적 시간에 비례하여 계산되므로, 이를 확인하기 위해서는 일정 시간 이상 전력 측정계를 꽂아두어야 한다.

인터넷에서 "전력 측정계"를 검색
가　　격 : 3 ~ 10만원대
측정 항목 : 소비전력, 대기전력 CO_2발생량
측정 방법 : 콘센트로 전기 제품 사이에 전력 측정기 삽입

＊ 준비물 _ 전력 측정계, 조별 활동지

(3) 활동지를 작성한다.

＊ 예시 _ CO_2 발생량을 줄이기 위해 각 해당 전기 제품의 올바른 사용법을 적는다. 우리반에서 조사한 소비전력을 적어본다.

＊ 유의 사항 _ 각 조별로 활동 시간이 차이가 날 수 있다. 활동이 일찍 끝난 조의 교사는 먼저 끝마친 조별 활동지를 받아서 우드락에 차례대로 붙이도록 한다.

＊ 준비물 _ 우드락, 스탬플러, 전기 제품 안전수칙, 녹색생활의 지혜 등

(4) 그린마크를 만들어 본다.

＊ 예시 _ 각 조장들의 발표를 통해 전기 제품들의 전력 및 대기전력, CO_2 발생량을 학생용 포트폴리오에 있는 '그린라벨'에 기입하고, 올바른 전기 제품 이용 방식 3가지를 기입한다.

＊ 유의 사항 _ 포트폴리오에 작성된 그린마크는 집으로 가져가 모양대로 오려 각 해당 전기 제품 콘센트 부근에 부착하여 가정에서도 환경 교육이 지속적으로 유지될 수 있도록 유도한다.

＊ 준비물 _ 학생용 포트폴리오

3. 마무리(25분)

(1) 신재생 에너지에 대해 알아본다.

* **예시** _ 태양광·열/풍력/조력/조류/지열발전 등의 신재생 에너지에 대해 간단히 설명 후 국내 어떠한 곳에서 활발히 이용되고 있는지에 대해 퀴즈 형식으로 풀어 본다.
* **유의 사항** _ 교사는 여러 정답 중에서도 지형적 특징으로 인해 해당 신재생 에너지가 활용되기 쉬운 지역을 말해 주도록 한다.

(2) 전기 에너지 절약을 위한 가훈을 만들어 본다.

* **예시** _ "머리털 뽑히기 전에 플러그부터 뽑자"와 전기 에너지 절약과 관련된 가훈들을 적어보고 발표하며 교사는 수업을 마무리한다.
* **준비물** _ 학생용 포트폴리오

| 활동 방법 |

교구 제작 방법

★ **전력 측정계** _ 인터넷에서 "전력 측정계"를 검색하여 구매할 수 있다.

❶ 전력 측정계를 콘센트에 꽂아 작동 여부를 확인한다.
❷ 확인하고자 하는 전기 제품을 전력 측정계에 꽂아 소비 전력을 확인한다.
❸ CO_2 발생량 및 전기료는 누적 시간에 비례하여 계산되므로 전력 측정계를 일정 시간 이상 꽂아 두어야 확인할 수 있다.

전력 측정계 작동 여부 확인

커피포트의 소비 전력 측정

❹ 소비 전력, CO_2 발생량, 전기료를 확인하여 그린라벨을 만들어 해당 전기 제품에 부착한다.

그린라벨 부착 모습

| 참고 자료 |

(1) 전기의 역사

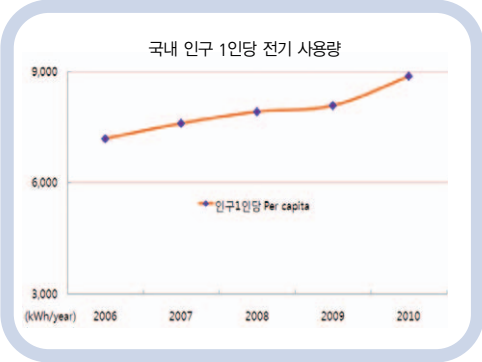
＊ 전기 현상의 기원

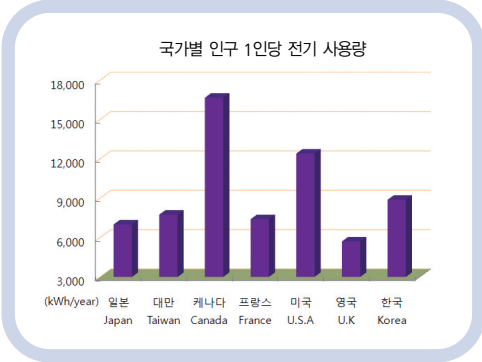
- 고대 그리스 과학자 탈레스는 BC 600년경 호박(琥珀)을 모피에 문지르면 전하를 띠게 되어 가벼운 물체를 잡아당기는 것을 보고 최초로 전기 현상을 발견한다. 호박을 의미하는 그리스어의 '엘렉트론'에서 '일렉트리시티(electricity)'라는 말이 유래된 것으로 전해진다.

＊ 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 뒤페는 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 사용량		7,191	7,607	7,922	8,092	8,883
가구당 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 기기의 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 알려주는 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.

출처 : www.naver.com

(4) 신재생 에너지

＊ 신재생 에너지란

- 기존의 화석연료를 변환하여 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 생물 유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환하여 이용하는 에너지. 지속 가능한 에너지 공급 체계를 위한 미래에너지원을 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), 총11개 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(태양 전지, 모듈, 축전지 및 전력 변환 장치로 구성)을 이용하여 태양광을 직접 전기 에너지로 변환하는 기술
	태양열	태양열 이용 시스템(집열부, 축열부 및 이용부로 구성)을 이용하여 태양광선의 파동성질과 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 전력계통이나 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 발생되는 가연성 폐기물 중 에너지 함량이 높은 폐기물을 열분해에 의한 오일화 기술, 성형 고체 연료의 제조기술, 가스화에 의한 가연성 가스 제조 기술 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

에디슨의 진실

8

(5) 에너지 절약

＊ 전력 측정 예시

〈 전자레인지 〉

소비전력 : 1.50kwh
발생 CO_2 : 281.2kgCO_2/대
전기세 : 83원

〈 냉장고 〉

소비전력 : 47kwh
발생 CO_2 : 1,954kgCO_2/대
전기세 : 2589.7원

＊ 에너지 절약 방법

- **퇴근시 전기 플러그를 뽑는다.**
  대기전력은 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, 하드디스크 절전모드를 설정한다.
- **4층 이하는 계단을 이용한다.**
  엘리베이터 1회 이용 시 약 30Wh의 에너지가 소모되며, 12.7g의 CO_2가 발생한다.
- **점심시간에는 조명과 냉·난방기를 끈다.**
  하루 1시간 형광등 15개를 끄면, 연간 약 74kg의 CO_2를 줄일 수 있다. / 연속 냉난방의 경우 끄더라도 1시간 정도는 냉난방 효과를 유지한다.
- **개인컵을 사용한다.**
  하루에 종이컵을 5개 사용하면 연간 20kg의 CO_2가 배출된다.
- **출·퇴근 시 대중교통을 이용한다.**
  승용차 이용을 일주일에 하루만 줄여도 연간 445kg의 CO_2를 줄일 수 있다.

(6) 그린라벨 이미지 (8-1)

북극곰을 지켜요

[제품명 :]

코드를 뽑는 잠깐의 노력으로
( )kWh의 전력이 절약되고,
( )kg의 CO_2가 사라지고,
( )원의 전기세를 줍니다.

친환경적 제품 이용 Tip.

[　　] 중학교 [　　] 학년 [　　] 반 이름 [　　]

| 우리 반에서 조사한 제품의 소비전력을 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 :		

| 우리집 '전기 에너지 절약' 가훈을 적어 주세요. |

무인도 탈출하기

9

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 사람들은 수많은 자원을 사용하고 있다. 하지만 실제로 자원을 이용한다는 것을 느끼지 못하는 경우가 많으며 꼭 필요하지 않은 자원들을 무분별하게 구매하고 제대로 사용하지 못하는 경우도 빈번하다. 자원은 우리 생활에서 없어서는 안 될 소중한 것이다. 그동안 사람들은 편리한 생활을 영유하기 위해 묻혀 있던 자원을 캐내어 사용해 왔다. 이런 무분별한 자원의 사용은 지구 생태계에 악영향을 미치고 있다. * 본 프로그램에서는 학생들에게 자원을 제시하고 주어진 자원으로 무인도를 탈출하게 한다. 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 생각해 보고 실천할 수 있다.
학습 목표	* 자원의 소중함을 알고 친환경적인 자원 사용 방법에 대해서 말할 수 있다. * 생활 속 버려지는 물건 중 재순환이 가능한 것과 올바른 분리 배출 방법을 안다.
내용 체계	내 용: 기후변화 현상 / 원 인 / 영 향 / 대 응 / 선 택 차 시: ★
활동 차시	* 9차시 / 12차시
소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내
준 비 물	강 사 용: * 교실 내 쓰레기통 학습자용: * 자원 카드, 필기구
흐 름 도	도입 20분: • "내가 만약 무인도에 갇힌다면"이라는 가정 하에 여러 가지 자원을 가지고 무인도를 탈출하는 방법을 구상한다. ↓ 전개1 30분: • 모둠별로 무인도 탈출 방법을 발표한다. • 다른 모둠에서는 평가 항목에 따라 탈출 방법을 평가하도록 한다. • 우리 모둠에서 사용한 자원 중 한 번 쓰고 버려지는 자원과 다시 쓸 수 있는 자원을 확인한다. ↓ 전개2 20분: • 우리 생활 속 자원에 대해서 알아보고 중요성을 깨닫는다. ↓ 마무리 20분: • 무심코 버려지는 자원은 없는지 쓰레기통을 확인한다. • 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법을 찾아 본다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 무인도에 갇혔다고 생각하고 모둠별로 자원을 획득한다.

＊ 예시 _ 다양한 자원 카드를 칠판에 붙여 준비한다. 모둠별로 어떤 자원을 획득할 것인지 토의한다. 모둠별 대표가 나와 간단한 게임(가위, 바위, 보 등)을 통해 자원 획득 순서를 정한다. 예를 들어 5초의 시간을 주고 시간 안에 자원을 고르게 할 수 있다. 5초 안에 고르지 못할 경우 다른 조에게 기회가 넘어간다. 자원을 획득한 후 다른 모둠의 자원과 합의하에 교환할 수 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 _ 자원카드

(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. 각 모둠별 제공된 자원을 가지고 무인도에서 탈출하는 방법을 구상한다. 단, 탈출하는 동안 무인도에서 살아가는 방법도 함께 구상하여야 한다.

	구 분	자원 목록
공 통	재생 가능한 자원	물, 공기, 햇빛, 흙
선 택	기타 자원	철, 구리, 금, 은, 고무, 플라스틱, 알루미늄, 비닐
		석탄, 석유, 우라늄, 티타늄, 유리, 천연가스
	생물 자원	나무, 풀, 원숭이, 토끼, 벌, 나비, 이끼, 유채, 고래, 새우, 돼지
	인적자원	원주민

＊ 유의 사항 _ 주어진 자원을 어떻게 사용할 것인지는 전적으로 학생들의 생각을 따르도록 한다. 무인도 생활 및 탈출 방법을 평가할 수 있는 요소가 있지만 사전에 알려 주지 않고 자유롭게 다양한 방법을 구상하도록 유도한다.

＊ 준비물 _ 학습지, 필기구

2. 전개1(30분)

(1) 모둠별 무인도 탈출 방법을 발표한다.

＊ 예시 _ 각 모둠별 무인도 탈출 방법을 발표한다. 예를 들어 우리모둠에서 획득한 자원이 나무, 석탄, 원숭이라면 [원숭이를 길들여 높은 나무에 달린 과일을 따먹으면서 생활한다. 석탄을 태워서 불과 연기를 피워 조난당했음을 알리고 다른 비행기나 배가 지나갈 때 까지 기다린다.]라고 발표할 수도 있다.

＊ 유의 사항 _ 다양하고 흥미로운 의견들이 나올 수 있지만 장난스런 글이 되지 않도록 지도한다.

(2) 발표한 무인도 탈출 방법을 다른 친구들이 평가한다.

＊ 예시 _ 발표 전 세 가지 평가 요소를 공개한다. 평가 요소와 배점은 아래와 같다. 발표하는 모둠 외 다른 모둠에서는 항목에 따라 무인도 탈출 방법을 평가하도록 한다.

평가 항목

1. 무인도에서의 생활 방식과 탈출 방식이 타당한 방법인가? (10점)
2. 무인도 생활과 탈출 방식이 친환경적인가? (10점)
   예) 자원 사용에 있어서 한 번 사용하고 버렸는지, 재생 가능한 자원을 얼마나 사용했는지가 평가 요소가 될 수 있다.
3. 재미와 감동을 주었는가? (10점)

＊ 유의 사항 _ 세 가지 평가 항목은 모두 똑같이 중요하다. 1, 3번의 경우 주관적인 평가기준이며 2번의 경우 객관적으로 평가가 가능하다.

＊ 준비물 _ 평가 항목

(3) 내가 자원을 사용한 방법이 재생 가능한 방법과 그렇지 못한 방법인지 확인한다.

＊ 예시 _ 내가 구상한 무인도 탈출에서 자원을 사용한 방법을 확인한다. 자원사용에 있어 재생이 가능한 방법인지, 재생이 불가능하여 환경에 좋지 않은 영향을 미치는 방법인지 확인 할 수 있다.

＊ 유의 사항 _ 자신이 자원을 사용한 방법에서 직접 확인하도록 한다.

3. 전개 2(20분)

(1) 자원의 소중함과 순환하는 자원에 대해서 이야기 한다.

＊ 예시 _ 무인도 탈출 시 사용한 자원들이 우리 생활에서 실제로 어떻게 사용되고 있는지 알아본다. 또한 쓰레기 분리 배출의 이유를 알아보고 재활용과 자원의 순환에 대해서도 이야기 할 수 있다.

자원의 개념	• 인간 생활 및 경제 생활에 이용되는 원료, 물질, 기술, 노동력, 에너지 등을 의미
자원의 분류	• 재생 가능한 자원과 재생 불가능한 자원으로 분류 • 에너지 자원, 인적자원, 생물 자원 등으로 분류
자원 사용의 예	• 목화 ➔ 솜이불, 콜탄 ➔ 휴대폰, 알루미늄 ➔ 음료캔 등
자원 사용과 생태계와의 관계	• 휴대폰과 고릴라와의 관계 등
순환하는 자원	• 재사용과 재활용의 개념 • 자원순환의 예

＊ 유의 사항 _ 위 표와 참고 자료를 활용하여 학생들에게 설명할 수 있다.

4. 마무리(20분)

(1) 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법을 생각해 본다.

* **예시** _ 생활 속에서 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법을 찾아 보고 이야기를 나눈다. 올바른 분리 배출 방법을 간단히 알려 준다. 활동에 대한 느낌을 발표하면서 자원의 소중함에 대해서 다시 한 번 이야기한다.
* **유의 사항** _ 실제로 실천 가능한 방법들을 이야기하도록 유도한다.
* **추가 활동** _ 교실 내 쓰레기통 확인하기
* **예시** _ 교실 내 쓰레기통에서 다시 사용하거나 재활용할 수 있는 물건들을 확인해 본다.

무인도 탈출하기

9

| 활동 방법 |

교구 제작 방법

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

❶ 다양한 자원을 인쇄하여 통 속에 넣어 준비한다.

다양한 자원 모습

❷ 모둠별로 자원을 획득한다.
❸ 획득한 자원으로 어떻게 무인도를 탈출할 것인지 구상하고 발표한다.
❹ 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, 바이오매스, 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 금속 분말 '탄탈(Tantalum)'은 고온에 잘 견디는 성질이 있어 휴대폰과 노트북, 제트엔진, 광섬유 등의 원료로 널리 쓰이게 되자 몇 년 전부터 콜탄은 금이나 다이아몬드 만큼 귀한 대접을 받고 있다. 그러나 이러한 콜탄이 내전 중인 콩고의 상황을 더 악화시키고 있다. 반정부군은 콜탄을 팔아 전쟁 자금을 조달하고 있으며 그로 인해 광부들은 노동력을 착취당하고 콩고 동부의 세계문화유산인 '카후지 – 비에가(Kahuzi-biega)국립공원'도 파괴되고 있다. 이 국립공원은 지구상에 남아있는 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 산 속에 있는 야생동물을 마구 잡이로 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 죽어가고 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 대형 고래이다. 우리나라 바다에서 귀신고래가 마지막으로 잡힌 것은 1966년이었고 마지막으로 목격된 것은 1977년 울산 방어진 앞바다에서 였다. 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

고래 서식지에서 불과 10km쯤 떨어진 바다 한가운데에 거대한 시추선이 떠있다. 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 위협 받고 있다고 보고했다.

＊ 나무젓가락과 황사

- 일회용 나무젓가락은 행사 때나 야외에서 아주 요긴하게 쓰이는 물건이다. 대부분의 나무젓가락은 중국산이다. 우리나라 나무가 사라지지 않는다고 안심할 일만은 아니다. 중국 대륙에서 숲이 하나 사라지면 그 피해는 우리에게 고스란히 닥쳐온다. 숲이 사라진 땅을 복원하지 않으면 결국 모래언덕으로 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 방향감각을 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 서른대요, 똥을 버리는 자는 곤장이 쉰 대'라는 뜻이다. 이처럼 조선시대까지만 하더라도 선조들은 철저히 자연에 순응하고 자연과 조화를 이루는 삶을 추구해 왔다.

무공해 퇴비	집집마다 마당 한구석에 퇴비장과 변소를 마련하여 집에서 나오는 모든 쓰레기를 퇴비장에 모아 썩혀 거름으로 사용
짚풀 이용	초가의 지붕부터 짚신, 가마니, 멍석, 삼태기, 망태까지 농사와 관련된 일상용품의 거의 모든 것이 짚으로 만들어짐. 때로는 싸리 껍질, 띠풀, 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 바늘꽂이 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 재생산
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
젓갈	쓸모없게 여겼던 생선의 내장과 아가미 등 버려지는 부분을 맛있고 영양가 있는 음식으로 만들어 먹음. 쉽게 상하는 어패류를 오래 저장할 수 있고 영양소도 풍부해져 오랫동안 사람들의 애호 식품

＊ 분리 배출과 재활용

- 분리 배출 표시 대상 및 도안

도 안	분리 배출 방법	도 안	분리 배출 방법
페트	• 내용물을 비우기 • 다른 재질로 된 부착 상표를 제거 • 납작하게 눌러 배출	종이	• 물기에 젖지 않도록 함 • 잘 펴서 차곡차곡 쌓은 후 30cm 정도로 끈으로 묶어 배출 • 비닐 코팅된 부분이나 기타 오물이 섞이지 않도록 배출
플라스틱	＊ 표시 재질 HDPE, LDPE, PP, PS, PVC, OTHER	종이팩	• 내용물을 비우기 • 물로 한번 헹구고 말리기 • 압축하여 봉투에 넣거나 다른 팩에 5~6개씩 넣거나 펴서 배출
비닐류	• 내용물 비우기 • 다른 재질로 된 뚜껑(또는 은박지, 랩 등)이나 부착 상표 제거 • 가능한 압착하여 배출	유리	• 다른 재질의 뚜껑 제거 • 내용물 비우고 물로 헹구기 • 무색, 청색, 녹색, 갈색으로 분리 • 이물질을 넣지 말 것 ★ 맥주병, 소주병, 청량음료병은 수퍼마켓에 되돌려 주고 빈 용기 보증금을 환급 받을 수 있음
캔류	＊ 표시 재질 철, 알루미늄 • 내용물을 깨끗이 비우기 • 부착 상표 또는 속의 플라스틱 뚜껑 등 제거 • 병 속에 이물질을 넣지 말 것 • 물로 헹군 후 배출	＊ 플라스틱의 재질 구분의 "OTHER"는 2개 이상의 플라스틱재질이 복합된 복합재질이거나 플라스틱에 여타의 재질(금속 등)이 도포 및 첩합된 것을 의미한다. ★ 도포 : (약 따위를) 겉에 바름. ★ 첩합 : 기존의 것에 결합시킴.	

무인도 탈출하기

9

(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

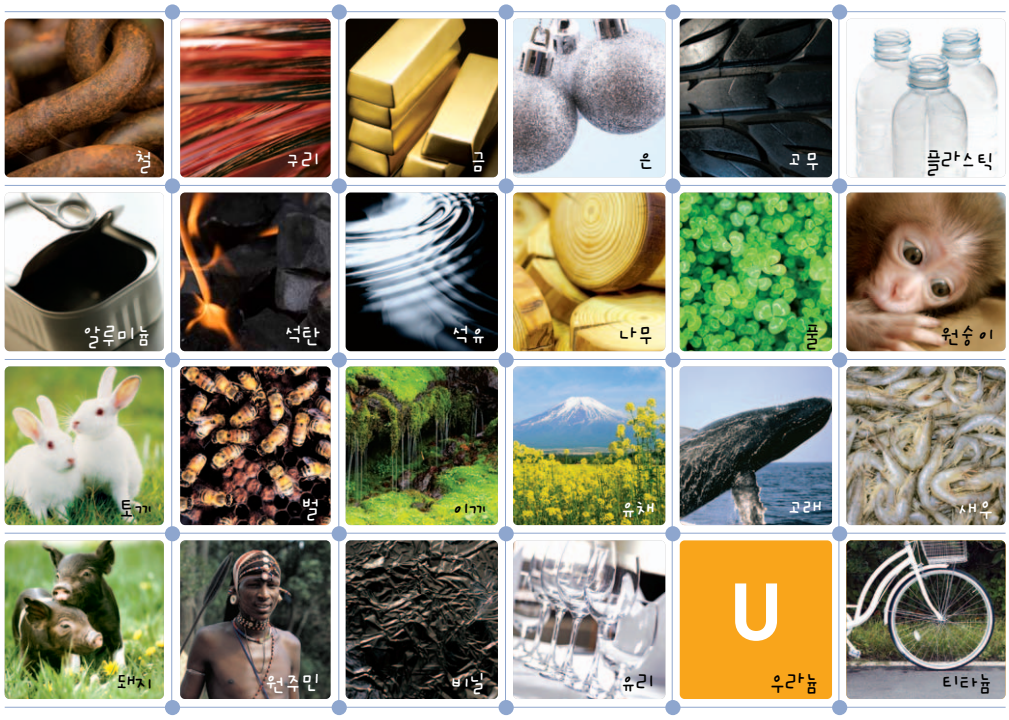
- 사람들은 옷장 속에 가득한 옷들, 그러면서도 늘 입을 것이 없다고 한다. 각종 문구들, 요리 도구, 필요해서 산 물건인 줄 알았는데 사용하지 않는 것도 많다. 먹을거리도 마찬가지이다. 세일이나 묶음 판매에 마음이 흔들려 냉장고를 채웠다면 알뜰히 다 먹는 일은 거의 없다. 일단 하루 동안 아무 것도 사지 말고 갖고 싶은 물건의 목록보다는 가지고 있는 것의 목록을 만들어 보자. 뭔가 사야 할 때는 이 물건이 어디에서 만들어진 것인지 버릴 때 어떤 영향을 끼치는지도 생각해 보자.

＊ 우리나라의 모습

- 1999년부터 우리나라에서도 '아무 것도 사지 않는 날'에 동참하고 있으며 11월 우리나라 곳곳에서는 많은 사람들이 아무 것도 사지 않는 캠페인을 벌이고 있다.

(5) 자원 카드 이미지 (9-1)

100 page



[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 모둠명 [ ]

| 획득한 자원을 가지고 무인도 탈출 방법을 구상해 보세요. |

★ 우리 모둠에서 획득한 자원

★ 무인도 생활 및 탈출 방법

| 우리 학교에서 자원을 아끼고 순환할 수 있는 방법을 적어 보세요. |

똑똑한 소비 생활

10

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 현대사회에서 소비되는 모든 물건을 생산, 유통할 때는 탄소가 배출되며 이는 곧 기후변화에 영향을 미치게 된다. 소비는 인간 삶에서 매우 중요한 것이지만 소비 생활에서 현명한 판단을 하지 않는 경우 불필요한 자원 및 에너지가 낭비되고 기후변화의 원인이 되는 탄소 발생량이 증가할 수밖에 없다. * 탄소성적표시제는 올바른 소비 생활을 함에 있어 크게 도움이 되고 있다. 같은 종류의 물건을 구입할 때 탄소 발생량을 고려하는 것은 매우 중요하다. 현재 여러 나라에서 탄소성적표지제도를 통해 제품의 탄소 발생량을 제공하고 있다. 학생들은 수업을 통해 탄소 배출량에 대한 중요한 정보를 제공하는 탄소 라벨링을 스스로 디자인해 볼 수 있으며 본 프로그램을 통해 탄소성적표시제에 대한 관심을 증대시키고 현명한 소비 생활을 할 수 있을 것으로 기대된다.
학습 목표	* 탄소성적표지제도에 대해서 알고 탄소 라벨링을 확인하여 같은 물건에서 가장 탄소 배출량이 적은 물건을 찾을 수 있다. * 탄소성적표지제도에서 가장 중요한 핵심 내용을 포함한 나만의 탄소 라벨을 디자인 할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시										★		

활동 차시	* 10차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* 탄소 라벨링이 되어 있는 제품	
	학습자용	* 탄소 라벨링이 되어 있는 제품 사진, 필기구, 꾸미기 세트	

흐 름 도

도입 20분
- 마트에서 찍어온 탄소 라벨링이 되어 있는 제품 사진을 같은 모둠 친구들과 비교한다.

↓

전개1 25분
- 우리나라 탄소성적표지제도에 대해서 알아본다.
- 탄소성적표지제도가 필요한 이유와 탄소 라벨링에서 표시하는 것들을 확인한다.

↓

전개2 25분
- 나만의 탄소 라벨을 디자인한다.

↓

마무리 20분
- 내가 디자인 한 탄소 라벨에 대해서 발표한다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

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

* **예시** _ 내가 찍어온 사진을 모둠 친구들에게 보여준다. 모둠에서 모아진 탄소 라벨링이 되어 있는 상품들을 나열하고 공통점과 차이점을 찾아 본다.
* **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 제품이더라도 발생하는 탄소 수치가 다름을 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 실물사진을 통해 확인할 수 있도록 한다.
* **유의 사항** _ 탄소 라벨링이 되어 있는 제품은 대형 마트에서 쉽게 볼 수 있으며, 같은 종류의 물품에 대한 라벨링을 제시해 주어야만 배출되는 탄소의 양을 비교할 수 있다. 실제 제품을 보여 주면 학생들의 관심도가 더 높아질 것이다.
* **준비물** _ 같은 품목의 제품 중 탄소 라벨링이 되어 있는 것과 되어 있지 않는 제품들

2. 전개1(25분)

(1) 탄소성적표시제에 대해서 알아본다.

* **예시** _ 교사는 탄소성적표지제에 대해 간략히 설명한다. 그리고 탄소성적표지제도로 제공하고자 하는 정보는 어떤 것들이 있는지 학생들에게 전달해 주도록 한다.
* **유의 사항** _ 지식적인 부분이 강조 되다보면 학생들이 흥미를 잃게 될 수도 있다. 가장 좋은 방법은 실생활에서 쉽게 볼 수 있는 예시를 들어 주는 것이다. 적절한 예시와 함께 탄소성적표지제에 대한 정보를 전달한다.

(2) 여러 나라의 탄소 라벨링을 소개한다.

* **예시** _ 여러 나라에서 탄소성적표지제도를 시행하고 있다. 하지만 그 디자인은 다양하며 제공하고 있는 정보도 다르다. 나라별 탄소 라벨링을 확인하고 공통점과 차이점을 찾아본다.
* **유의 사항** _ 여러 나라의 탄소 라벨링을 확인하고 추가할 것과 빼도 되는 것을 스스로 판단할 수 있도록 다양한 탄소 라벨을 소개해 주도록 한다.
* **준비물** _ 여러 나라의 탄소 라벨

3. 전개2(25분)

(1) 나만의 탄소 라벨을 디자인한다.

* **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 탄소성적표지제도에서 꼭 필요한 요소들이 포함될 수 있도록 지도한다.
* **준비물** _ 필기구, 색연필 등

(1) 내가 디자인한 탄소 라벨에서 가장 중요한 부분을 발표할 수 있도록 준비한다.

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

4. 마무리(20분)

(1) 나만의 탄소 라벨을 발표한다.

* **예시** _ 예를 들어 '탄소 발생량을 수치로 표현하지 않고 다섯 가지 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 준비한다.
* **유의 사항** _ 적절한 보상을 통해 적극적인 분위기를 유도할 수 있다.
* **준비물** _ 학생 : 내가 만든 탄소 라벨

(2) 관련 동영상을 보여 준다.

* **예시** _ 탄소성적표지 홈페이지(www.edp.or.kr)에서 관련 동영상을 보여줄 수 있다. 6분, 12분, 26분짜리 동영상이 제시되어 있다. 또는 KBS 환경스페셜 "1g의 전쟁, 탄소 다이어트" 동영상을 선택 활용하도록 한다.
* **유의 사항** _ 마무리 부분에서 활용할 수 있다.

| 활동 방법 |

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

음료수(탄소 라벨링 유무)

샴푸(탄소 라벨링 유무)

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

같은 종류 제품의 탄소 발생량 비교

❸ 교사는 탄소성적 표시제에 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 탄소성적표지제도(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 발생되는 온실가스 발생량을 CO_2 배출량으로 환산하여 라벨 형태로 제품에 부착한다.
- 탄소성적표지 인증은 법적인 강제 인증 제도가 아니라 기업의 자발적인 참여에 의한 임의적 인증 제도이다.

＊ 구성

- 1단계인 탄소 배출량 인증과 2단계인 저탄소상품 인증으로 구성된다.

탄소 배출량 인증

탄소 배출량 인증은 인증 신청 제품의 전과정에서 발생한 온실가스 배출량을 정량적으로 파악하여 인증을 부여한다.
이는 해당 제품에 대한 배출 기준치(baseline)라고 한다.

저탄소상품 인증

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

출처 : 한국환경산업기술원

(2) 우리 나라 제품 인증 현황

＊ 5개 영역으로 분류 340여개 제품 인증

- 현재 우리 나라는 비내구재 일반제품(세재, 화장품), 내구재 일반제품(시트, 장롱), 생산제 일반제품(축전지, 반도체), 서비스(신용카드, 버스), 에너지 사용 내구재(청소기, 세탁기)로 분류되어 전체 340여개의 제품이 인증되어 있다.

＊ 나라별 표기 방법

나 라	한 국	영 국	미 국	스웨덴	캐나다
인 증 마 크	기후변화대응 100g CO2	working with the Carbon Trust 100g CO2	CLIMATE CONSCIOUS PLATINUM	EPD	CARBON counted.com

(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

[　　] 중학교 [　　] 학년 [　　] 반　모둠명 [　　]

(　　의 탄소 라벨)

★ 디자인에서 중요하게 고려할 점

1.

2.

3.

★ 내가 디자인 한 탄소 라벨

★ 다양한 나라의 탄소 라벨

나 라	한 국	영 국	미 국	스웨덴	캐나다
인 증 마 크					

여행을 떠나요

11

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 자연적 탄소 배출원 외에 일상생활에서 탄소 발생에 가장 큰 원인이 되는 것은 이동 수단과 소비 생활을 꼽을 수 있다. 이 중 이동 수단에서 발생하는 탄소 발생에 대해서 프로그램을 구성하였다. 이동 수단에서 발생하는 탄소 발생량을 고려하여 충분히 친환경적인 이동 방법을 구상할 수 있다. 학생들은 대략적으로 어떤 이동 수단이 친환경적인지 알고는 있으나 정확히 각 이동 수단별로 어느 정도 탄소 발생량의 차이가 발생하는지는 알고 있지 못한다. * 본 프로그램에서는 여행이라는 목적을 가지고 시나리오를 작성할 때 이동하면서 얼마만큼 탄소를 배출하게 되는지 알아 본다. 앞으로 일상생활에서 가장 친환경적인 교통 수단을 고려하여 생활 속 실천을 기대할 수 있을 것이다.
학습 목표	* 여행 시나리오를 통해 교통 수단별 탄소 배출량을 계산할 수 있다. * 계산한 탄소 배출량을 통해 탄소 발자국에 대해 이해할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시											★	

활동 차시	* 11차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실내 또는 야외		
준 비 물	강 사 용	* 우리 나라 지도	
	학습자용	* 활동지, 필기구	

흐 름 도

- 도입 20분
  - 자신이 가고 싶은 여행지와 교통 수단을 선택하여 여행 계획을 세운다.
- 전개1 25분
  - 자신의 여행 계획에서 배출된 교통 수단별 탄소 배출량을 계산해본다.
- 전개2 25분
  - 탄소 배출량을 통해 탄소 발자국을 추정해본다.
- 마무리 20분
  - 탄소 발자국 관련 동영상을 시청한다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 자신이 가고 싶은 여행지와 교통 수단을 선택하여 여행 계획을 세운다.

＊ 예시 _ 자신이 가고 싶은 여행지와 교통 수단을 필수로 들어 가도록 하여 여행 계획을 세워 보도록 한다. 자유로운 형태로 작성하여 보도록 지도한다.

＊ 유의 사항 _ 어떠한 주제도 없이 자유롭게 자신만의 시나리오를 작성하도록 한다. 여행 기간은 당일로 하여 왕복 교통 수단을 고려한다.

시나리오 예시

작년 여름에 우리는 가족 여행을 떠났다. 가족들의 의견을 중시하는 우리 부모님께서는 언니랑 내가 평소에 가고 싶었던 여행지에 대해서 이야기를 하도록 하였다. 언니는 부산 여행을 나는 경주 여행을 가고 싶어했다. 2박 3일 동안 떠나기로 계획을 잡으신 아빠는 부산을 거쳐 경주로 향하기로 했다. 이동하는데 편의를 위해 우리는 자동차를 이용했으며 경주에서는 자전거를 빌려서 관광을 하였다. 자동차로 이동한 시간은 대전에서 부산까지는 대략 3시간, 부산에서 경주까지는 대략 두 시간이었다. 경주에서 대전을 오는 시간은 대략 두 시간 30분 정도 소요되었다.

＊ 준비물 _ 활동지

2. 전개1(25분)

(1) 자신이 세운 여행 계획에서 배출된 교통 수단별 탄소 배출량을 계산해본다.

＊ 예시 _ 자신이 세운 여행 계획에서 여행지, 이용한 교통 수단에 따라 이동 거리에 따른 탄소 배출량을 계산한다. 교사가 거리에 따른 교통 수단별 배출량을 제시해주며 간략한 계산 방법을 알려주고 아이들이 스스로 계산할 수 있도록 한다.

교통 수단	승용차	버 스	지하철	일반 기차	KTX
거 리 (배출량 $kgCO_2$)	1km (0.18)	10분 (0.06)	10분 (0.01)	10km (0.23)	100km (2.53)
	10km (1.81)	100분 (0.57)	350분 (0.02)	100km (2.26)	1,000km (25.33)

풀이 '승용차를 이용하여 대략 350km를 이동하였다'라고 가정하여 문제를 푼다.
$1.81kgCO_2$ ＊ 350km = $633.5kgCO_2$

＊ 유의 사항 _ 탄소 배출량을 계산하기 위한 계산식이나 숫자는 단순한 곱셈이 아니라 연료, 효율에 따라 환산된 값임을 알려 준다. 즉, 교통 수단별 연료 종류에 따라 탄소 배출량이 차이가 난다. 이점에 대해 평균 수치로 계산된 값이다.

＊ 준비물 _ 활동지

3. 전개2(25분)

(1) 탄소 배출량을 통해 탄소 발자국을 추정해본다.

* **예시** _ 자신의 여행 계획에 따라 배출되는 탄소 배출량을 계산해 보고 개략적인 탄소 발자국을 그려 보도록 한다. 즉 일정한 탄소 배출량 당 탄소 발자국의 개수를 정해 주어 탄소 배출량과 탄소 발자국의 비례 관계를 파악할 수 있도록 한다.

  계산 예
  앞에서 산정한 탄소 배출량 값을 이용하여 탄소 발자국을 추정한다.
  시나리오에 따른 탄소 배출량은 633.5kg CO_2이다. 탄소 발자국은 대략적인 발자국의 개수로 표현하기 위해 10kg CO_2당 5개로 정하였다. 시나리오에 따른 총 탄소 발자국은 대략 300개의 발자국을 남겼다고 생각할 수 있다.

* **유의 사항** _ 제시된 값들이 정확한 값을 나타내는 것이 아니라 경향성을 나타내는 것임을 인지시킨다.
* **준비물** _ 활동지

4. 마무리(20분)

(1) 활동의 의미에 대해 설명한다.

* **예시** _ 직접 세운 여행 계획에서 교통 수단별로 달라지는 탄소 배출량을 다른 친구들과 비교하여 알 수 있도록 한다.
* **유의 사항** _ 주변 친구들의 시나리오와 계산식을 비교해 보고 차이점을 찾을 수 있도록 한다.
* **준비물** _ 활동지

| 활동 방법 |

❶ 나만의 여행 시나리오를 작성한다.

〈 시나리오 예시 〉

작년 여름에 우리는 가족 여행을 떠났다. 가족들의 의견을 중시하는 우리 부모님께서는 언니랑 내가 평소에 가고 싶었던 여행지에 대해서 이야기를 하도록 하였다. 언니는 부산 여행을 나는 경주 여행을 가고 싶어했다. 2박 3일 동안 떠나기로 계획을 잡으신 아빠는 부산을 거쳐 경주로 향하기로 했다. 이동하는데 편리를 위해 우리는 자동차를 이용했으며, 경주에서는 자전거를 빌려서 관광을 하였다. 자동차로 이동한 시간은 대전에서 부산까지는 대략 3시간, 부산에서 경주까지는 대략 두 시간이었다. 경주에서 대전을 오는 시간은 대략 두 시간 30분 정도 소요되었다.

❷ 나의 여행 시나리오에서 배출한 탄소의 양을 계산한다.

〈 승용차를 이용하여 대략 350km 이동 〉

1.8kg CO_2 × 350km = 633.5kg CO_2

교통 수단	승용차	버 스	지하철	일반 기차	KTX
거 리 (배출량 kgCO_2)	1km(0.18)	10분(0.06)	10분(0.01)	10km(0.23)	100km(2.53)
	10km(1.81)	100분(0.57)	350분(0.02)	100km(2.26)	1,000km(25.33)

출발지	서 울									
도착지	춘천	강릉	대전	공주	경주	대구	전주	광주	포항	부산
거리(km)	110	237	163	140	360	290	216	298	364	397

❸ 탄소 배출량에 따른 탄소 발자국을 그려본다.

큰 발자국 = CO_2 100kg, 작은 발자국 = CO_2 10kg

| 참고 자료 |

(1) 탄소 배출량

＊ 온실가스 배출량 산정 계산식

- 연료 및 전력 사용에 의한 배출량 산정

$$GHG_{fuel} = \sum_i (F_i \times E_i)$$

GHG_{fuel} : 연료 및 전력 사용에 따른 온실가스 배출량(kgCO_2)
Fi : 연료 또는 전력 사용량(kg[Nm^3] 또는 kwh
Ei : 연료 또는 전력 배출 계수(kgCO_2-e/(kg[Nm^3] 또는 kwh

- 버스, 지하철, 자가용, 항공 이용

$$GHG_{vehicle} = \sum_i V_i \times E_i$$

$GHG_{vehicle}$: 개인별 교통편 이용에 따른 온실가스 배출량(kgCO_2)
Vi : 교통편별 개인 이동거리(인·km)
Ei : 교통편별 배출 계수(kgCO_2-e/인·km)

- 포스터, 책자, 현수막 등의 이용

$$GHG_{goods} = \sum_i (G_i \times E_i)$$

GHG_{goods} : 소모품 사용에 따른 온실가스 배출량(kgCO_2)
Gi : 소모품 사용량(kg 또는 piece)
Ei : 소모품별 배출 계수(kgCO_2-e/(kg 또는 piece))

- 폐기물 처리에 따른 배출량 산정

$$GHG_{waste} = \sum_i (W_i \times E_i)$$

GHG_{waste} : 소모품 사용에 따른 온실가스 배출량(kgCO_2)
Wi : 폐기물 발생량(kg)
Ei : 폐기물 처리 배출 계수(kgCO_2-e/kg)

* 배출원별 배출 계수

온실가스 배출원	단위($kgCO_2$/activity)	온실가스 배출 계수
1. 화물 운송 수단		
트럭	$kgCO_2$/ton · km	0.23
항공	$kgCO_2$/ton · km	1.05
기차	$kgCO_2$/ton · km	30.6
2. 참석자 교통 수단		
자가용	gCO_2/ 인 · km	210
버스	gCO_2/ 인 · km	27.70
지하철	gCO_2/ 인 · km	1.53
일반기차	gCO_2/ 인 · km	20
KTX	gCO_2/ 인 · km	30
항공	gCO_2/ 인 · km	150
3. 장치 및 소모품		
A4 용지	gCO_2/장	2.88
종이컵	gCO_2/개	11
일회용 접시	gCO_2/봉지	255
수돗물	gCO_2/L	0.66
플라스틱	$kgCO_2$/kg	2.03
4. 행사 에너지원		
전력	$kgCO_2$/kwh	0.424
LNG	$kgCO_2$/Nm3	2.24
LPG	$kgCO_2$/kg	3.61
등유	$kgCO_2$/kg	3.05
5. 폐기물 처리		
폐기물	$kgCO_2$/kg	0.34

(2) 교통 수단에 따른 탄소 배출량

* 자전거, 도보 : 배출되지 않는다.
* 대중교통(버스, 기차) : 직접 배출되는 탄소 배출량은 많으나 1인당 탄소 배출량을 고려했을 때 자동차에 비해서 적은 양이 배출된다.
* 자동차 : 가장 많은 양의 탄소가 배출된다. 뿐만 아니라 환경오염 원인 물질이 배출된다.

교통 수단	통근 열차	시내버스	하이브리드차	중형차	SUV차
단 위kg (CO_2/명*km)	0.04 ~ 0.08	0.04 ~ 0.15	0.03 ~ 0.11	0.07 ~ 0.27	0.09 ~ 0.34

(3) 교통 수단의 역사

＊ 도로 교통 수단의 발달 과정

- **가 마** 사람이 들고 다니는 탈 것
- **인력거** 사람을 태우고 사람이 끄는 바퀴가 두 개 달린 수레
- **마 차** 말이 끄는 수레
- **가솔린 자동차** 가솔린을 연료로 하는 자동차. 보통의 자동차를 말하며, 디젤 자동차와의 구별에 씀
- **전기 자동차** 전기의 힘으로 가는 자동차

(4) 교통 수단별 탄소 배출량과 주요 관광지 거리

교통 수단	승용차	버 스	지하철	일반 기차	KTX
거 리 (배출량 $kgCO_2$)	1km(0.18)	10분(0.06)	10분(0.01)	10km(0.23)	100km(2.53)
	10km(1.81)	100분(0.57)	350분(0.02)	100km(2.26)	1,000km(25.33)

출발지	서 울									
도착지	춘천	강릉	대전	공주	경주	대구	전주	광주	포항	부산
거리(km)	110	237	163	140	360	290	216	298	364	397

(5) 탄소 발자국(carbon footprint)

＊ 의미

- 사람의 활동이나 상품을 생산, 소비하는데 직·간접으로 발생하는 이산화탄소의 총량이다. 여기에는 이들이 일상생활에서 사용하는 연료, 전기, 용품 등이 모두 포함된다. 비슷한 개념으로 개인 및 단체의 생활을 위해 소비되는 토지의 총 면적을 계산하는 '생태 발자국'이 있다.

＊ 나라별 표기 방법

나 라	한 국	영 국	미 국	스웨덴	캐나다
인 증 마 크	기후변화대응 100g CO2	working with the Carbon Trust 100g CO2	CLIMATE CONSCIOUS PLATINUM	EPD	CARBON counted.com

＊ 탄소 배출량에 따른 탄소 발자국

- $10kgCO_2$: 작은 발자국
- $100kgCO_2$: 큰 발자국

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 이름 [ ]

| 나만의 여름 여행 시나리오를 만들어 보자. |

(여행의 목적, 장소, 함께 여행을 갈 사람을 나타내야 한다.)

| 여행에서 이동하면서 발생한 탄소 발생량을 계산해 보자. |

교통 수단	승용차	버 스	지하철	일반 기차	KTX
거리 및 시간	1km	10분	10분	10km	100km
CO_2배출량(kg)	0.18	0.06	0.01	0.23	2.53

출발지	서 울									
도착지	춘천	강릉	대전	공주	경주	대구	전주	광주	포항	부산
거리(km)	110	237	163	140	360	290	216	298	364	397

* 버스는 시속 100km로 달린다고 가정한다.

★ 예시) 나의 이동 수단 승용차 × 이동 거리 대전163km × CO_2 배출량 0.18kg/1km

1.

2.

3.

총 CO_2 배출량 kg

| 여행에서 찍힌 탄소 발자국을 그려 보세요. |

(탄소 발자국은 나만의 방법으로 표현한다.)

★ 10kgCO_2 : 작은 발자국 ★ 100kgCO_2 : 큰 발자국

맛있는 음식이 오기까지

12

| 활동 개요 |

활동 대상	중학생
개발 의도	* 음식은 나를 둘러싼 환경 중 나와 가장 가까운 환경이라고 할 수 있다. 사람은 살기 위해 음식이 꼭 필요하지만 현대 생활에서는 질 높은 삶을 영유하기 위해 음식을 먹기도 한다. 그것이 음식 문화이며 인문 환경이 발달할수록 우리의 음식 문화도 발달하게 되었다. 그러나 음식 문화도 기후변화에 많은 영향을 미친다. 즉, 경제적으로 좀 더 효율적이고 다양한 음식을 먹기 위해 수입 농산물이 많아지면서 탄소 배출량이 많아지고 있다. * 본 프로그램에서는 우리 식탁에 오르는 음식들의 푸드 마일리지를 알아보고 학생들이 그 전 과정을 추적해 봄으로써, 얼마나 먼 거리에서 식품이 오는지를 알 수 있게 한다. 수입 식품의 문제점들을 알아 보고 그 해결 방법을 도출해 낼 수 있다.
학습 목표	* 탄소 발생량을 줄이면서 상황에 맞는 음식들을 선정할 수 있다. * 아침 식사의 재료가 오기까지 기후변화의 기여정도를 계산할 수 있다.

내용 체계

내 용	기후변화 현상					원 인	영 향	대 응			선 택	
차 시												★

활동 차시	* 12차시 / 12차시	소요 시간	90분
활동 장소	* 실 내		
준 비 물	강 사 용	* 다양한 식품 이미지	
	학습자용	* 필기구	

흐 름 도

도입 20분
- 모둠별로 정해진 상황에 맞는 밥상을 차려 본다.

↓

전개1 25분
- 내가 차린 밥상에 올라가는 음식들의 전 과정을 추적한다.
- 음식 전 과정에 걸리는 시간을 알아 보고 푸드 마일리지를 계산한다.

↓

전개2 25분
- 식품의 전 과정을 알아본다.
- 우리 나라에서 소비되는 식품들의 생산 과정을 알아 본다.

↓

마무리 20분
- 내가 차린 밥상에서 탄소 발생량을 줄일 수 있는 방법을 생각해 본다.

| 활동 내용 |

1. 도입(20분)

(1) 내가 먹는 다양한 식품을 생각해 본다.

* **예시** _ 우리 집의 어제 저녁 밥상에 대한 이야기를 나눈다. 어떠한 음식들로 식사를 하였으며, 우리 가족이 선호하는 식단은 어떤 것인지 묻고 대답한다. 학생들이 가정에서 먹는 식단을 대략 파악할 수 있으며 어느 정도 친환경적이고 건강한 식단인지 사전에 확인해 볼 수 있다.
* **유의 사항** _ 실제로 먹고 있는 식단에 대해서 이야기 할 수 있도록 한다.

(2) 모둠별로 정해진 상황에 맞는 밥상을 차린다.

* **예시** _ 다양한 음식 재료를 제시해 준다. 제시된 음식 재료 중 모둠별로 상황에 맞는 적절한 재료로 식단을 완성해 본다. 주어진 상황은 다음과 같다. 할아버지 생신, 내 친구들 초대, 우리 가족 저녁식사, 주 1회 특별식, 외식 메뉴 총 5종류이다. 음식 재료는 아래와 같다.

  음식 재료
  쌀, 오이, 딸기, 양배추, 사과, 배, 수박, 고구마, 양파, 고추, 생강, 포도, 돼지고기, 닭고기, 연어, 해파리, 명태, 꽃게, 잡곡, 당근, 소고기, 밀, 옥수수, 콩, 오렌지, 바나나, 파인애플, 레몬
* **유의 사항** _ 밀, 소고기 등 수입량이 많은 대표적인 재료들은 알고 있었겠지만 대부분의 농수산물이 수입품인지 우리나라에서 생산된 것인지는 자세히 알지 못할 것이다. 밥상을 차려 보는 활동을 하는 동안에는 수입 여부를 알려주지 않도록 한다.
* **준비물** _ 음식 재료 카드

2. 전개1(25분)

(1) 국산과 수입산을 예측해 본다.

* **예시** _ 내가 차린 밥상에 들어가는 재료가 국산인지 수입산인지 예측하여 적어 본다.
* **유의 사항** _ 실제 자료를 제공하지 않고 예측하도록 한다.

(2) 식품 별 수입량을 알아 보고 국산과 수입산을 구분한다.

* **예시** _ 지식 카드를 보고 국산과 수입산을 구분한다. 수입산은 자급률 50%이하의 식재료를 수입산으로 가정한다.

  국 산(자급률 50% 이상) : 쌀, 오이, 딸기, 양배추, 사과, 배, 수박, 고구마, 양파, 고추, 생강, 포도, 돼지고기, 닭고기, 연어, 해파리, 명태, 꽃게
  수입산(자급률 50% 이하) : 잡곡, 당근, 소고기, 밀, 옥수수, 콩, 오렌지, 바나나, 파인애플, 레몬
* **유의 사항** _ 지식 카드를 학생들에게 제공한다.
* **준비물** _ 지식 카드

3. 전개2(25분)

(1) 내가 차린 음식의 전 과정을 추적한다.

* 예시 _ 내가 차린 음식의 전 과정을 추적한다. 교사는 자세한 내용은 설명하지 않고 학생이 원재료 생산에서 완성된 식품이 우리집에 오기까지의 과정을 나타내 보도록 한다. 주요 이동 거점과 이동 수단을 나타내면 된다. 주요 이동 거점인 농장, 목장, 도매상, 소매상, 우리집 등과 주요 이동 수단인 비행기, 배, 트럭, 기차 등을 제시해 주면 학생들이 전 과정을 나타내기가 더 수월할 수 있다.

(2) 내가 차린 음식의 푸드 마일리지를 알아 본다.

* 예시 _ 수입 농산물의 푸드 마일리지를 알아보고 내가 차린 음식 중 한가지를 정해 음식에 들어간 재료들의 푸드 마일리지를 알아본다.
* 유의 사항 _ 지식 카드에 수입 식품의 푸드 마일리지가 제시되어 있다.
* 준비물 _ 지식 카드

4. 마무리(20분)

(1) 탄소 발생량을 줄인 밥상을 다시 한 번 구상해 본다.

* 예시 _ 기존에 우리 모둠에서 차린 밥상에서 탄소 발생량을 줄일 수 있는 방법을 생각해 본다. 수입 농산물을 우리 나라 농산물로 대체하여 다른 음식으로 밥상을 차릴 수 있다.
* 유의 사항 _ 단순히 탄소 발생량만을 놓고 밥상을 변화시키는 것은 현대인들에 상황에 적합하지 않다. 음식을 먹는 이유는 단순히 살기 위해서 만이 아니라 행복한 삶을 누리기 위한 이유도 있다. 좀 더 질 높은 생활을 위해 좀 더 맛있고 예쁜 음식을 먹을 필요가 있는 것이다. 우리의 눈과 입을 만족시키면서 탄소 발생량을 줄일 수 있는 방법을 찾을 수 있도록 지도한다. 또한, 국내산은 탄소 발생량이 적기 때문에 좋은 것이고 수입산은 탄소 발생량이 많기 때문에 안 좋은 것이라는 이분법적 사고를 유발할 수 있다. 그러므로 기후적 · 지리적 여건으로 수입해야 하는 경우에 대해서도 언급할 필요가 있다.

| 활동 방법 |

❶ 상황에 적합한 나만의 밥상을 차려 본다.

밥상 차리기 예시 ➔

❷ 지식 카드를 보고 내가 차린 밥상의 재료 중 국내산과 수입산을 알아 본다.

국산 재료	수입 재료
쌀, 오이, 양배추, 양파, 돼지고기	당근, 밀, 파인애플, 콩

❸ 한 가지 음식을 정해 전 과정을 알아본다.

탕수육의 전 과정

- 자급률 50%이하인 밀가루, 파인애플, 당근의 경우 수입해 오는 과정이 길다.

❹ 푸드 마일리지와 탄소 발생량을 계산한다.
* 푸드 마일리지는 수입 식품을 대상으로 한다.

	식 품 명	푸드마일리지
(1)	당 근	912.5 t.km
(2)	밀	9604.5 t.km
(3)	파인애플	2613.5 t.km

총 푸드 마일리지 13130.5 t.km

맛있는 음식이 오기까지

12

| 참고 자료 |

(1) 음식과 기후변화

* 로컬푸드

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

관 계	로컬푸드
생산자	• 복잡한 유통 과정이 없어져 농민의 직접적 소득 향상 • 생산자와 소비자와의 신뢰 관계로 책임감 있게 먹거리 생산
소비자	• 저렴한 가격으로 질 좋은 농산물을 제공 • 유통 거리가 짧아 신선하고 산지를 직접 알 수 있어 믿을 수 있음
지 구 온난화	• 먹거리의 이동 거리가 짧아 운송 수단의 온실가스 배출이 적음 • 동경에 사는 3인 가족이 국산 먹거리 100%로 밥상을 차릴 때 : 60kg/년 CO_2 배출 40%로 밥상을 차릴 때 : 360kg/년 CO_2 배출

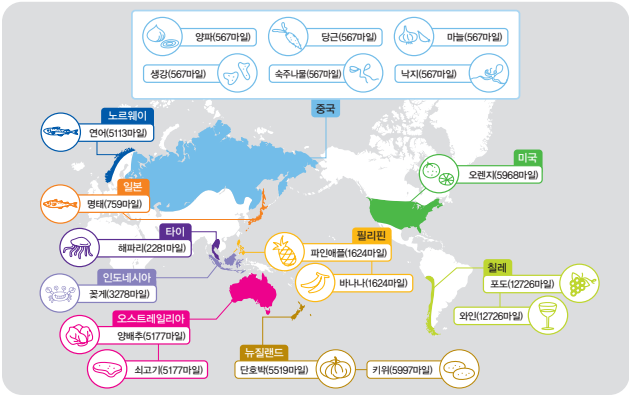
〈 일본 NGO 대지를 지키는 모임 〉

* 푸드 마일리지

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

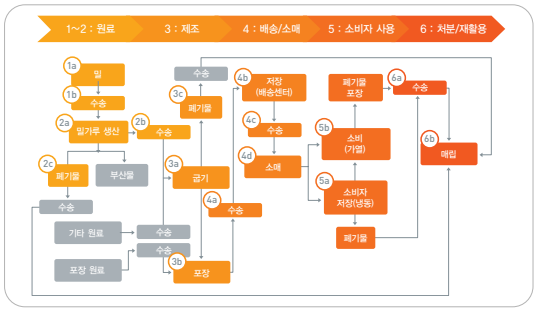
  수입 농산물과 같이 푸드 마일리지가 긴 식품은 장거리 이동과 복잡한 유통 경로를 거치기 때문에 불필요한 유통 비용이 드는 것은 물론 식품 안전에도 문제가 발생할 수 있다. 또한 유통 과정에서 많은 양의 이산화탄소를 배출하게 되어 지구에 탄소 발자국을 남기고 지구온난화를 가속화한다.

- 우리나라 : 6,637t.km → 영국 : 3,1957t.km → 미국 : 1,0517t.km
- 주요 수입 식품의 이동 거리



* 식품의 온실가스 배출량 측정

- 식품 관련 온실가스(GHG) 배출량 파악을 위해서는 시스템 내의 각 과정 즉 1. 원료의 생산(재배, 사육, 수확) / 2. 원료의 1차 가공 / 3. 식품의 제조 / 4. 배송 및 판매 / 5. 최종 소비 / 6. 폐기물의 처분 등에서 발생하는 온실가스를 모두 고려하여야 한다.
- 제빵의 온실가스 배출 예



출처:2011 식품저널

* 식품의 전 과정 예시

식품 종류	생산·가공 전 과정
제철 채소 · 과일	• 우리 나라에서 생산되는 농·수산품의 경우 유통 과정이 짧고 특별한 가공 과정을 거치지 않고 우리 밥상까지 올라옴. 특히 같은 지역내에서 생산된 로컬 푸드를 이용한다면 유통, 생산 과정에서 발생하는 온실가스의 양이 매우 줄어듦.
오렌지	• 외국에서 수입되는 농·수산품의 경우 유통 과정이 길어 운송 과정에서 발생하는 온실가스의 양이 많아지고, 식품이 상하는 것을 막기 위해 방부제 등을 사용하게 됨
햄버거	• 가공 식품의 경우, 수입산 원재료를 사용하는 경우가 많고 가공을 거치는 과정에서도 에너지가 많이 소모됨

(2) 식품과 석유 에너지

＊ 석유 에너지에 의존

- 산업형 농업에서는 식량 생산과 식품 가공, 식량 및 식품 수송, 식품 소비에 엄청난 석유 에너지 사용

구 분	석유 에너지의 사용
식량 생산	• 제초, 방제를 위한 농약 이용 • 농약 살포, 수확 등에 트랙터, 콤바인, 기타 농기구 사용
식품 가공	• 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	• 식량의 건조 및 보관 • 식량의 장거리 수송 • 완성된 식품의 판매처 맞춤 시간 배달
식품 소비	• 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.

(3) 농산물 자급률 개념 및 의의

＊ 식량(곡물) 및 축산육류에 대한 생산량 대비 소비량의 비율

- 식량 및 쌀은 양곡년도(전년 11월~당년 10월) 기준이고 축산육류는 쇠고기, 돼지고기, 닭고기를 합한 자급률이다.
- 자급률이 클수록 국내 수요에 비해 생산이 많이 된 것으로 해석할 수 있다.

＊ 지표 해석

- 식량 및 쌀(통계표명 : **농산물 자급률**) (단위 : %)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
식량(사료용 포함)	29.7	31.1	30.4	27.8	26.9	29.4	27.7	27.2
식량(사료용 제외)	55.6	56.8	58.3	53.3	50.2	54.0	52.7	51.6
＊ 쌀	102.9	102.7	107.0	97.4	96.5	102.0	98.5	95.8
축산육류	78.8	75.4	76.6	70.8	79.3	76.0	70.6	70.9
＊ 쇠고기	52.8	42.3	36.6	36.3	44.2	48.1	47.9	46.4

출처 : 농림수산식품부 식량정책과, 축산경영과 / 주 : ＊2007년은 잠정치임

＊ 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%	99.9999%
주요 수입국	–	–	–	–	–
품 목	**돼지고기**	**소고기**	**닭고기**	**수산물**	
자급률	76%	43.5%	80%	78.5%	
주요 수입국	미국, 칠레	미국, 호주	미국, 브라질	–	

맛있는 음식이 오기까지

12

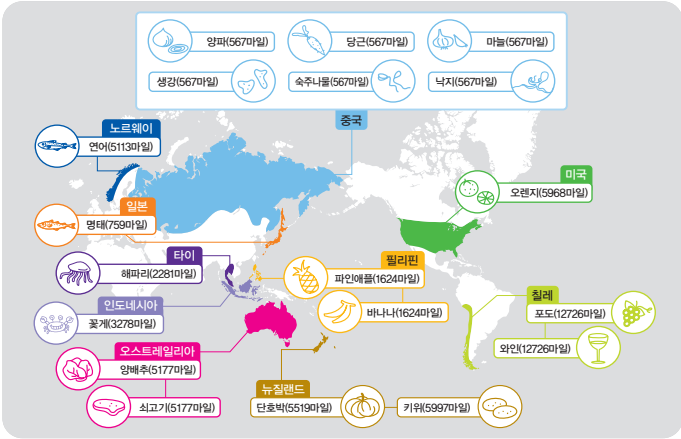
memo

| 푸드 마일리지란? |

식료품의 양(t)에 이동거리(km)를 곱한 것으로 식재료가 생산, 운반, 소비되는 과정에서 발생하는 환경 부담을 나타낸다.

예를 들어, 국산 포도의 푸드 마일리지는 514만t.km이지만
수입 포도의 푸드 마일리지는 5억 2천 400만t.km으로 나타난다.

2004년 한겨레 신문에서 조사한 우리 나라 주요 식재료 중 수입품의 푸드 마일리지는 아래와 같다.



출처:2004년 한겨레신문

| 주요 식품의 자급률과 푸드 마일리지 |

자급률 90% 이상

식품명	원산지
쌀, 오이, 딸기, 양배추, 사과, 배, 수박, 고구마, 양파	국산

자급률 50~90%

식품명	원산지	푸드 마일리지	
고추	중국	567마일	912.5t.km
생강	중국	567마일	912.5t.km
포도	칠레	12,726마일	20,480.5t.km
돼지고기	미국	5,968마일	9,604.5t.km
닭고기	미국	5,968마일	9,604.5t.km
연어	노르웨이	5,113마일	8,228.5t.km
해파리	타이	2,281마일	3,671t.km
명태	일본	759마일	12,215t.km
꽃게	인도네시아	3,278마일	5,275.5t.km

자급률 10~50%

식품명	원산지	푸드 마일리지	
잡곡	중국	567마일	912.5t.km
당근	중국	567마일	912.5t.km
소고기	호주	5,177마일	8,331.5t.km

자급률 0~10%

식품명	원산지	푸드 마일리지	
밀	미국	5,968마일	9,604.5t.km
옥수수	미국	5,968마일	9,604.5t.km
콩	중국	567마일	912.5t.km

자급률 0%

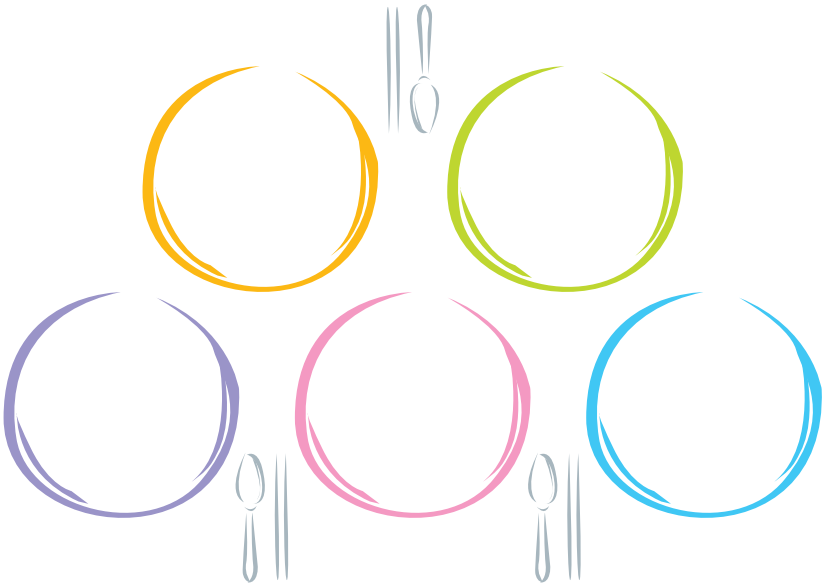
식품명	원산지	푸드 마일리지	
오렌지	미국	5,968마일	9,604.5t.km
바나나	필리핀	1,624마일	2,613.5t.km
파인애플	필리핀	1,624마일	2,613.5t.km
레몬	미국	5,968마일	9,604.5t.km

[　　] 중학교 [　　] 학년 [　　] 반　모둠명 [　　]

| 주어진 식재료로 상황에 맞는 밥상을 차려 보세요. |

★ 상황(할아버지 생신, 친구 초대, 우리집 저녁 식사, 주 1회 특별식, 외식 메뉴)

★ 밥상의 모습



★ 내가 차린 밥상의 식재료의 원산지

	내가 예상한 것	실제 현황
국산 재료		
수입 재료		*자급률 50%이하는 수입산이라고 가정

우리 농산물을 이용해야 우리 몸과 지구가 건강해져요.

[ ] 중학교 [ ] 학년 [ ] 반 모둠명 [ ]

| 내가 차린 밥상의 음식 중 한 가지를 정해서 푸드 마일리지를 알아 봐요. |

★ 음식의 종류 :

★ 전 과정(원재료 생산에서부터 가정으로 오기까지의 과정)

★ 푸드 마일리지와 탄소 발생량

*푸드 마일리지는 수입 식품을 대상으로 한다.

번 호	식품명	푸드 마일리지
(1)		t.km
(2)		t.km
(3)		t.km
(4)		t.km

★ 총 푸드 마일리지 t.km

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 걸
	안산신길고등학교	환경교사	황 은 실
	포천중학교	환경교사	이 혜 종
	인천화도진중학교	과학교사	강 문 규
	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.