# 가치를 꿈꾸는 과학4

환경교육 자료

참여연대 시민과학센터 STS 교육위원회

<교보생명 교육문화재단 후원>

자료제작

참여연대 시민과학센터 STS 교육위원회

김수기 강일중학교 과학교사(생물)

김추령 경동고등학교 과학교사(지구과학)

박정수 선린중학교 과학교사(생물)

윤정은 개포중학교 과학교사(생물)

이기순 강일중학교 과학교사(물리)

이승희 의정부여자고등학교 과학교사(생물)

이혜인 등원중학교 과학교사 (화학)

장현숙 방원중학교 과학교사(물리)

정행남 영원중학교 과학교사(화학)

추병수 홍은중학교 과학교사(지구과학)

**참여연대 시민과학센터 STS 교육위원회**

현장에서 과학교사로 근무하는 10여명의 선생님들로 구성되어 있으며, 과학윤리와 가치관 정립을 위한 교육자료를 제작하여 실제 수업에 활용하고 있다. 지금까지 제작한 교육자료를 모은 교육자료집인 “가치를 꿈꾸는 과학”을 3회에 걸쳐 펴냈다.

# 환경교육 자료집을 발간하며

21세기에 들어온 현재 인류 문명의 급속한 발전의 근간은 과학과 기술의 발달을 모태로 하고 있으며, 그 발전의 속도에 비례하여 인류 스스로는 인간의 삶의 터전이고 생명의 근원인 자연으로부터의 이탈을 조장하고 있다. 자연과의 조화에서 벗어나 자연을 지배하고 변질시키는 인간의 행위는 머지않아 인류의 존속을 위협하는 요인이 되어 돌아올 재앙으로서의 요소를 충분히 갖추고 있음을 이제 부인하기 어렵다. 자연은 우리가 현재 살고 있는 삶의 터전일 뿐아니라 다가오는 미래에 우리의 후손이 살아가야 할 삶의 장이다. 때문에 현대를 살아가고 있는 우리는 건강한 자연을 유지시켜 우리의 후손에게 물려줘야 할 책임이 있다. 그러기 위해서는 수십억의 인류가 자연환경의 중요성을 인식하고 그 보존에 노력해야 할 것이며, 그 시작은 교육에 있다고 본다.

우리나라의 교육의 경우 환경교과는 중고등학교 교육과정에 선택과목으로 편성되어 있으나 그 채택이 아주 미미하므로 모든 학생들에게 폭넓고 체계적인 교육을 하기 어려운 것이 현실이다. 환경교육을 다룰 수 있는 유사 교과인 과학 역시 과학적인 지식의 습득을 위주로 교육과정이 편성되어 있기 때문에 교사가 환경과 관련된 학습주제를 교육하기는 어려운 여건 속에 있다.

다만 7차 교육과정 들어 교사의 재량으로 학습주제를 선정하여 교육할 수 있고, 심화보충과정이나 창의적 재량 활동의 학습 주제로 환경교육이 조금씩 다루어고있다. 그러나 필요한 교육자료와 프로그램이 매우 부족한 상태라 뜻이 있는 교사라 할지라도 혼자서 감당하기는 한계가 있다. 따라서 적은 교육시간에 효과적으로 활용할 수 있는 좋은 환경교육자료의 필요성이 더욱 절실하게 요구되고 있다.
특히, 환경의 중요성에 대한 인식은 학생 개개인의 가치관과 밀접하게 관련되어 있으며, 가치관의 교육이 선행되지 않으면 환경의 중요성을 인식한다 할지라도 행동의 변화로 나타나는 것을 기대하기는 어렵다. 이에 환경과 가치관을 접목하여 학생 개개인의 행동의 변화를 꾀할 수 있고 또 수업 적용의 편리성을 고려한 교실에서의 적절한 수업방법과 자료를 개발하였다.

우리가 환경교육자료를 개발함에 있어 환경 전체적인 분야를 다룰 수는 없지만, 우리가 꼭 한번쯤은 생각해 보아야 된다고 생각되는 주제를 찾다보니 크게 네 개의 분야로 나눌 수 있었다. 각 분야로 나누는 것이 큰 의미는 없으며, 개발하려고 한 주제를 비슷한 것끼리 묶었다고 보면 될 것이다.

따라서 본 자료집은 환경과 관련된 분야를 크게 다음의 네 개의 분야로 구분하여 구성되었다.

**I. 에너지와 환경**

이 단원에서는 새로운 대안의 에너지로 각광받는 태양에너지를 이용하는 원리에 대해 알아보고, 현재 사용하고 있는 에너지원의 문제점 등을 환경과 연관지어 다루었다.

**II. 생활과 환경**

이 단원에서는 우리의 삶과 가까운 곳에서 접할 수 있는 쓰레기 문제, 대도시의 공기오염 및 실내공기의 오염문제와 물사용과 관련된 내용을 다루었다.

**III. 국토개발과 환경**

이 단원에서는 국토개발의 차원에서 진행되고 있는 새만금 간척사업 및 대도시 하천의 복개, 습지와 관련된 내용을 다루었다.

**IV. 윤리와 지구 환경**

이 단원에서는 지구전체적인 차원의 시각에서 환경 문제를 생각해볼 수 있도록 자연과의 조화를 다룬 생태적인 삶, 자연의 작은 부분이라도 의미가 있음을 나무의 성장기를 통해 알 수 있게 했다. 또, 종의 문제 및 식량 문제, 오존홀 등의 문제를 다루었다.

각 대단원은 다시 3-5개의 중주제로 구분하였고, 각 주제마다 2-4차시 정도로 관련성있는 내용을 연결하여 수업자료를 개발하여, 전체적으로 16개 주제에 대해 약 60차시 분량의 자료를 제시하였다. 또한 각 개발된 중주제별로 자료를 개발하게 된 동기와 개발하기까지의 과정의 방법이나 어려움 및 실제 수업을 한 후 발견된 문제점 등을 서술하여, 다른 분이 이 자료를 이용할 때 도움이 되게 했다. 또, 수업 지도안 및 수업과 관련된 사진이나 동영상등의 자료를 CD로 제공하여 다른 분들이 자료를 변형하여 사용할 때 도움이 되도록 하였다.

자료집이 발간될 수 있도록 도움을 주신 교보생명교육문화재단에 감사드리며, 아무쪼록 현장의 뜻있는 교사들이 이 자료를 유용하게 사용하기를 바라는 마음 간절하다.

2004. 11.

STS 교육위원회 위원 일동

# 차 례


## I. 에너지와 환경

1. 에너지의 대안을 찾아서(1)
2. 에너지의 대안을 찾아서(2)
3. 폐기물로 접근해본 에너지
4. 지구온난화

## II. 생활과 환경

5. 생명의 순환과정으로서의 쓰레기
6. 대도시의 공기오염
7. 생활공간 속의 오염
8. 물의 오염과 고갈

## III. 국토개발과 환경

9. 새만금 간척-현장답사용
10. 새만금 간척-교실용
11. 대도시의 하천
12. 논

## IV. 윤리와 지구환경

13. 생태적인 삶
14. 나의 나무 성장기
15. 종의 다양성
16. 식량
17. 오존홀

# I. 에너지와 환경

전 지구적 규모의 환경문제로 에너지문제를 꼽는데 주저하는 사람은 없을 것이다. 에너지로 인한 환경문제로는 화석에너지의 고갈, 화석연료의 사용으로 인한 지구대기 오염과 지구온난화 또한 원자력발전의 지속적사용으로 인한 위험의 증가등을 들 수 있다. 그러나 이러한 문제에도 불구하고 에너지 문제를 생활속에서 심각하게 인식하고 에너지 절약이나 고효율방식의 채택 또는 재생가능에너지의 확대를 실천하는 사람들은 많지 않은 것이 현실이다.

이러한 현상의 원인은 에너지를 마치 공기나 물과같은 공유재로 인식하기 때문으로 볼 수 있다. 이 문제의 해결은 사회적 실천을 통한 여론의 확대 뿐만 아니라 초중등 교육에서 올바른 에너지교육 시행하는데서 출발할 수 있을 것이다.

본 에너지와 환경단원은 에너지대안을 찾아서(1)(2), 폐기물로 접근해본 에너지, 지구온난화 의 4개의 중단원으로 구성되고 각각의 중단원은 3,4 개의 소단원으로 구성되어 있다.

먼저, 에너지의 대안을 찾아서(1)에서는 기존의 에너지교육교재의 대부분이 에너지절약에 초점이 맞추어져 있는 실정에서 에너지의 대안이 필요함과 그 대안에 대한 실재적 접근을 중점적으로 다루고 있다. 여기에서는 재생가능에너지 중 태양에너지를 중심으로 직접 제작해보고 작동해 보는 실험을 중심으로 수업을 진행하여, 학생들에게 실제 재생가능에너지가 실현가능한 것이고 우리 주변에서 쉽게 응용할 수 있음을 체험적으로 인식하게 하는 것을 목적으로 하였다.

특히 이 단원은 준비 과정에 많은 어려움이 있었다. 이런 류의 교육이 국내 에서는 거의 전무한 상황이었다. 따라서 학교에서 쉽고 값싸게 구입할 수 있는 교육용 재료를 구입하는데 중점을 두었고 그 과정에 쉽지않았다. 이 과정에서 에너지관련 국내 NGO인 에너지대안센터와 함께 자료를 찾고 모듈을 만드는데 고민을 진행했으면, 부분적으로 에너지대안센터의 교육프로그램을 구안하고 실시하는데 함께 하게 되었다.  이러한 연구과정에서 재생가능에너지중 현재 국내에서 실험자료로 비교적 손쉽게 구입 가능한 모듈형 실험세트의 시장조사를 하여 태양광전지 조립모듈을 공급하는 업체 몇군데를 조사하였음. 조사과정중 독일에서 판매하는 연료전지모듈을 수입판매하는 대행사를 발견하였다.

**( Fuel cell Mart 서울특별시  강남구 대치동 890-49번지 선릉역 대우아이빌 309호(135-839)  TEL : 02-565-2926,02-565-2925  FAX : 02-565-2924)**

또한 태양광전지 조립은 연구자가 에너지대안센터와 에너지관리공단과의 연구물(본회의 회원들의 연구)에서 선행연구한 자료를 바탕으로 보다 쉽게 학교에서 여러

번 이용할 수 있도록 납땜이 아닌 스카치테이프를 이용하여 조립하는 방법으로 개선하였다. 또한 태양광을 이용한 장난감 블록과 시판되고 있는 태양광자동차를 함께 수업에 적용하여 내용을 다양화를 꾀했음. 학생들과 실제 수업에 적용하여 본 후 수정보완작업을 하였다.

환경운동연합에서 제작 시판을 시작한 손발전기 랜턴이나 라디오등은 현재 다양한 상품으로 판매되고 있음. 본 상품을 이용하여 발전기의 원리와 인력을 이용한 발전기 체험등의 자료를 개발하였다.

두 번째, 에너지의 대안을 찾아서(2)에서는 앞선 단원은 재생가능에너지를 체험하는데 중심을 두었고 본 단원에서는 실제 구현되고 있는 재생가능에너지의 사례를 접해보는 것에 중심을 두고 있다. 먼저 세 도시 이야기를 통해 선행사례로서 폐기물이나 에너지 물 등의 순환적 시스템을 적용한 도시의 이야기를 비디오로 보고, 지속가능성에 대한 각자의 생각을 정리한 후 두 번째로 각자의 생활공간을 renovation해 봄으로써 에너지절약을 넘어선 자연친화적 에너지의 사용과 관련한 인식을 하고 세 번째로 한국에서 선진적으로 이루어지고 있는 시민발전소에 대한 소개를 로고, 광고문안 작성의 활동을 통해 수행한다.

세 번째, 폐기물로 접근해 본 에너지 단원에서는 에너지 관련 이슈 중 최근 사회문제가 되고 있는 부안사태를 계기로 에너지를 폐기물의 측면에서 접근해 본다. 아울러 원자력발전소와 폐기물에 대한 기초적인 정보가 부족한 학생들에게 개념형성을 도우려는 의도이며, STS교수방법적 접근의 고전인 신문기사활용의 방식을 택했다.

네 번째, 지구 온난화 단원에서는 에너지 문제와 지구 온난화문제는 항상 짝임을 인식시킨다. 산업혁명이후 증가한 CO2 농도는 온실효과로 인한 기온상승을 일으키고, 기온상승은 해빙과 지구의 기후를 변화 시키게 된다. 이에 대처하는 방안으로 사용하는 에너지원에 대한 변화가 필요하므로 인간의 에너지의 사용에 대해 알아보고자 한다. 또, 기후변화협약을 이해하고 각국의 올바른 입장을 모의 기후협약과정을 통해 인식하도록 하였다.

# 1. 에너지 대안을 찾아서(1)

## 1. 주제선정의 이유

앞서 개발된 에너지교육교재의 대부분은 에너지절약에 초점이 맞춰져 있었다. 실제 에너지의 대안이 필요함을 교육하지만 대안에 대한 실재적 접근은 거의 이루어지고 있지 않다. 여기에서는 재생가능 에너지 중 태양에너지를 중심으로 직접 제작해보고 작동해 보는 실험을 중심으로 수업을 진행하여, 학생들에게 실제 재생가능에너지가 실현 가능한 것이고 우리 주변에서 쉽게 응용할 수 있음을 체험적으로 인식하게 하려는데 목적이 있다.

## 2. 수업의 목표

- 태양광전지를 조립하여 작동할 수 있다.
- 태양광 전지를 이용한 장난감을 체험 한다
- 재생가능에너지가 생활속에서 쉽게 실현가능한 것임을 인식 한다

## 3. 수업의 흐름

1차시 : 태양광전지 모듈을 조립한다→소형모터와 바람개비와 연결하여 작동해 본다→다시 분해하여 다음 활동반을 위해 정리한다. 상원인터네셔날( 전화번호 031-908-0272-3 )에서 구입한 조립키트를 이용하여 2.5V짜리 솔라셀을 직접 조립하도록 하였다. 도입단계에서는 솔라셀의 기본적인 작동원리를 설명한다. 이 원리에 의해 (+) 면과 (-) 면을 리본으로 연결하여 전자의 이동을 유도해 내어 전류를 흐르게 한다는 개념을 이해시킨다. 간단한 조립의 과정이지만 이 조립의 과정을 통해 솔라셀의 기본적인 원리를 충분히 이해하고 또한 나아가서 일반적인 태양광발전기로 사용하고 있는 솔라 모듈의 원리까지 이해를 확장할 수 있도록 한다. 또한 이 과정은 초 중 고 다양한 급별로 활용이 가능하다. 실제 본연구회에서는 이 과정을 초등, 중등, 고등의 과정에 모두 적용하여 보았다. 초등의 경우 초등학교 고학년(5, 6 학년), 중학교(전학년), 고등학교(전학년) 활용가능하며, 초등의 경우는 이론을 중심으로 하기보다는 조립을 중심으로 한 만들기 교육으로 중등의 경우는 태양빛의 포톤과 반도체의 개

념은 배제하고 일반 전류의 개념으로 만 교육하여 만들기 위주의 교육프로그램으로 고등학교는 학생들의 전공계열에 따라 심화 보충의 다양한 형태의 교육이 가능하다.

2차시 : 태양광 장난감을 간단히 조립하여 작동해 본다 → 솔라셀을 이용한 주변 생활용품을 고안해 본다. 솔라셀을 직접 제작해 본 후의 학생들이 솔라셀의 장단점을 이해하고 솔라셀이 단지 연구실의 연구 대상일 뿐 현실 가능한 에너지의 대안이 될 수 없다는 생각이 많이 줄어든다. 즉, 태양에너지가 현실성을 띄기 시작하는 것이다. 여기에 이렇게 만든 솔라셀을 주변 생활용품과 연결 실용화 가능한 물품을 들을 고안해 보도록 하여 태양에너지를 보다 생활속에 가까운 것으로 인식하도록 할 수 있다. 실제로 외국의 에너지 교육 사이트에서는 쉽게 이런 예들을 만날 수 있다. 우유곽을 이용한 재활용품 장난감과 솔라셀의 연결, 작은 장난감 분수와 솔라셀의 연결등 실제 이런 작품들을 제작하고 있다. 본 수업에서는 이 작품을 제작해 보는 것은 아니지만 고안하고 설계도를 그려봄으로써 그와 같은 교육적 효과를 얻을 수 있다.

## 4. 수업자료

*에너지와 환경* *1.에너지 대안(1)*

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 태양을 잡아라 -태양광 전지solar cell 만들기

**자주하는 오해** : 태양에너지를 이용하는 방식을 크게 둘로 나누면, 태양빛을 전기 생산에 이용하는 태양광 발전과 태양에너지를 집열장치를 통해서 모아들여 난방용이나 온수용 열을 생산하는 태양열 장치로 나뉜다.

햇빛에는 포톤(Photon) 이 있는데 이것이 반도체 안에 있는 원자를 흡수해 남게 된 자유전자가 원자를 찾아 흐르면서 전류가 발생하게 되는 것이다.

쏠라셀의 크기는 10cm ×10cm이며 0.47V의 전압과 3A의 전류를 얻을 수 있다. 우리가 사용하는 실험용 솔라셀은 1.4cm×5.1cm로 쏠라셀을 자른 것이다. 이 때 전류는 210mA 정도 생성된다.(전류량은 쏠라셀의 표면적의 크기에 비례한다)

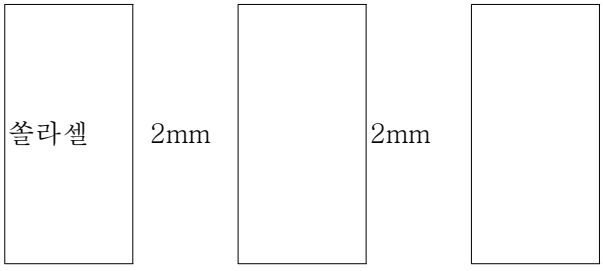
1.5V의 전압을 만들려고 한다면 셀 3개를 직렬로 연결하면 된다. 또 3V의 전압을 만들려고 한다면 셀 6개를 직렬로 연결하면 된다. 마찬가지로 쏠라 모듈(셀을 여러 개 합쳐서 만든 판을 모듈이라고 한다)을 병렬연결하면 전압을 유지한 채 전류량을 늘릴 수 있다.

**【 활동1 】 솔라셀(태양전지)판 약 1.5V 짜리 판 세계를 그림과 같이 직렬 연결하여 1.5V 전지를 만들어 보자**

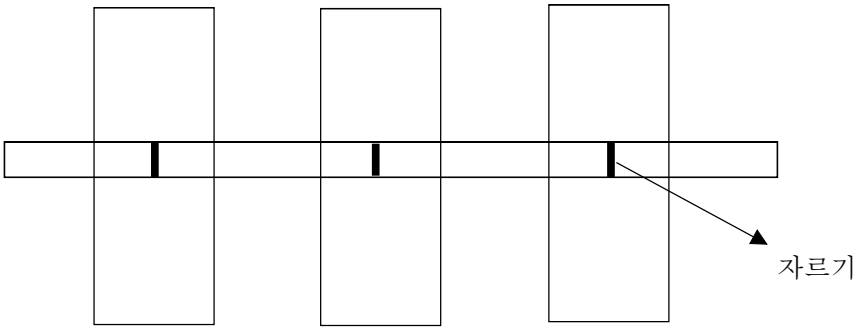
<만드는 방법>

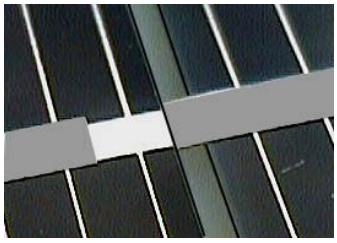
준비물 : 쏠라쎌, 쏠더리본, 스카치테이프(또는 납땜준비물),쏠라셀 고정판, 꼬마전구, 전선

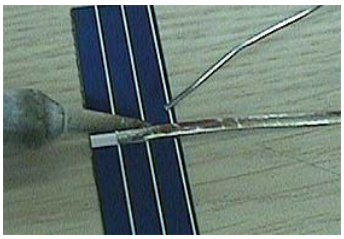
① 솔라쎌 5조각을 2mm 간격으로 나열한다



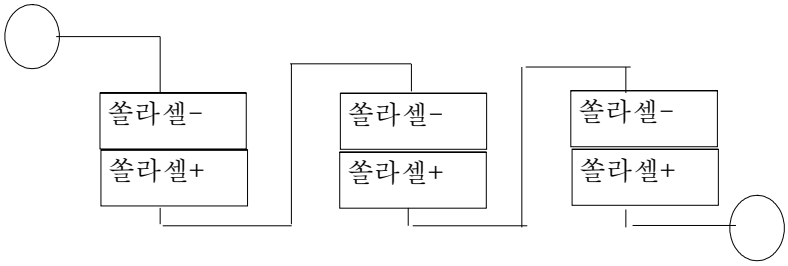
② 쏠더리본을 올려놓고 아래의 그림처럼 자른 후 투명테이프로 잘 붙인다. 이때 꼼꼼히 잘 붙이고 간격을 일정하게 유지하고 가운데 일정한 위치에 솔더 리본을 붙이는 것이 중요한 요령이다. 단. 너무 누르거나 하면 쏠라셀이 부러질 염려가 있으므로 주의한다.

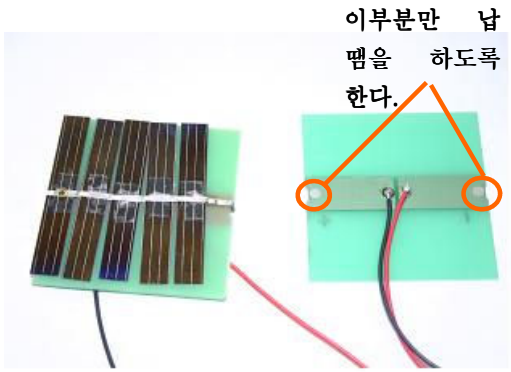


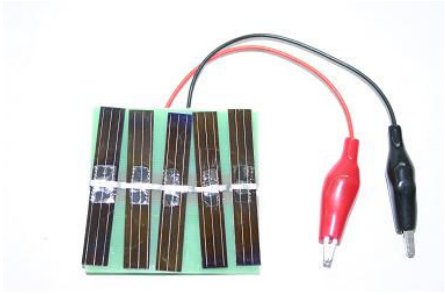


③ 자른 부분을 밑으로 넣고 쏠라셀을 뒤집어 1.5mm 간격으로 나열한 후 같은 방법으로 반대쪽에 쏠더 리본을 붙인다.
④ 쏠더 리본으로 연결된 쏠라셀을 고정판에 살짝 붙인다.
⑤ 양쪽으로 뺀 쏠더 리본과 전선을 +(적색), -(청색)로 구분하여 테이프로 잘 붙인다.




*이때 셀과 셀 사이의 간격을 일정하게 유지하도록 한다.



*솔더 리본의 위치가 셀의 앞면과 뒷면의 가운데 절반쯤의 위치에 일정하게 놓이도록 한다.

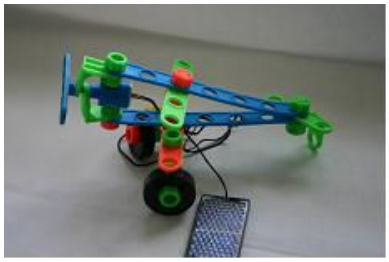
【 활동2 】 만들어진 쏠라쎌에 소형모터와 바람개비를 연결한 후 햇빛을 비추어 보자. 어떻게 되는가? 햇빛을 책으로 가렸다 치웠다를 반복하며 꼬마전구의 변화를 관찰하자.
이때, 햇볕이 잘 드는 운동장에 나가서 실험을 하거나 200W 전구를 이용하여 강한 빛을 쏠라쎌 표면에 비춰주어야 한다. 또 모터, 부저등을 연결하여 작동시켜보자.

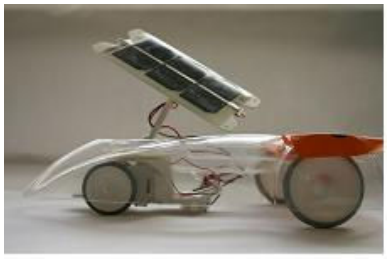
| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 태양을 잡아라2-솔라장난감

**※아래의 활동을 모둠별로 돌아가면서 수행하도록 하자. 시간이 부족할 경우 1,2중 하나를 선택하고 3을 하도록 하자.**

**【 활동3 】 블록을 원하는 모양으로 조립한 후 솔라셀을 이용하여 간단한 작동을 하여 보자. 운동장에 나가서 햇볕을 쪼이면서 하도록 한다.**





**【 활동4 】 솔라카를 조립한 후 운동장에서 모둠별 경주대회를 해 보자. (단, 이때 흙바닥 보다는 시멘트등의 바닥에서 하도록 하자)**

**【 활동5 】 솔라셀을 이용한 장난감을 설계해 보도록 하자.**

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 미래의 자동차 – 연료전지

물은 수소와 산소라는 기체로 이루어져 있습니다. 이 물에 일정한 전기를 흘려보내 분해하면 산소와 수소를 얻을 수 있습니다.

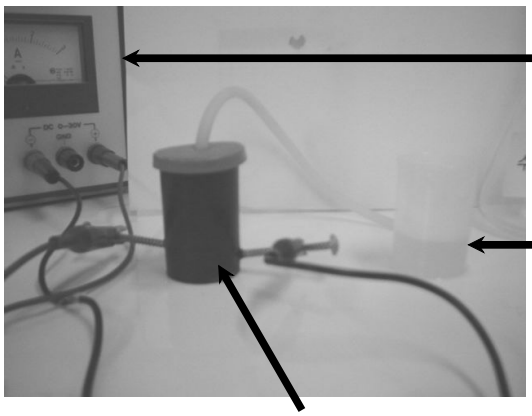
연료전지는 물을 전기분해하는 반응을 거꾸로 진행시켜 수소와 산소로부터 전기와 물을 만들어 내는 것이죠. 연료전지는 일반 전지(예, 건전지, 축전지 등)와 달리 수소와 산소가 주어지는 한 계속 전기를 생산할 수 있습니다. 그러나 아직까지 해결되지 못한 부분이 많이 남아 있습니다. 여러분들이 보다 많이 배워서 수소를 쉽게 또 값싸게 모을 수 있을 방법과 쉽게 이용할 수 있는 새로운 방법을 찾는데 힘을 써야 할 것입니다.

활동 1 **물을 전기분해 하여 봅시다.**

**1. 아래 사진과 같이 장치하여 봅시다.**

**준비물**

·송곳· 나사못 2개· 5mm 고무관10cm· 약수저·집게 전선2개 ·5% 수산화나트륨 용액 20mL·필름통 2개 비눗물·접시·라벨 · 보안경(개인별) ·1회용 장갑·전원 장치(건전지9v )



건전지나 전원장치를 연결한다.

퐁퐁을 푼 물을 필름통에넣고 고무관을 연결한다.

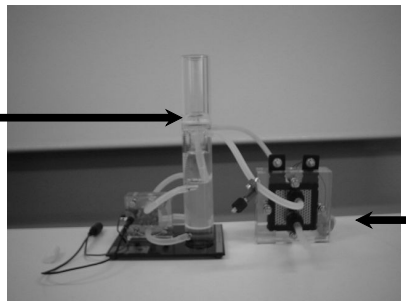
나사못 두개를 필름통 양쪽에 가능한 가까이 꽂는다.

**2. 건전지를 연결한 후 퐁퐁 물이 든 필름 통에서 어떤 변화가 생기나요?**

**3. 퐁퐁 에서 생긴 거품을 약수저로 떠서 실험장치로부터 떨어진 후 손을 멀리 뻗어 불을 붙여 봅시다. 어떤 현상이 일어나나요? 또 그 까닭은 무엇일까요?**

## 활동 2 연료전지 조립 분해 작동 해 보기

물의 전기분해를 통해 수소를 발생하는 장치

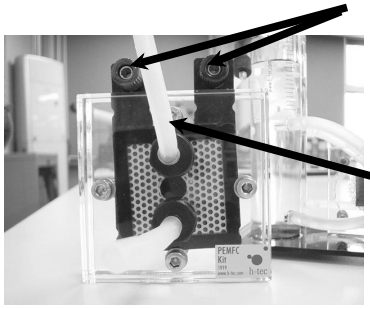


연료전지

**1.분해 된 연료전지를 관찰해 봅시다. 안에 무엇이 있습니까?**

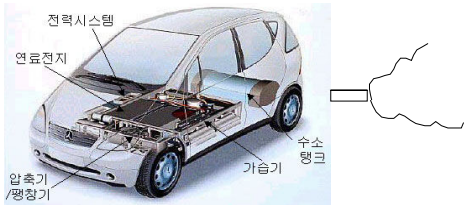
**2.조립된 연료전지에 수소를 넣고 전기로 움직일 수 있는 물체를 연결하여봅시다.**

빨간색(+),검은색(-) 극에 움직이는 물체를 연결하여본다



연료전지의 한쪽 관에 수소를 넣고 또 다른 쪽 관에는 산소(혹은 일반 공기)를 넣는다.

**탐구 1** 현대 자동차에서 연료전지로 가는 자동차를 개발하여 캘리포니아에서 열리는 자동차 대회에서 우승을 한 적이 있습니다. 이 자동차의 배기가스 배출구 에서는 무엇이 나올까요? 일반 휘발유로 가는 자동차와 비교하여 그림에 적어봅시다. 연료전지를 사용하는 자동차의 좋은 점은 무엇인가요?




연료전지자동차

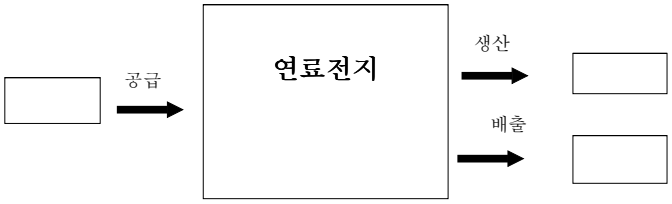
휘발유 자동차

탐구 2 숲속태양에너지과학캠프에서 만든 연료전지 자동차를 타고 목적지까지 가려고 합니다. 이 연료전지 자동차의 목적지는 어디일까요? 아래 표를 참고하세요!(단, 연료전지 자동차와 관련이 있는 길로만 갈 수 있습니다.)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 메탄올 | 산소 | 전기 | 경유 |
| 전기 | 휘발유 | 물 | 대기오염물질 |
| 스모그 | 물 | 산소 | 산소 |
| 배기가스 | 수소 | 이산화탄소 | 지구온난화 |
| | | | |
| 서울 | 청주 | 광주 | 부산 |

탐구 3 공해 없는 자동차, 비싼 휘발유를 사용하지 않는 자동차

지금 세계의 유명한 자동차 회사인 포드, 토요타, 제네럴 모터스, 현대 등에서는 이러한 자동차 개발에 많은 힘을 기울이고 있으며 수소 자동차, 전기자동차, 연료전지 자동차등을 개발하여 판매하고 있습니다. 아래 그림은 연료전지 자동차에서 전기를 만들어 내는 과정을 나타낸 것입니다. 빈칸에 알맞은 말을 써 넣어 보세요.



NO: 학년 반 번호 이름

# 손발전기

**【 활동1 】손발전기를 작동하여 보고 발전기의 원리를 체험하여 봅시다**

1. 손발전기에서 건전지를 넣는 곳이나 전기코드가 있는지 확인해 봅시다.

2. 손잡이를 빠르게 여러 번 돌리면서 전등의 밝기가 어떻게 변하는지 관찰하여 봅시다. 밝기는 어떻게 변하는가요? 또 전류 측정기의 수치를 읽어보세요.

| **발전기 돌리기** | **천천히 돌려요(5초에 1바퀴)** | **조금 빠르게 돌려요 (3초에 1바퀴)** | **힘껏 돌려요 (1초에 1바퀴)** |
|---|---|---|---|
| 전등의 밝기 | | | |
| 전류 측정 | | | |

3. 손 발전기 전등의 내부를 살펴보고 보고 간단하게 그림을 그려봅시다.

4. 손발전기는 어떻게 해서 건전지가 없이도 불이 들어오는 것일까요?

5. 우리 주변에서 건전지나 전기코드 대신 손발전기로 바꾸어 이용할 수 있는 것을 찾아봅시다.

## 5. 교사용 자료

1) 실험시 주의 사항 :

①쏠라셀이 깨지지 않도록 주의한다.

②햇빛이 약할 경우 200W 전구나 할로겐 램프로 대신 하도록 한다.

③쏠더 리본을 셀표면에 붙일 때 납땜을 하는 것이 가장 효과적이나 현실적으로 실험실용 납땜으로는 잘 붙지 않는 어려움이 있고 고가의 셀을 일회사용할 수 밖에 없다는 한계가 있으므로 스카치테이프를 이용하여 붙이도록 한다.

④실험이 끝난 후 스카치 테이프를 잘 떼어서 재료들은 분리보관하면 여러반이 반복적으로 사용할 수 있다. 이 겨우에도 셀이 부러지지 않도록 주의하자.

2) 이용가능한 예

① 움직이는 장난감을 만들어 쏠라셀을 동력으로 사용할 수 있다. 이 때 장남감은 가능한 가벼운 재질의 것으로 한다. 골판지나 우드락을 이용하여 모터를 장착한 자동차를 만들 수 있다. 대전의 에너지기술연구소에서는 학생 쏠라셀 경주대회를 열고 있다. 이 경우에 쎌을 어느 부분에 어떻게 얻는가에 따라 자동차의 속력이 달라지므로 채점기준으로 삼을 수 있다.

② 수입제품으로 일부 업체에서는 조립용 장난감과 쏠라셀을 세트로 판매하는 경우도 있다. 기성의 제품을 만들어 수업 도입에 활용할  수 있다.

③ 과학상자와 같은 원리의 플라스틱 조립 장난감으로 보다 다양한 제품을 만들어 볼 수 있다.

④쏠라셀 구입처 : 상원인터내셔날 031-908-0272-3

샘플전자 서울시 용산구 신계동 43-22 원효전자 상가 5동(제신빌딩) 301호

TEL: (02) 707 - 3882 / 3889

FAX: (02) 707 - 3884

Email: info@sample.co.k

일본에서 제작된 쏠라셀 자동차 조립제품이 있다

⑤ 쏠라셀 교육용 키트 구입 가능

http://www.sunwind.ca/index.html#SunWind Kits

⑥ 햇빛에는 포톤(Photon)이 있는데, 이것이 반도체(반도체에는 1개의 원자와 3~5개의 전자가 있음)안에 있는 원자를 흡수해 버립니다. 그러면 전자(자유전자)만이 남게 되는데 이 전자가 원자를 찾아 흐르는 동안에 발생하는 것이 전류입니다.

3) 쏠라셀의 원리

쏠라셀은 실리콘 반도체로 되어있고 두겹의 실리콘 반도체판을 붙여서 만듭니다. 햇빛이 닿는 판을 네가티브(Negative:-)라고 하며 뒷면을 포지티브(Positive:+)라 합니다. 즉 자유전자가 네가티브에서 포지티브로 원자를 찾아 흐르는 것을 잡아 우리가 필요로 하는 전기를 얻어내는 것입니다.

쏠라셀의 크기는 10cm × 10cm이며. 0.47VDC(약0.5볼트)의 전압과 3암페어의 전류를 얻어냅니다. 즉 1.5와트(Watt)의 전기판 이라고 해도 과언이 아닙니다.

쏠라셀의 전압 = 0.47볼트(≒약0.5볼트)

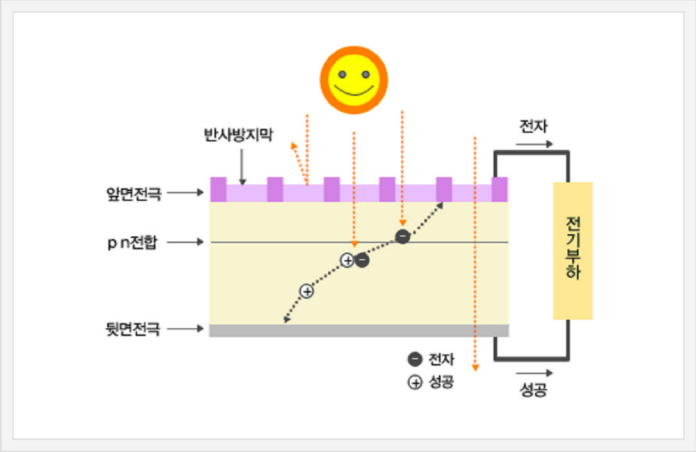
쏠라셀의 전류 = 3암페아

전기(와트) = 전압 × 전류 = 0.47V × 3A ≒ 1.5와트(W)

쏠라셀을 ½로 자르면 전류는 ½(1.5암페어)로 줄어듭니다. ¼로 자르면 전류도 ¼(0.75암페어)로 줍니다. 그러나, 전압은 변화가 없이 그대로 0.47볼트입니다. 따라서 우리가 1.5볼트의 전압을 얻으려면 쏠라셀 3개를 직렬 연결하면 0.47V + 0.47V + 0.47V ≒ 약1.5볼트(V)가 되는 것입니다. 만약 3볼트(V)를 원한다면 쏠라셀을 6개 직렬 연결하면 됩니다.

4) 태양광발전

태양광발전은 깨끗하고 무한한 태양에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 광전지는 주로 얇은 규소 결정판의 한쪽 면에 극미량의 인을 반대로 규소판의 다른 한 면에는 붕소를 입힌다. 이 반도체 접합으로 구성된 태양 전지(solar cell)에 태양광이 조사되면 규소의 자유전자가 양전하를 띤 n-면으로 이동하고 상대적으로 p-면 경계에 전자 부족 상태가 양으로 하전 되는 결과를 갖는다. 따라서 두 면을 전자를 통과시켜주는 금속으로 연결 시 n층과 p층을 가로질러 전류가 흐르게 되는 광기전력 효과(photovoltaic effect)에 의해 기전력이 발생하여 전기에너지가 발생하게 된다.




1) 원리

이러한 태양 전지는 하나의 발전량이 1.5 와트 밖에 되지 않아 전기용품에 이용되기에 불충분한 면이 있어 필요한 단위 용량으로 연결하여 광전지를 보호할 수 있도록 투명한 합성수지로 싸서 유리판 사이에 넣은 형태의 태양전지 모듈(solar cell module)로 만들어 이용될 수 있다. 그러나 태양전지는 모듈 속에서 광전지의 효율은 약간 떨어져서 태양빛을 받으면 에너지의 10-15%를 전기로 변환하고 태양광 발전기는 대체로 이러한 모듈이 여러 개 합쳐져서 이루어진다.

## 6. 수업 사진

손발전기 작동 그림

연료전지 실험 1

연료전지 실험2

## 7. 수업후기

1) 학생들은 수업을 하면서 학교 교육 과정속에서 접해 보지 못한 다양한 재생가능에너지를 접하게 된다. 매우 신기하고 재미있어 한다. 그러나 이 수업은 단지 신기하고 재미있는 과학수업이 아니라 에너지문제에 대한 인식을 높이는 과정이 되어야 한다. 따라서 수업의 정리 과정에서 에너지 문제의 대안 중 하나가 재생가능에너지의 사용을 넓히는 것이며 그러기 위해 우리가 이 수업을 하는 것임을 환기시키는 과정이 꼭 필요하다.

2) 솔라셀이나 연료 전지등은 구입처가 다양하지 않고 또 그 가격 또한 비싸다. 따라서 현실적으로 학교 현장에서 손쉽게 사용하기 쉽지 않은 구조이다. 중학교 고등학교

초등학교 캠프등을 위해 수업을 하면서 이 교재들을 서로 빌려가며 사용하였다. 학교 단위에서도 이런 실험교재를 분담하여 공동구매하고 서로 대여해주는 시스템의 정착이 필요하다. 이런 실험재료의 대여를 에너지대안센터와 같은 NGO에서 맡아서 하도록 추동할 필요가 있으며, 또한 에너지 대안센터가 이러한 실험재료를 다량 구비하기 위해서는 각종 단체의 재정적 지원이 필요하다고 본다. 일종의 교육재료 네트워크를 구성해야할 필요가 있다.

3) 본 실험의 확산을 위해서는 교사연수가 필요하다. 일선학교 현장에서 이러한 형태의 에너지수업이 정착되고 확산되기 위해서는 무엇보다도 교사 연수가 필요하며, 이를 위한 여러 단체의 교사연수지원이 확보되어야 한다.

## 8. 자료 개발 과정

특히 이 단원은 준비 과정에 많은 어려움이 있었다. 이런 류의 교육이 국내 에서는 거의 전무한 상황 이였다. 따라서 학교에서 쉽고 값싸게 구입할 수 있는 교육용 재료를 구입하는데 중점을 두었고 그 과정에 쉽지 않았다. 이 과정에서 에너지관련 국내 NGO인 에너지대안센터와 함께 자료를 찾고 모듈을 만드는데 고민을 진행했으며, 부분적으로 에너지대안센터의 교육프로그램을 구안하고 실시하는데 함께 하게 되었다. 이러한 연구과정에서 재생 가능 에너지 중 현재 국내에서 실험자료로 비교적 손쉽게 구입 가능한 모듈형 실험세트의 시장조사를 하여 태양광전지 조립모듈을 공급하는 업체 몇 군데를 조사하였음. 조사과정중 독일에서 판매하는 연료전지모듈을 수입 판매하는 대행사를 발견하였다.

( Fuel cell Mart 서울특별시  강남구 대치동 890-49번지 선릉역 대우아이빌 309호 (135-839)  TEL : 02-565-2926,02-565-2925  FAX : 02-565-2924)

또한 태양광전지 조립은 연구자가 에너지대안센터와 에너지관리공단과의 연구물(본회의 회원들의 연구)에서 선행 연구한 자료를 바탕으로 보다 쉽게 학교에서 여러번 이용할 수 있도록 납땜이 아닌 스카치테이프를 이용하여 조립하는 방법으로 개선하였다. 또한 태양광을 이용한 장난감 블록과 시판되고 있는 태양광자동차를 함께 수업에 적용하여 내용을 다양화를 꾀했음. 학생들과 실제 수업에 적용하여 본 후 수정보완작업을 하였다.

환경운동연합에서 제작 시판을 시작한 손발전기 랜턴이나 라디오등은 현재 다양한 상품으로 판매되고 있음. 본 상품을 이용하여 발전기의 원리와 인력을 이용한 발전기 체험등의 자료를 개발하였다.

# 2. 에너지의 대안을 찾아서(2)

## 1. 주제선정의 이유

에너지의 대안을 찾아서2 는 에너지의 대안을 찾아서1 과는 달리 실제 구현되고 있는 재생가능에너지의 사례를 접해보는 것에 중심을 두고 있다. 이러한 사례체험은 재생가능에너지가 우리 사회에 어떤 모습으로 정착할 수 있을 것인지에 대한 청사진을 그릴 수 있도록 도와줄 것이다. 즉, 환경교육의 중요한 화두로 이야기되는 '지속가능성'(environmental sound sustainable development)을 폐기물이나 에너지 물 등의 순환적 사회 시스템을 적용한 도시의 실제 모습을 통해 이해할 수 있게 하고 이러한 지속가능성은 우리 사회로 적용하는 확산적 사고를 가능하게 할 것이다.

## 2. 수업의 목표

- 꾸리찌바의 지속가능성을 도로시스템과 그린교환을 통해 인식한다.
- 독일의 생태공동체의 지속가능성을 위한 시스템을 이해 한다
- 독일 프라이브르크의 에너지정책의 특징을 이해하고, 우리나라의 에너지정책과 비교해 본다.
- 학교, 마을등을 지속가능하게 재설계해 본다
- 시민발전소의 취지를 이해한다.

## 3. 수업의 흐름

1차시 : 꾸리찌바 비디오 시청 및 활동지 작성 → 독일 사례 비디오 시청 및 활동지 작성

비디오 시청수업과 관련한 많은 노하우들이 학교현장에 있을 것이다. 비디오에서 나오는 내요을 질문 형태로 정리한 것, 비디오에서 나오는 내용을 여러 컷이나 한 컷짜리 만화로 정리하기, 비디오의 내용을 O,X 퀴즈로 풀어 보는 방법 등. 여기에서 작성한 활동지를 그대로 이용하는 것 보다는 수업상황에 맞게 다양한 방법을 채택하는 것이 필요하다. 그리고 꼭 수업에 앞서 교사가 먼저 꼭 시청을 한 후 학생의 수준에 맞는 방법을 채택하는 것이 바람직 할 것이다.

또한 꾸리찌바(MBC 환경스페셜)의 비디오의 경우 교통시스템과 녹색교환으로 크게 구분되어 진다. 독일의 사례는 여러편이 있으나 그 중 태양의 도시 프라이브르크를 사용하였다.

이 비디오는 한 차시 분량으로 하기 위해서는 편집을 하여야 한다. 본 수업연구에서도 편집된 비디오를 사용하였으며, 비디오 시청 도중 교사가 구체적인 부연설명을 부분적으로 하였다. 한 차시 분량에 맞게 편집한 비디오자료는 자료로 실었다.

2차시 : 라다크의 오래된 미래 비디오 시청 및 활동지 작성(이미지화)

네팔옆의 부탄이라는 조그만 나라에 라다크라는 작은 농촌마을이 있다. 이 농촌마을이 개방화되어 가면서 과거 전통적인 농업 사회 속에서의 공동체가 해체되어 나가면 파생되는 문제점을 잔잔히 그려내고 있다. 여러 영역의 환경 수업중 가장 기본이 되고 중요시 되어야 할 것이 바로 환경윤리수업이다. 이는 환경교육의 최종목표가 행동과 태도의 변화라고 했을 때 이것을 규정하는 것은 각자의 철학이다. 또한 이러한 철학은 환경윤리관련 수업을 통해 근본적으로 문제 제기되고 갈등되며 정착되어 가는 것이다. 이 비디오의 내용은 그런 의미에서 구체적인 라다크라는 사례를 통해 환경윤리 교육을 행하게 되는 것이다. 약간의 지루하고 어려운 점이 없지는 않지만 아이들에게 비디오 시청 후 그것을 통해 받은 느낌을 이미지화시키는 과정을 통해 잔잔한 문제제기를 학생들이 어떻게 수용하고 있는지를 볼 수 있다.

3차시 : 학교, 마을 등을 지속가능성을 주제로 하여 재설계해본다.

앞선 차시인 “세 도시 이야기”를 통해 생태적으로 순환적인 시스템을 도입한 실재사회의 모습을 경험하였고, 지속가능성을 위해서 지켜져야 할 원칙들과 그것들이 구현된 모습을 간접 경험하였다. 앞선 차시의 이야기를 상기시키기 위해 앞서 작성한 활동지를 다시 한번 살펴보게 하고 우리 학교나 우리 마을을 중심을(학생들이 다양하게 선택할 수 있도록 한다. 예를 들어 적은 범위로는 교실이나 학교 넓은 범위로는 동네나 시도 등)이러한 순환적 시스템을 창의적으로 고안해 보도록 한다.

실제 이 수업에서는 학생들이 앞선 수업에도 불구하고 명확하게 개념을 정립하지 못한 경우가 많다. 그래서 다양한 결과물이 나오기 보다는 상징적인 화장실 문제나 태양광 전지 판넬과 같은 내용만을 겉핥기 식으로 작성하는 경향을 보인다. 따라서 내용을 확대하기 보다는 구체적인 장소를 중심으로 재설계 해 보도록 하는 것이 좋다.

4차시 : 시민발전소 신문기사 읽기 → 시민발전소 의 취지를 이해하고 회사의 선전 문구 및 로고 작성해 보기

도시의 순환시스템의 내용 중 중요한 부분인 에너지 문제를 선도적으로 해결해 가고 있는 시민발전소를 소개하고 이해하도록 한다.

이야기를 비디오로 접하여, 지속가능성에 대한 각자의 생각을 정리한 후 두 번째로 각자의 생활공간을 renovation해 봄으로써 에너지절약을 넘어선 자연친화적 에너지의 사용과 관련한 인식을 하고 세 번째로 한국에서 선진적으로 이루어지고 있는 시민발전소에 대한 소개와 함께 로고, 광고 문안작성의 활동을 하도록 하여 우리의 주변에서 이루어지고 있는 사례의 체험을 중점으로 설정하였다.

## 4. 수업자료

*에너지와 환경* *2.에너지 대안2*

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 지속 가능한 사회-세 도시 이야기-

**※ 1992년 리우 환경회의에서 환경적으로 지속 가능한 개발(ESSD)의 필요성을 인식하고 그것을 위한 노력을 합의하였다. 앞으로 세 도시의 이야기를 들을 것이다. 이 세도시를 지속 가능한 사회 라는 관점에서 살펴보고 지속 가능한 사회가 되기 위한 조건들을 생각하고 또 실천할 수 있도록 하자.**

**영상1 초록빛 상상으로 만든 환경도시 꾸리찌바(EBS 하나 뿐인 지구)을 보고 아래의 질문에 답하시오.**

**1. 꾸리찌바의 교통체계(도로망)의 특징을 서술하여라.**

2. 꾸리찌바의 쓰레기처리과정의 특징을 서술하여라.

**영상2 베를린은 지금 녹색 혁명중 (KBS 환경스페셜)를 보고 아래의 질문에 답하시오.**

**1. 녹색공동체에서 지속가능성을 위한 것에는 어떤 시스템이 있는지 적어보자.**

**2 독일의 프라이부르크를 환경수도 또는 태양의 도시라고 부른다. 그렇게 불려지게된 중요한 원인을 몇가지 적어보자. 또 부안 사태와 관련하여 우리나라의 에너지 정책의 특징을 독일의 것과 비교하여 서술하고 자신이 생각하는 바람직한 에너지정책을 써보자.**

탐구3 라다크 오래된 미래

라다크는 인도 인근 접경지역의 작은 국가이다. 전통적인 농업사회의 이어오며 살아오던 이들에게 개방의 물결이 밀어닥치고 있다. 손으로 빨래를 하던 때와 세탁기를 사용하게 된 지금의 이들의 차이점은 무엇일까? 이 영상물을 보고 얻는 교훈이나 메시지를 그림으로 나타내어 보자. 원한다면 여러 컷 짜리의 만화도 좋다. 꼭 꼭 그림아래에 본인의 멋있는 사인을 넣을 것

# 00학교 renovation

우리는 앞서 꾸리 찌바와 독일 그리고 라다크 세도시의 이야기를 통해 재생 가능한 사회에 대한 생각을 해 볼 수 있었다. 꾸리찌바의 성공을 영상에서는 초록빛 상상력의 힘이라고 표현하였다. 여러분이 가지고 있는 초록빛 상상력은 어떤 것인가? 여러분의 초록빛 상상력으로 지속 가능한 사회를 위해 필요하다고 생각하는 원칙과 방법에 입각하여 경동 고등 학교를 다시 꾸며보자(renovation)

예를 들어 에너지를 얻는 방식에서부터 폐기물(일반 쓰레기와 오물을 포함)처리 방식, 건축소재의 친환경성, 주변 환경과의 조화 그리고 그 속에서 사는 사람들의 정서적 차원을 모두 고려하여 고쳐보도록 한다. 아래의 박스 안에 대강의 평면도를 그리고 각각의 특징적인 아이디어를 설명하도록 한다.

**탐구4 : oo학교를 다시 꾸며보자. renovation의 원칙은 친 환경적이여야 한다. 보통 친환경적 살림을 목표로 하는 생태마을의 경우 아래의 원칙을 준수한다. 참고하여 보자.**

(1)물질순환

·생활용수: 절수형수도꼭지, 절수형 변기는 기본

**·생활오폐수 : 자연정화를 원칙으로, 공동연못으로 수집하여 모래, 자갈등의 정화과정을 거쳐 내보내도록 한다.**

**·빗물의 활용 : 옥상에 우수관설치(경사가 있는 지붕이면 처마를 활용해도 됨)수집한 우수는 텃밭이나 경작지 농수, 생활용수로 사용**

**·투수성 포장(길) : 빗물이 잘 스며들 수 있도록 마당은 풀밭이나 야생화로, 마을길은 비포장이나 깬자갈, 구멍블럭을 사용한다. 포장이 꼭 필요한 곳에는 빗물을 통과시킬 수 있는 아스팔트, 콘크리트로 포장 활용한다.**

(2)에너지

**·절전형가전제품;에너지 효율 1등급 제품으로**

·녹색조명사용: 효율이 높은 형광등으로 교체

**·주택 단열; 단열이 잘 된 경우 50%의 에너지를 줄일 수 있다.우리학교의 창문틀은 어떤가?**

**·재생가능에너지 발전시스템: 소형이라도 재생가능에너지 발전시스템을 설치하도록 해보면? 풍력, 태양열난방온수시스템,소수력,바이오매스**

(3)폐기물

**·감량,재사용,재활용,자원화,생태적 건축재료의 이용**

(4)기타

**·학교담 ; 허물고 키작은 나무들로 대신하면, 아니면 둘러가면서 텃밭을 만드는 것은**

어떨까?

·학교교문 : 꼭 철제로 만들어 많은 에너지를 낭비해야 할까?

·변소: 자연 발효식을 시도해 보면?

·운동장은? 다양한 생물종 다양성이 있는 연못도 하나?

§ renovation의 가장 중요한 특징을 중심으로 간단한 그림과 설명덧붙이기

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 라다크 오래된 미래

탐구 : **라다크는 인도 인근 접경지역의 작은 국가이다. 전통적인 농업사회의 이어오며 살아오던 이들에게 개방의 물결이 밀어 닥치고 있다. 과연 손으로 빨래를 하던 때와 세탁기를 사용하게 된 지금의 이들의 차이점은 무엇일가? 이 영상물을 보고 얻는 교훈 이나 메시지를 그림으로 나타내어 보자. 원한다면 여러 컷 짜리의 만화도 좋다. 꼭 꼭 그림아래에 본인의 멋있는 사인을 넣을 것**

NO: 학년 반 번호 이름

# 주식투자 이렇게 하자 ⟶ 시민 발전소 주주가 됩시다

## 국내 최초 시민태양발전소 준공

"이제는 우리도 민간 출자금으로 태양광 발전소를만들어 전력을 판매하겠습니다" 지금까지 홍보나 교육 차원에서 정부의 보조나 지원 아래 건설된 태양광발전소와는 달리 시민들이 회비로 낸 순수 민간 출자금에 의한 발전소가 건립됐다.

12일 환경운동연합 산하 에너지대안센터는 서울 종로구 부암동에 3㎾급의 시민 태양발전소를 만들어 오는 14일 오전 준공식을 갖는다고 밝혔다.

이 발전소는 해를 따라 움직이는 태양 추적형으로 발전효율이 높다.
2천700만원의 회비를 투자해 발전소를 세운 에너지대안센터는 정부로부터 발전사업자 허가를 받는 즉시 ㎾h당 716원을 받고 전력회사에 전기를 판매할 계획이다.

일본이나 유럽쪽에서는 주민들이 공동출자 방식으로 풍력.태양광.수력 발전소를 세워 전기를 생산.판매해 10여년에 걸쳐 투자금을 회수하는 시민발전소 운동이 활발하다.
작년까지만 해도 소(小)수력 발전소에 한해 전력 판매가 가능했지만 지난해 9월 대체에너지 개발 촉진법이 개정됨에 따라 풍력과 태양광도 가능해졌다.

에너지대안센터의 이필렬 대표는 "앞으로 수도권에 4~5기의 시민발전소를 더 세울 계획이며 환경단체와 지역주민들도 시민발전소 건설 운동에 본격적으로 참여할것으로 보인다"고 말했다

2003년 5월 22일
경기도 안성시 일죽면에 준공한
2호 시민 태양발전소

2003년 5월 14일
서울 종로구 부암동 나무학교에 준공한
1호 시민 태양발전소

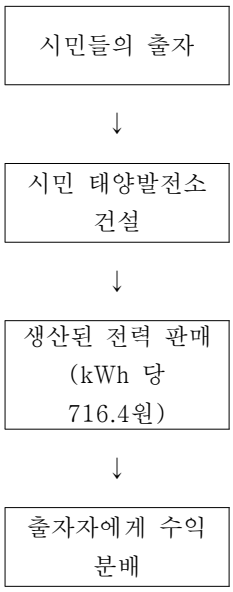
※ 시민발전소는 재생가능에너지의 확대를 원하는 시민들의 자발적 참여에 의해서 만들어진 회사이다. 당신이 이 시민발전소에 참여한 주주라고 가정하고, 시민발전소를 정착 및 발전을 위해 시민발전소의 이름과 로고를 만들고, 참여를 확대하기 위해 광고문안을 작성하고 경영을 위해 몇가지 아이디어를 제공하여야 한다. 즉, 시민발전소 정착을 위한 사업계획서를 작성해야 한다. 아래의 자료를 참고하도록 하자.

**자료1** 부암동 시민 태양발전소 소개

시민 태양발전소는 시민들의 자발적인 참여를 바탕으로, 지속가능하고 환경친화적인 햇빛을 이용해 전기를 생산·판매하는 방식의 재생가능에너지 발전소입니다.

시민 태양발전소에서 생산된 전력은, 2002년 5월부터 시행되고 있는 『대체에너지이용 발전전력의 기준가격 지침』에 의거 kWh 당 716.4원에 정부에 판매합니다. (정부에서 공급하는 전력은 kWh 당 70~80원 수준입니다.)

여기서 만들어진 수익은 연 1회 출자자에게 고르게 분배합니다.




**자료2** 태양의 도시 프라이부르크

·정부의 지원 : 태양광을 주로 하는 재생가능에너지의 경우 설치한 건물에서 사용하고 남는 잉여전기를 일반 전기의 가격보다 3배정도 비싼 가격으로 정부가 매입한다.

·10만 태양지붕 : 태양광전지 판넬의 가격은 비싼 편이다. 이러한 설치비를 정부는 70%를 지원해 주고 있으며 이러한 프로그램이 10만 태양지붕 프로그램이다.

·시민들의 그린에너지 사용 : 일반전기료보다 2배정도 비싼 재생가능에너지를 자발적으로 사용하고자 하는 전기소비자들이 전력회사에 사용신청을 하면, 이 요금을 태양광을 육성하는데 사용하고 시민들은 그 댓가로 비싼 전기료를 자발적으로 내고 있다.

**활동** 시민발전소의 의미와 특징을 충분히 살릴 수 있는 회사의 이름과 로고를 작성하여 보자. 또한 작성한 이름과 로고의 의미를 자세히 설명하도록 하자.

| | |
|---|---|
| 시민발전소 이름 | |
| 이름의 의미 | |
| 로고 | |
| | 로고의 의미설명 : |
| 회사경영을 위한 반짝 아이디어 | |

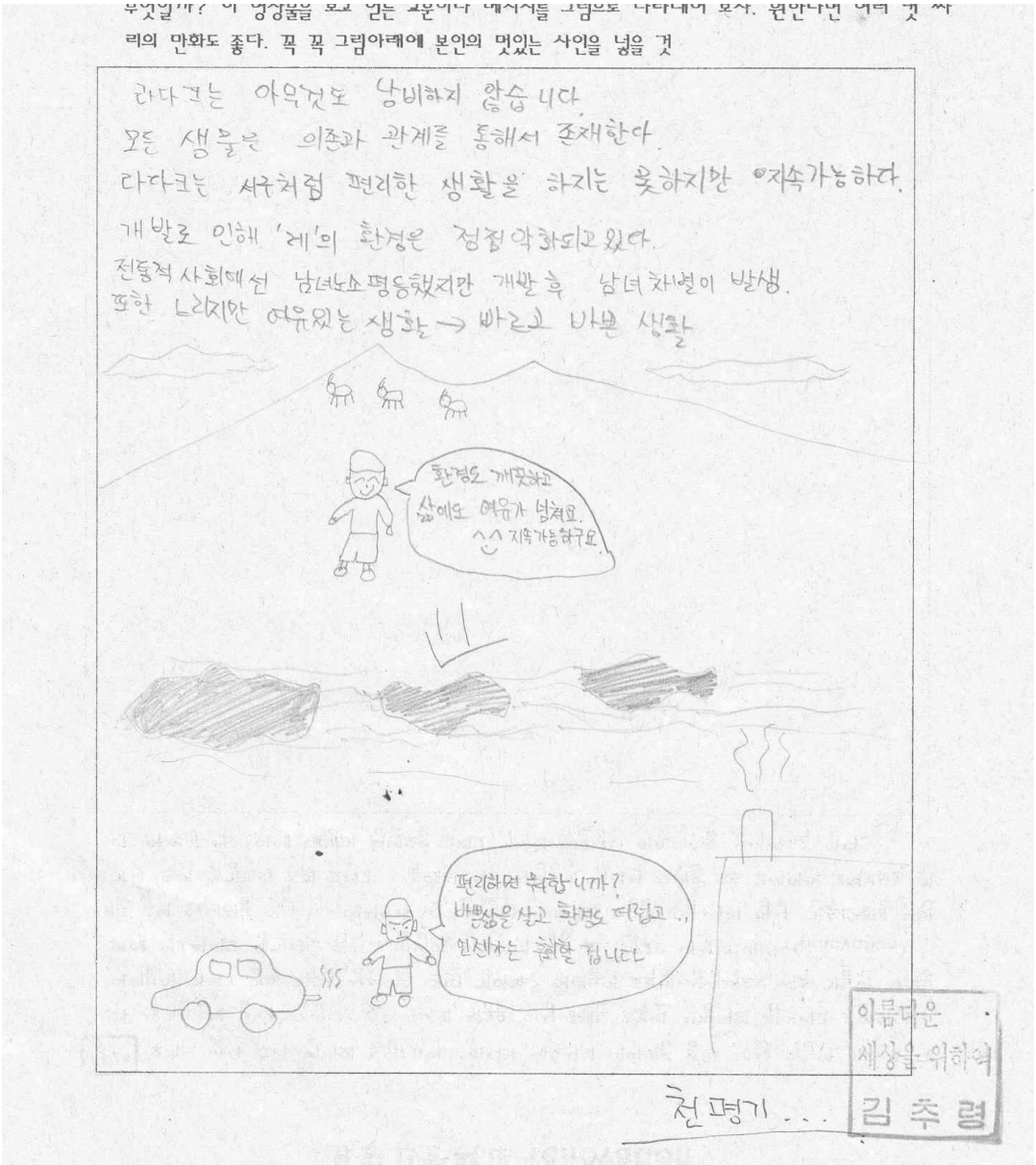
## 5. 교사용 자료

관련 사이트

생태공동체 http://www.community.re.kr/main.aspx

에너지대안센터 http://www.energyvision.org/

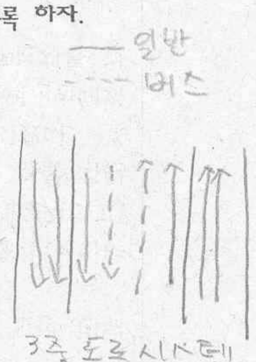
## 6. 학생 수업 결과물



# 지속 가능한 사회-세 도시 이야기-

※ 1992년 리우 환경회의에서 환경적으로 지속가능한 개발(ESSD)의 필요성을 인식하고 그것을 위한 노력을 합의하였다. 앞으로 세 도시의 이야기를 들을 것이다. 이 세도시를 지속가능한 사회 라는 관점에서 살펴보고 지속가능한 사회가 되기 위한 조건들을 생각하고 또 실천할 수 있도록 하자.

**탐구1** 초록빛 상상이 만든 환경도시 꾸리찌바 이야기




1. 꾸리찌바의 교통체계(도로망)의 특징을 서술하여라.

도시사이에 녹지가 있으며 지하철이 없고 버스가 대중교통의중심이다
사회적요금 제도에 따라 한번의 버스요금만 냄
3중도로시스템 체계.

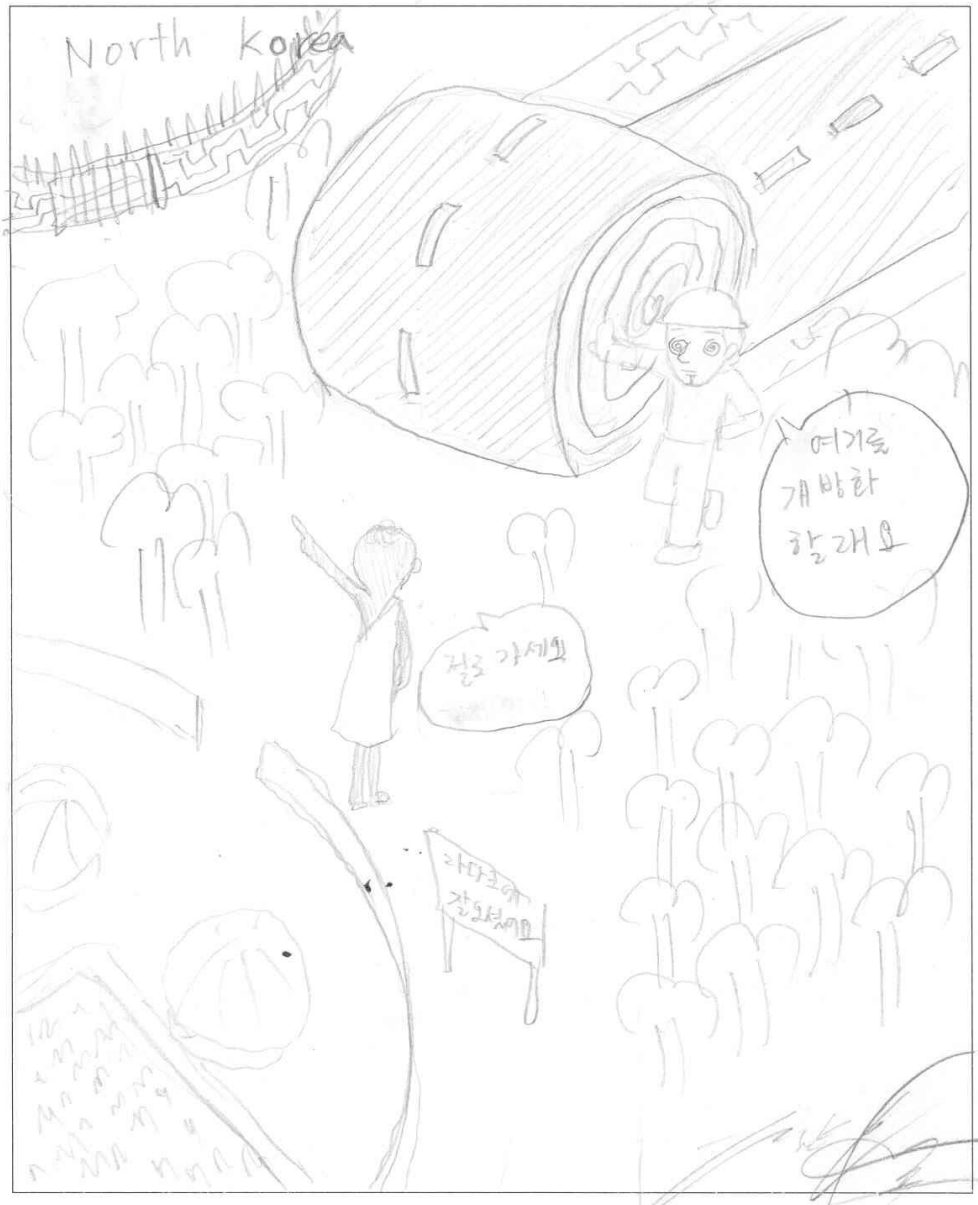
2. 꾸리찌바의 쓰레기처리과정의 특징을 서술하여라.

재활용 쓰레기 4kg을 잉여농산물 1kg와 바꿔주는 '녹색교환'이라는 프로그램이 있다
나무 1그루는 종이 60kg 즉 재활용종이 60kg은 나무 1그루로 재활용하는 것은
나무를 심는 일이라고 생각하는 사람들의 의식.

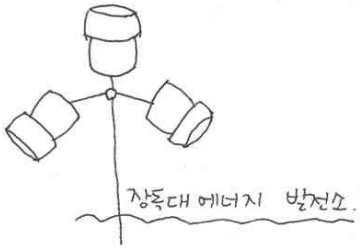
**탐구2** 바람이 주는 선물, 독일 이야기

1. 독일이 재생가능에너지(대체에너지)의 개발에 국가적 차원의 정책배려와 힘을 기울이고 있는 까닭과 또 우리 나라의 부안 사태와 관련한 에너지 정책의 특징을 비교하여 서술하고 자신이 생각하는 에너지정책을 서술하여 보자.

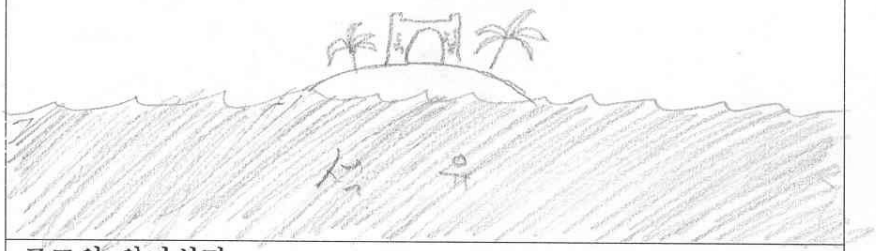
베를린 정부는 티어가르텐 숲을 훼손하지 않기 위해 지하도로를 선택하였다
독일의 생태도시에는 물을 순환시켜 에너지, 산소를 만들고 물을
정화시키며 정화된 물을 화단등에 재활용한다.
프라이부르크라는 도시에는 자동차의 출입이 금지되어있
또한 원자력 E를 반대해 태양 E를 사용하여 공공건물에는
의무적으로 태양 E를 발전기를 설치한다 ~~이러한~~ ~~태양~~ 친환경 전기는 일반전기보다 비싸다. 이같이 독일은 정부의
적극적인 정책과 시민의 의식이 잘 결합되었다.
부안도 독일같이 시민과 정부가 잘 화합해 친환경적인 발전을
해야한다.


North Korea
여기를 개방하 할래요
잘 가세요

**활동** 시민발전소의 의미와 특징을 충분히 살릴 수 있는 회사의 이름과 로고를 작성하여 보자. 또한 작성한 이름과 로고의 의미를 자세히 설명하도록 하자.

| | |
|---|---|
| 시민발전소 이름 | 장독대 에너지 발전소. |
| 이름의 의미 | 시민 발전소라는 이미지. 규모가 작기 때문에 장독대 위에 시설들을 갖추고 발전을 할 수 있을 거라는 이미지를 상징. |
| 로고 |  |
| | **로고의 의미설명 :** 장독대를 상징하는 항아리를 풍력 발전을 상징하는 바람개비와 연결시킴. |
| 회사경영을 위한 반짝 아이디어 | 고추장.된장 판매하여 수익금으로 출자. - 홍보 효과. |

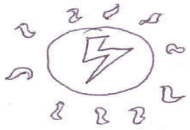
활동 시민발전소의 의미와 특징을 충분히 살릴 수 있는 회사의 이름과 로고를 작성하여 보자. 또한 작성한 이름과 로고의 의미를 자세히 설명하도록 하자.

| | |
|---|---|
| 시민발전소 이름 | 독립 |
| 이름의 의미 | 에너지 독립을 꿈꾼다는 의미 |
| 로고 |  <br>로고의 의미설명 : 새로운 독립국가를 만들어 내겠다는 야망을 표출 |
| 회사경영을 위한 반짝 아이디어 | 섬유를 유엔에 지원하는 군인을 빌려서 인도네시아 안 유인도에 새로운 국가를 건설해서 거기서 자급자족 한다 |

## 탐구3 라다크 오래된 미래

라다크는 인도 인근 접경지역의 작은 국가이다. 전통적인 농업사회의 이어오며 살아오던 이들에게 개방의 물결이 밀어닥치고 있다. 손으로 빨래를 하던 때와 세탁기를 사용하게 된 지금의 이들의 차이점은 무엇일까? 이 영상물을 보고 얻는 교훈이나 메시지를 그림으로 나타내어 보자. 원한다면 여러 컷 짜리의 만화도 좋다. 꼭 꼭 그림아래에 본인의 멋있는 사인을 넣을 것

**활동** 시민발전소의 의미와 특징을 충분히 살릴 수 있는 회사의 이름과 로고를 작성하여 보자. 또한 작성한 이름과 로고의 의미를 자세히 설명하도록 하자.

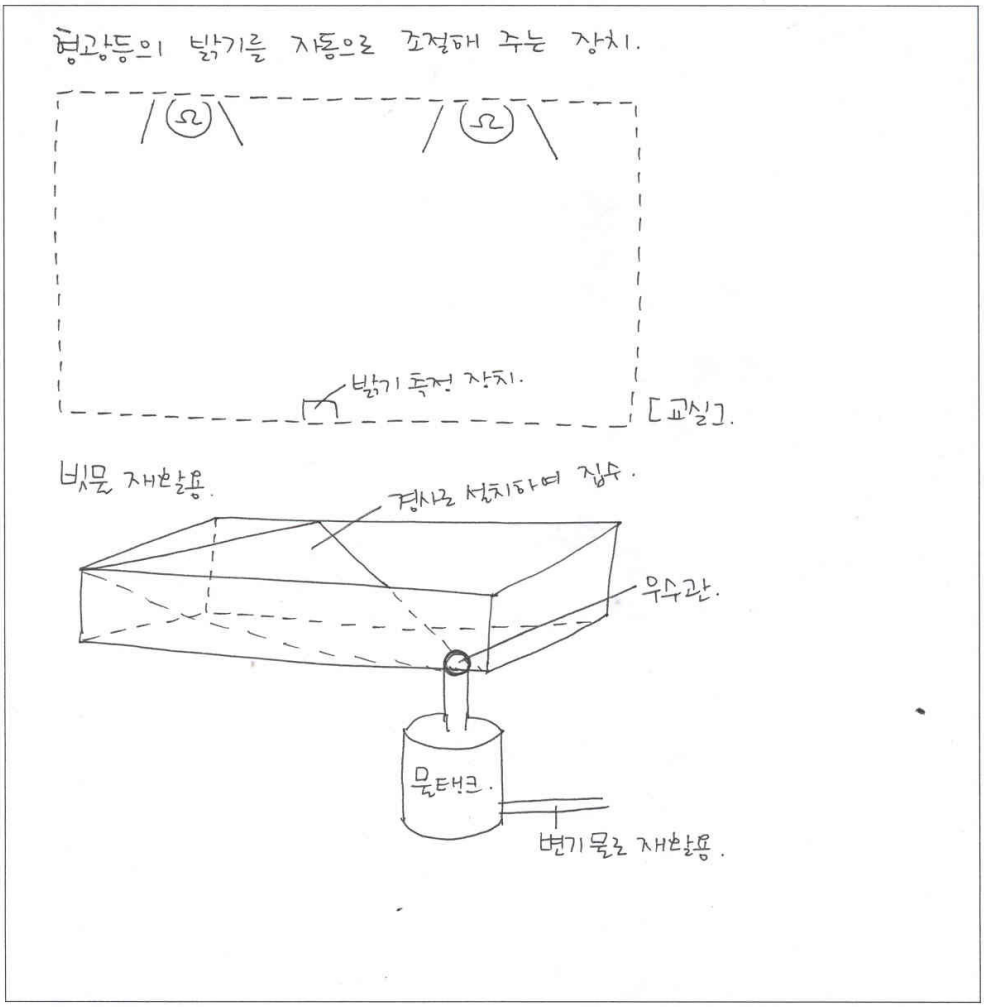
| | |
|---|---|
| 시민발전소 이름 | KSE 발전소. |
| 이름의 의미 | Korea Sun Electric 발전소 : 한국 태양열 발전소<br>태양에너지를 전기 — |
| 로고 |  |
| | 로고의 의미설명 : 태양에너지를 전기에너지로 ——— |
| 회사경영을 위한 반짝 아이디어 | 주식을 이용해서 들어온 돈을 태양 에너지에 투자하고, 그 수익금을 다시 돌려준다.<br>자주 행사를 해서 태양 에너지의 실용성과 필요성을 널리 알리고, 학교에서도 청소년 중에게 견학을 하도록 한다. |

어떨까?

· 학교교문 : 꼭 철제로 만들어 많은 에너지를 낭비해야 할까?

· 변소: 자연 발효식을 시도해 보면?

· 운동장은? 다양한 생물종 다양성이 있는 연못도 하나?




§ renovation의 가장 중요한 특징을 중심으로 간단한 그림과 설명덧붙이기경동고등학교 renovation

어떨까?

· 학교교문 : 꼭 철제로 만들어 많은 에너지를 낭비해야 할까?

· 변소: 자연 발효식을 시도해 보면?

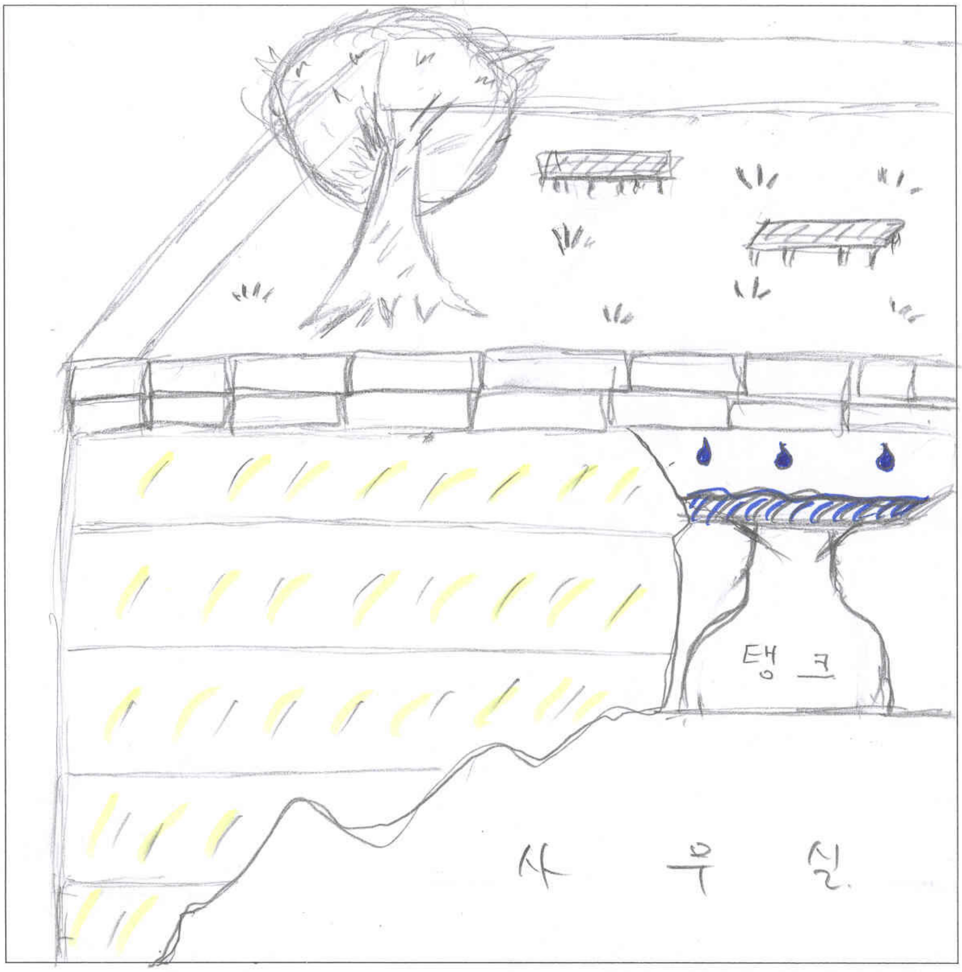
· 운동장은? 다양한 생물종 다양성이 있는 연못도 하나?

§ renovation의 가장 중요한 특징을 중심으로 간단한 그림과 설명덧붙이기경동고등학교 renovation

내가 올때 그 빗물을 받아 정수시설을 갖추어 식수로 사용하고 남은 물은 겐물의 맛을 위해 빌딩 중간에 시냇물 처럼 흘려 보낸후에 밖으로 방류 시킨다.

어떨까?

- 학교교문 : 꼭 철제로 만들어 많은 에너지를 낭비해야 할까?
- 변소: 자연 발효식을 시도해 보면?
- 운동장은? 다양한 생물종 다양성이 있는 연못도 하나?




§ renovation의 가장 중요한 특징을 중심으로 간단한 그림과 설명덧붙이기경동고등학교 renovation

일반 빌딩이 존재 하는 곳은 빌딩만 존재하므로, 자연과 가까이 할수 없으므로 빌딩의 꼭대기에 정원을 만들고, 유리창이 있는 곳은 태양 에너지를 흡수할 수 있는 솔라셀을 붙이고, 꼭대기의 잔디에서 내려온 물은 바로 아래 층에서 물 탱크로 받아 사용한다.

## 7. 수업 후기

주로 영상물을 이용한 수업을 하였다. 영상물이 가지고 있는 매체의 탁월성은 학생들에게 현실감과 총체성을 부여할 수 있다.그러나 또 하나의 단점은 영상물이 스토리의 긴장감을 가지지 못한다거나 분량이 적절하지 못할 때 자칫 내용을 따라가지 못하는 경우가 생긴다. 그래서 영상물을 교사가 사전에 충분히 숙지하고 중간 중간에 부연 설명과 해설을 넣어야 했다. 또한 라다크 오래된 미래의 경우는 환경윤리적으로 접근을 해야하기 때문에 어려운 점이 있었다. 오래된 미래 비디오를 보고 이미지로 나타내도록 한 것은 오히려 이러한 어려움을 극복하는데 도움이 되었다. 이 이미지가 가지고 있는 상징성으로 인해 환경윤리의 철학적 명제를 학생들의 수준에 맞게 소화해 내는데 도움이 되었다. 하지만 토론을 통하여 서로의 생각을 공유하는 시간을 갖지 못한 것은 아쉬움으로 남는다.

우리나라의 교육은 이과와 문과가 완벽하게 분리되어 이과계열을 전공한 교사에게 철학이란 낯설고 생소한 면이 많이 있다. 우리 나라의 학문의 풍토가 가지는 문제점으로 인해 본 수업을 전개하는데 교사로서 한계점을 많이 느끼게 했다.

## 8. 자료 개발 과정

리우환경회의에서 지속가능성이란 주제에 대한 의제를 채택한바 있다. 지속가능한 사회에 대한 인식을 위해 모델을 찾아 보았다. 꾸리찌바의 삼중도로시스템과 녹색교환, 독일의 생태공동체, 태양의 도시 프라이부르크의 10만지붕 프로그램등의 영상물을 조사하였고, 또한 이와는 다른 차원에서 지속가능성에 대한 문제제기가 가능한 영상물을 함께 제시하기로 하였다. 이것을 위해서는 출판되어 알려진 헬레나의 라다크 오래된 미래를 내용으로 한 영상물을 조사하여 발견하였다. 이 세 개의 도시를 안내지와 함께 시청하고 주변공간을 다시 설계해 보도록 하였다. 처음에는 가장 친근한 공간이 학교라고 합의 학교를 renovation하도록 하였으나 수업처치과정을 피드백을 통하여 각각의 학생들이 원하는 공간을 선정하도록 하였고, 또 다양한 주제의 시도보다는 한가지의 테마를 갖는 개조로 집중점을 형성하도록 하였다.

세 번째 활동인 시민발전소 주주가 됩시다는 현재 부암동에 1호기로 시작한 바 있는 태양 추적형 태양광 시민발전소를 소개하면서 국내에서도 앞서 보았던 것과 같은 사례가 실현되고 있음을 인식하도록 하였다. 이를 위해 에너지 대안센터를 방문하여 시민발전소의 소개를 들었고, 또한 이 과정에서 연구자 및 STS 교육위원회가 시민발전소에 주식을 투자하여 주주로 가입을 하였다.

# 3. 폐기물로 접근해 본 에너지

사진 : 부안성당 방문시 프래카드작성하고 있는 주민
(부안성당 방문시 촬영)

## 1. 주제선정의 이유

에너지 관련 이슈 중 최근 사회문제가 되고 있는 부안사태를 계기로 에너지를 폐기물의 측면에서 접근해 본다. 언론의 보도를 통해 부안 사태의 폭력성에 관련한 정보만을 접하고 있는 것이 학생들의 대부분이고, 근본적인 에너지정책과 관련한 이해를 하고 있지 못한 것이 현실이다. 따라서 에너지정책에 대한 올바른 접근이 필요하고 그를 위해서는 폐기물과 각각의 에너지원을 연결하는 활동방식을 택하기로 합의함.아울러 원자력발전소와 폐기물에 대한 기초적인 정보가 부족한 학생들의 개념형성에 초점을 두었다. 또한 이를 통해 앞서 에너지 대안을 찾아서 2에서 선행학습의 경험이 있는 에너지 정책 비교를 체계화하는 계기가 될 수 있다.

## 2. 수업의 목표

-각 발전원별 발생 폐기물의 종류를 이해하고 재생가능에너지의 필요성을 인식한다.

-원자력 발전소와 폐기물,방사선에 대한 개념이해를 한다.

-딜레마 상황에 대한 역할극을 수행하여 부안사태를 이해하고 에너지정책에 대한 이해를 한다.

## 3. 수업의 흐름

1차시 : 그림을 통한 쓰레기통 채우기 →각 발전원별 특성이해 표 채우기→ 여러 가지 에너지원별 발전의 종류 중 자신이 하나의 에너지를 선택하고 이유를 서술한다.

이 수업은 약간의 의도성을 가지고 있다. 원자력발전소의 폐기물에 대한 인식과 재생가능에너지원에서 폐기물 발생이 거의 일어나지 않는 상황을 대비하여 인식시키는 의도이다. 물론 수업이 객관성을 띄어야 할 것이나 세계적으로 원자력발전은 사양길에 접어 들었고 유럽이나 미국 일본을 중심으로 풍력, 태양광발전이 양적인 팽창을 급속도로 하고 있는 시점에 우리나라의 에너지원별 발전 현황을 보면 재생가능에너지에 대한 투자나 확대정책은 거의 없다. 뿐만 아니라 시민들의 원자력 발전에 대한 의식도 매우 긍정적이면 장기적인 안정성을 가지고 바라보고 있는 형편이다. 따라서 본 수업은 이런 현실의 편향을 극복하기 위해 의도성을 가지고 편성되었다.

보기에 주어진 물질을 각 그림의 발전과정에서 파생하는 폐기물로 바르게 고르는 문제이다.

2차시 : 원자력발전소에 대한 소개→OX퀴즈→역할극 준비(부안사태 소개)

교사가 미리 준비한 자료를 가지고 원자력 발전의 기본적인 원리를 소개하도록 한다. 그 후 학생활동지로 준비된 O,X 퀴즈를 같이 풀도록 한다. 노트에 O와 X를 그리게 하여 골든벨과 같이 들어보도록 하는 것도 수업을 활기차게 하는데 도움이 된다.

이번 시간을 30분 이내에 종료 하고 1차시와 2차시의 여기까지의 과정을 통해 원자력과 재생가능에너지의 장점과 단점 및 발전 이론을 학습한 것을 바탕으로 차시의 모의 주민투표 실시를 위한 사전 준비를 한다.

교사가 부안사태에 대한 준비해온 신문자료를 읽어 주거나 뉴스자료를 보여주고 대략적인 경과를 이야기해 준다. 차시 모의투표를 실시 하기전 대표적인 찬성과 반대의 이론을 발표할 주민대표자 4명을 선정하고 준비해오도록 한다.

3차시 : 주민대표자 4명의 찬반 의견 발표 → 조별 역할에 맞춰 찬반 토론 진행 → 모의 주민 투표 용지에 찬반의견 적어 투표함에 투표하기 → 교실에 투표함을 펼쳐 게시하기

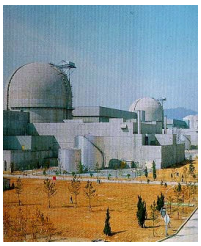
## 4. 수업자료

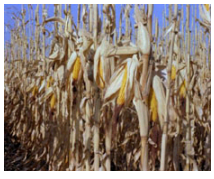
*에너지와 환경* *3.폐기물로 접근해본 에너지*

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

### 에너지 쓰레기 대란

**탐구** **다음은 우리가 사용하고 있는 각각의 에너지원을 나타내는 그림들이다. 그 그림들 옆에 커다란 쓰레기통이 있다. 이 쓰레기통에 그 에너지원의 사용으로 인해 발생하는 쓰레기(지구생태계를 위협하는 것들)를 닮아 보자. 쓰레기는 참고로 보기에서 찾고 또 보기에 나와 있지 않은 것들도 담아도 좋다.**





| 쓰레기통 보기 |
| --- |
| 지구온난화 **중저준위핵폐기물** 방사선 유조선사고해양오염 **자원고갈** 핵폐기물처분장부지선정문제 대기오염물질(SOx, N0x, 미세먼지 ) 고준위핵폐기물 산성비 |

탐구2

**다음은 에너지의 종류별 장단점을 정리한 표이다. 보기에서 찾아 표의 빈칸에 알맞은 말을 적어 보자.**

| 구분 | 종류 | 특징 | |
| --- | --- | --- | --- |
| | | 장점 | 단점 |
| 에너지 자원 | | 가장 많이 있다<br>편재성이 석유보다 작음<br>가격이 가장 저렴 | 취급 불편<br>재처리<br>공해 대책<br>노동력 확보<br>수송시설 |
| | | 액체로서 취급 용이<br>고발열(10,000㎉/㎏)<br>내연기관<br>연소조정편리<br>다용도 활용 | 심한 지역적 편재<br>자원을 채굴할 수 있는 기간(가채연수)이 가장 적음 |
| | | 불순물이 거의 없음<br>연소조정이 가장 편리<br>연소장치 간다<br>석유와 유사한 특징 | 기체상태 저장과 해상수송상의 제한<br>거액의 투자소요 |
| | | 풍부한 자원<br>비축 및 수송의 편리(석유의 1만분의 1중량) | 주로 발전에만 이용<br>안전성 문제<br>폐기물의 처리 |
| 재 생 가 능 에너지 | | 무공해,유기물로된 폐기물을 이용 | 가격이 높음 |
| | | 무공해, 자원 영구적 | 가격이 높음(열을 이용한 축열방식과 빛을 이용한 발전방식이 있다) |
| | | 발전원가 저렴,자원영구적 | 수몰보상,지역적 편재 |
| | | 무공해, 자원영구적, 풍속이 큰 지역이 유리 | 가격이 높음 |
| | | 무공해, 고지열지대에서활용 | 지역적 편재 |
| | | 무공해, 조력발전에 이용 | 가격이 높음,밀물과 썰물의 움직이나 또느 파도의 힘을 이용함 |

보기 : 해양, 풍력, 지열, 수력, 태양력, 생물(바이오매스), 가스, 우라늄, 석유, 석탄

탐구3

쓰레기통을 채운 뒤, 여러분의 가정에 들어오는 전력의 종류를 선택할 수 있다면, 어떤 종류의 전기를 사용할 것인가? 물론 쓰레기 배출정도 뿐 만 아니라 다른 여러 요인을 종합하여 선택하고 그 까닭을 서술하여 보자.

## 얼마나 알고 있나요? 핵발전소와 핵폐기물 OX 퀴즈

※다음 글을 읽고 내용이 옳다고 생각되면 O, 옳지 않다고 생각되면 X 표를 하세요. (노트의 뒷면에 O,와 X를 표시한 뒤 한 문제씩 정답을 들어서 맞추자)

1. 핵분열이란 한 원자가 깨져서 다른 원자로 바뀌는 것이다. (  )
2. 핵분열이 일어나면 막대한 양의 열에너지가 방출되고, 중성자와 방사선이 나온다
3. 원자력 발전소에서 사용되는 원료는 우라늄 238 이 주로 많이 쓰인다
4. 원자력 발전소는 핵이 분열할 때 나오는 막대한 양의 방사선을 이용하는 것이다.
5. 원자로란 원자력 발전소에서 핵분열을 일으키는 장소이다.
6. 원자력 발전소의 외관에 보이는 큰 콘크리트 건물이 원자로이다.
7. 핵폐기물은 원자력 발전소 뿐 아니라 병원이나 연구 기관에서도 나온다
8. 중 저준위 방사성 폐기물은 원자력 발전소에서 사용 후 나온 핵 연료이다
9. 중 저준위 핵폐기물은 완전 연소시키는 것이 좋은 방법 중의 하나이다
10. 고준위 핵 폐기물은 드럼통으로 만들어 노천이나 동굴 콘크리트 구조물에 넣어 보관한다
11. 핵 분열시 사용되는 재료는 U238 이 주로 많이 쓰인다
12. 핵 분열시 막대한 양의 열에너지 뿐만 아니라 중성자 방사성 물질들이 생성된다
13. 두꺼운 콘크리트 건물과 같은 격납용기를 쓰면 방사선을 차단할 수 있다
14. 원자력 발전소에서 냉각수로 사용되는 해수에는 방사능 물질이 포함되어 있다
15. 원전에서 쓰이는 재료와 핵무기 재료는 같기 때문에 체르노빌 원전사고는 핵폭탄의 폭발과 같은 성질의 것이다
16. 모든 종류의 방사선은 사람의 세포를 파괴하여 암에 걸리게 한다
17. 콘크리트 건물이나 컬러 TV , 전자렌지에서도 방사선이 방출된다
18. 방사성 물질과 방사선은 같은 것을 말한다

[모의 부안 주민 투표 ]

## 핵 발전소 폐기물 처분장 건립 어떻게!?

주민 투표를 하기위해 부안사태를 둘러싼 다양한 찬반 입장을 대변하는 역할을 하는 학생들이 준비해온 발표를 한다. 이 발표를 기초로 해서 조별로 찬반의 구체적이고 진지한 토론을 한다. 단, 이때 주의할 것은 토론에서 이기기 위해 장난스럽게 찬성과 반대를 고집하는 태도를 버리고, 상대의 이야기를 잘 경청하도록 한다. 이 토론은 누가 누구를 이기기 위한 것이 아니다.

→ 4명이 한 모둠이 된다.

→ 나누어야 할 역할 들 : 부안이외의 지역에 거주하는 시민중 핵폐기물 처리장을 찬성하는 시민, 반대하는 시민, 한국전력공사쪽 사람, 부안주민

→아래에서 제기한 대립점의 문제에 대해 자신의 역할에서 입장을 적극적으로 변론한다.

·반대하는 마을 주민의 입장 분석의 관점 : 님비(NIMBY)로 볼 것인가?/ 국가적 차원의 에너지 정책에 대한 저항으로 보아야 한다.

원자력 발전소의 건설과 그에 따른 핵폐기물 처분장의 건설은 필요악인가? / 미래를 준비하지 않은 안일한 태도인가? 원자력을 포기하고 재생가능에너지를 활성화에 노력을 할 수 없는 우리 경제가 여유가 없는가?

→ 모의 주민 투표

이 때 주민투표는 찬성과 반대의 표기하고 아래에 그렇게 투표를 한 까닭을 적어야 한다. 투표용지가 완성이 되면 칠판앞에 마려한 공개 투표함 용지에 부착하도록 한다.

탐구4

긴 급 공 고

부안지역 방사선 폐기물 처리장 건립과 관련한 부안 주민들의 의견을 붙는 주민투료를 실시합니다.

일시 : 2003년 11월 장소 : OO고등학교 1학년 교실

주권자들은 투표용지에 개발에 대한 찬성/반대의 의견을 기표하고 그 이유를 명확하게 밝히시오.

대한민국 부안지역 주민투표관리위원회

| | | | |
|---|---|---|---|
| **찬성** | | **반대** | |
| **이유** | | | |

**읽을 거리**

**美 네바다州 방사능폐기물 7만톤 매립예정지**

김승진/동아일보 기자 2003년 2월 12일

1만년 뒤의 후손들에게 방사능 폐기물이 묻힌 장소를 어떻게 알려줄 수 있을까. 서기 1만2003년, 미국 네바다주의 후손들에게 '이곳은 1만년 전 방사능 폐기물을 묻은 장소'라고 알려줄 묘안을 찾기 위해 과학자 예술가 당국자 인류학자들이 고심하고 있다고 월 스트리트 저널이 10일 전했다.

현존하는 가장 오래된 석조 조형물(피라미드)이 4000년, 가장 오래된 문자(산스크리트)도 기껏 7000년밖에 안 됐는데, 1만년이나 건재할 표지를 무슨 수로 만들 것인가.

지난해 미국 의회는 네바다주 유카산(山)을 고준위 핵폐기물(핵연료 찌꺼기) 매립장터로 결정했다. 여기에 미국 31개 주의 민간 원자로에 임시 보관 중인 고준위 폐기물을 영구 저장하게 된다. 핵폐기물은 방사능 오염 강도 등에 따라 고·중·저준위로 나뉘는데 고준위는 현재 제대로 처리하는 나라가 없다.

방사능 피해는 수만년간 지속된다. 이에 따라 1만년 뒤의 후손이 실수로 폐기물을 파헤치지 못하도록 표시할 방법을 2004년 말까지 제출해야 매립장 허가를 내준다는 게 미 핵규제위원회(NRC)의 방침. 매립장이 건립되면 300년간 약 7만t의 고준위 핵폐기물이 이곳에 버려진 뒤 영구히 봉해진다. 7만t은 히로시마에 떨어진 원자폭탄 수십만개에 해당하는 분량.

지난 20년간 기발한 제안들이 쏟아져 나왔다. 유전자를 조작해 유카산에 있는 나무들이 모조리 음산한 푸른 빛을 띠게 하자거나, 매립장 주변에 거대한 도랑을 파자는 등. 괜히 궁금증을 유발해 땅을 파보지 않도록 아예 아무 표지도 하지 말자거나, 유카산에서 아주 멀리 떨어진 곳에 보석이 묻혔다는 표지를 함으로써 다른 곳으로 유인하자는 아이디어도 나왔다.

그러나 전쟁이나 지각변동, 운석과의 충돌 등 1만년 안에 생길지도 모르는 모든 일들을 견뎌낼 표지를 만들 뾰족한 안은 여전히 없는 상태다.

라스베이거스 사막우주재단의 조수아 애비 이사는 "어떤 방법이 됐든 우리 세대의 위대한 업적을 기리는 표지가 아니라, 치명적인 실수를 새기는 표지가 될 것"이라고 말했다.

## 5. 교사용 자료

1) 원자력 발전 폐기물

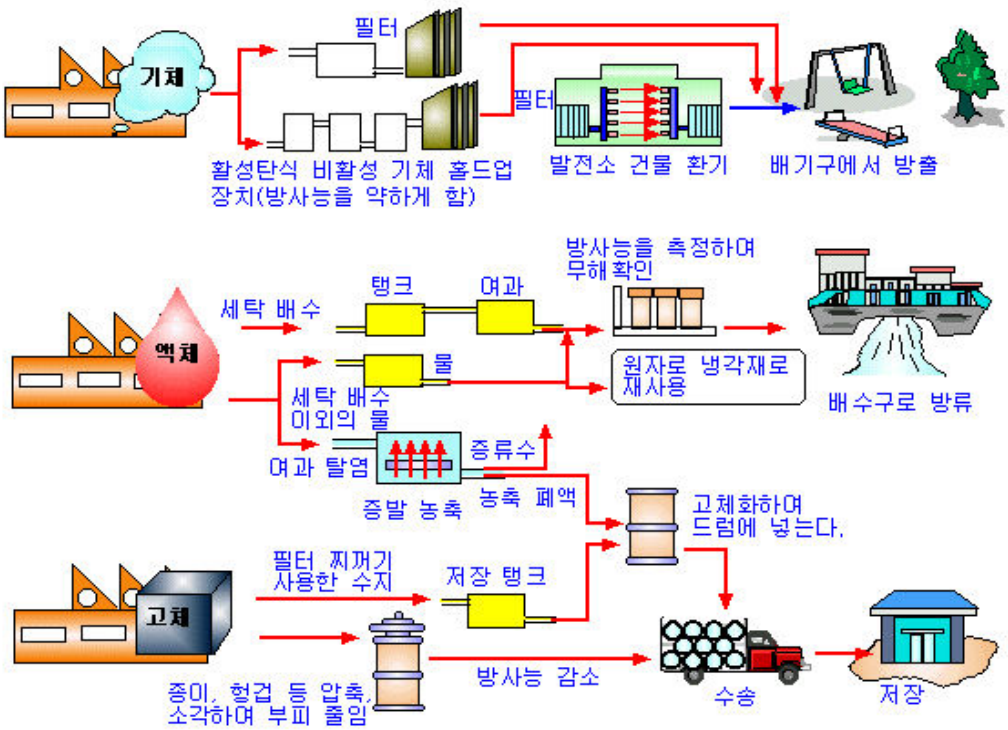
● 고준위 폐기물 : 핵연료 사용 후 재처리 때 발생하는 폐기물 → 유리로 고화시켜 지하 저장소에 영구 보관

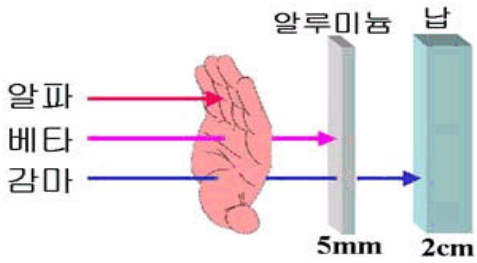
● 저준위 폐기물 : 작업복, 걸레, 정비 점검 작업에서 나오는 파이프, 교체된 부품 등 → 시멘트와 함께 드럼통에 밀봉하여 저장소에 보관 상태에 따라(저준위 방사능 폐기물 처리)

● 고체: 압축 후 드럼에 넣고 시멘트로 굳히고 저장소에 저장

● 액체: 필터로 거른 후 방출, 남은 것은 고체 폐기물 처리 실시

● 기체: 활성탄식 홀드 업 장치로 방사능 약화 후 필터로 걸러 방출





[방사선의 투과력]

2)투사량(rem) 생물학적 영향

0~25 탐지 불가 200~300 구토, 설사, 식욕 부진

25~100 백혈구의 일시적 감소 300~600 구토, 설사, 출혈, 치사

100~200 구토, 메스꺼움, 백혈구의 장기간 감소 600이상 치사

단위 : 하지만, 우리 몸 전신에 짧은 시간동안 한꺼번에 10Sv시버트(1,000,000mrem) 이상의 방사선량을 받으면 우리 몸의 세포가 상당히 많이 파괴되고 치명적이 될 수 있다.

3)방사능과 방사선 : 불안정한 원자핵이 바닥상태로 가기위해 입자 또는 전자파의 형태로 에너지를 방출하는데 이것을 방사선이라 하며 종류로는 크게 알파선, 베타선, 감마선이 있다. 방사능은 어떤 물질이 시간당 방사선을 낼 수 있는 능력을 말하고, 이러한 능력을 가지고 있는 물질을 방사성물질이라고 한다. 방사성원소는 자연 중에 존재하기도 하고 인위적으로 만들어 질 수 있다.

4) 방사선량의 단위

방사선 측정 단위로는 뢴트겐(rontgen, R), 래드(rad)와 렘(rem)이 있다. 여기서 뢴트겐은 조사선량의 단위이고, 래드와 렘은 흡수선량의 단위이다.

흡수선량은 조사된 방사선이 사물과 상호 작용하여 실제 사물에 흡수된 방사선량을 말한다.

5) 방사능의 단위

방사능의 단위 Ci(curie), dpm(disintegrations per minute) 그리고 cpm(counts per minute)과 같은 단위가 사용된다. 방사성 물질을 논할 때에는 단위 시간당 붕괴수(d/s, d/min)로 나타내면 번거롭기 때문에 방사능의 단위로 큐리라는 단위가 사용된다.

6) 조사선량의 단위

뢴트겐은 실용적으로 엑스(X)선이나 감마(γ)선에 의한 공기중의 전리 현상의 척도이다. 발전소에서는 엑스선이 발생되지 않으므로 공기의 전리 현상은 감마선에 의해서만 발생될 수 있고, 어느 지역에서의 전리는 감마선에 의한 전리 현상의 척도라고 할 수 있다. 감마 또는 엑스선이 공기에 조사된 방사선량을 조사선량이라 하며, 단위는 뢴트겐(R, rontgen)을 사용한다.

7) 흡수선량의 단위

래드는 흡수선량의 단위로서, 방사선에 의하여 특정 물질이 전리되는 척도를 말하며, 그 전리 현상으로 일어나는 생물학적 효과를 고려하지 않은 것이다. 물질이 흡수한 방사선량을 흡수선량이라 하며, 단위를 래드(rd, radiation absorbed dose)를 사용한다.

8) 등가선량(선량 당량)의 단위

렘은 이러한 생물학적 효과를 감안한 것으로, 같은 흡수선량이라도 방사선의 종류에 따라 생물학적 효과가 다른데, 이러한 것을 나타내는 것으로 선질 계수(quality factor)를 사용한다. 즉, 선질 계수가 높으면 높을수록 더욱 위험도가 높다는 것을 말해 준다.

선질 계수는 방사선의 선질(종류, 에너지)의 차이에 따른 장해 효율 (1[rd]당 영향의 크기)을 고려하여 정의되는 일종의 가중값이다. 이 선질 계수는 X선, γ선, β선에 대해서는 1이고, 중성자선에 대해서는 에너지의 크기에 따라 5또는 10정도이고, α선에 대해서는 20을 사용하여 가중시키고 있다. 방사선의 세기가 같더라도 방사선의 종류에 따라서 생체가 받는 방사선 영향은 상이하게 다르다.

어떠한 종류의 방사선이라도 엑스선을 기준으로 환산하여, 엑스선의 1[rd]와 동일한 생물학적 효과를 나타나도록 한 방사선량을 등가 선량 또는 선량 당량이라 하며, 단위는 렘(Rem : rontgen euivalant man)을 사용한다.

1[Rem]을 다른 정의로 표현하며, 라듐 1[g], 즉 1[Ci]의 방사능 세기로부터 1[m] 떨어진 거리에서 1 시간 동안 받은 방사선의 양이다.

9) 고준위 방사성 폐기물

재처리 공장에서 사용이 끝난 연료로부터 플루토늄과 우라늄을 추출한 뒤에 남는 초산 용액안에는 대량의 방사성 물질이 들어 있다. 이 방사성 물질은 핵분열 반응에 의해 생긴 많은 죽음의 재 등 핵분열 반응에 의해 생긴 많은 죽음의 재 등 핵분열 생성물과 플루토늄, 네프트늄 같은 초우라늄 원소다. 이것은 작은 양으로도 강력한 방사능과 독성을 지니고 고열을 내며 몇 십, 몇 백만 년 동안 영향력을 미친다. 우라늄 광석으로 채굴되어 여러 가지 과정을 거치고 마지막에 남은 가장 취급하기가 까다로운 방사성 물질 덩어리가 바로 고준위 방사성 폐기물이다. 이 물질을 어떻게 할 것인가에 대한 최종적인 해결방법은 나오지 않고 있다. 현재 단계에서는 유리됨과 동시에 고형상태로 만들어 스테인리스 카니스터라는 용기에 넣어 저장하는 방법이 유력시되고 있다. 이를 '유리고형화체'라고 하는데, 선진국에서도 실험단계에 불과한 처리방법이다. 스테인리스라 해도 캬니스터가 녹이 슬고 고준위 방사성 폐기물의 자발적인 핵분열로 인한 발열에 의해 유리 고형체에 금이 간다. 최종 처분 계획은 이를 5백~1천m 지하에 영구 저장하는 것인데, '저층 처분'이라 한다. 그러나 인류역사가 계속되는 동안 저장 시설에 지각 변동이 일어날 수도 있다. 지하수에 수맥이 있다면 방사능에 접촉된 물이 언젠가는 인간의 생활권에 돌아온다. 고준위 방사성 폐기물의 방사능 독성은 사용 후 핵연료 1t당 인간의 섭취 한도의 60조 배다. 그것을 하나의 유리 고형체에 담는 것이다. 유리 고형체로부터 방출되는 방사선은 1m 떨어진 곳에서도 1초에 1~10뢴트겐. 단 한 개만으로 근접 지역의 사람들은 수십 초내에 치사선량을 쐬게 된다.

10) 부안 사태 일지

●반대쪽 참고 자료 : http://buanvote.or.kr/index.html 부안방폐장유치찬반주민투표관리위원회 사이트

●찬성쪽 참고 자료 : http://www.mocie.go.kr/search/search_form/search.asp 산업자원부 홈페이지 자료실 참고

●<포스마크의 새들>-인터넷 한국일보

임철순 편집국장

포스마크 방사성폐기물 처분장은 스웨덴이 자랑하는 시설이다. 스톡홀름 북쪽 150㎞에 있는 처분장 주변의 바다에는 여느 바다처럼 물고기가 많다. 냉각설비를 통해 배출되는 온배수(溫排水) 덕분에 물고기가 몰려든다.

처분장은 수온이 15도가 유지되도록 조절해 온배수를 내보내는데, 이 온배수가 물고기에게는 서식처를, 사람들에게는 좋은 수영장을 만들어 주었다. 오염이 겁난다면 수영까지 할 수는 없을 것이다.

처분장 운영이 시작된 1988년 12월 이후, 스웨덴정부와 관련기관은 이 일대의 자연·생태계 변화를 주시해왔다. 그런데 포유류의 경우 10㎢당 개체수가 오히려 늘어났다.

2003년 조사를 전년과 비교하면 엘크사슴과 노루가 각각 40% 이상 증가했다. 산토끼는 줄었으나 이 지역에만 해당되는 현상은 아니었다.

1977~80년의 타당성 평가를 거쳐 포스마크가 처분장으로 확정될 때 일부 미미한 반대가 있었지만, 지금까지 아무 문제도 없었다. 연간 4만명 이상의 국내외 관광객 덕분에 지역경제도 나아지고 고용효과가 창출됐다.

포스마크가 유명한 것은 해저 60㎞의 암반을 폭파해 만든 동굴에 폐기물을 영구처분하는 독특한 방식 때문이다. 수용한계에 도달하더라도 400년 동안 내버려 두어도 되도록 설계돼 있다.

현재의 중·저준위 폐기물 외에 2020년부터는 고준위 폐기물도 처분할 예정이다. 처분장 관계자들은 300년 후의 지각융기까지 내다보고 해저동굴처분을 하는 것이라고 설명하고 있다.

우리로서는 후손과 미래에 대한 배려도 부럽지만, 처분장과 주민들 사이에 형성된 신뢰관계에 특히 주목하게 된다. 처분장이 들어설 때 정부 차원의 지역지원은 없었다.

그러나 스웨덴정부는 건립단계부터 각종 정보를 공개하고, 발생지 처리원칙을 적용해 기존 원전지역에 부지를 확보해 마찰을 최소화했다. 원전과 병원등지의 폐기물은 바다를 통해 처분장으로 실어온다. 1년에 10번 왕복하는 이 운반선은 매년 여름 주민들을 초청해 두 차례 선상파티를 연다.

주민들은 식당이 있으면 당연히 화장실도 있어야 하는 것이라고 방폐장의 필요성을 인정하고 있다. 우리가 만든 쓰레기를 다음 세대에 넘기는 것은 잘못이며 무책임한 일이라는 인식도 확고하다.

포스마크처분장 운영회사는 방폐장을 추가 조성키로 하고 2008년 부지 확정을 목표로 후보지 두 군데를 조사 중이다. 그러자 후보지에서 제외된 인근 지역이 왜 우리 동네는 제쳐 놓았느냐고 항의하고 나서 화제가 되고 있다.

우리나라에서도 한국수력원자력㈜이 1997년부터 온배수양식장에서 키운 어패류를 매년 바다에 방류하고 있다. 올해 5, 6월에도 영광을 비롯한 4개 원전이 이런 행사를 했다.

어패류 방류는 온배수의 유용성과 청정성, 원전의 안전성을 입증하면서 어민들의 소득을 높여주기 위한 사업이다. 하지만 국민들의 신뢰는 방폐장 건설의 필요성이 제기된 지 20년이 다 되도록 크게 나아지지 않았다. 부안지역에서 1년 넘게 그 난리를 치르고도 건설사업은 원점으로 되돌아간 상태다.

포스마크처분장 일대에는 물고기가 많아진 데다 다른 해안보다 방문자들이 적어서인지 새들도 함께 늘었다. 가마우지 흰꼬리독수리등 20여 종의 새가 이 곳에 서식하는 것으로 조사됐다.

스웨덴 레드 북에 오른 멸종위기의 새까지 관찰되고 있다. 처분장 일대의 안전성을 가장 먼저 눈으로 확인할 수 있게 해주는 것은 발틱해 주변을 자유롭게 날아다니는 새들이다. 포스마크의 새들은 사람을 믿고 있다.

그러나 우리는 사람이 사람을 믿지 않는다. 처음부터 모든 자료를 숨김없이 공개해 믿을 수 있게 하지 못했을 뿐 아니라 각각의 일처리과정도 어설펐기 때문이다. 그것이 가장 크게 다른 점이다.

ycs@hk.co.k

11)핵 폐기물의 처분

유 재 영 (강원대학교 지질학과 부교수)

핵이란 어떤 물건의 가장 중요한 부분 또는 중심을 일컫는 말로써, 화학에서는 양성자와 중성자로 구성된 원자의 중심 부분을 지칭한다. 그렇다면, 핵 폐기물이란 무엇인가? 이 것은 원자의 핵을 이용한 어떠한 활동에 관련된 폐기물이라는 뜻으로, 현대 산업 사회에서 이러한 활동은 대개 핵 분열을 이용하여 에너지를 얻는 원자력 발전과 그에 관련된 산업들을 지칭한다. 이러한 핵 폐기물들이 어째서 그토록 중요하게 환경학적으로 관심의 대상이 되는 것일까? 그 이유는 핵 폐기물 내에 포함된 다량의 방사능 원소 때문이다. 방사능 원소란 핵이 스스로 붕괴하면서 다른 원소로 천이해 가는 것으로, 핵이 붕괴할 때 여러 방사선을 내는 원소이다. 방사선은 굉장히 높은 에너지를 갖는 전자기파로써, 인간 및 여타 생물이 이 방사선에 과다 노출되면 세포가 파괴되고 암이 발생되며 유전자에 이상이 생기는 등의 치명적인 피해를 입으며 심한 경우 목숨을 잃기까지 한다. 이 때문에 핵 폐기물을 인간 및 다른 생물들과 격리시켜서 안전한 장소에 폐기시켜야만 하는 것이다.

언젠가 TV를 통해 원자력 발전소에서 나오는 핵 폐기물에 대한 선전을 하는 것을 볼 수가 있다. 이는 핵 폐기물 매립지 선정에 대한 원전측과 매립 예정지 주민 사이의 찬반 공방이 현재 한참인 것과 무관하지 않을 것이다. TV를 통해 원전 폐기물이 위험하지 않다고 선전하는 것은, 원자력 에너지 이용을 옹호하는 측에서 원전에서 발생되는 핵 폐기물에 대한 국민의 저항감을 줄여보자는 의도인 것 같다. 그런데, 선전 내용을 보면, 마치 원전의 핵 폐기물이 모두 원전 안에서 사용하던 모자, 장갑, 신발, 볼펜, 등 일용 잡품으로만 구성되어 있는 것처럼 주장한다. 하지만, 이 것은 사실과 다르다. 선전 내용에서 보여준 폐기물들은 적은 방사능을 갖는 저준위 폐기물들이며, 이 밖에 높은 방사능을 갖는 고준위 폐기물이라는 것이 있다. 고준위 폐기물은 주로 원자로 안에서 쓰던 연료봉이 주를 이루는데, 이 연료봉은 원자로 안에서의 이용이 끝난뒤에도 많은 방사능 원소를 포함하고 있어 이들 방사능 원소로부터 많은 양의 방사선이 방출되는 폐기물이다. 하지만, 이러한 고준위 폐기물은 그 양이 저준위 폐기물에 비해 상대적으로 훨씬 적을 뿐만 아니라, 원전 밖으로 운반하기 전에 5 m 이상의 물탱크 또는 콘크리트 안에서 수년간 식힌 후 폐기하므로 주의해서 적절한 폐기 절차를 따라 안전한 곳에 폐기한다면 저준위 폐기물과 그 안전도에 별반 다를 것이 없다.

저준위 폐기물이든 고준위 폐기물이든 모든 핵 폐기물은 일단 사용이 끝나면 어디엔

가 폐기 처분해야만 하는데, 이를 비 양심적인 몇몇 공장주들처럼 밤에 몰래 하수구로 배출함으로써 해결할 수는 없는 문제다. 만일, 그런다면 하천의 생태계 및 지역 주민의 건강에 치명적인 해를 줄 뿐만 아니라, 나아가서는 인근 해역 그리고는 전 세계 바다를 피폐화시키고, 종국에는 인류의 멸망을 초래할 것이다. 혹자는 핵 폐기물을 멀리 태평양 한 가운데 공해상에 쏟아버리면 될 것이라고 생각할는지 모르지만, 이는 하천으로 핵 폐기물을 방류하는 것과 궁극적으로 다를 바가 없다. (얼마 전, 구 소련이 핵 폐기물을 동해상에 버렸다는 신문 기사가 있었는데, 이 얼마나 파렴치한 행위인가?). 그렇다면, 핵 폐기물을 지구 밖 멀리 우주에 버리면 어떨까? 이 것은, 한국이 현재 보유하고 있는 항공 우주 기술에 많은 부족한 점이 있는 것은 차치하고라도, 지구라는 별에 사는 이기적인 인간이라는 생물의 무책임한 발상이며, 앞으로 우리 인류가 개발할 가능성이 무한한 우주를 제대로 알기도 전에 더럽히는 일이다.

현재까지 학자들이 검토해온 바로는, 핵 폐기물은 지하에 매립하는 것이 가장 안전하다. 그 이유는 방사선이 암석과 같은 지각 구성 물질을 거의 투과하지 못하고, 지하에서는 물질의 유동이 하천이나 바다에서와 비교할 때 거의 없어 설사 방사능 물질의 누출이 있다 하여도 국부적으로 오염될 뿐만 아니라, 이러한 오염에 대한 자정 능력이 다른 곳에 비해 훨씬 뛰어나기 때문이다. 그래서, 거의 모든 나라에서 핵 폐기물을 지하 깊은 곳 (깊이 500 내지 1000 미터)에 매립하는 것이다. 그렇다면, 우리도 지하 깊은 곳 아무 곳에나 핵 폐기물을 매립하면 되는 것일까? 물론, 아니다. 겉 보기에는 지각에서는 아무 일도 일어나지 않는 것처럼 보이지만, 많은 운동과 현상들이 끊임없이 발생되고 있다. 예를 들면, 지하에서는 지하수가 끊임 없이 흐르고, 균열, 단층, 지진 및 화산 활동이 발생하는 것이다. 이러한 현상들은 지각의 모든 부분에 균질하게 일어나는 것은 아니고, 특정 지역에서 더욱 활발하게 일어난다. 이러한 현상들은 지하에 매립된 방사능 핵 폐기물을 인간 및 기타 다른 생물들의 주변 환경으로 다시 가져오는 역할을 하므로, 가능하다면 이러한 일들이 적게 발생하는 지역을 핵 폐기물 매립지로 선정하여야 할 것이다. 이렇게 위 현상들이 거의 발생하지 않는 지역을 지질학적으로 안정한 지역이라 부르는데, 이 지질학적으로 안정한 지역은 누구보다도 지질학자들이 정확하고 쉽게 구별해 낼 수 있다. 일반적으로, 지질학자들이 핵 폐기물 매립 장소로써 추천하는 곳은 앞서 언급한 것처럼 지질학적으로 안정할 뿐만 아니라, 불투수성이며 핵 폐기물의 누출이 있더라도 쉽고 빠르게 봉쇄하는 성질을 가진 암석으로 구성된 지역이다. 현재, 원전 핵 폐기물 매립지를 둘러싸고 원전과 그 관련 학회 그리고 지역 주민 간에 찬반 논쟁이 뜨겁게 가열되고 있다. 이 논쟁에 매립지 선정의 타당성에 대한 지질학자의 의견이 제대로 반영되고 있는지 궁금하다.

12) 2.14 부안 방폐장 유치 찬반 주민투표 결과 발표문

1.주민투표결과 보고

우리 부안 방폐장 유치 찬반 주민투표 관리위원회는 한국 최초의 주민 자주관리에 의한 주민투표가 가장 평온하고 가장 높은 참여하에 이루어졌다는 보고를 먼저 드리고자 합니다. 다만 위도에서 일부 주민들의 투표소 점거로 말미암아 투표가 이루어지지 못한 점은 대단히 유감으로 생각합니다. 그러나 부안군내 13개 읍면 중에서 위도 투표소를 제외한 36개 투표소에서 별다른 불상사 없이 공정하고도 평화로운 분위기 하에서 투표가 종료되었음은 부안주민들의 성숙한 주민의식과 평화염원의 열정이 반영된 결과라고 판단합니다. 이번 주민투표의 준비과정과 투표, 그리고 개표에 이르는 전 과정에서 보여주신 부안주민들의 참여와 서울을 비롯한 전국각지에서 투표과정에 참여한 수많은 종교·시민사회단체들의 자원 활동가들의 노고는 이번 주민투표를 가장 성공적으로 이끈 원동력이 아닐 수 없습니다. 그 결과 이번 부안 방폐장 유치 찬반 주민투표는 최종적으로 총 투표권자 52,108 명 가운데 37,540 명이 투표를 함으로써 72.04 %의 투표율을 기록하였습니다. 그 가운데 찬성 2,146 명, 반대 34,472 명을 기록함으로써 반대가 91.83%를 차지하게 되었습니다. 그러므로 이번 주민투표결과 압도적인 91.83 %의 반대로 부안 방폐장 유치 반대가 주민의 의견으로 확정되었음을 공표하는 바입니다.

2. 이번 주민투표의 역사적 의미

이로써 우리는 한국의 주민자치, 지방자치의 역사에서 새로운 장이 씌여 졌음을 선언합니다. 우리는 또한 이 순간 새로운 참여민주주의의 시대가 열렸음을 선언합니다

주민들의 자주적인 관리에 의한 주민투표가 행정기관의 비협조, 더 나아가 방해 속에서도 오히려 기존의 행정기관에 의한 투표보다 더 철저하고 더 공정하고 더 평온하게 진행됨으로써, 이제 앞으로 다가올 분권과 자치의 시대로 가는 길에서 더없이 훌륭한 지침이 되고 교과서가 되었다고 확신합니다. 오늘 부안은 한국의 민주주의를 다시 썼습니다.

3.정부에 대한 요청

우리는 중앙정부와 지방정부에 대해 요청 드립니다. 이제 부안 주민의 의사는 명확해졌고 이 의사는 존중되어야 합니다. 따라서 반대의견이 압도적으로 표출된 이번 주민투표의 결과로 정부는 부안지역에서의 방폐장 유치를 백지화해야 합니다.

우리는 진심으로 정부에 대해 요청 드립니다. 이제 다시는 주민의 동의와 이해를 구하는 절차가 없는 졸속한 국책사업의 유치와 결정, 정책 추진이 있어서는 안됩니다.

민주주의에서 적정 절차의 존중은 그 결과의 보편타당성 만큼이나 더 중요한 민주주의의 요소입니다.

그러므로 우리는 요청 드립니다. 다시는 이 어리석은 일을 되풀이해서는 안됩니다. 참여정부를 자칭하는 이 정부 아래서 벌어진 부안 방폐장 논쟁은 다시 이 땅 어느 지역에서도 벌어져서는 안된다는 점을 이번 사태는 가르쳐주고 있습니다. 이것이 바로 부안사태가 가르쳐주는 엄중한 교훈이라는 사실을 잊지 말기 바랍니다.

4. 부안 주민에 대한 당부

우리는 부안지역의 주민들에게도 당부 드립니다. 이제 부안문제는 끝났습니다. 주민들이 반대하는 한 방폐장 설치를 추진하지 않겠다고 노대통령과 고건 총리가 언명한 바 있습니다. 이런 상황에서 정부가 여러분의 뜻을 엄중하게 받아들이지 않을 수 없다고 생각합니다. 이제 생업으로 돌아가셔서. 무너진 지역경제를 다시 일으키는데 최선을 다해주시기 바랍니다.

무엇보다도 갈라진 지역사회와 깊어진 갈등의 골을 메우는데 노력해 주십시요. 반대한 쪽도, 찬성한 쪽도 모두 부안의 주민들이요, 형제자매입니다. 서로를 껴안고 용서하고 화해 하십시요. 그것이 진정한 승리의 길입니다. 그것이 비록 쉬운 길은 아닐지라도 그 길은 반드시 가야만 할 길입니다. 바로 새로운 출발입니다.

5. 부안 방폐장 유치 찬반 주민투표 관리위원회의 향후 역할

우리 주민투표 관리위원회는 오늘 이 결과 발표로 그 임무가 종료되었습니다. 그러나 우리는 부안지역발전을 지원하고 후원하는 힘으로 전환하는데 합의하였습니다. 주민투표와 관련된 잔여업무와 후속업무는 당연히 처리되어야 할 과제에 포함될 것입니다.

뿐만 아니라 부안주민들간의 화해를 도모하고 지역발전의 방안을 돕기 위한 방법이라면 그 무엇이든 함께 할 것입니다. 방폐장 건설이 부안주민들의 의사가 아닌 것이 확인된 이 마당에서 우리는 방폐장 유치가 아니라 부안지역을 보다 더 민주적이고 생태적이고 대안적인 공동체로 거듭 나는데 우리의 작은 힘이라도 보탤 것입니다.

오늘 2004년 2월 14일 부안의 밤은 참으로 아름다운 밤입니다.

자치와 민주주의의 새로운 역사를 스스로의 힘으로 쓴 부안주민 여러분은 아름다운 사람들입니다

주민자치 만세. 민주주의 만세. 아름다운 부안군민 만세

2004. 2. 14 (토)

부안 방폐장 유치 찬.반 주민투표관리위원회

## 6. 학생 수업 결과물

## 7. 수업 후기

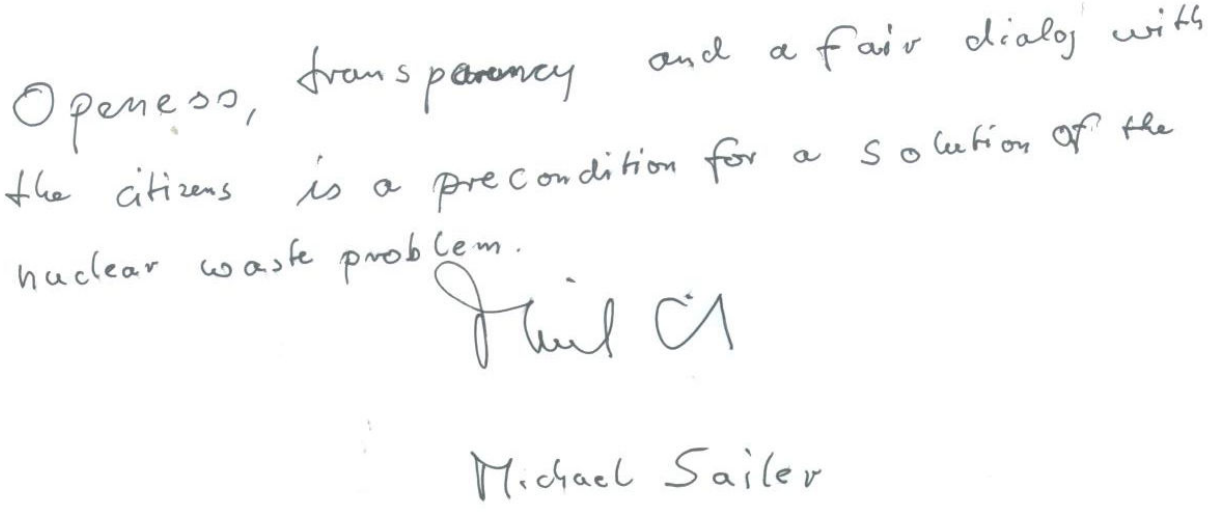
의사결정과 관련된 수업을 하는 경우 가장 커다란 문제가 경제 비용 효과의 측면에 경도되어 의사를 결정하는 것이다. 예를 들어 “현실적으로 비용이 많이 들어가므로 할 수 없다”“현실적으로 경제적인 손실이 많이 생기므로 어쩔 수 없다” 학생들이 의외로 이러한 편향적 사고를 많이 하고 있다.

이러한 사고의 편향을 조정하기 위해서 무엇보다도 다양한 입장을 접해 보도록 해야 한다. 하나의 사건과 관계하고 있는 다양한 역할을 깊이 인식할 수 있고, 또 그 입장을 배려할 수 있어야 할 것이다. 또한 환경은 배려의 윤리를 바탕으로 지속가능성을

확보할 수 있는 것이다. 따라서 역할극이나 포용적인 토론등은 좋은방법이 될 수 있다.

이 수업에 대한 평가 토론의 과정에서 지나치게 원자력에 비판적인 수업이 아니냐는 우려의 평가를 받았었다. 학생들에게 객관적인 정보를 제공하고 탐구의 과정을 통해 학생들 스스로 에너지의 대안을 찾아가도록 하는 것이 올바른 수업 방식이라고 할 수 있다. 그러나 현재 우리 사회는 지나치게 원자력에 경도되어 있다. 이러한 사회의 편향은 또한 학생들에게 원자력에 후한 점수를 주게 되는 사전교육의 역할을 하게 된다. 따라서 본 수업에서는 이러한 편향을 극복하고자 원자력에 대해 오해하고 있는 부분을 폐기물을 매개로 설명한 것이다. 이 자료를 활용하는 교사의 경우 이 부분에 대한 오해가 없었으면 한다.

또한 수업연구를 하는 중에 에너지대안센터와 유네스코에서 주관하는 재생가능 에너지와 평화 국제회의가 열려 참석하였으며, 특히 독일 원자력발전소의 안전을 책임지는 원자로 안전위원회 미하엘 자일러 위원장을 개인적으로 만나 학생들에게 수업을 하는데 조언을 들을 수 있었으며, 한국의 학생들에게 방폐장 선정과 관련된 중요한 원칙을 적은 글을 받았다. 이를 함께 수업시간에 읽을 거리 자료로 활용하였다.



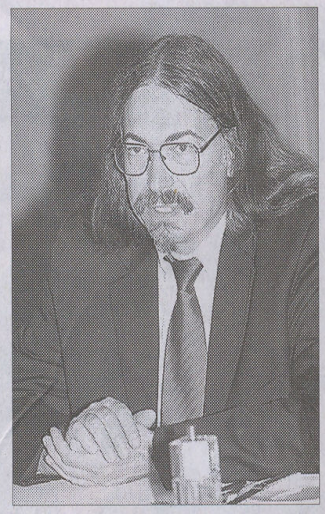
이 사람

미하엘 자일러 독일 원자로안전위원장 방한

# "참여·투명성이 방폐장 터 확보 열쇠"

"방사성폐기물 처분장 터를 확보하는 유일한 길은 주민참여와 투명성을 확보하는 것입니다."

독일 원자력발전소의 안전을 책임지는 원자로안전위원회 미하엘 자일러 위원장은 20여년간 골칫거리였던 방폐장 터 선정 문제에 관한 사회적 합의에 최근 도달할 수 있었던 비결을 이렇게 말했다.



그는 반핵운동가 출신이면서 독일 정부의 방폐장 터 선정 업무를 총괄해 왔다. 이는 1998년 원전포기를 공약으로 내세운 사민당·녹색당 연립정권이 수립된 덕이었다.

"1979년에 암염광산인 고어레벤을 방폐장 단독 후보로 선정했고 86년부터 지질조사와 중간저장시설을 운영했지만 극심한 반대운동을 불렀습니다. 시민참여 없이 거주자가 적은 동·서독 국경 근처에 터를 선정했다는 불신이 팽배했지요."

새 정부는 1999년 고어레벤 사업을 중단하고 참여와 공개를 원칙으로 한 '폐기물 영구처분장 터 선정을 위한 위원회'(아켄트)를 설립했다. 아켄트는 4년간의 연구와 이해당사자들끼리의 광범한 대화를 거쳐 2002년말 최종보고서를 정부에 냈다. 자일러는 "반핵단체들도 이 보고서에 긍정적이고 환경부도 이를 받아들였기 때문에 내년쯤 입법화될 것"이라고 내다봤다.

이 보고서가 제시하는 해법은 주민참여와 정보공개를 보장하는 5단계의 터 선정 절차를 거쳐 2030년까지 최종처분장을 확보한다는 것이다. 그는 "주민을 참여시키는 것은 어렵고 번거롭게 보여도 그것만이 처분장을 구하는 길"이라며 "주민들은 자기 지역의 미래모습을 결정하는 데 참여하고 스스로 그 결정에 책임을 지게 된다"고 말했다.

지난 18일 그는 이중재 한국수력원자력㈜ 사장을 비롯한 방폐장 사업 관계자들이 연 초청간담회에서도 독일이 경험한 '대화의 중요성'을 강조했다. "부안사태에 관해 들었지만, 시민을 납득시키기 위해서는 절차나 정보의 투명성이 얼마나 중요한지 느낄 수 있습니다." 그는 18일 유네스코와 에너지대안센터가 연 '재생가능 에너지와 평화' 국제회의에서 핵공학자이면서도 "미래는 원자력이 아니라 풍력, 태양, 바이오매스 등 재생에너지에 있다"고 강조하기도 했다. 오는 21일에는 탈핵과 대안적 전력정책 국회의원 연구모임과 에너지대안센터(02-394-2345)가 여는 세미나에서 독일 방폐장 선정의 경험과 교훈을 발표할 예정이다.

글 조홍섭 환경전문기자
ecothink@hani.co.kr
사진 한국수력원자력 제공

## 8. 자료개발과정

부안 방폐장 선정 사태를 직면하고 이를 수업에 자료로 활용하기로 결정하였다. 우선 부안을 직접 방문하여 그 지역의 문제점을 직접 듣고 살펴보기로 하여 답사를 진

행하였다. 이 답사는 부안과 새만금이 인접지역인 점을 고려 갯벌생태계 자료개발을 위한 새만금 답사와 함께 진행하였다. 또한 이 답사가 현장교사에게도 필요하다고 판단하여 일반교사에게도 공고를 하여 비회원에게도 답사의 기회를 열어 놓았다. 부안과 새만금을 함께 안내할 가이드는 풀꽃 세상 대표인 박병상님에게 부탁을 하여 함께 하였다. 부안지역을 답사하고 그 당시 방폐장 투쟁의 중심지인 성당을 방문 그쪽 분의 이야기를 들었다. 이 과정을 거쳐 방폐장 문제를 중심으로 수업 자료를 개발하기 위해 폐기물을 통해 에너지문제를 새로이 접근해 보기로 하였다. 핵폐기물  방폐방 유치와 관련한 의사결정은 기존에 개발한 모의투표형식을 빌려왔다.

# 4. 지구 온난화

## 1. 주제선정의 이유

영화 ‘투모로우’는 학생들에게 지구 온난화라는 전지구적인 환경문제에 대한 인식을 일깨워 줄 수 있는 좋은 영화이다. 따라서 학생들이 영화를 감상함으로써 지구 온난화 피해의 심각성에 대해 인식해보는 좋은 기회가 될 것이다.
학생들은 영화 감상 후 실제로 지구에서 이런 일이 일어날 수 있을지에 대해 매우 관심을 표했으며 그 외에 지구 온난화로 인한 결과들에 대해 학습하며 그 심각성을 느끼게 되었다. 또한 8컷 만화를 그리면서 교사로부터 들었던 설명을 다시 한번 자신의 언어와 그림으로 표현하는 기회는 지구 온난화에 대한 학습이 영화보기라는 1회성 학습으로 그치지 않고, 학생들의 지구 온난화에 대한 개념 및 그 피해에 대한 개념을 좀더 정확하게 가질 수 있게 하는 기회가 되었다.

## 2. 수업의 목표

- 지구 온난화가 현재 지구상에 일어나고 있음을 인식한다.
- 지구 온난화로 인해 지구에 일어날 결과에 대해 인식한다.

## 3. 수업의 흐름

1차시 : 지구 온난화에 대한 학생들의 관심 유도→지구 온난화에 관련된 영화 ‘투모로우’ 감상→영화에 대한 정리 및 의문점 나타내기
2차시 : 지구 온난화 결과 지구에 일어날 수 있는 결과에 대한 인식→지구 온난화에 대한 내용으로 8컷 만화 그리기
3차시 : 잘 그린 만화 선정 및 게시판에 게시

## 4. 수업자료

### 영화 속 '투모로우' : 과연 현실로 다가올까?

※ 영화 '투모로우(Tomorrow)'를 감상한 후 아래의 질문에 답해보자.

[영화 속 Q & A]

1. 영화를 본 후 한줄 감상을 적어봅시다.

(꼭 한줄로만 적을 필요는 없습니다)

2. 영화 속에서와 같은 기후변화가 실제로도 일어날 수 있다고 생각하나요?
   YES, 왜냐하면-----

   NO, 왜냐하면-----

3. 지금 우리가 사는 지구에서 기후변화가 일어나고 있다고 생각해 본 적이 있나요? 만약 있다면, 언제 인가요?

4. 영화 속 내용, 혹은 기후 변화에 대해 궁금한 점이 있나요? 아래에 적어보세요.

# 지구온난화의 피해, 그것이 알고싶다!

## Quiz Quiz

※ 다음 중 지구온난화로 인해 일어날 수 있는 현상은 무엇일까요? 모두 골라보세요.

① 녹아내리는 빙하　② 해수면 온도 변화　③ 늘어나는 사막
④ 기상 재해　⑤ 생태계 변화　⑥ 물에 잠기는 육지

※ 다음은 지구온난화로 인해 생길 수 있는 피해들입니다. 아래의 자료를 읽고, 지구온난화에 대한 8컷 만화를 그려봅시다.

1. 늘어가는 기상재해 : 2000년 20년만의 폭설, 2001년 90년만의 극심한 가뭄, 2002년에는 태풍 '루사', 2003년에는 태풍 '매미'로 인해 한반도 전역에 엄청난 인명피해와 재산피해가 있었다. 해마다 기상재해의 기록은 깨지고 있고 피해는 늘어만 간다. 이러한 기상재해는 우리나라 뿐만이 아니다. 홍수, 폭우. 폭설, 가뭄 등과 같은 악(惡)기상이 대규모로 자주 찾아오는 이유는 지구의 평균기온이 올라가면서 더 많은 수증기가 대기 중으로 유입되기 때문이다. 미국과 유럽의 자료에 의하면 현재 대기 중 수증기 농도가 예전에 비해 약 10~20%정도 증가된 것으로 나타나고 있다.
앞으로 지구온난화가 진행되면서 지구상 곳곳에 극심한 가뭄과 폭설, 폭우가 찾아오는 기상이변은 점점 자주 나타나게 될 것이며 새로운 기후로 자리 매김 할 수 있다. 특히 건조한 지역은 더욱 건조해져 사막 같은 곳은 빠르게 확장하고 상습적인 수해지역은 물난리가 더욱 심해지는 양극화 현상이 심화될 것이다.

2. 녹아내리는 빙하 : 온도가 가장 크게 증가되는 곳은 극지방이다. 남극대륙은 1974년 이후 소실된 얼음의 총 면적이 1만 3,500㎢에 이른다. 북극의 경우도 비슷해서 빙하의 두께가 이미 40% 이상 얇아 졌으며 매년 네덜란드 면적의 빙하가 사라지고 있다. 알래스카 원주민들은 이로 인해 생활 터전에 부정적인 영향을 받고 있으며 극지방 생물들이 줄어들면서 식량난을 겪기 시작했다. 지구의 등줄이라 불리는 알프스-히말라야 산맥의 빙하도 급격히 녹아내리고 있어, 5~10년 사이에 대재해를 일으킬 가능성이 있는 빙하호가 히말라야에 44개나 존재하고 있다. 지구 표면의 얼음이 녹아내리면 해수면이 상승되어 많은 육지가 바다에 잠기면서 생태계와 인간 생활 터전이 파괴될 뿐 아니라 대기 중의 수증기량도 증가하여 기상재해를 더욱 증가시킨다. 뿐만 아니라 빙하의 면적이 줄어들게 되면 지구가 흡수하는 태양에너지 양이 증가하게 되어 온난화가 더욱 빨라질 수 있다.

3. 잠기는 나라들 : 해수면 상승 속도가 점점 빨라지고 있다. 남태평양의 투발루 주민들은 올라오는 바닷물을 피해 뉴질랜드로 이주하고 있으며 파푸아뉴기니의 카르테트나 남태평양의 타쿠, 인도양의 몰디브 등도 국민 전체가 난민 신청을 내고 다른 나라로 이주를 준비하고 있는 상황이다. 해수면 상승으로 영향을 받는 지역은 이러한 섬나라들이 전부가 아니다. 사실 지금 인류가 거주하고 있는 대부분의 땅들은 물을 끼고 있기 때문에 해수면이 상승하면 많은 인류가 삶의 터전이나 문명의 자취들을 잃게 됨을 의미한다.

4. 생태계 변화 : 기후가 변하면 그 지역에 살고 있던 온도변화에 민감한 생물들은 이러한 변화에 적응하지 못하고 사라지기까지 한다. 우리나라의 경우 해수 평균 온도도 올라가 동해안에 지천으로 잡히던 한류성 어류인 명태나 대구 등은 줄어들고 고등어 멸치 오징어 등 난류성 어류들이 동해의 주인자리를 차지하고 있다. 우리나라에서는 좀처럼 볼 수 없는 열대어가 자주 나타나고 있기도 하다. 얼마 전 기상청은 우리나라 기후가 아열대 기후로 변하고 있다고 발표했다. 지구의 온도가 상승함에 따라 동식물들의 분포는 극쪽으로 밀려가게 된다. 그런데 100년 동안 2~6℃ 기온이 올라간다고 생각했을 때 이러한 생물 분포는 약 500킬로미터나 이동하게 되고, 전 세계 숲의 3분의 1이 식생의 변화를 겪을 수밖에 없다는 결론에 이른다. 이러한 생물분포의 이동은 대지에 튼튼히 뿌리를 뻗고있는 숲으로서는 매우 가혹한 이야기이다. 게다가 육지와 이어져있지 않은 섬나라나 고산식물이나 극지방에 사는 생물들의 경우에는 그대로 사라져버릴 수밖에 없다.

5. 식량 부족 : 빛과 열, 물공급은 농업 생산량을 결정하는 중요한 요소이기 때문에 기후변화는 전지구적인 식량공급과 수요에 큰 영향을 끼칠 것이다. 유엔의 보고서들에 의하면 2100년까지 쌀, 밀 등과 같은 세계의 주요 식량 생산량이 30%까지 떨어질 것이라고 한다. 특히 열대지방의 경우 기온이 1℃ 올라갈 때마다 수확량이 10%씩 줄어들 것이다. 열대지방이나 건조지역, 커피나 차 등 환금작물이 주로 생산되는 개도국 지역들은 대부분 기후변화에 취약한 지역으로 생산량이 크게 줄어들고 많은 인구가 기아나 영양실조에 직면할 것으로 전망한다. 극지방이나 연안 지역은 해수면 상승과 홍수, 생태계 변화 등에 따라 기존의 수렵, 채집 경제가 불가능해 질 것이며 우리나라와 같이 기상재해가 빈번한 지역 또한 재해로 인한 식량 부족이 우려된다.

**(자료 출처) 에너지 대안센터 http://www.energyvision.org/**

# 지구온난화의 피해, 8컷 만화 그리기

## 5. 교사용 자료

### 영화 '투모로우'의 줄거리를 알고 있으세요?

※ 영화 '투모로우(Tomorrow)'의 간략줄거리

주인공인 기후학자 잭 홀박사는 남극에서 빙하 코어를 탐사하던 중 커다란 얼음 덩어리가 떨어져 나가는 순간을 목격한다. 지구에 이상변화가 일어날 것을 감지한 그는 얼마 후 국제회의에서 지구의 기온 하락에 관한 연구발표를 통해 다음과 같은 경고를 했다. 급격한 지구 온난화로 인해 남극, 북극의 빙하가 녹고 바닷물이 차가워지면서 해류의 흐름이 바뀌게 되어 결국 지구 전체가 빙하로 뒤덮이는 거대한 재앙이 올 것이라는 내용의 경고였다. 그러나 그의 주장은 비웃음만 당하고 상사와의 갈등만 일으키게 된다. 홀박사는 상사와의 논쟁으로 뉴욕에서 열리는 퀴즈대회 참가를 위해 가는 아들 샘을 데려다 주는 것을 잊어 버리고 만다.

얼마 후 아들이 탄 비행기가 이상난기류를 겪게 되고 일본에서는 골프공만한 우박이 떨어져 피해가 심각하다는 뉴스가 TV를 통해 보도되었다. 그 외에도 미국 로스앤젤레서에서는 거대한 토네이도가 불어닥쳐 도시 전체를 초토화시키고, 뉴욕에서는 거대한 해일이 맨해튼을 덮치는 등 지구 곳곳에 이상기후 증세가 나타나게 된다.

홀박사는 해양 온도가 13도나 떨어졌다는 소식을 듣게 되고 자신이 예견했던 빙하시대가 곧 닥칠 것이라는 두려움에 떨게 된다. 그리고 자신의 기후예측모델을 슈퍼컴퓨터로 돌려본 결과 6주 안에 상상을 불허하는 엄청난 기상이변이 불어닥치며 그 다음 빙하기로 접어든다는 결론이 나왔다.

홀 박사는 앞으로 일어날 재앙으로부터 아들을 구하러 가려던 중 백악관으로부

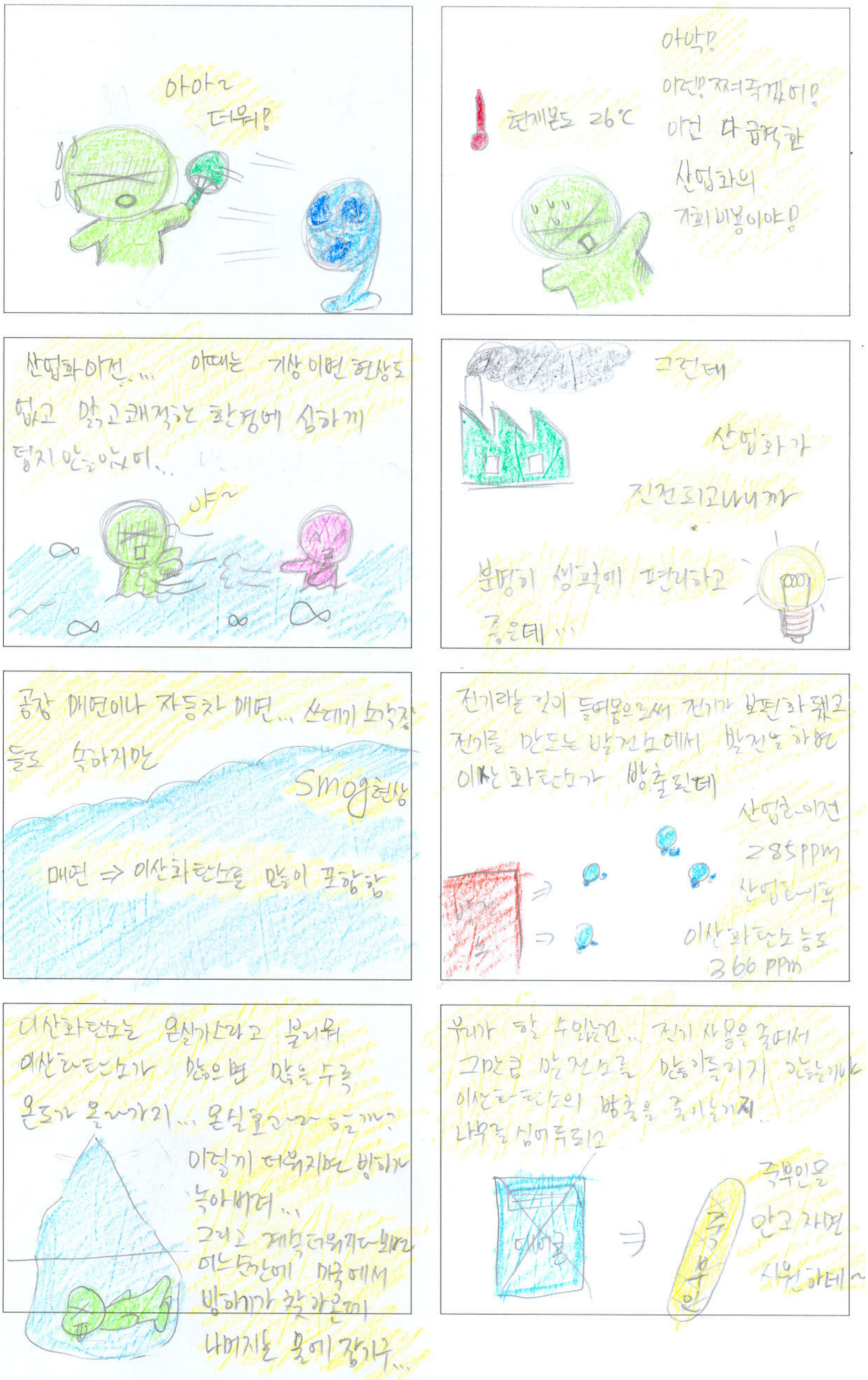
터 연락을 받는다. 홀 발사는 백악관 브리핑을 통해 현재 인류의 생존을 위해서는 지구 북부에 위치한 사람들은 이동하기 너무 늦었으므로 포기하고 우선 중부 지역부터 최대한 사람들을 멕시코 국경 아래인 남쪽으로 이동시켜야 한다는 과감한 주장을 하면서 또다시 관료들과 갈등을 겪게 된다. 이동을 시작한 사람들은 일대 혼란에 휩싸이게 되고 그럼에도 불구하고 홀박사는 아들이 있는 북쪽 뉴욕으로 향한다.

뉴욕에 거의 다다를 즈음 홀박사는 고기압 태풍의 중심을 만난다. 태풍의 중심에 놓인 맨해튼의 건물들은 꼭대기부터 순식간에 바닥까지 얼어붙는다. 다행히 아들 샘은 불이 있어 살아남았고, 홀박사는 아들을 구출한 후 헬기를 타고 얼음 도시가 되어버린 뉴욕을 바라보며 멕시코로 갈 수 있었다.

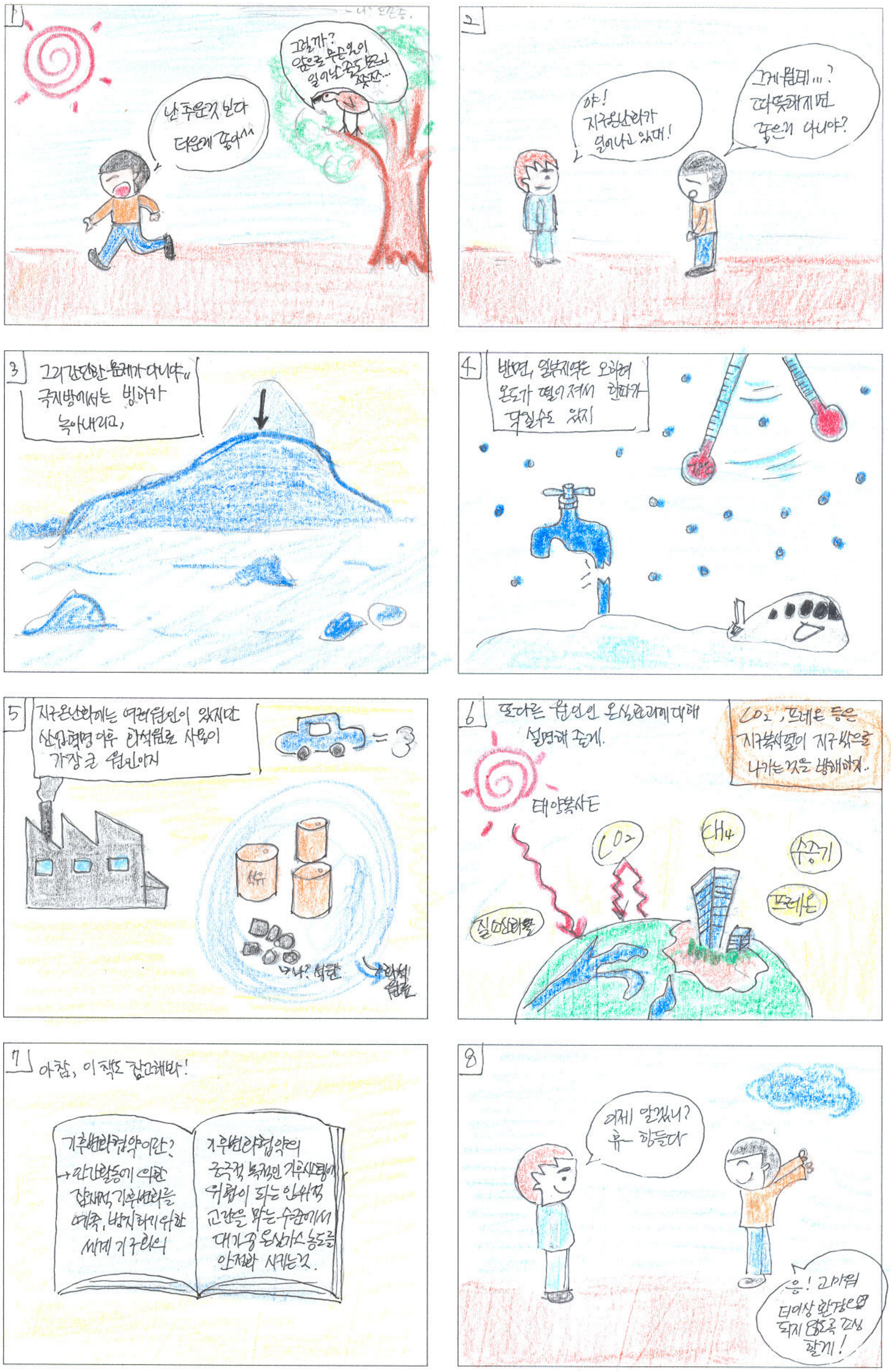
## 6. 수업 결과물 (1)

지구의 온난화로 인해 빙하가 녹아요...
으악!!
태풍이 치고
우헤헤헤~
황사가 일어나며
홍수,
아이고~
꿀꿀~
지붕
눈이 너무 많이 오내~
얼음
헉!
폭설,
으~어~어~
가뭄... 인간의 생명을 위협하죠...
결국은...
이렇게....
「지구의 명복을 빕니다」

## 수업 결과물 (2)


아아~
더워!
아악!
이런! 쪄죽겠어!
이건 다 급격한
산업화의
기후비봉이야!
현재온도 26℃
산업화이전… 이때는 기상이변 현상도
없고 맑고쾌적한 환경에 살하게
덥지 않았었어…
야~
그런데
산업화가
진전되고나니까
분명히 생활에 편리하고
좋은데…
공장 매연이나 자동차 매연… 쓰레기 소각장
들도 속하지만
Smog현상
매연 ⇒ 이산화탄소를 많이 포함함
전기라는 것이 들어옴으로써 전기가 보편화 됐고
전기를 만드는 발전소에서 발전을 하면
이산화탄소가 방출된데
산업화 이전
285ppm
산업화 이후
이산화탄소 농도
366 ppm
이산화탄소는 온실가스라고 불리워
이산화탄소가 많으면 많을수록
온도가 올라가지… 온실효과라고 하는거지
이렇게 더워지면 빙하가
녹아버려…
그리고 계속 더워지다 보면
어느순간에 미국에서
빙하가 찾아온께
나머지는 물에 잠기구…
우리가 할 수 있는건… 전기 사용을 줄여서
그만큼 많은 발전소를 만들지 않는거나
이산화탄소의 방출을 줄이는거지…
나무를 심어두라고
죽부인을
안고 자면
시원하네~

## 수업 결과물 (3)


1
난 추운것 보다 더운게 좋아^^
그럴까? 앞으로 무슨일이 일어날줄도 모르고 쯧쯧쯧...
2
야! 지구온난화가 일어나고 있대!
그게 뭔데...? 따뜻해지면 좋은거 아니야?
3
그리 간단한 문제가 아니야.. 극지방에서는 빙하가 녹아내리고,
4
반면, 일부지역은 오히려 온도가 떨어져서 한파가 닥칠수도 있지
5
지구온난화에는 여러원인이 있지만 산업혁명 이후 화석원료 사용이 가장 큰 원인이지
석유
석탄
화석원료
6
또다른 원인인 온실효과에 대해 설명해 줄게.
$CO_2$, 프레온 등은 지구복사열이 지구밖으로 나가는 것을 방해하지..
태양복사E
$CO_2$
$CH_4$
수증기
프레온
7
아참, 이 책도 참고해봐!
기후변화협약이란? → 인간활동에 의한 잠재적 기후변화를 예측, 방지하기 위한 세계 기구협약
기후변화협약의 궁극적 목적인 기후시스템에 위협이 되는 인위적 간섭을 막는 수준에서 대기중 온실가스 농도를 안정화 시키는 것.
8
이제 알겠니? 휴~ 힘들다
응! 고마워 더이상 환경오염 되지 않도록 조심할게!

## 7. 수업 후기

중학교 3학년 1학기가 끝나면서 학생들은 날씨에 관련된 내용을 마스터했다. 그러나 나는 이 지루한 날씨에 대한 내용들을 학생들이 배우며, 자신들이 배운 날씨와 기상, 계절에 대한 내용들을 얼마나 현실에 적용하고 관련성을 찾을 수 있을지 의문이 들었다. 그리고 그런 생각을 하면 항상 속이 상하다. 나는 이런 딱딱한 이론중심의 과학을 왜 가르쳐야 하는 걸까?

그래서 이 지구온난화 수업은 더욱 의미있는 작업이고, 나의 머리 속에 맴도는 내 수업에 대해 늘 존재하는 불만감을 조금이나마 해소해주는 수업이었던 것 같다.

지구온난화라는 주제는 당연히 학생들이 관심있어하는 주제이다. 왜냐면 그들이 직접 겪고 있으며, 앞으로 그들이 해결해야하는 문제라는 것을 알고 있기 때문이다. 1학기 기말고사가 끝난 후 지쳐있는 아이들에게 '투모로우'라는 영화 감상은 놀고 싶어하는 학생들의 요구를 충족시켜주기도 했고, 그 후속작업으로 실시된 지구온난화에 대한 설명과 만화그리기 작업은 학생들이 어렴풋이는 알고 있지만 정확하게 설명하지 못하는 내용에 대해 좀더 확실하게 해주는 과정이 되었다. 학생들은 조별로 함께 만화그리기를 하면서 자신이 이해한 내용을 서로 설명해주기도 하고, 또 아이디어를 교환하면서 지구온난화가 무엇인지 좀더 정확하게 이해하게 되는 것 같았다. 물론 이 수업은 영화 감상과 더불어 만화그리기 작업에 많은 시간이 투자되기 때문에 학기 중에 실시하는 데에는 어려움이 따를 것이겠지만, 기말고사가 끝난 후 자칫 무의미하게 보내버리기 쉬운 시간을 유익하게 보내는 데에는 적절한 듯 하다. 부디 아이들이 자신들이 살고 있는 지구환경이 빠르게 변하고 있으며, 그 심각성에 대해 인식하고, 환경을 보존하고, 적절하게 자원을 이용하는 아름다운 마음이 생겼으면 좋겠다.

## 8. 자료 개발 과정

지구 온난화에 대한 문제는 매우 심각한 전지구적인 문제이지만 학생들이 직접 피부로 느끼기에 어려운 점이 있기 때문에 단순한 지구 기온 상승 자료만 가지고는 그 심각성에 대해 인식을 시키기가 어렵다. '투모로우'라는 영화는 현실에 기반한 픽션 영화로 학생들에게 지구 온난화로 인한 그 심각한 결과에 대해 느끼게 해주는 좋은 영화이다. 따라서 이 영화의 감상으로부터 학생들의 관심을 유발하면서 지구 온난화라는 주제를 수업에 도입하는 것은 학생들의 수업 참여에의 동기 유발에 효과적이라는 생각이 들었다.

본 수업에서는 영화 감상이 주가 되어 영화감상에 많은 시간을 소비하게 하는 것 보다는 30분 정도만 영화를 감상한 후, 영화에 대한 느낌, 의문점 등을 생각해보는 기회를 갖게 했다. 또한 영화 감상이 1회성에 그치는 수업이 되지 않고 지구 온난화 문제에 대해 학생들이 내면화 할 수 있도록 8컷 만화를 그리게 했다. 만화를 그리는 과정 동안 학생들은 조별로 만화 내용에 대해 서로 토의 하고, 지구 온난화의 피해에 대해 다시금 생각해보게끔 하는 과정이 되었다.

# II. 생활과 환경

우리의 생활은 환경과 밀접한 관련이 있음은 주지의 사실이다. 특히 도시인의 생활은 주변 환경과의 조화를 생각하지 않은 인간 중심의 생활을 오랫동안 해온 결과 이제 서서히 문제점이 나타나고 있다. 이에 우리 주변의 환경과 관련된 소재를 수업자료로 활용하여 도시환경에 대한 인식의 변화와 생활양식의 변화를 꾀하고자 한다. 이 단원에서는 도시 환경 및 도시인의 생활과 관련성이 큰 4개의 주제를 선정하여 수업자료를 제작하였다.

첫째, [생명의 순환 과정으로서 쓰레기]에서는 클레이 애니메이션인 “강아지똥”을 보며, 쓰레기를 단순한 폐기물의 차원이 아니라 생명의 순환 과정으로서 인식하기 위한 짧은 글을 짓도록 했다. 또한 주변 쓰레기의 발생량과 그 처리 방식을 실제적으로 이해하기 위해, 교실 내 쓰레기들을 분류하는 활동을 계획하였다. 현장학습으로는 과거 매립장 이었던 난지도를 방문하여 과거, 현재, 미래의 쓰레기 문제를 짚어 보고, 이것을 바람직한 소비 생활에 관한 수업과 연결시키도록 구성하였다.

둘째, [대도시의 공기 오염]에서는 대도시의 공기를 오염시키는 주요 원인에 대해 알아본 후, 그 원인의 제거와 대도시에서 생활하는 사람의 생활양식의 변화를 줄 수 있는 방법을 찾아보도록 구성하였다.

셋째, [생활 공간 속의 오염]에서는 실외공기의 오염과 다르게 집안공기의 오염도 심각한 문제로 대두되고 있는 점을 강조하였다. 실외 공기의 취약성으로 인해 외부와 밀폐된 실내에서 환기를 시켜주지 않아 실외공기와 다르게 분진이나 세균에 의한 오염이 주를 이루는 실내 공기의 문제와 대처방안을 찾아보고 생활양식의 개선점을 강구하도록 하였다.

네째, [물의 오염과 고갈]에서는 여러 가지 물의 오염과 고갈의 원인과 그로 인한 문제점들을 살펴보았다. 물부족에서는 물이 부족해서 겪은 경험과 수도요금을 계산해보고, 세계적으로 물로 인한 분쟁을 소재로 하여 물의 중요성을 인식하도록 구성혔다. 물오염에서는 물이 오염되는 원인과 물오염으로 나타나는 피해에 대해 알아보고 물을 보호할 수 있는 방안을 모색하도록 구성하였다.

# 5. 생명의 순환 과정으로서 쓰레기

## 1. 주제 선정의 이유

요즈음 각종 환경 단체나 관심이 있는 시민들이 주축이 되어, 쓰레기 문제에 대한 연구나 자원의 재활용에 관한 다양한 활동을 벌이고 있다. 하지만 일선 학교-심지어 대학교까지-에서는 교사들의 인식과 학생들의 참여 부족으로 쓰레기 분리조차 힘겹게 이루어지고 있다. 뿐만 아니라 학생들이 지나치게 필기구를 많이 사 모은다든지, 친구에게 선사하는 선물이 과대 포장돼 있다든지 하는 문제는 어제 오늘의 일이 아니다. 어떤 것이 바람직한 소비인지 고민하지 않는 문화는 심각한 쓰레기 문제뿐 아니라 한정된 지구 자원의 고갈을 불러일으켰다.

따라서 환경 교육에서 단순히 쓰레기의 분리수거나 재활용만을 강조할 것이 아니라, 생태계의 물질 순환 과정으로서 쓰레기를 이해하고, 바람직한 소비 생활만이 쓰레기 문제의 해결뿐 아니라 지구 자원을 고갈시키지 않는 방법임을 다루는 수업이 필요하다.

## 2. 수업 목표

· 쓰레기를 생태계의 물질 순환 과정으로서 인식할 수 있다.
· 교실 내에서 학생들이 버린 쓰레기의 양과 종류를 확인하고, 바람직한 쓰레기 처리 방식에 대해 설명할 수 있다.
· 난지도의 역사를 이해하고 미래의 쓰레기 문제에 대해 예상할 수 있다.
· 자신의 소비 생활을 평가하고 이를 개선하기 위한 캠페인을 기획할 수 있다.

## 3. 수업의 흐름

1차시] 클레이 애니메이션인 “강아지똥” 감상→내용 이해→짧은 글 짓기
2차시] 교실 내 쓰레기 분류→바람직한 처리 방식에 대해 결정
3차시] (미리) 난지도의 역사 그리기
↘ ┌(현장학습)난지도 방문→미래의 쓰레기 문제 예상
└(교실학습)난지도 관련 비디오 시청→미래의 쓰레기 문제 예상
4차시] 소지품 분석 → 친환경 제품 아이디어 만들기 → (조별활동)소비를 줄이기 위한 캠페인 기획

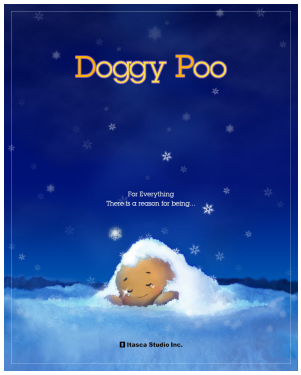
## 4. 수업자료

*II. 생활과 환경* *5. 쓰레기*

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 똥, 익숙하지만 낯선 그대!

1. 다음은 권정생의 동화 '강아지똥'을 클레이 애니메이션으로 만든 작품입니다. 강아지똥이 자신의 간절한 바램을 어떻게 이루어 가는지 함께 감상해 봅시다.




(1) 보고 난 느낌을 이야기해 봅시다.

(2) 한갓 강아지의 배설물이었던 "강아지똥"이 어떻게 해서 귀한 존재가 될 수 있었을까요?

(3) 아래의 글을 참고하여 '강아지똥'을 보고난 느낌을 잘 살릴 수 있는 표현을 만들어 봅시다.

*"만약 당신이 시인이라면 이 종이 위에서 구름을 볼 수 있을 것입니다. 구름이 없으면 비가 내리지 않을 것이고, 비가 오지 않으면 나무가 자라지 않을 것이며, 나무가 자라지 않으면 종이를 만들 수 없습니다. 그러므로 구름은 이 종이의 존재에 꼭 필요한 것입니다."* -틱낫한(승려)

*"그 누구도 외딴 섬이 아니다. 나와 상관없는 죽음은 하나도 없다."* -존 던(영국의 시인·성직자)

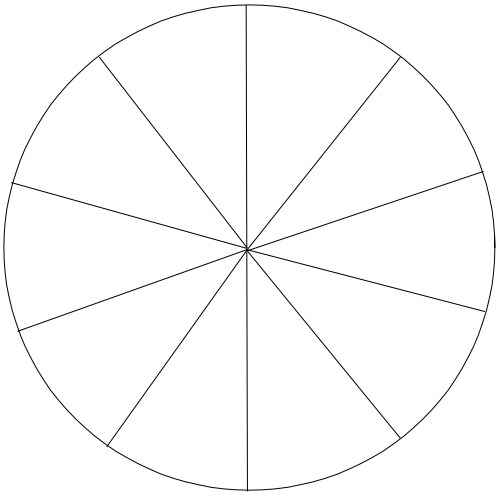
*"대지에 일어나는 모든 일은 대지의 아들과 딸에게도 똑같이 일어납니다."* -시애틀 추장(인디언)

NO: 학년 반 번호 이름

# 교실 안 쓰레기, 익숙하지만 달갑지 않은 그대!

1. 우리 교실 안에도 강아지똥처럼 더럽거나 더 이상 필요없다고 버려진 것들이 많이 있습니다. 그것들이 가장 많이 모인 장소는?.....예, **쓰레기통**이지요.

   **우리가 무엇을 버렸는지** 확인하기 위해, 익숙하게 버리던 방향과는 반대로 꺼내 봅시다. 또한, 꺼낸 쓰레기를 4가지 처리 방식에 따라 그림판 위에 분류하고 차지하는 비율을 비교해 봅시다.



**쓰레기 분류를 위한 그림판 (구역 당 10%)**
(처리방식: 퇴비, 재활용, 매립, 소각)

(1) 우리가 버린 쓰레기의 처리 방식 중 가장 큰 비율을 차지하는 것은?

(2) (1)번 처리 방식의 장·단점은?

(3) 이 4가지 쓰레기 처리 방식 중 가장 바람직하다고 생각하는 것은 어느 것입니까? 그 방식이 갖는 장·단점은?

NO: 학년 반 번호 이름

# 蘭芝島(난지도:난초와 지초가 자라던 섬)로 가보세~

1. 한 지역을 방문하고 싶다면 먼저, 그곳의 역사를 알고 이해할 필요가 있습니다. 난지도에는 때론 아름다웠던, 때론 고통스러웠던 기억이 있습니다. 여러분이 직접 조사한 자료를 이용하여 그 기억을 되살려 봅시다.

| 시기 | 사건 | 당시 난지도의 상황을 그림으로 나타내기 |
|---|---|---|
| 매립 전<br>(조선시대~<br>1970년대) | | |
| 1978년 쓰레기 매립 시작 | | |
| 매립 시기<br>(1980년대) | | |
| 공원 개장<br>(현재) | | |

2. 월드컵 공원으로 탈바꿈한 난지도를 방문하여 자연 환경과 여러 시설을 둘러보고 관찰한 사실들과 느낀 점을 적어 봅시다.

(1) 자연 환경(식물, 곤충 등)

<방문지를 배경으로 한 자신의 사진 첨부>

(2) 시설(풍력 발전기, 침출수 처리장, 매립 가스 처리 시설 등)

(3) 느낀 점

3. 90년대 난지도에 쓰레기 유입이 중단한 이후, 재활용 분리수거의 확대와 쓰레기 종량제 실시 등 쓰레기를 처리하는 여건이 많이 달라졌지만 현재에도 전국의 몇 십여 곳에서는 여전히 쓰레기 매립장이 문을 열고 있습니다. 제 2의 난지도를 만들지 않기 위해 우리가 할 수 있는 일들을 그림으로 그려봅시다.

| 시기 | 사건 | 그림으로 나타내기 |
|---|---|---|
| 미래 | | |

NO: 학년 반 번호 이름

# 蘭芝島(난지도:난초와 지초가 자라던 섬)로 가보세~

1. 한 지역을 제대로 알고 싶다면 먼저, 그곳의 역사를 알고 이해할 필요가 있습니다. 난지도에는 때론 아름다웠던, 때론 고통스러웠던 기억이 있습니다. 여러분이 직접 조사한 자료를 이용하여 그 기억을 되살려 봅시다.

| 시기 | 사건 | 당시 난지도의 상황을 그림으로 나타내기 |
|---|---|---|
| 매립 전<br>(조선시대~<br>1970년대) | | |
| 1978년 쓰레기 매립 시작 | | |
| 매립 시기<br>(1980년대) | | |
| 공원 개장<br>(현재) | | |

2. “난지도”에 관한 비디오를 시청하고 아래 질문에 답해 봅시다.

(1) 과거 쓰레기가 한창 매립되던 시절 난지도 주민들의 생활은 어떠하였는가?

(2) 난지도에 처음 쓰레기 매립을 하게 된 계기는 무엇인가?

(3) 과거 난지도에서는 각종 쓰레기를 어떤 식으로 매립하였는가?

(4) 그로 인한 문제점은?

(5) 굴착 작업으로 파낸 쓰레기들을 통해 알 수 있는 점은?

(6) 비디오를 시청하며 느낀 점은?

3. 90년대 난지도에 쓰레기 유입이 중단한 이후, 재활용 분리수거의 확대와 쓰레기 종량제 실시 등 쓰레기를 처리하는 여건이 많이 달라졌지만 현재에도 전국의 몇 십여 곳에서는 여전히 쓰레기 매립장이 문을 열고 있습니다. 제 2의 난지도를 만들지 않기 위해 우리가 할 수 있는 일들을 그림으로 그려봅시다.

| 시기 | 사건 | 그림으로 나타내기 |
|---|---|---|
| 미래 | | |

NO: 학년 반 번호 이름

# 잘 사서 잘 쓰기

1. 지금 상황-교실 안-에서 당신이 갖고 있는 소지품은 어떤 것이 있는지 살펴봅시다.

   그 중에서 개수가 가장 많은 종류를 하나 정하고(예, 필통 안의 각종 필기구), 선택한 물건을 여러 변인에 따라 분석해 봅시다.

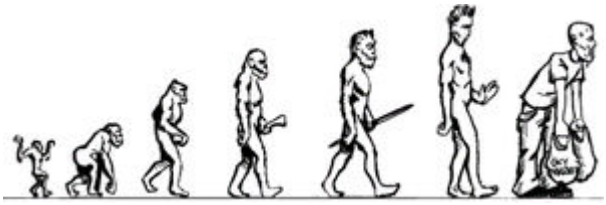
◆ 선택한 물건의 종류는 ( )이고 ( )개가 있다.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 제품을 알게 된 경로 | | 스스로 ( )개 | 광고 ( )개 | 기타 ( )개 |
| 구매 당시 | 필요성 | 꼭 필요해서 ( )개 | 필요할 것 같아서 ( )개 | 다른 이유로 (예, 예뻐서, 남이 사니까 등) ( )개 |
| | 태도 | 환경과 관련지어 고민함 ( )개 | 필요성과 관련지어 고민함 ( )개 | 아무런 고민 안 함 ( )개 |
| 현재의 유용성 정도 | | 자주 사용 ( )개 | 드물게 사용 ( )개 | 사용안함 ( )개 |
| 생산에 필요한 자원 | | 자연물 ( )개 | 인공물 ( )개 | 모름 ( )개 |
| 생산 과정에 대해 아는 정도 | | 잘 ( )개 | 보통 ( )개 | 모름 ( )개 |
| 리필의 가능성 여부 | | 가능 ( )개 | 불가능 ( )개 | 모름 ( )개 |
| 폐기물 처리 방식을 아는 정도 | | 잘 ( )개 | 보통 ( )개 | 모름 ( )개 |

2. 옆 친구의 분석 결과와 자신의 결과를 비교한 후, 친구의 분석이 정확한지 확인하고 서로의 소비 형태와 그것이 만들어낼 쓰레기 문제에 대해 토의해 보자.

3. 난지도의 쓰레기장에서 몇 십 년이 지나도 썩지 않는 플라스틱, 알루미늄 등의 쓰레기는 우리가 쓰고 버린 것들 입니다. 하지만 **우리의 힘**으로 쓰레기의 양을 줄이고 생산자가 친환경 상품을 개발하도록 유도할 수 있습니다(예, 각종 리필용 세제, 다이어리 속지, 종이팩 대신 유리병 사용 등). 우리 주변에서 장차 친환경 상품으로 변화가 가능한 물건을 찾아서 아이디어를 간단하게 적어봅시다.

4. 근본적으로 쓰레기 문제를 해결하기 위해서는 지나치게 소비 지향적인 현대인의 생활을 개선할 필요가 있습니다.



실제 우리의 넘치는 소비가 지구를 파괴하고 있진 않은지, 우리 세대에 모든 자원을 다 써버리고 다음 세대들이 사용할 권리를 뺏는 건 아닌지 생각해 보기 위해 “Buy Nothing Day (아무것도 안사는 날)"나 ”No Paper day(종이 안쓰는 날)"의 캠페인 활동이 벌어지고 있습니다.

이 두 캠페인에 대해 간단하게 조사한 후, 우리 학교 내에서 소비 지향적인 생활을 개선할 수 있는 캠페인 주제를 잡아 봅시다. 또한 그 캠페인에 필요한 적절한 행사도 계획해 봅시다(예, 포스터, 소비 바이러스 자가 진단서, 오래된 물품 공모전, 만화 등).

※녹색연합 홈페이지에서 참조함

♠주제

♤목표

◈관련 행사

## 5. 교사용 자료

**1차시] 똥, 익숙하지만 낯선 그대!**

◉ 지도상의 유의점

· 쓰레기(강아지똥)의 퇴비화를 통한 생태계의 물질 순환 과정을 강조한다.

◉ 비디오소개-강아지똥

· 아동문학의 대표작이자 베스트 셀러 "강아지똥(권정생 작)"의 클레이 애니메이션.

· 구성(총 60분)

- 애니메이션 본편(30분) 테입 1개+ 뮤직비디오와 제작과정을 담은 테입 1개(30분)

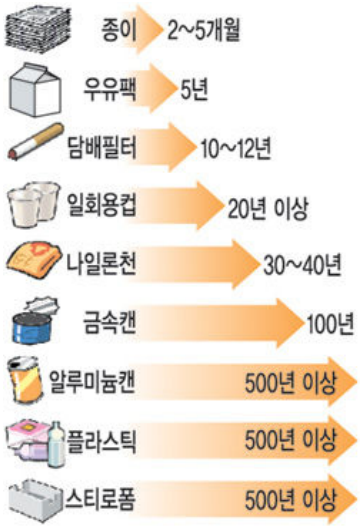
· 내용

- 시골길 돌담 외딴구석에 홀로 남겨진 어린 강아지똥은 작은 참새와 조그만 흙덩이마저도 하찮게 보는 여리고 쓸모없는 존재이다. 그나마 말동무라도 되어 주던 흙덩이도 떠나고 추운 겨울을 외롭게 보낸 강아지똥은 봄이 되어 암탉과 병아리 가족을 만나지만 그들 역시 강아지똥에게서 아무런 쓸모를 발견하지 못하고 강아지똥을 지나쳐 버린다. 봄비가 내리는 어느 날 강아지똥은 자신의 곁에 피어난 민들레를 만나게되고 민들레는 별처럼 고운 꽃을 피우는 존재라는 사실에 민들레를 부러워 한다. 하지만 민들레는 자신이 고운 꽃을 피우기 위해서는 강아지똥의 도움이 필요하다고 말을 하는데...

**2차시] 교실 안 쓰레기, 익숙하지만 달갑지 않은 그대!**

◉ 지도상의 유의점

· 전지에 10칸으로 나뉜 대형 원을 그려 놓고 그 위에 4가지 처리 방식별로 교실 쓰레기를 분류해서 대강의 비율(%)을 짐작하게 한다. 이 때 만약 매립한다면 각각의 쓰레기가 썩는데 걸리는 시간도 같이 언급하면서 분류한다.




◉ **생활폐기물**이란?

· 생활폐기물은 좁은 의미의 가정에서 배출되는 쓰레기와 대형 폐기물을 비롯해, 자동차 사용으로 발생하는 각종 폐기물(폐차된 자동차 폐기물, 석유, 타이어)을 포괄하여 지칭한다.

◉ 연도별 폐기물 발생량

(단위: 천톤/일)

| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 총계 | 144.5 | 141.4 | 147.1 | 148.1 | 180.8 | 194.7 | 188.6 | 219.4 |
| 생활폐기물 | 75.1 | 62.9 | 58.2 | 47.8 | 49.9 | 47.9 | 44.6 | 45.6 |
| 사업장 폐기물 | 69.4 | 78.5 | 88.9 | 100.3 | 130.9 | 146.8 | 144.0 | 173.8 |

자료)환경백서, 환경부(2000)

◉ 생활폐기물의 처리 방식

· 처리 방식은 서로 절충하여 사용되고 있다. 즉, 상황에 따라 재활용, 퇴비화, 혹은 소각되는데, 이 세 과정이 끝난 후 남는 잔류쓰레기(최종 폐기물)는 매립되는 경향이 늘어나고 있다.

· **퇴비화**: 생활폐기물 중에서 발효 가능한 쓰레기를 대상으로 한다. 퇴비화 처리 쓰레기가 발효되도록 공기가 통하는 장소에 몇 달 동안 내버려두는 과정을 거치는데, 퇴비화 공장을 세우기 위해서는 꽤 넓은 공간이 필요하다. 쓰레기를 농토에 뿌리는 일(천연 퇴비)은 고대부터 있었다. 하지만 그 방식은 화학비료와의 경쟁에서 밀리고 있다. 생활폐기물에 유리, 금속, 플라스틱 등이 점차 늘어나기 때문에 퇴비화 이전에 쓰레기를 철저히 선별하는 작업이 선행되어야 한다.

· **매립**: 선진국에서 가장 널리 쓰이는 쓰레기 처리 방식이다. 무엇보다 많은 물

이 고이고 엄청난 양이 매연을 발생시키는 단순 매립은 금지하고, '관리형' 매립지에서 매립해야 한다. '관리형' 매립은 매일 혹은 격일로 쓰레기를 평평히 깔아 쓰레기 층 사이에 모래나 흙으로 복토를 만들어 분리하고, 지하수층에 물이 스며들지 않아야 하며, 매립장으로 스며들며 오염되는 빗물, 즉 '침출수'를 회수하여 지하수 오염을 막아야 한다. 또한 매립지로 사용되었던 토지를 다른 용도로 변경할 것도 고려해야 한다. 이러한 모든 요인을 고려하다 보면 최대 장점이었던 저렴한 처리 비용이 훨씬 늘어날 수도 있다. 특히 도심에서 가까운 좋은 땅을 매립지로 사용하게 되는 단점이 있으므로, 매립지는 소각이나 퇴비화를 거치고 남는 '잔류 물질'인 '최종 폐기물'을 처리하는 장소로 남겨두는 것이 현명하다.

· **재활용**: 알루미늄 캔이나 고철을 재활용하면 새 원료를 제조하는데 드는 에너지 소비량의 70~90%를, 대기오염 발생량의 85%를 줄일 수 있다. 또한 한 해 폐자원 수입비용은 1조 7천억원에 달하고 있는 실정이다. 따라서 폐자원 재활용률이 1% 높아질 경우 연간 639억원의 외화가 절감된다. 재활용이 가능한 폐기물은 다음과 같다.

| |
|---|
| 종이류(신문지, 책자, 노트, 종이 쇼핑백, 달력, 포장지, 종이컵, 팩, 상자류), 캔류(철 캔, 알루미늄 캔, 부탄가스, 살충제 용기), 병류(음료수 병, 기타 병, 농약병), 고철류(철사, 공구류, 양은, 스텐류, 전선, 알미늄 샷시류), 플라스틱류(플라스틱 재질 식별코드가 부여된 PET병, 합성수지용기류, 일반가정용 생활용품류), 의류. |

· **소각**: 전체 생활 폐기물의 70%를 차지하는 연소 가능 쓰레기를 대상으로 한다. 좁은 공간에서 하는 '압축적인' 방법이기 때문에서 대도시에서 선호된다. 일부 소각 공장에서는 소각시 발생하는 열과 생산된 전력까지 판매하고 있다. 생활 폐기물은 열량이 매우 낮은(석탄의 5분의 1) 연료이며, 구성요소까지 균질하지 못하다. 따라서 소각로 내부에 공기의 주입이 원활히 이루어져야 하며, 소각 쓰레기들은 골고루 혼합되어 최대 9백℃에 이른다. 이 때 발생하는 어려움은 다이옥신을 생성할 수 있는 매연의 정화와 연소 후 찌꺼기의 매립 문제가 있다.

◉ 폐기물 처리 실태

(단위: %)

| | 매립 | 재활용 | 소각 | 기타 |
|---|---|---|---|---|
| 총계 | 24.7 | 65.4 | 6.2 | 3.7 |
| 생활폐기물 | 51.6 | 38.1 | 10.3 | 0.0 |
| 사업장폐기물 | 18.0 | 67.6 | 5.3 | 3.8 |
| 지정폐기물 | 10.3 | 49.5 | 10.9 | 23.3 |

자료) 환경백서, 환경부(2000)

◉ 그러나 **재활용만이 만능은 아니다!**

· 예를 들어 다른 물질보다 재활용이 활발한 종이의 경우, 거의 전부 또는 상당한 양의 폐지가 종이의 원료로 사용된다. 그러나 같은 폐지를 계속 재활용할 경우 섬유질의 열화로 인한 미세섬유화 등이 진행되어 종이의 질이 떨어진다. 이런 순환 시스템에서 계속 버진 펄프인 1차 섬유로 만들어진 폐지를 새로 투입해야 재생지의 질을 유지할 수 있게 된다. 이에 따른 환경 부하도 무시할 수 없다. 따라서 주부들이 종이 우유팩을 한 묶음 가져가면 재생 화장지를 한 개 받는다고 해서 이 둘을 같은 가치라고 생각해서는 안된다. 무엇보다 재활용이 만능이 아니므로 종이의 사용을 원천적으로 줄이는 것이 가능한 곳에서는 최대한 줄이는 노력을 아끼지 말아야 한다. 사무 자동화 이후 한두 자를 고치기 위한 프린터 출력이 크게 늘어나 종이 생산량이 10년 전보다 두 배 이상 늘어났다. 단지 편리나 형식을 쫓아 고의적, 무의식적으로 종이 사용을 줄이기 위한 노력을 기피하는 일이 우리 주변에 만연되어 있다.

◉ 쓰레기 종량제에 대한 소개

· 쓰레기 종량제 추진성과를 시행 전('94년)과 비교하면 쓰레기 양이 1인당 1.33㎏에서 선진국 수준인 0.98㎏('00년)으로 줄었으며, 매립·소각되는 쓰레기 양은 45%가 감소된 반면 재활용품 수거량은 115%가 증가되어, 재활용율은 15.4%에서 41.3%로 증가하고 매립율은 81.1%에서 47.0%로 감소되었으며, 이로 인해 연간 약 8,700억원에 이르는 사회·경제적 편익을 가져왔다고 밝혔다.

◉ 참고 문헌 및 관련 인터넷 사이트

· 자크 베르니에(1999), 환경, 한길사.

· 쓰레기 문제 해결을 위한 시민운동협의회 http://www.waste21.or.kr/

· 재활용 도우미 http://koreco.or.kr/new/recycle_doumi/index.html

· 김혜태(2001), (풀어쓴 재활용 공학) 엔트로피와 리싸이클링, 수자원환경신문사.

**3차시] 蘭芝島(난지도:난초와 지초가 자라던 섬)로 가보세~**

◉ 지도상의 유의점

· 현재 월드컵 공원은 괘적하게 시설이 갖추어져 있으므로 학생들이 과거 쓰레기 매립장으로서 이해하기에는 무리이다. 따라서 방문하기 전, 컴퓨터실에서

한 차시 동안 인터넷 사이트나 다른 자료 조사를 통해 난지도의 역사를 충분히 이해할 수 있는 과제를 내준 후 방문하도록 한다. 특히, 인터넷에 있는 월드컵 공원 홈페이지의 난지도의 역사에 대한 사이트를 참조하면 관련 역사에 관한 그림을 그리는데 충분한 도움을 줄 수 있다. 또한 현장 학습이 어려울 경우 관련 다큐멘터리 비디오를 상영하여 학생들의 이해를 도울 수도 있다.

◉ 비디오 소개

· **그린 패트롤; 되살아나는 난지도**(1994, KBS, 45분)

- 쓰레기 매립을 중단한지 1년 반 만에, 난지도에 살기 시작한 꿩과 족제비, 너구리 생존 등 새로운 환경으로 자리잡고 있는 난지도 환경변화를 취재한 다큐멘터리이다. 또한 20분 후부터는 난지도의 역사 소개와 거주민들의 증언, 가스분출, 악취, 침출수, 지반 붕괴 등의 문제를 다루고 실제 굴착 작업을 통해 과거 매립한 쓰레기의 흔적을 찾아본다.

  ⇒매립지로서 난지도를 이해하기에 적당한 프로그램이다.

· **환경스페셜; 난지도 알을 품다**(2000, KBS, 40분)

- 그 이름만으로도 더러운 도시의 쓰레기를 상징했던 난지도에는 15년의 세월동안 1억2천만톤에 달하는 쓰레기가 매립됐다. 그 후, 자연의 생명력은 쓰레기 더미 위 꽃을 피워내고, 다양한 동식물들을 다시 불러들이고 있다. 천연기념물 황초롱이도 새끼를 데리고 살고 있다. 그러나 아직은 도처에 생태계를 위협하는 많은 요소가 있기에 불안한 상태이다. 만일, 난지도의 생태계가 완전히 되살아난다면 북한산에서 서오릉, 한강둔치까지 이어지는 거대한 생태축이 형성될 수 있을 것이다. 현재, 2002년 월드컵 개최를 앞두고 또다시 개발열풍이 불고 있어서 난지도의 미래는 여전히 불안하다.

  ⇒ 매립 중단 이후 일반인 출입이 차단되면서 바뀌어 가는 자연 환경을 위주로 다루었다.

· 비디오 구입처-KBS 미디어 프라자 http://www.kbsvideo.com/

◉ 생태학습 프로그램-개인별 예약제

· 공원내 교육 프로그램은 개편될 수 있으므로 확인이 필요함.

· 진행되는 프로그램은 년 중 자연의 변화를 관찰하고 느끼는 '하늘교실', 자연체험의 느낌을 글로 표현하는 '자연동화교실', '자연시교실', 장애우와 함께하는 '장애우생태학교', 시설아동과 함께하는 '시설아동 생태학교', 자연에 관심이 높은 초등학교 3,4학년을 대상으로 하는 '어린이 자연관찰회'가 있습니다.

겨울에는 '조류탐사교실'이 진행됩니다. 소모임으로는 들꽃을 관찰하는 '들꽃 관찰모임', 야생조류를 찾아 떠나는 '야생조류 탐사대', 맹꽁이를 보호하는 '맹꽁이지킴이'가 있습니다.

· 생태학습프로그램은 프로그램 운영자, 자원활동가 모임 '하늘이'에 의해 진행됩니다.

◉ 환경 교실-40명 내외의 단체 예약제

· 공원내 교육 프로그램은 개편될 수 있으므로 확인이 필요함.

· "환경교실"에서는 난지도의 어제와 오늘, 쓰레기 매립지의 환경오염실태, 매립지 발생 오염물질 처리시설 등 강의와 현장견학 등의 교육과정을 통해 환경보전의 중요성을 다시 한번 생각하는 기회를 마련합니다.

· 교육일정 : 주 3회 (화, 수, 목) - 단체접수

· 교육시간 : 1회 4시간

· 환경교실 참여 및 예약 문의 : 월드컵공원관리사무소 환경보전과 (300-5540)

· 교육내용

| 구분 | 교육 내용 | 교육 장소 |
|---|---|---|
| 1교실 | 난지도의 어제와 오늘 | 영상다목적실 |
| 2교실 | 쓰레기매립지의 환경오염실태<br>기타 환경보전 시민실천사항 등 | |
| 3교실 | 매립지의 환경오염물질 처리현황 | 침출수처리장<br>매립가스처리시설<br>(지역난방공사) |
| 4교실 | 되살아나는 월드컵공원의 환경생태 | 난지연못, 하늘공원 |

◉ 관련 인터넷 사이트

· 월드컵 공원(난지도) http://worldcuppark.seoul.go.kr/main.html

**4차시] 잘 사서 잘 쓰기**

◉ 지도상의 유의점

· 소지품을 이용하여 자신의 현재 소비 형태에 대해 분석한 후, 자신의 의식 변화가 친환경 제품을 생산하도록 하는 힘이 될 수 있음을 확인하기 위해 주변의 물건을 친환경 상품으로 바꿔 생각해 보는 발명 기회를 갖는다. 마지막으로 지나치게 많은 소비가 모든 문제의 출발임을 인식하기 위해 학교 내에서

지나친 소비 자체를 문제 삼을 수 있는 캠페인을 기획하되 관련 행사는 가능한 참신하고 간단하게 만들도록 유도한다.

◉ Buy Nothing Day(B.N.D / 아무것도 사지 않는 날) 운동

· 1992년 캐나다에서 테드 터너가 시작한 Buy Nothing Day(B.N.D / 아무것도 사지 않는 날) 운동은 전세계가 함께 동참하는 캠페인입니다. 우리의 넘치는 소비가 지구를 파괴하고 있진 않은지, 우리 세대에 모든 자원을 다 써버리고 다음 세대들이 사용할 권리를 뺏는 건 아닌지, 소비와 환경에 대해 생각해보는 날입니다.

◉ 종이 안쓰는 날(No Paper Day!)

· 컴퓨터, 팩스, 복사기 등 사무기기가 발달하면서 오히려 사무실에서 소비하는 A4 용지는 증가하고 있습니다. 사무자동화가 애초에 표방했던 '종이 없는 사무실'이 아니라 오히려 '종이 천국 사무실'이 되고 있는 것입니다. 우리는 평생동안 얼마나 많은 나무를 쓸까요? 강원도 산골짜기에서 자란 지름 22센티미터 높이 18미터 소나무로 환산했을 때 무려 2백37그루나 됩니다. 이는 한사람이 80년을 산다고 했을 때, 해마다 세 그루의 나무를 심고 그 나무가 가뭄과 산불에 상하지 않도록 30년 동안 잘 돌봐야 자급자족할 수 있는 정도입니다. 안타깝게도 우리나라 목재 자급율은 6%에 지나지 않습니다. 결국 우리의 종이 낭비 습관이 '지구의 허파' 아마존의 열대밀림을 파괴하는 셈입니다. 지금 당장 나무를 심거나 가꿀 수 없다면 우리가 생활하는 공간에서부터 종이를 아껴야 합니다. 그것이 더 큰 나무심기입니다. 우리가 4월 4일 하루 동안 종이 한 장을 덜 쓴다면 우리는 단 하루에 4,500그루의 나무를 지키는 것입니다.

◉ 관련 인터넷 사이트

· 녹색 연합 http://www.greenkorea.org/

· 생태 발자국 http://footprint.gcn.or.kr/info.html

- 지구의 포용력에 비해 우리가 얼마나 많은 지구의 가용자원을 사용하고 있는지를 알려주는 문항으로 구성된 자가 진단 프로그램

# 6. 학생 수업 결과물

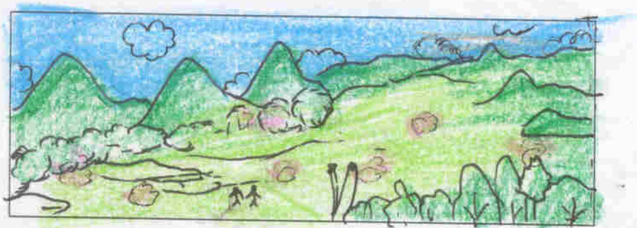
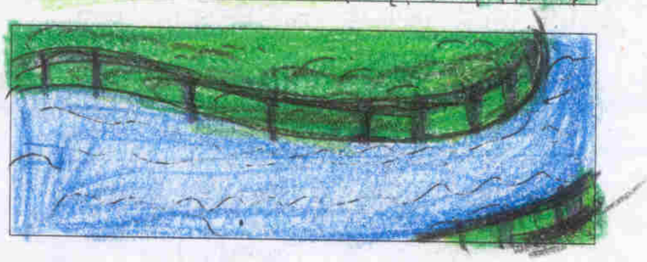
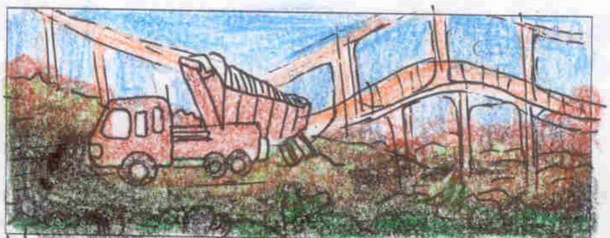
생태적 삶

3. 쓰레기(교실 수업용)

NO: 1학년 4반 6번호 이름 마윤성

## 蘭芝島(난지도:난초와 지초가 자라던 섬)로 가보세~

1. 한 지역을 제대로 알고 싶다면 먼저, 그곳의 역사를 알고 이해할 필요가 있습니다. 난지도에는 때론 아름다웠던, 때론 고통스러웠던 기억이 있습니다. 여러분이 직접 조사한 자료를 이용하여 그 기억을 되살려 봅시다.

| 시기 | 사건 | 당시 난지도의 상황을 그림으로 나타내기 |
|---|---|---|
| 조선시대 | 놀잇배가 정박하는 곳으로도 이용. |  |
| 1960년대 | 난지도 땅콩과 수수를 재배하던 밭이있던 평지였답니다. |  |
| 1978년 쓰레기 매립 시작 | | |
| 1980년대 | 서울이 급격하게 팽창하면서 그만큼 늘어난때 산물들을 수용했던 이곳은 개발과 풍요의 찌꺼기로 메워지게 되었습니다. |  |
| 1990년대 ~공원 개장 전 | 먼지, 악취, 파리뿐 아니라 매립된 쓰레기더미에서 유해가스가 발생하여 화재가 발생하기도 했다. | |

<결과물1 난지도의 역사 그림>

2. "난지도"에 관한 비디오를 시청하고 아래 질문에 답해 봅시다.

1) 과거 매립장 시절 난지도 주민들의 생활은?

판자집에서 불편하게 살았다
쓰레기를 주워며 살았다

2) 난지도에 처음 쓰레기 매립을 하게 된 계기는?

1978년 산업화와 도시화 때문에.
잦은 홍수때문에,

3) 과거 난지도 쓰레기의 매립 방식은?

분리수거를 하지않고 아무곳이로 버려져 재활용과 분리수거 되는 것을 분리시키지 않고 버려서 (구분없이)

4) 그로 인한 문제점은?

가스가 배출, 쓰레기가 썩지 않는다. 침출수 생김,
주민들이 고장을 떠남

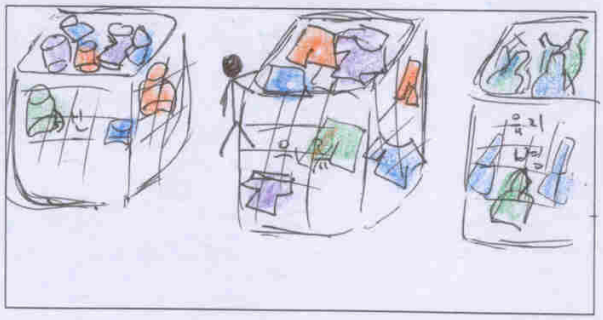
5) 굴착 작업으로 파낸 쓰레기들을 통해 알 수 있는 점은?

쓰레기는 썩지 않는다. 썩지않는 물질을 가정에서 안쓰이 쓴다

6) 비디오를 시청하며 느낀 점은?

재활용을 하고, 일회용을 사용을 줄인다(물건)
소비하는 것을 그린다

3. 90년대 난지도에 쓰레기 유입이 중단한 이후, 재활용 분리수거의 확대와 쓰레기 종량제 실시 등 쓰레기를 처리하는 여건이 많이 달라졌지만 현재에도 전국의 몇 십여 곳에서는 여전히 쓰레기 매립장이 문을 열고 있습니다. 제 2의 난지도를 만들지 않기 위해 우리가 기대하는 미래의 쓰레기 처리 과정을 상상하여 그림을 그려봅시다.

| 시기 | 사건 | 당시 상황을 그림으로 나타내기 |
|---|---|---|
| 미래 | 분리수거를 잘 하고 재활용하여 나눠쓴다. |  |

**<결과물2 비디오 시청 내용 정리>**

## 7. 수업 사진

<그림1 쓰레기 분류판>

<그림2 난지도 현장 학습-횡단보도에서 기다리는 중>

<그림3 난지도 현장 학습-환경 보호 구호를 부착한 자전거를 타고 가양대교 위에서>

**<그림4 난지도 현장 학습-하늘 공원에서 난지도에 대한 설명을 듣는 중>**

**<그림5 난지도 교실 수업-그린패트롤 "되살아나는 난지도" 시청 중>**

## 8. 자료 개발 과정 및 수업 후기

쓰레기 문제는 환경 교육 주제로서 오랫동안 다루어져 왔으므로 학생들에게 생소하지 않다. 그러나 그동안 주로 재활용과 소비 절약 위주로 다루어짐으로써 생태적 관점에서 물질의 순환에 대해 충분히 고려하지 못했다고 생각된다. 특히 '**유용한 자원→쓸모 없는 자원**'으로 버려지는 현실에 대해서 고민하는 시간이 필요하다고 생각되어 다소 감성적인 차원에서 클레이 애니메이션인 "강아지똥"을 이용한 쓰레기 문제를 접근해 보았다. 유용한 자원이 다시 유용한 자원으로 거듭나기 위해서 우리가 고민한 것인 무엇인지 생각해 보고 싶었다.

쓰레기를 퇴비/매립/소각/재활용으로 분류해 본 결과, 교실 내에서 버려지는 것들은 대부분 소각이나 재활용 쓰레기였다. 따라서 마지막에 퇴비나 매립용 쓰레기가 발생할 수 있는 장소를 떠올려보며 정리할 필요가 있었다.

현장 학습으로는 과거 매립장이었던 난지도를 방문하여 과거, 현재, 미래의 쓰레기 문제를 짚어 보고, 이것을 바람직한 소비 생활에 관한 수업과 연결시키도록 구성하였다. 특히 전일제 야외 수업인 경우 주변-마포구나 강서구-지역 학생들은 하루를 비워 월드컵 공원을 방문하는 것이 용이하므로 자전거를 이용하여 가양대교를 넘는 등의 하이킹

코스가 가능하다. 이 때 자전거에 각종 환경 메시지를 담은 홍보물을 부착하면 캠페인 활동으로도 진행할 수 있다. 그러나 이 경우 교통 안전상의 문제가 따르므로 미리 주변 경찰서에 호위를 요청하는 공문을 띄우거나 학부모 도우미를 부탁하는 등의 방법으로 2~3명의 진행 보조 요원이 필요하다.

또한, 실제 학생들의 필통 속을 조사해 본 결과, 10~20여개 혹은 50여개까지 다량의 필기도구가 들어있었다. 이들 가격을 계산하여 경제성으로 접근해서 이러한 자원 낭비가 환경에 미치는 영향까지 고려해야 한다는 식으로 유도하였다. 그러나 친환경 상품이나 캠페인에 대한 아이디어가 다양하게 나오지 않으므로 교사가 사전에 미리 이에 대한 정보를 조사해서 학생들에게 소개해 줄 필요가 있었다.

# 6. 대도시의 공기오염

## (조용한 살인자)

## 1. 주제선정의 이유

많은 사람이 집중되어 모여 사는 대도시의 공기는 인간활동의 부산물로 생긴 오염물질로 오염되어 우리의 건강을 위협하고 있다. 그 중에서도 특히 대기를 오염시키는 원인이 되는 것은 자동차의 배기가스이다. 대기 중에 배출된 유해가스인 일산화탄소, 이산화탄소, 질소산화물, 이산화황, 오존, 미세먼지 등은 인체에 해를 끼치거나 불쾌감을 주며, 환경요소가 취약한 대도시에서 거주하는 사람들의 건강을 위협하고 있다. 이에 공기오염의 역사와 대도시 공기오염의 주요 원인에 대해 알아본 후, 그 원인에 대한 대책과 대도시에서 생활하는 사람의 생활양식의 변화를 줄 수 있는 방법을 찾아볼 필요가 있다.

## 2. 수업의 목표

1. 과거에 일어났던 세계의 큰 대기오염 사건을 조사하여 대기오염이 과거에도 있었음을 인식한다.
2. 대기오염이 인체에 미치는 영향을 안다.
3. 대도시의 대기오염이 자동차에 의해 야기됨을 알고, 자동차에서 나오는 오염물질의 종류와 영향을 안다.
4. 대도시의 대기오염을 줄일 수 있는 실천사항을 생각하여 실천할 수 있도록 한다.

## 3. 수업의 흐름

1차시 : “대기오염”의 정의를 알아보고, 과거에 세계적으로 유명한 대기오염의 사건을 조사하여 현대에 제기된 문제가 아님을 인식하도록 한다. 조사해온 자료를 발표하면서 수업을 진행한다. 이때 그 당시의 사진자료들을 이용하여 발표하도록 한다.

2차시 : SBS에서 방영된 “환경의 역습” 중 2부의 대기오염으로 인한 시각적 공해와 3부의 “노점상 남성 31명(기혼 유자녀)을 대상으로 배기가스 노출이 정자에 미치는 영향을 조사한 실험과 결과”가 있는 일부분을 보여준 후, 대도시의 대기오염의 원인과 인간에 미치는 영향을 생각해보게 한다.

3차시 : 자동차의 배기가스에 화장지를 대어 배기가스를 눈으로 확인하고, 연료의 종류에 따라 어떤 물질이 배출되는지 알아본다. 이어서 배기가스가 인체에 어떤 피해를 주는지 조사하고, 대도시의 공기를 오염시키는 주요 원인이 되는 연료를 자료를 찾아 파악한다.

4차시 : 대도시에 사는 사람들이 대기오염을 줄일 수 있는 방법을 찾아 십계명을 만들고 실천할 수 있도록 하고, 대기오염을 주제로 했을 때 떠오르는 장면을 한컷의 만화로 그려 상기시키도록 한다.

## 4. 본차시 수업자료

*II. 생활과 환경* *6.대도시의 공기 오염*

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 대기오염! 오늘날의 문제만은 아니다.

1) 대기오염이란 무엇인가?

2) 세계적으로 과거에 대기오염과 관련된 큰 사건을 3가지 이상 조사하여 아래의 표에 기록하여 발표하자.

| 사 건 | 환 경 | 피 해 | 원 인 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 오염된 대기는 어떤 영향을?

1. 비디오를 시청하고 뉴스 기사의 일부분인 다음 글을 읽은 후, 물음에 대해 생각해보자.

자동차와 인접한 곳에서 일하는 근로자의 이산화질소 피폭농도가 일반인보다 평균 1.5배나 높은 것으로 조사됐다.

(사)시민환경기술센터(이사장 윤종삼)가 지난 7월 14일과 15일 양일동안 대전시 5개 직업군에 대한 이산화질소의 인체노출평가를 실시한 결과, 이 같이 나타났다고 16일 밝혔다.

기술센터에 따르면 퀵 서비스 종사자의 이산화질소 피폭농도는 평균 41.9ppb로 일반인보다 1.5배가량 높은 것으로 나타났다. 또한 백화점 지하주차원 32.9ppb, 교통결찰 30.3ppb로 나타나 자동차에 인접한 곳에서 일하는 사람의 이산화질소 노출이 심각한 것으로 드러났다. 백화점 주차원의 경우 최고 56ppb까지 피폭농도가 올라가기도 해 환기시설설치 등 대책마련이 시급한 것으로 조사됐다.

반면 새벽에 주로 일하는 환경미화원의 경우 24.8ppb로 피폭농도가 낮게 나타났으며, 주로 실내에서 활동하는 대학생의 경우도 28.3ppb로 비교적 낮게 조사됐다.

이번 조사결과는 기술센터가 지난해 조사한 결과와 비교할 때 상당히 낮은 수치의 결과다. 지난해에는 백화점 주차원의 경우 평균 60ppb를 넘었고, 90ppb가 넘을 때도 있어 호흡기의 고통을 호소하기까지 했었다.(대기 중의 이산화질소의 환경기준은 80ppb)

[오마이뉴스 8월20일자]

1) 비디오와 기사의 내용 중 가장 기억에 남는 것은 무엇인가? 또, 그 이유는 무엇인가?

2) 대도시의 대기를 오염시키는 주 원인은 무엇인가?

3) 대기의 오염이 인간에 미치는 영향으로 어떤 것들이 있는가?

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 자동차! 네가 한 짓을 알고 있느냐?

1. 시동이 켜진 자동차의 머플러에 화장지를 1분동안 대본다.

1) 화장지에 어떤 변화가 있는가?

2) 자동차의 종류에 따라 차이가 있는가? 있다면 어느 정도 차이가 있는가?

2. 자동차가 사용하는 연료의 종류에 따라 배기가스로 어떤 물질이 주로 배출되는지 조사해보자.

1) 휘발유차 :

2) LPG차 :

3) 경유차 :

3. 자동차에서 배출되는 주요 배기가스가 인체에 미치는 영향에 대해 조사해보자.

1) 일산화탄소 :

2) 이산화탄소 :

3) 탄화수소 :

4) 질소산화물 :

5) 입자상물질 :

4. 아래의 표는 자동차별 오염물질의 배출 실태를 나타낸 것이다.

<표> 자동차별 오염물질 배출실태 ('97전국)

| 구 분 | 차량대수 (대) | 오염물질 (톤/년) | 차량비율 (%) | 오염비율 (%) | NOx비율 (%) | PM비율 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 휘발유차 | 7,094,398 | 496,594 | 68.1 | 27.7 | 11.2 | 1.6 |
| LPG차 | 234,429 | 153,144 | 2.3 | 8.5 | 3.1 | 0.0 |
| 휘/LPG 소계 | 7,328,827 | 649,737 | 70.4 | 36.2 | 14.3 | 1.6 |
| 경유중소형차 | 2,635,269 | 307,627 | 25.3 | 17.1 | 19.8 | 34.6 |
| 경유대형버스 | 87,143 | 189,336 | 0.8 | 10.6 | 15.6 | 15.1 |
| 경유대형트럭 | 362,188 | 647,947 | 3.5 | 36.1 | 50.4 | 48.8 |
| 경유대형 소계 | 449,331 | 837,283 | 4.3 | 46.7 | 65.9 | 63.9 |
| 경유계 | 3,084,600 | 1,144,910 | 29.6 | 63.8 | 85.7 | 98.4 |
| 총 계 | 10,413,427 | 1,794,647 | 100 | 100 | 100 | 100 |

1) 대도시의 공기를 오염시키는 주요 원인이 되는 오염물질은 무엇인가?

2) 대기오염에 미치는 영향이 큰 자동차는 어떤 연료를 사용하는가?

5. 아래의 표는 전국 대도시의 자동차에 의한 대기오염의 비중과 자동차의 증가를 조사한 것이다.

국내 대도시의 자동차에 의한 오염비중 (1997년)

| 구 분 | 서 울 | 부 산 | 광 주 | 대 구 | 대 전 | 인 천 | 전 국 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 오염비중(%) | 85.6 | 90.4 | 84.6 | 74.1 | 79.1 | 64.9 | 50.3 |

국내자동차대수의증가현황

| 구 분 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 대수(만) | 53 | 100 | 340 | 847 | 955 | 1041 | 1200 |
| 증가율 | (기준) | 1.9 | 6.4 | 16.0 | 18.0 | 19.6 | 22.6 |

1) 대도시의 공기를 오염시키는 주요 원인을 자동차가 차지하는 이유는 무엇인가?

2) 앞으로 대도시의 공기오염의 예상되는 변화를 추론하여 보자.

| NO: | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 우리가 할 수 있는 것은!!!

(십계명 만들기, 캠페인, 내가 할 수 있는 작은 실천)

1. 우리가 할 수 있는 대도시의 공기오염을 줄일 수 있는 방법으로 십계명을 만들어보자.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

2. 대도시의 공기오염과 관련된 내용을 소재로 상징적인 한컷의 만화를 그려보자.

## 5. 교사용 자료

1. 대기오염의 정의(WHO)

실외의 대기 중에 인공적으로 발생시킨 오염물질이 존재하여 그 양과 농도, 그리고 지속시간이 지역주민의 상당수에 불쾌감을 주던가 광범위한 지역에 걸쳐 공중위생상의 위해 또는 인간 및 동식물의 생활을 방해하게 되어 도시민의 생활과 재산을 향유할 정당한 권리를 방해받는 상태.

2. 대기오염의 역사 : 에너지원의 변천에 따라 대기를 오염시키는 원인과 결과가 변해왔다.

- 산업발달이전 : 화산폭발, 산불
- 목재 이용 : 매연
- 석탄 : 매연, $SO_2$
- 석유, 교통기관 : CO, $NO_2$, 산성물질
- 화학공업, 제련 : $H_2S$, HF, 중금속오염
- 원자력에너지 : 방사성물질

3. 대기오염의 역사

- 1273년 영국의 에드워드 1세는 의회개회기간 중 연기와 냄새 때문에 석탄연소를 금지하였다.
- 1578년 엘리자베스 1세는 의회에서 석탄 연기에 괴로움을 당한다고 불평함으로써 웨스트민스터 궁 근처에서 석탄의 사용을 금지하였다.
- 1661년 에블린(John Evelyn)은 찰스 II세와 의회에 "런던의 연기 그을음 또는 연기의 확산과 폐해, 겸손히 제안하는 몇 가지 처방책과 함께" 라는 소책자를 제출. 공장을 도시 외곽으로 이전시킬 것과 도시 주변에 그린벨트를 설정할 것을 제안했다.
- 1819년 대기오염을 연구하는 제 1차 영국선발위원회가 구성
- 1845년 영국 의회는 연기가 적은 기관차를 만들도록 요구하는 법안을 통과시켰다.
- 1875년 런던에서 대기오염으로 인한 가축 대참사 사건이 발생
- 1881년 미국 시카고에서 연기방지법을 통과시켰다.
- 1905~1911년 Des-Voeux 박사 Smog(Smoke + Fog)란 용어를 처음 사용
- 1912년 미국의 대부분의 대도시에서 연기방지법이 제정되었다.
- 1919년 자동차에 의한 대기오염(CO의 영향)에 대한 최초의 논문이 발표

- 1930년 벨기에의 뮤즈(Meuse) 계곡의 대참사가 발생
- 1948년 10월 펜실베니아주의 도노라(Donora) 대참사 사건 발생.
- 1952년 겨울 런던 스모그 대참사가 발생
- 1956년 영국의 청정대기법(Clean Air Act)이 제정되었다.
- 1957년 미국의 청정대기법이 제정되었다.
- 1963년 공해방지법 공포(한국)
- 1972년 스톡홀름의 유엔인간환경회의 <단 하나뿐인 지구, Only one earth> 선언
- 1978년 한국의 환경보전법 제정
- 1980년 환경청 발족(한국)
- 1985년 오존층보호를 위한 조약 채택(빈)
- 1987년 9월 오존층파괴물질에 관한 의정서 채택(몬트리올)
- 1988년 11월 기후변동에 관한 정부간패널(IPCC) 제 1차 회의(제네바)
- 1989년 5월 오존층파괴물질에 관한 몬트리올 의정서 제 1차 체약국 회의(헬싱키)
- 1989년 6월 기후변동에 관한 정부간패널(IPCC) 제 2차 회의(나이로비)
- 1990년 6월 오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서 제 2차 체약국 회의(런던)
- 1990년 한국의 대기환경보전법 제정, 환경청 → 환경처(90년) → 환경부(94년) 승격
- 1992년 6월 브라질의 리우데자네이로의 유엔환경개발회의(UNCED) - 리우선언에서 전문 5개항과 27개항의 원칙을 채택하여 발표.
- 1997년 교토의정서에서 지구온난화의 규제 및 방지를 위한 국제협약인기후변화협약의구체적인 이행 방안으로 선진국의 온실가스 배출량을 규제하여, $CO_2$ 배출량을 90년 수준까지 동결하는 것을 권유였다. 미국의 불참으로 효력을 발휘하지 못하다가 2004년 러시아의 참여로 효력을 발휘할 것으로 예상된다.

4. 최근의 대기오염문제 : 자동차 배출가스, 대기 중의 이산화탄소 증대로 인한 "온실효과" 오존층의 파괴, 오염의 장거리 이동으로 인한 국제적인 분쟁, 산성비 등

5. 세계적으로 유명했던 대기오염사건

| 도시 및 국가 | 환 경 | 피 해 | 원 인 |
|---|---|---|---|
| Meuse Valley<br>벨기에 | 1930년 12월<br>분지, 무풍, 기온역전,<br>연무질 발생, 공장지대 | 1일 월요일부터 5일간 63명 사망, 수백명이 급성 폐렴, 급성 호흡기자극, 기침과 호흡곤란 호소 | 코크스로, 용광로, 화력발전소, 유리공장, 아연제련소, 황산공장, 비료공장 등의 아황산, 황산, 불소화합물, 일산화탄소, 분진 등 |

| 도시 및 국가 | 환 경 | 피 해 | 원 인 |
|---|---|---|---|
| Donora<br>미국 | 1948년 10월<br>분지, 무풍, 기온역전,<br>연무질 발생, 공장지대 | 27-31일 사이에 인구 14,000명중 중증 11%, 중간증 17%, 경증 15%가 자극증상을 호소, 제3일에 20명 사망 | 아연제련소 및 제철소<br>공장의 아황산과 황산미세입자의 혼합(아황산이 0.32~0.39 ppm) |
| 요고하마<br>일본 | 1946년 가을<br>무풍, 밤과 이른 아침에 연무질 발생, 공업지대 | 미군 및 가족들이 고통받음, | 공장에서 배출된 대기오염물질이 원인 |
| Los Angeles<br>미국 | 1954년 이후<br>해안분지, 1년 내내 해안성 안개와 기온역전이 거의 매일 밤 발생,급격한 인구 증가, 자동차 증가, 석유연료 소비 증가 | 눈, 코, 기도, 폐 등의 점막의 지속적인 자극으로 전시민이 고통을 겪었다. 가축, 식물, 과수, 고무제품, 건축물의 손상 | 자동차배기 등 석유연료에서 나온 일산화탄소, 아황산, 질소산화물, 오존, 알데히드, 아클로레인 |
| Poza Rica<br>멕시코 | 1950년 11월<br>기온역전, 공장의 유출사고로 대량의 황화수소가스가 마을을 덮침 | 22,000명의 인구중 320명이 급성중독에 걸려 22명이 사망, 기침, 호흡곤란, 점막자극 등을 호소 | 황화수소가스 |
| London<br>영국 | 1952년 12월<br>하천평지, 무풍, 기온역전, 연무질 발생, 습도 90%, 인구조밀, 차가운 냄새가 있는 스모그 발생 | 3주간 4,000명 이상 사망, 그후 2개월간 8,000명이 더 사망, 사망자는 만성기관지염, 천식, 폐섬유증 환자들이 대부분이고, 특히 노인과 유아의 피해가 컸다. | 석탄 연소로 나온 아황산(60%는 가정 난방용, 나머지는 공장 및 발전소), 연무질, 먼지 등(아황산 최고 1.34 ppm) |

6. 자동차공해의 현황

우리나라 공해관리의 문제점으로 우선 경유차 보유비율이 다른 나라보다 월등히 높은데 문제가 있다.

<표> 주요국의 경유차 보유비율

| 주 요 국 | 한 국 | 미 국 | 일 본 | 독 일 |
|---|---|---|---|---|
| 보유비율(%) | 30 | 3 | 19 | 18 |

서울의 대기오염은 세계에서 가장 심각한 지역의 하나로 더 이상 방치할 수 없는 상황으로 시급한 대책이 필요하다.

현재는 TSP(Total suspended particulate)나 $SO_2$는 크게 개선되었으나 $NO_2$와 $O_3$는

아직도 기준치 초과율이 계속 증가 광화학스모그를 유발시켜 시민건강에 심각한 장애를 초래할 수 있는 상황에 직면하여 있다.
전국의 대기오염원 중 자동차에 의한 오염비중은 50%로 매우 높으며, 특히 서울은 85%로 자동차가 주요한 대기오염원임을 알 수 있다.

국내 대도시의 자동차에 의한 오염비중 (1997년)

| 구 분 | 서 울 | 부 산 | 광 주 | 대 구 | 대 전 | 인 천 | 전 국 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 오염비중(%) | 85.6 | 90.4 | 84.6 | 74.1 | 79.1 | 64.9 | 50.3 |

더욱 심각한 문제는 아래 <표>에서 보는 바와 같이 2010년경에는 자동차 대수가 1300만대로서 현재보다 24.8배 증가할 것으로 예상되기 때문에 지금 자동차 배출가스 대책을 마련하지 못하면 대기오염도는 계속해서 크게 증가할 것으로 판단된다.

국내자동차대수의증가현황

| 구 분 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 대수(만) | 53 | 100 | 340 | 847 | 955 | 1041 | 1200 |
| 증가율 | (기준) | 1.9 | 6.4 | 16.0 | 18.0 | 19.6 | 22.6 |

전국의 자동차대수 중 경유자동차 보유대수는 30%이며, 특히 대형경유자동차는 5%에 불과하나 오염물질 배출비중은 전체 자동차 중 NOx 90%, PM 99%이며, 특히 대형차의 오염물질 배출 비중은 NOx 71%, PM 67%으로 차량대수에 비해 오염기여도가 심각하다.
즉, 대형경유자동차의 배출가스를 저감시키는 것이 대기오염 개선에 가장 시급한 우선 과제임을 알 수 있다.

자동차별 오염물질 배출실태 ('97전국)

| 구 분 | 차량대수 (대) | 오염물질 (톤/년) | 차량비율 (%) | 오염비율 (%) | NOx비율 (%) | PM비율 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 휘발유차 | 7,094,398 | 496,594 | 68.1 | 27.7 | 11.2 | 1.6 |
| LPG차 | 234,429 | 153,144 | 2.3 | 8.5 | 3.1 | 0.0 |
| 휘/LPG 소계 | 7,328,827 | 649,737 | 70.4 | 36.2 | 14.3 | 1.6 |
| 경유중소형차 | 2,635,269 | 307,627 | 25.3 | 17.1 | 19.8 | 34.6 |
| 경유대형버스 | 87,143 | 189,336 | 0.8 | 10.6 | 15.6 | 15.1 |
| 경유대형트럭 | 362,188 | 647,947 | 3.5 | 36.1 | 50.4 | 48.8 |
| 경유대형 소계 | 449,331 | 837,283 | 4.3 | 46.7 | 65.9 | 63.9 |
| 경유계 | 3,084,600 | 1,144,910 | 29.6 | 63.8 | 85.7 | 98.4 |
| 총 계 | 10,413,427 | 1,794,647 | 100 | 100 | 100 | 100 |

7. 오염물질발생원 및 건강에 미치는 영향

| | 물질명 | 주요발생원 | 건강영향 |
|---|---|---|---|
| 가스 상태 | ①이산화탄소, $CO_2$<br>②일산화탄소, CO<br>③질소산화물, NOx<br>④포름알데히드, HCHO<br>⑤이산화황, $SO_2$<br>⑥오존, $O_3$<br>⑦라돈, Rn<br>⑧그 외<br>탄화수소, HC<br>살충제<br>세제 | ①인체, 연소기구<br>②연소기구, 대기오염, 담배<br>③연소기구, 대기오염, 담배<br>④합판, 칩보드<br>단열재(요소수지계)<br>⑤연소기구, 대기오염<br>⑥건식복사기, 대기오염<br>⑦바닥 및 토양, 석재(화강암),<br>지하수 | ①고밀도가 아니면 직접적인 영향이 없슴<br>②**저농도라도 독성이 강함**<br>- 만성폐질환,기도저항증가,<br>중추신경영향<br>③**$NO_2$ 는 기관지, 폐에 유독**<br>-NO는 인체에 대한 해는 불명확하지만 산화하여 NO가 됨.<br>④눈,코,목,피부,점막에 자극<br>-어지러움,기침,정서불안,기억력저하,설사,두통,구역질등을 일으킴<br>⑤눈, 피부, 점막에 자극<br>⑥눈, 피부, 점막, 기도에 자극<br>⑦폐암 유발 |
| | 취기 | 인체, 조리시 냄새, 담배, 그외 | 일반 건축물내의 악취는 신체적 장해를 주지는 않음, 불쾌감유발, 식욕감퇴, 구토, 불면증, 정신착란유발 |
| 입자 상태 | ①집에서 발생되는 먼지<br>- 모래먼지<br>- 부유입자상<br>②담배연기<br>③세균<br>④진균(곰팡이)<br>⑤화분<br>⑥석면 | ①외기, 의복<br>- 식품<br>②**흡연**<br>③인체, 외기<br>④건축재료, 외기<br>⑤외기<br>⑥단열재, 내화피복재 | ①알레르기 반응<br>규폐증, 진폐증, 탄폐증등<br>②폐암, 두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지천식, 폐암<br>③병원성이 있는 것은 적으나 실내 공기오염의 지표가 됨<br>④알레르기 반응,피로감,정신착란, 두통, 현기증<br>⑤알레르기 반응<br>⑥폐암, 악성중피종, 기타 |

# 6. 학생 수업 결과물

*생활과 환경* *2. 대도시의 공기 오염*

NO: 3 학년 4 반 32 번호 이름 정 신 민

## 대기오염! 오늘날의 문제만은 아니다.

1) 대기오염이란 무엇인가?

대기중에 인공적으로 발생시킨 오염물질이 존재하여 그 양과 농도, 그리고 지속시간이 지역주민의 상당수에 불쾌감을 주든가 광범위한 지역에 걸쳐 공중위생상의 위해 또는 인간 및 동식물의 생활을 방해하게 되어 도시인의 생활과 재산을 향유할 정당한 권리를 방해 받는 상태

2) 세계적으로 과거에 대기오염과 관련된 큰 사건을 3가지 이상 조사하여 아래의 표에 기록하여 발표하자.

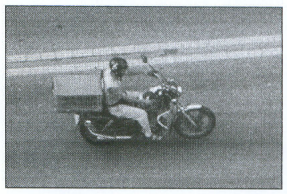
| 사 건 | 환 경 | 피 해 | 원 인 |
|---|---|---|---|
| 벨기에 (Meuse Valley) | 1930. 12<br>분지, 안개, 기온역전, 연무질 발생, 공장지대 | 1일 월요일부터 5일간 63명 사망, 수백명이 급성 폐렴, 급성 호흡기자극, 기침과 호흡곤란 호소 | 코크스로, 용광로, 화력발전소, 유리공장, 아연제련소, 황산공장, 비료공장 등의 아황산, 황산, 불소화합물, 일산화탄소, 분진 등 |
| 미국 Donora | 1948. 10<br>분지, 안개, 기온역전, 연무질 발생, 공장지대 | 27~31일 사이에 인구 14,000명중 중증 11%, 중간증 17% 경증 15%가 자극증상을 호소, 제 3일에 20명 사망 | 아연제련소 및 제철소 공장의 아황산과 황산 미세입자의 혼합 (아황산이 0.32 ~0.39 ppm) |
| 영국 London | 1952. 12<br>하천평지, 안개, 기온역전, 연무질 발생, 습도 90%, 인구조밀, 차가운 빙새가 있는 스모그 발생 | 3주간 4000명 이상 사망, 그후 2개월간 8,000명이 더 사망, 사망자는 만성기관지염, 천식, 폐심부증 환자들이 대부분이고, 특히 노인과 유아의 피해가 컸다. | 석탄 연소로 나온 아황산 (60%는 가정 난방용, 나머지는 공장 및 발전소), 연무질, 먼지 등 (아황산 최고 1.34ppm) |

NO: 3 학년 4 반 32 번호 이름 정 신 민

# 오염된 대기는 어떤 영향을?

1. 비디오를 시청하고 뉴스 기사의 일부분인 다음 글을 읽은 후, 물음에 대해 생각해보자.

자동차와 인접한 곳에서 일하는 근로자의 이산화질소 피폭농도가 일반인보다 평균 1.5배나 높은 것으로 조사됐다.



(사)시민환경기술센터(이사장 윤종삼)가 지난 7월 14일과 15일 양일동안 대전시 5개 직업군에 대한 이산화질소의 인체노출평가를 실시한 결과, 이 같이 나타났다고 16일 밝혔다.

기술센터에 따르면 퀵 서비스 종사자의 이산화질소 피폭농도는 평균 41.9ppb로 일반인보다 1.5배가량 높은 것으로 나타났다. 또한 백화점 지하주차원 32.9ppb, 교통경찰 30.3ppb로 나타나 자동차에 인접한 곳에서 일하는 사람의 이산화질소 노출이 심각한 것으로 드러났다. 백화점 주차원의 경우 최고 56ppb까지 피폭농도가 올라가기도 해 환기시설설치 등 대책마련이 시급한 것으로 조사됐다.

반면 새벽에 주로 일하는 환경미화원의 경우 24.8ppb로 피폭농도가 낮게 나타났으며, 주로 실내에서 활동하는 대학생의 경우도 28.3ppb로 비교적 낮게 조사됐다.

이번 조사결과는 기술센터가 지난해 조사한 결과와 비교할 때 상당히 낮은 수치의 결과다. 지난해에는 백화점 주차원의 경우 평균 60ppb를 넘었고, 90ppb가 넘을 때도 있어 호흡기의 고통을 호소하기까지 했었다.(대기 중의 이산화질소의 환경기준은 80ppb)

[오마이뉴스 8월20일자]

1) 비디오와 기사의 내용 중 가장 기억에 남는 것은 무엇인가? 또, 그 이유는 무엇인가? 정자의 머리가 2개로 바뀌고 비정상적인 운동으로 인해 남성의 성역할 감소와 아이를 못 낳을 수 있다는 것이 가장 기억에 남으며 전년보다 근로자들의 $NO_2$ 피폭농도가 크게 줄어서 다행이라 생각하며 근로환경 개선 방안이 구체적이고 현실에 맞게 시행되었으면 좋겠다.

2) 대도시의 대기를 오염시키는 주 원인은 무엇인가?

자동차의 배기가스, 소각장에서 나오는 매연, 공장의 연기, 새 건축자재 등.

3) 대기의 오염이 인간에 미치는 영향으로 어떤 것들이 있는가?

호흡기 질환, 피부병, 알레르기, 현기증, 눈병 등을 유발할 수 있다.

| NO: | 3 학년 | 4 반 | 32 번호 | 이름 정 선 민 |
|---|---|---|---|---|

## 자동차! 네가 한 짓을 알고 있느냐?

1. 시동이 켜진 자동차의 머플러에 화장지를 1분동안 대본다.

1) 화장지에 어떤 변화가 있는가?

뿌옇게 시커멓게 된다.

2) 자동차의 종류에 따라 차이가 있는가? 있다면 어느 정도 차이가 있는가?

경유 > LPG > 휘발유

휘발유와 LPG는 근소한 차이를 보이지만 휘발유와 경유는 큰 차이가 난다.

2. 자동차가 사용하는 연료의 종류에 따라 배기가스로 어떤 물질이 주로 배출되는지 조사해보자.

1) 휘발유차 : 일산화탄소, 탄화수소 등

2) LPG차 : 이산화황 , 탄화수소 등

3) 경유차 : 질소 산화물 , 미세입자, 황산화물

3. 자동차에서 배출되는 주요 배기가스가 인체에 미치는 영향에 대해 조사해보자.

1) 일산화탄소 : 만성폐질환, 기도저항 증가, 중추신경 영향

2) 이산화탄소 : 장기간 노출되면 의식을 잃거나 사망한다, 호흡중추 자극

3) 탄화수소 : 눈을 자극하고 태아에게 발암성 또는 돌연변이를 유발할 수 있다.

4) 질소산화물 : 체내의 폐세포에 침투하여 점막분비물에 흡착되어 강한 질산을 형성함으로서 호흡기 질환을 유발, 폐수종, 기관지염, 폐렴을 일으킬 수 있다

5) 입자상물질 : 먼지에 유독성물질이 묻어 있어 폐암을 유발함

4. 아래의 표는 자동차별 오염물질의 배출 실태를 나타낸 것이다.

<표> 자동차별 오염물질 배출실태 ('97전국)

| 구 분 | 차량대수 (대) | 오염물질 (톤/년) | 차량비율 (%) | 오염비율 (%) | NOx비율 (%) | PM비율 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 휘발유차 | 7,094,398 | 496,594 | 68.1 | 27.7 | 11.2 | 1.6 |
| LPG차 | 234,429 | 153,144 | 2.3 | 8.5 | 3.1 | 0.0 |
| 휘/LPG 소계 | 7,328,827 | 649,737 | 70.4 | 36.2 | 14.3 | 1.6 |
| 경유중소형차 | 2,635,269 | 307,627 | 25.3 | 17.1 | 19.8 | 34.6 |
| 경유대형버스 | 87,143 | 189,336 | 0.8 | 10.6 | 15.6 | 15.1 |
| 경유대형트럭 | 362,188 | 647,947 | 3.5 | 36.1 | 50.4 | 48.8 |
| 경유대형 소계 | 449,331 | 837,283 | 4.3 | 46.7 | 65.9 | 63.9 |
| 경유계 | 3,084,600 | 1,144,910 | 29.6 | 63.8 | 85.7 | 98.4 |
| 총 계 | 10,413,427 | 1,794,647 | 100 | 100 | 100 | 100 |

1) 대도시의 공기를 오염시키는 주요 원인이 되는 오염물질은 무엇인가?

질소산화물, 미세입자, 이산화탄소, 일산화탄소 등

2) 대기오염에 미치는 영향이 큰 자동차는 어떤 연료를 사용하는가?

경유

5. 아래의 표는 전국 대도시의 자동차에 의한 대기오염의 비중과 자동차의 증가를 조사한 것이다.

국내 대도시의 자동차에 의한 오염비중 (1997년)

| 구 분 | 서 울 | 부 산 | 광 주 | 대 구 | 대 전 | 인 천 | 전 국 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 오염비중(%) | 85.6 | 90.4 | 84.6 | 74.1 | 79.1 | 64.9 | 50.3 |

국내자동차대수의증가현황

| 구 분 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 대수(만) | 53 | 100 | 340 | 847 | 955 | 1041 | 1200 |
| 증가율 | (기준) | 1.9 | 6.4 | 16.0 | 18.0 | 19.6 | 22.6 |

1) 대도시의 공기를 오염시키는 주요 원인을 자동차가 차지하는 이유는 무엇인가?

자동차의 수량가 계속 증가하기 때문

2) 앞으로 대도시의 공기오염의 예상되는 변화를 추론하여 보자.

숨이 막혀 살기가 더더욱 깨끗한 곳으로 이사를 갈 것이며
정부는 자동차 생산과 연료 사용을 대폭 줄이고 강화할 것이다

NO: 3 학년 4 반 32 번호 이름 정 선 민

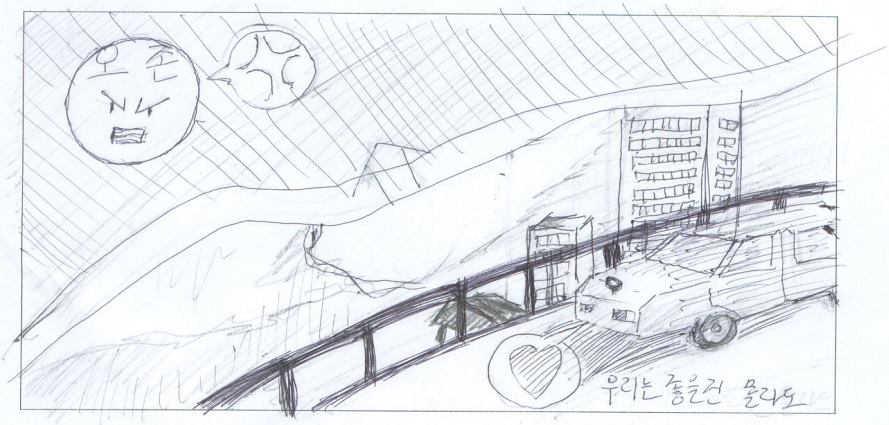
# 우리가 할 수 있는 것은!!!

(십계명 만들기, 캠페인, 내가 할 수 있는 작은 실천)

1. 우리가 할 수 있는 대도시의 공기오염을 줄일 수 있는 방법으로 십계명을 만들어보자.

1. 출근길에는 대중교통을 이용합시다.
2. 프레온가스가 함유된 스프레이나 에어컨 등은 사용하지 않는다.
3. 집안 온도를 적정하게 유지하며 각종 난방연료의 사용을 줄입시다.
4. 집진기를 설치하여 먼지를 제거합시다.
5. 나무를 심고 가꾸도록 노력합시다.
6. 대기오염의 실태와 심각성에 조금이라도 알려고 노력합시다.
7. 집안에 숯같은 자연친화적인 재료를 놓읍시다.
8. 환경단체에 가입하거나 그런 활동을 합시다.
9. 주위의 동네 산은 녹지대를 가꾸기 위해 주민들과 협력합시다.
10. 쓰레기 따위를 함부로 버리지 맙시다.

2. 대도시의 공기오염과 관련된 내용을 소재로 상징적인 한컷의 만화를 그려보자.



## 7. 수업 후기

4시간에 걸쳐 수업을 한 후 가장 먼저 느낀 점은 아이들도 이미 대기오염의 심각성이나 문제성을 어느 정도 알고 있다는 것이었다. 학교에서 수업을 통해 얻지는 않았지만, 여러 가지 매체를 통해서 구체적인 내용은 모르더라도 어느 정도 문제성을 알고 있는 아이들을 보고 조금은 위안이 되었다. 그러나, 구체적으로 대기가 오염되는 원인이나 오염물질의 종류 및 그 심각성에 대해서는 잘 알지 못하였다.

특히 수십년 전에 큰 대기오염 사건이 일어난 것 사실에 대해서 크게 놀라워했고, 대도시에서 자동차의 대기오염 비중이 거의 대부분이라는 것을 믿으려 하지 않았다.

수업에 어려웠던 점은 아이들이 오염물질의 이름이나 종류에 대해 어려워했고, 전문적인 지식을 요구하는 부분들을 특히 싫어했다. 따라서 이 주제의 수업은 구체적인 지식보다는 일반적인 내용으로 잘 구성되었을 때 보다 효과적이라 생각된다.

## 8. 자료 개발 과정

대도시의 공기오염을 주제로 3-4시간 분량으로 수업자료를 제작하려고 하니 먼저 가장 어려웠던 것은 “어떤 방향으로 자료를 제작해야 할 것인가?” 하는 문제였다. 관련된 자료를 찾다보니 너무나 광범위한 문제이고 짧은 시간에 다루기에는 한계가 있다고 생각되었다. 결국 깊이있게 파고 드는 것보다는 대도시의 대기오염과 관련된 전반적인 부분을 다룬 후, 구체적인 일례를 소재로 하여 경각심을 불러 일으키고 학생들이 진지하게 생각할 수 있도록 하여 생활양식의 변화를 가져야겠다는 의식을 가지면 만족이라는 생각을 했다. 그래서, 먼저, 과거에 일어났던 세계의 주요 대기오염사건을 조사하여 그 심각성을 역사적인 시각으로 알게했다. 그리고, SBS에서 방영된 “환경의 역습”중 대기오염에 노출된 성인 남성의 정자가 변형된 자료가 있어 우리나라에서도 대기 오염으로 인한 심각성이 제기됨을 보여주었다. 이어서 대도시 대기오염의 주범인 자동차 배기가스에 대해서 조금 자세히 다룬 후, 마지막으로 학생들이 실천할 수 있는 방안을 모색하게 하였다.

# 7. 실내 공기 오염

## 1. 주제 선정의 이유

참살이(well-being) 열풍과 함께 운동, 먹거리, 여가 생활 등 다양한 분야에서 삶의 질에 대한 욕구가 높아지고 있다. 특히 매체를 통해 새집증후군과 그 원인이 소개되면서 자연 친화를 강조한 각종 건축 자재나 가구가 인기를 모으고 있으며 공기청정기 같은 가전 제품의 판매도 늘어나고 있다. 그러나 개인의 삶의 질을 개선하고자 하는 이러한 움직임의 이면에서 우리가 주목해야 할 점이 있다. 여타의 다른 환경 문제처럼 실내 공기 문제도 편리와 외관에 치중하기 위해 지나치게 많이 사용하게 되는 각종 석유 화학 물질에 바탕을 둔 현대 문명과 관련이 깊다. 따라서 학생들에게 건강한 주택이란 무엇인지 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하고, 교실 내에서 공기의 질을 개선할 수 있는 작은 실천 방안들을 고민해 볼 수 있는 기회를 마련하고자 하였다.

## 2. 수업 목표

- 공기청정기의 원리를 이해하고 제품 구매 당시 이를 활용할 수 있다.
- 새집증후군을 발생시키는 각종 원인을 알고 건강에 유리한 주택에 대해 설명할 수 있다.
- 교실 내의 공기의 질을 개선할 수 있는 방안을 알고 이를 활용한 홍보물을 제작할 수 있다.

## 3. 수업의 흐름

1차시] 공기청정기의 원리 이해하기→적절한 제품 선정하기

2차시] 영상물 “집이 사람을 공격한다” 시청→외국의 오래된 주택 개보수 사례에 비추어 재건축에 치중하는 우리의 현실 돌아보기→전통 한옥의 장점을 현대의 주택에 적용하기

3차시] 교실 내 공기의 질 개선을 위한 홍보물 제작하기

## 4. 수업자료

*II. 생활과 환경* *7. 실내 공기 오염*

NO: 학년 반 번호 이름

# 공기 청정기

*건강과 환경을 앞세우는 웰빙 바람이 가전 업계의 판도를 변화시켰다. 몇 년 전까지만 해도 사용자가 많지 않았던 공기청정기·정수기·비데 등이 가전 업계의 새로운 효자 품목으로 확실히 자리매김했다. 특정한 수요를 대상으로 하는 제품에서 이제는 일반 가정의 필수 가전으로 떠오른 것이다. 공기청정기는 웰빙 가전의 선두주자다. 매년 봄마다 연례행사처럼 찾아오는 황사 바람에 최근 사회문제로 확대되고 있는 새집증후군 등의 영향으로 매년 판매량이 급속하게 증가하고 ….*

중앙일보 2004년 9월 9일 기사 중.

사람의 코 안에 있는 섬모는 흡입한 공기 중의 먼지를 걸러낸다. 마찬가지로 집 안 공기 중의 먼지를 인위적으로 걸러내는 역할을 하는 것이 공기 청정기이다.

1. 공기청정기는 공기 중의 입자를 걸러내는 방식에 따라 크게 여과집진식과 전기집진식으로 나뉜다. 각각의 원리를 이해해 보자.

(1) **여과집진식**은 섬유 필터를 이용해 먼지를 걸러내는 방식이다.

유입된 공기 ⇒ 프리필터 ⇒ 중간필터 ⇒ 헤파필터 ⇒ 걸러진 공기

프리필터: 큰 먼지 거르기

중간필터: 전체 먼지의 60-90% 거르기

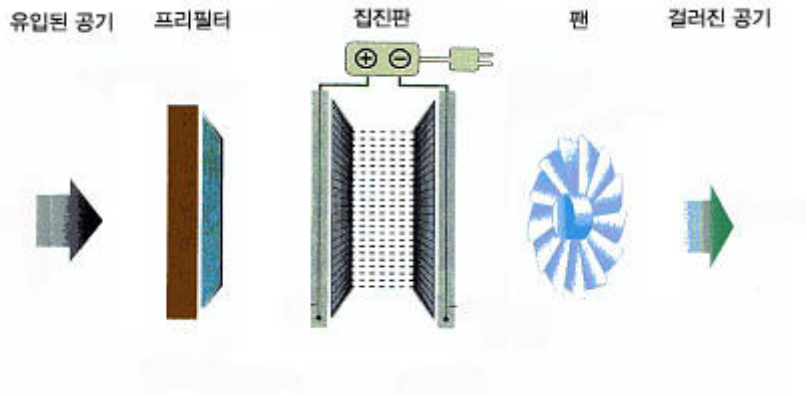
헤파필터: 미세 먼지 거르기

① 여과집진식은 필터를 통해 먼지가 효과적으로 걸러진다는 장점이 있다.
그러나 필터를 주기적으로 교체해줘야 하기 때문에,
_____단점이 있다.

② 공기청정기 이외에도 우리 주변에서 필터를 이용하여 이물질을 걸러내는 예를 3가지 이상 들어보자.

_____

(2) **전기집진식**은 두 전극 사이에 높은 전압을 걸어주면 공기 중에 전기가 흐르는 현상을 이용한다(코로나 방전). 이 때 발생하는 음이온이나 양이온에 먼지가 결합하면 먼지 입자는 전기를 띠게 되고 이것이 양극과 음극이 번갈아서 나타나는 집진판을 지나면서 모이게 된다. 예를 들어 먼지 입자가 음이온을 띨 경우 반대인 양극에 가서 모인다.




유입된 공기 ⇒ [프리필터] ⇒ [집진판] ⇒ 걸러진 공기

프리필터: 큰 먼지 거르기

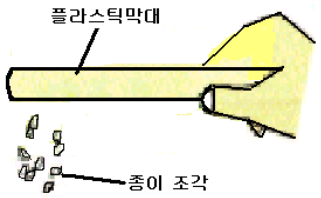
집진판: 양이온이나 음이온의 전기를 띤 먼지 입자를 양극이나 음극에 모아 거르기

① 전기집진식은 여과집진식처럼 필터 교체를 위한 추가 비용이 없다는 장점이 있으나 _____단점이 있다.

② 정전기에 대한 실험을 통해 집진판의 원리를 알아보자.

· 플라스틱 막대를 털가죽에 문지른 후 잘게 찢은 종이 조각에 가까이 대 보자. 어떠한 현상이 일어나는가?

_____




· 위의 실험은 집진판에 먼지가 모이는 원리와 유사하다. 서로 비슷한 역할을 하는 것끼리 적절하게 짝지어 보자.

| | |
|---|---|
| 높은 전압을 걸어서 집진판이 음극을 띤다 | 건조한 공기에 전자를 잃은 종이 조각은 양전하를 띤다 |
| 집진판에 먼지가 모인다 | 플라스틱 막대에 종지 조각이 붙는다 |
| 먼지 입자가 전자를 얻어 음전하를 띤다 | 플라스틱 막대를 털가죽으로 문지른다 |

2. 다음은 여러 회사에서 생산된 공기청정기에 대한 광고 내용이다. 만일 여러분이 공기청정기를 산다면 어떤 A~D 중에서 어떤 제품을 선택하겠는가? **[읽을거리]**를 활용하여 조원들끼리 토의한 후 결정해 보자.

| 회사 | 광고 내용 | 가격(천원) |
|---|---|---|
| A사 | **공기 청정 단계** - 집진판<br>**악취 제거 기능** - 오존을 이용한 악취 제거<br>**습도 조절 기능** - <오존+수소+전자 →산소+물>과 같은 반응에 의해 수분을 생성<br>**먼지 제거 기능 -** 음이온을 발생시켜 유해한 양이온을 중화 제거 | 198 |
| B사 | **공기 청정 단계** - 프리필터→헤파필터→중간필터→탈취필터→음이온 방출기<br>**음 이 온 발 생** - 삼림욕 효과 | 235 |
| C사 | **공기 청정 단계** - 프리필터→중간필터→집진판→헤파필터→탈취필터→음이온 방출기<br>**음 이 온 발 생** - 삼림욕 효과 | 385 |
| D사 | **공기 청정 단계** - 프리필터→중간필터→집진판→집진판→헤파필터→탈취필터→음이온 방출기<br>**음 이 온 발 생** - 삼림욕 효과<br>**복합 헤파 필터 방식 채택** | 980 |

(1) 우리 조에서는 (　　)사의 공기청정기를 선택하겠습니다.
그 이유는,

---

(2) 효율성, 편리성, 가격 등을 고려하여 선택한 공기청정기를 선전할 수 있는 광고 문안을 만들어 보자.

**[읽을거리]** 최근 실내 공기의 질에 대한 사람들의 관심이 부쩍 늘어나면서 공기 청정기 광고 속에 자주 등장하는 '음이온'이나 '집진 기능 99.97%'라는 광고 문구의 허와 실을 알아보자.

● 코로나 방전은 두 전극 사이에 높은 전압을 걸어주면 공기 중으로 전기가 흐르는 현상이다. 이때 두 전극 중 어느 한쪽이 뾰족한 침이나 전선으로 돼 있는데 이 극이 양극이냐 음극이냐에 따라 각각 양이온 또는 음이온을 발생시킨다. 유행어가 될 정도로 많이 알려진 음이온 공기청정기는 코로나 방전을 이용해 음이온을 방출하는 경우다. 물론 음이온 공기청정기라고 해서 모두 전기집진식은 아니다. 사람들에게 음이온이 숲속이나 폭포수와 같은 좋은 환경을 제공해준다는 광고를 위해 여과집진식에 음이온 방출기만 붙여서 음이온 공기청정기라고 하는 제품도 있다.

● 공기청정기의 집진성능을 평가하는 현재의 기준은 질량이다. 즉 효율이 99.97%라는 것은 1백g의 먼지 중 0.03g이 공기청정기를 통과한다는 말이다. 아직까지도 공기청정기의 성능이 꽤 괜찮다고 생각할 수 있다. 그러나 우리 주변을 둘러싼 먼지 입자는 평균 지름이 수십nm(1nm=$10^{-9}$m)-수십μm(1μm=$10^{-6}$m)까지 크기가 무척 다양하다. 예를 들어 잠시 공기 중에 지름이 0.1μm인 먼지와 지름이 10μm인 먼지가 섞여있다고 가정하자. 10μm의 먼지입자는 0.1μm 먼지입자보다 지름이 1백배 크다. 부피는 지름의 세제곱이므로 1백만 배 차이가 난다. 따라서 질량은 1백만 배나 크다. 10μm 먼지입자 하나는 0.1μm 먼지입자 1백만 개와 질량이 같은 것이다. 이 경우 질량 0.03%만이 통과한다는 것은 상당히 다른 의미로 해석될 수 있다. 공기청정기가 큰 먼지들을 걸러내면 집진효율은 쉽게 99%를 넘을 수 있는 것이다. 그러면서 상당수의 미세먼지는 그대로 통과할 수 있다. 미세먼지는 인간이 활동함으로써 발생한다. 불을 지필 때나 자동차가 운행될 때 배출되는 먼지가 바로 그렇다. 때문에 서울시와 같은 대도시에서는 미세먼지가 심하다.

● 최근에 국내에서 판매중인 음이온 공기청정기의 유해성 논란이 법적까지 간 일이 있었다. 음이온 공기청정기에서 발생하는 오존이 인체에 유해하느냐를 두고 공기청정기 제조사와 판매업자 사이에 벌어진 일이었다. 음이온 공기청정기의 설명서를 자세히 살펴보면 '사용시 인체로부터 50cm-1m 거리를 두라'고 명시돼 있다. 그러나 사람들이 대개 무심코 지나가 버리기 때문에 아이들에게 좋은 공기를 쐬게 해준다고 머리맡에 음이온 공기청정기를 놓아두는 일이 벌어지고 있다. 또 공기청정기를 사용할 때 비릿한 냄새가 나는 일이 종종 있다. 사용설명서의 명시와 비릿한 냄새의 원인은 오존 때문이다. 사실 코로나 방전을 이용한 전기집진식 공기청정기에서는 음이온이나 양이온을 발생시킬 때 오존이 같이 나온다. 오존은 양면의 얼굴을 갖고 있다. 살균력이 뛰어나 극장, 학교, 병원에서 소독, 표백에 이용된다. 그러나 실내처럼 밀폐된 공간에서는 인체에 치명적일 수 있다. 미 환경보호청(EPA)의 발표에 따르면 가슴과 목에 통증이나 기침을 유발하며 만성 호흡기 질환 환자의 상태를 더욱 악화시킬 수 있다.

과학동아 2003년 4월호 기사.

NO: 학년 반 번호 이름

# 집이 사람을 공격한다!

사람은 하루 3~4kg의 음식을 섭취하는데 비해 20~25kg의 공기를 흡입하고 있다. 특히, 도시인은 95%의 시간을 실내에서, 5%는 이동 수단에서 지내므로 실내 공기의 질은 건강에 매우 중요한 영향을 미친다. 최근 생활 속에서 건축 자재로부터 나오는 유해화학물질로 인해 발생하는 각종 질병과 관련하여 실내 공기가 인간의 건강에 미치는 영향을 다룬 **영상물, "집이 사람을 공격한다"**를 시청하고 아래 질문에 답해보자.

(1) 보고 난 느낌을 이야기해 보자.

(2) 중학생 민수의 두드러기 증세와 네 살인 형래의 아토피 증세를 나타난 것은 어떤 계기에서 비롯되었는가?

(3) 일본 고베의 여성과 미국 플로리다의 여성이 현재 앓고 있는 병명은 무엇인가? 또한 그러한 증세를 나타난 계기는 무엇인가?

(4) 병을 고치기 위해 민수와 형래 부모님은 각각 어떤 방법으로 병세를 호전시켰는가?

(5) 집안 공기 중에 떠돌아다니는 발암물질의 종류와 발생 원인, 건강에 미치는 영향은?

| 발암 물질 | 발생 원인 | 건강에 미치는 영향 |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

(6) **[생각해 보기]** 암스테르담이나 뉴욕 같은 대도시에서는 어디서나 몇 백 년 전에 지어진 집들을 쉽게 찾아 볼 수 있다. 하지만 우리나라는 몇 지역을 제외하고는 거의 옛집을 찾아보기 어렵다. 특히, 요사이 재건축이나 실내 인테리어의 열풍으로 한 번 손댄 집이 몇 년을 넘기기 어렵다. 이런 추세는 어떤 문제점을 낳을 수 있을까?

?

(7) **[더 알아보기]** 기존의 건축물에 대한 자재의 인체에 대한 유해성뿐 아니라 습도, 환기 등이 원활하지 않다는 문제가 지적되면서, 대안으로서 **생태건축**이 등장하고 있다. 특히, 한옥은 생태건축의 조건에 잘 맞는 건축물 중 하나이다. 생태건축은 말 그대로 자연계의 생태고리와의 연결을 중시한다. 다음은 생태건축이 만족시켜야 할 조건이다.

1. 건축에 사용되는 재료는 순환해야 한다. 2. 에너지는 순환될 수 있는 것을 사용한다.
3. 기후, 자연환경을 오염시키지 않는다. 4. 물, 공기, 토양이 순환하도록 만든다.

위 조건들 중 한옥에서 만족시키는 요소를 찾아 구체적인 예를 들어 보자

한옥의 공기 순환을 현대의 건축물에 적용시킨다면 어떤 방법이 있을까?

NO: 학년 반 번호 이름

# 교실내 공기의 질 개선하기

현재 국내 실내 공기의 질은 환경부, 보건복지부, 건교부, 교육인적자원부 등 여러 부처에서 담당하고 있으며, 특히 학교 건물과 관련된 법령 및 기준은 아래와 같다.

> 학교보건법시행규칙 별표4(교육인적자원부 소관)
> - 대상시설 : 학교건물
> - 기준 : 이산화탄소(1시간 평균 1,000 ppm 이하),
> 미세먼지(24시간 평균 150μg/$m^3$이하)

아래의 예시물은 실내공기질을 개선하기 위해 환경부에서 제작한 홍보물이다. 위의 법령 및 기준을 만족시킬 수 있도록 우리가 생활하고 있는 교실내 공기의 질을 개선하기 위한 홍보물을 조별로 자체적으로 제작해 보자.

**<예시물> 환경부의 '실내공기질 개선'을 위한 홍보물**

※참고: 실내에서 1인당 매시간 30$m^3$/h 이상의 필요한 새 공기를 공급받기 위해서는 시간당 교실에서는 6회, 도서실에서는 8회 환기시켜야 한다.

# 5. 교사용 자료

## 1차시] 공기청정기

◉ 지도상의 유의점

· 공기청정기를 여과집진식과 전기집진식으로 분류하여 그 원리를 이해하고 가상의 상황에서 합리적인 구매 활동을 할 수 있도록 유도한다. 단, 학생들이 공기청정기가 실내 공기를 개선할 있는 최선의 방법이라는 식으로 인식하지 않도록 여러 가지 개선 방편 중 하나에 불과하다는 것을 강조한다.

◉ 오염 물질 발생원 및 건강에 미치는 영향

| | 물질명 | 주요발생원 | 건강에 미치는 영향 |
|---|---|---|---|
| 가스 상태 | 이산화탄소 | 인체, 연소기구 | 고밀도가 아니면 직접적인 영향 없음 |
| | 일산화탄소 | 연구기구, 대기오염, 담배 | 저농도라도 독성 강함(만성폐질환, 기도저항증가, 중추신경영향) |
| | 질소산화물 | 연구기구, 대기오염, 담배 | NO는 기관지나 폐에 유독함(NO는 인체에 대한 해는 불명확하지만 산화하여 NO가 됨) |
| | 포름알데히드 | 합판, 칩보드, 단열재(요소수지계) | 눈, 코, 목, 피부, 점막에 자극(어지럼증, 기침, 정서불안, 기억력저하, 설사, 두통, 구역질 등을 일으킴) |
| | 이산화황 | 연소기구, 대기오염 | 눈, 피부, 점막에 자극 |
| | 오존 | 건식복사기, 대기오염 | 눈, 피부, 점막, 기도에 자극 |
| | 라돈 | 바닥 및 토양, 석재(화강암), 지하수 | 폐암 유발 |
| | 그 외(탄화수소, 살충제, 세제) | | |
| | 취기 | 인체, 조리시 냄새, 담배, 그 외 | 일반 실내에서의 악취는 신체적 장애는 주지 않음 |
| 입자 상태 | 집에서 발생하는 먼지(모래먼지, 부유입자상) | 외기, 의복, 식품 | 알레르기 반응(규폐증, 진폐증, 탄폐증 등) |
| | 담배연기 | 흡연 | 폐암, 두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지천식, 폐암 |
| | 세균 | 인체, 외기 | 병원성이 있는 것은 적으나 실내 공기 오염의 지표가 됨 |
| | 진균(곰팡이) | 건축재료, 외기 | 알레르기 반응, 피로감, 정신착란, 두통, 현기증 |
| | 화분 | 외기 | 알레르기 반응 |
| | 석면 | 단열재, 내화피복재 | 폐암, 악성중피증, 기타 |

◉ 참고 문헌 및 관련 인터넷 사이트

· 과학동아 편집부(1998), 뜯어봅시다(밀레니엄북스 5), 아카데미 서적.
· 공기청정기 예시-청풍(주) http://www.chungpung.com/main.asp

**2차시] 집이 사람을 공격한다!**

◉ 지도상의 유의점

· 수업 시간 중에는 새집증후군(집이 사람을 공격한다)에 대한 영상물을 시청하고 간단하게 정리한 후, 과제물을 통해 편리나 외관에 치중하는 것이 아니라 건강한 생활을 가능하게 하는 주택이 어떤 것인지 생각해 보도록 한다. 이 때 생태 건축이란 단순히 자연 소재를 자재에 이용하는데 그침으로써 또 다른 소비를 부추기는 것이 아니라, 건축물을 설계할 때 습도 조절이 가능하도록 녹지를 마련하고 한옥의 대청마루처럼 에어콘이나 공기 청정기가 없이도 자연스럽게 환기가 가능하도록 고려한 건축을 말한다.

◉ 비디오 소개-집이 사람을 공격한다.

· 구성(총 50분)

- 공중파 방송인 SBS의 2004 신년대기획 '환경의 역습'의 3부작 다큐멘터리 중 1부.

· 내용

- 새집으로 이사한 이후 맥관부종이라는 두드러기를 앓고 있는 한 중학생과 실내 인테리어 공사 후 아토피를 앓게 된 5세 어린이의 주거 환경을 바꾸어 병을 획기적으로 치료하는 과정을 장기간 추적.
- 국내에서 처음 소개되는 석유 화학문명이 만들어낸 화학물질과민증(Multiple chemical sensitivity) 이라는 신종 질환에 대해 미국과 일본의 환자 사례취재
- 우리나라에는 환자의 존재 자체도 알려져 있지 않다.
- 집에서 생긴 화학물질 과민증과 새집증후군(Sick House Syndrome)의 연관성을 밝힌다.
- 집안 공기에 떠돌아다니는 각종 발암물질의 발생 원인을 조사 분석
- 우리나라에서는 처음 소개되는 새 학교 증후군(Sick School Syndrome)의 실태와 대안 취재
- 한국의 신설 학교에서 나오는 유독물질에 대한 최초의 조사 결과 공개
- 신축 아파트에서 발생하는 발암 물질 등 유독물질 실태보고
- 최고급 주상 복합 건물 내의 실내 공기 오염 상태 조사
- 건강주택으로 병을 고치는 미국의 사례 등

· 구입 방법

- 방송프로그램(VHS)을 주문하는 것(시청자용 판매 문의 : SBS프로덕션 02-2113-6888) 이외에도 인터넷 상에서 (http://tv.sbs.co.kr/environment/)

VOD 서비스가 가능하다.

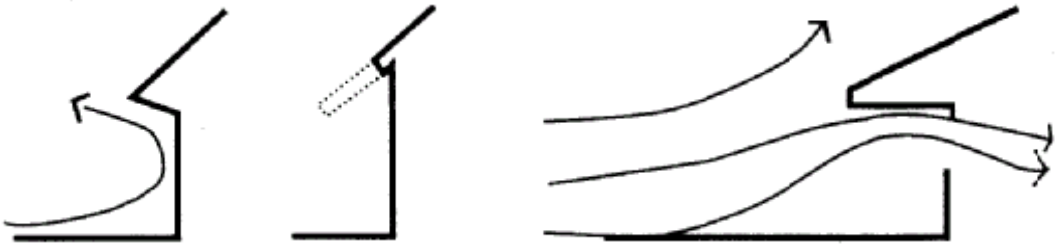
◉ 한옥의 장점

· 기단이 높다.

- 땅에서 올라오는 습기를 줄여 눅눅하지 않고 쾌적하게 해 준다.

· 처마가 있다.

- 여름철에 태양이 높이 뜨면 차양이 되어 그늘져 시원하다. 차고 더우면 대류가 생기고 바람이 불게 된다. 겨울철에 태양이 낮게 뜨면 볕이 방안 깊숙이 들어 집안이 따뜻해지는데 따뜻한 공기가 위로 올라가 찬바람에 밀려 나가다가도 깊은 처마에 걸리면 오래 머물러 따뜻함이 유지된다.



바람받이를 위해 가공된 차양 | 약화시키기 위해 처마를 없애버린 예 | 강풍의 피해를 줄이기 위 | 차양을 내어 실내로의 통풍과 환기를 유도하는 예

**<처마와 차양에 의한 바람>**

- 처마의 차양 기능 때문에 직사광선이 가려지지만 실내가 밝은 것은 마당에서 반사된 빛이 건물 내부를 간접 조명하기 때문이다.

· 구들 난방이 된다.

- 몸이 부실한 사람에게 뜨끈한 아랫목에서 지내고 건강에 도움이 된다.

· 공해를 만들지 않는다.

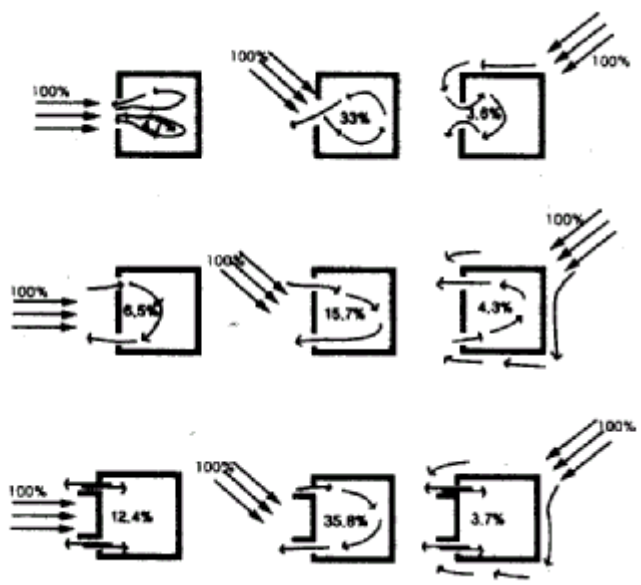
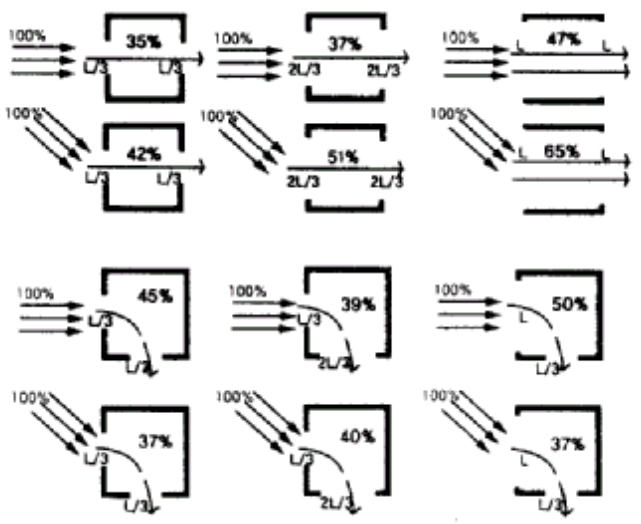
- 한옥 아궁이는 식물성 폐기물을 대부분 소각하며 이를 연료로 사용할 수 있다.
- 한옥 재료가 되는 천연 건축 자재는 공해를 만들지 않으며 황토는 건강에도 좋다.
- 화재시 자재로 인한 독성으로 질식사할 염려가 없다.
- 한옥은 짓는 터전을 훼손하지 않는다.

◉ 자연 통풍 및 환기

· 실내 환기 및 통풍의 실질적 효과는 개구부에서 바람의 유입과 유출이 이루어지므로 창의 위치나 크기, 실내 공간과의 관계가 중요하다. 바람이 건물에 비스듬히 부딪힐 때 실내 기류를 난류로 만들어 실내 전체의 환기 효과를 볼 수 있다.

· 개구부의 배치에 따라 실내의 통풍과 환기에 미치는 영향은 차이가 많이 나는데 가장 효율적인 배치는 맞통풍 구조이다. 맞통풍 구조에서는 개구부의 유입구와 유출구의 크기와 위치에 따라서도 실내 기류 속도와 패턴에 영향을 미친다. 그러

나 맞통풍 구조를 취할 수 없을 때에는 한 벽체 내에 개구부를 배치하게 되는데 이 때는 바람이 불어오는 쪽 벽체 중앙 근처의 공기압이 모서리 근처보다 높으므로 개구부를 비대칭적으로 배치하여 압력차를 발생시켜 실내로의 통풍을 유도해야 한다. 바로 날개벽을 이용하여 실내 유입을 유도한다. 특히, 여름철 자연 통풍 효과를 높이기 위해서는 창문을 통한 통풍 뿐 아니라 현관문이나 부엌문 등 기타 출입문과 다양한 개구부를 활용해야 하므로 배치상의 고려가 필요하다.

<table>
<tr><td rowspan="3">동일<br>벽체의<br>개구부</td><td>1개의 개구부가<br>있을 경우</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>2개의 개구부가<br>있을 경우</td></tr>
<tr><td>2개의 객부에<br>날개벽이 있을<br>경우</td></tr>
<tr><td rowspan="2">맞통풍</td><td>개구부가 마주<br>보고 있는 경우</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td>개구부가 90°<br>를 이루고 있는<br>경우</td></tr>
</table>

◉ 참고 문헌


· 이송미(2004), 공해 천국 우리 집, 소담출판사.

· 신영훈(2000), 우리가 정말 알아야 할 우리 한옥, 현암사.

· 김자경(2004), 자연과 함께하는 건축, 시공문화사.

· 임상훈(2001), 생태건축 1, 고원.
· 임상훈(2002), 자연친화건축 2, 고원.

### 3차시] 교실내 공기 질 개선하기

◉ 지도상의 유의점

· 교실 내 공기가 오염돼 있음으로 인해 발생하는 생활 속의 어려움 점들에 대해 이야기를 나눠본다. 그리고 그러한 문제 의식을 기반으로 실내화 착용, 지속적이고 주기적인 환기, 물걸레질 등 평소 알고 있었던 간단한 방법으로 실내 공기의 질을 조금씩 개선될 수 있음을 공감한 후 뒤 게시판이나 복도 등에 부착이 가능한 홍보물 제작한다.

◉ 환경부 홍보물-깨끗하고 쾌적한 실내공기 이렇게 만들 수 있습니다.

- 필요한 경우 환경부에서 제작한 홍보물을 참고로 한다( http://www.me.go.kr/ → 환경뉴스 → 홍보자료 → “126. 깨끗하고 쾌적한 실내공기 이렇게 만들 수 있습니다.”).

◉ 건물 내 실내공기 오염 원인

| 원인 | 비율(%) |
|---|---|
| 부적절한 환기 | 50 |
| 내부 오염 물질 | 23 |
| 외부 오염 물질 유입 | 11 |
| 미생물 오염 | 5 |
| 원인 미상 | 11 |

◉ 환기 소요량

- 실내에 있는 1인당 30 $m^3/h$ 의 새 공기가 필요함.

| | 장소 | 횟수 |
|---|---|---|
| 실내 장소별 매 시간당 필요한 환기 횟수 | 주택(거실) | 1~3 |
| | 주택(침실) | 1~2 |
| | 학교(교실) | 6 |
| | 학교(도서실) | 8 |
| | 극장 | 5~8 |
| | 식당 | 6~10 |
| | 호텔(조리실) | 20~60 |
| | 호텔(객실) | 1~2 |
| | 호텔(화장실) | 5 |

◉ 실내 공기질 측정기

· TV에서 실내 공기질을 측정할 때 쓰는 기기는 주로 CO, $CO_2$, 미세먼지, 온도, 습도 등을 측정할 수 있으며, 가격대는 기능에 따라 100만원~500만원까지 다양하나 일선 중·고등학교에서 쓰기에는 부담스러운 액수이므로 별도 예산이 책정이 된 경우 구입을 고려해볼 만 하다.

· 구입처: 켐익 코퍼레이션 http://www.kemik.co.kr/index.php 에 원하는 모델을 문의하면 견적서를 보내준다.

## 6. 학생 수업 결과물

**<결과물1 교실내 공기질 개선 홍보물>**

## 7. 수업 사진

**<그림1 환경대역습 “집이 사람을 공격한다” 시청 중>**

**<그림2 교실내 공기질 개선 홍보물을 부착한 출입문>**

## 8. 수업 후기

공기청정기의 경우 중학교 2학년 7단원 ‘전기’와 연관지어 정전기 현상에 대한 이해를 활용할 수 있었으며, 공기청정기를 구입하는 가상 활동에서는 학생들 대부분이 경제성과 효율성을 앞세워 C사 제품을 선정하였다.

특히 “집이 사람을 공격한다” 의 비디오 시청은 생활과 밀접한 관계가 있으므로 학생들의 주의 집중을 모으기가 좋았다. 시청하는 내내 학생들은 혹 이러한 질병이 자신에게도 생기지 않을까 걱정했으므로 화학물질과민증후군이 모든 사람에게 발현하지는 않으나 석유 화학 물질의 남용으로 이에 대한 위험성이 더 커졌다는 교사의 설명이 필요했다. 또한 다큐멘터리 내용 중에 창문을 열어 실내를 환기시킬 것을 강조하는 출연자들의 인터뷰가 잇달아 학생들이 환기에 대한 중요성을 깊이 인식하는 것으로 보였다.

앞의 두 차시를 진행한 이후 실내공기질 개선을 위한 홍보물을 제작했으므로 별다른 교사의 설명이 필요하지 않았다. 다만 평소에 강조하던 환기, 실내화 착용, 대걸레질이 어떤 이유에서 필요한지 다시 한번 강조함으로써 홍보물 제작을 위한 대강의 방향을 제시해 주었고 홍보물을 뒤 게시판이나 출입이 잦은 문에 붙임으로써 수업 효과를 높일 수 있었다.

## 9. 자료 개발 과정

실외의 대기 오염과 관련된 환경 문제는 이미 오래 전부터 알려져 왔지만 실내 공기에 대한 관심은 최근에서야 증가하고 있다. 대기 오염은 주로 자동차의 매연이나 산업화로 인한 부산물로 받아들이면서 우리의 일상 생활과는 다소 거리나 느껴졌지만, 실내 공기 문제는 우리가 피부로 접하면서 느낄 수 있는 문제이므로 환경 교육 주제로서 학생들에게 직접적인 인상을 줄 수 있는 좋은 소재다.

그러나 실내 공기는 아직 중·고등학교에서 다루기에 뚜렷하게 체계화 되어 있지 않으므로 실제 관련 내용을 구성하는데 어려움이 있었다. 그래서 신문 기사, 인터넷, 책등에서 요사이 사람들의 관심을 끌고 있는 실내 공기와 관련이 있는 다양한 소재들을 모아 서로간의 연결 고리를 찾기 위해 노력했으며 실내 공기 오염 또한 여타 다른 환경 문제처럼 현대인의 삶의 양식 속에서 고민해 볼 문제라는 것을 강조하고자 하였다.

# 8. 물의 오염과 고갈

## 1. 주제 선정의 이유

생명의 70% 이상을 차지하는 물, 생명이 물로부터 기원했다는 것은 많은 사람들이 알고 있지만, 물이 우리 생활에 있어서 얼마나 중요한 존재인지 인식하고 있는 사람들은 생각보다 많지 않은 것 같다.

그만큼 아직 우리는 물을 사용함에 있어서 별다른 어려움이 없기 때문일 것이다. 그러나 '20세기가 석유로 인한 각국의 분쟁이 많았다고 한다면, 21세기는 물분쟁의 시대가 될 것이다' 라며 물 부족 사태를 경고하는 목소리가 높아지고 있는 것을 보면 우리가 물에 대해서 언제까지나 안이한 생각을 가지고 있으면 안 됨을 알 수 있다. 해마다 생수 시장의 규모가 점점 커지고 있는 것을 보면 먹을 물의 부족과 물 오염이 얼마나 큰 재앙을 가져올지 짐작이 될 것이다.

인류의 삶에 없어서는 안 되는 물, 물은 곧 우리에게 '생명' 을 의미하는 것이며, 필수불가결한 존재이다. 그러한 물의 중요성을 새롭게 학생들에게 인식시키고, 인간의 삶에서 물이 가지는 의미를 되새겨보는 시간을 갖기 위해 이 주제를 선정하였다. 위 주제의 효과적인 전달을 위해 크게 물 부족과 물 오염 측면에서 접근하려고 한다. 지구상에 물이 없다면 어떤 일이 일어날까?, 지금도 낭비되고 있는 물, 물로 인한 국가적 분쟁 등 물 부족의 실태를 파악해 보고 이를 해결할 수 있는 방안과 지구상에서 서로 공존할 수 있는 방안을 탐색해 볼 것이다. 또한 인간에 의해 죽어가고 있는 물과 오염원들을 찾아보고, 물을 살릴 수 있는 해결책과 충분하지 않은 물을 깨끗하게 유지하는 방법을 모색해 보도록 할 것이다.

본 주제는 학생들에게 자칫 식상할 수도 있다. 그러나 자연의 일부인 인간이 자연과의 공존을 위해 물이 가지는 의미와 관련된 학생들의 가치 판단 활동에 초점을 둔다면 의미 있는 열매를 거둘 수 있을 것이다.

## 2. 수업 목표

- 물의 중요성을 인식하고, 물을 절약할 수 있는 방법들을 찾아본다.
- 물 부족과 물 분쟁 해결을 위해 우리가 할 수 있는 일들을 찾아본다.
- 우리 주변의 물 오염 현장을 찾아본다.
- 환경신문을 만들어 봄으로써 물의 중요성과 물을 사랑하는 방법을 알아본다.

## 3. 수업의 흐름

본 수업은 물 부족 3차시, 물 오염 2차시로 구성하였다.

[물 부족]

1,3차시는 개별 활동지 작성 활동으로, 2차시는 실험 활동으로 진행한다.

1차시는 자신이 겪은 물 부족 경험을 떠올리고, 지구상에 물이 없다면 어떤 일이 일어날지 자유롭게 생각해서 만화로 표현해 보는 시간으로 구성하였다. 만화는 학생들이 선호하는 친숙한 대상이고, 또한 한 컷, 한 컷이 많은 내용을 담고 표현할 수 있기 때문에 말이나 글로써 표현하는 것보다 더 효과적이고 재미가 있는 표현 방법이다. 학생들에게 물 부족 관련 기사들을 제공함으로써 학생들의 사고(브레인스토밍)를 자극하도록 한다.

2차시는 우리가 무심코 지나쳐버리는 곳에서 물이 낭비된다는 것을 조별 실험을 통해 알아보고 개별적으로 설문지를 작성하여 본인과 가족들의 물 소비 성향을 분석해 보도록 한다.

3차시는 물 부족 문제를 전 지구적 차원으로 넓혀서 보도록 한다.

세계의 물 분쟁 국가들을 표시해 봄으로써 물 분쟁 국가들의 특징과 물 분쟁 원인, 그리고 해결 방안과 지구상에서 서로 공존할 수 있는 방안을 탐색해 보게 한다.

**1차시** **만약 물이 없다면?**

| 물 부족 경험 되살리기 | 브레인스토밍 | 만화로 표현하기 |
|---|---|---|
| 지금까지 자신이 겪은 물 부족 경험을 적어본다. | 지구상에 물이 없다면 어떻게 될지 가상으로 생각해 본다 | 물 부족 관련 기사를 읽고 물 부족 현상이 지속될 때 나타날 수 있는 일을 만화로 표현한다. |

**2차시** **어! 돈이 새고 있다!**

| 실험 수행 | 물 절약에 따른 경제적 가치 알아보기 | 물 소비 성향 알아보기 |
|---|---|---|
| 한 방울씩 떨어지는 수돗물을 합하면 연간 얼마나 낭비되는지 계산해본다. | 전 국민이 물을 절약하여 사용하면 어느 정도의 금전적 절약이 가능한지 알아본다. | 학생 각자의 가족이 집에서 얼마나 물을 절약하고 있는지 설문지를 체크하여 알아본다. |

3차시 블루 골드 (BIUE GOLD) 시대 - 세계는 물 전쟁 중...

| 물 분쟁 국가 소개 | 물 분쟁 국가 표시 | 원인과 해결방안 모색 |
|---|---|---|
| 물 분쟁 국가들의 분쟁 상황을 소개한 글을 읽는다. | 세계 지도에 물 분쟁 국가들을 표시하고 물 분쟁 국가들의 특징을 생각해본다. | 지도상의 물 분쟁 국가들의 특징으로부터 이들 국가들이 물 분쟁을 하게 된 원인과 해결 방안, 서로 공존하며 살아갈 수 있는 방법을 토의한다. |

[물오염]

1차시는 우리 주변의 물 오염 실태를 나타낸 사진 자료에 제목과 부가 설명을 붙여 봄으로써 물 오염의 심각성을 확인하는 시간을 갖도록 했다. 아울러 물 오염의 원인과 피해, 물 오염을 줄이고 막을 수 있는 방법들을 찾아보도록 했다.

1차시에서 물 오염의 심각성을 학생들에게 각성시켰다면 2차시에서는 더욱 발전시켜 물 오염과 관련된 물 사랑 환경신문을 만들어보게 함으로써 학생들이 물의 소중함을 되새기도록 한다. 2차시는 신문 만들기 위한 준비 단계와 실제 신문 만들기 단계로 나누어 2시간에 걸쳐서 진행하도록 한다.

1차시 물이 아파하고 있어요!

| 사진 제목 붙이기 | 원인과 피해 알아보기 | 방법 모색 |
|---|---|---|
| 물 오염을 나타낸 사진에 제목과 부가 설명 달기 | 물이 오염되는 원인과 물 오염으로 나타나는 피해상황을 알아본다. | 일상생활에서 물 오염을 줄이고 막을 수 있는 방법을 찾아본다. |

2차시 물은 우리가 보호한다!- 물사랑 신문 만들기

| 신문 만드는 방법 소개 | 계획서 만들기 | 신문 만들기 |
|---|---|---|
| 물사랑 신문을 만드는 방법에 대해 소개한다. | 모둠별로 물사랑 신문 만들기 위한 계획서를 작성한다. | 계획서에 따라 준비한 자료를 가지고 물사랑 신문을 만든다. |

## 4. 본 차시 수업 자료

*11. 생활과 환경* *8. 물의 오염과 고갈*

| NO: 1 | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 만약 물이 없다면?!

1. 여러분은 지금까지 물이 부족해서 어려움을 겪어본 적이 있나요? 자신이 겪은 물 부족 경험을 구체적으로 적어봅시다.

2. 현재 우리가 풍부하게 사용하고 있는 물!
만약 지구상에 물이 없다면 어떻게 될까요? 생각나는 대로 적어봅시다.

3. 다음은 지구상에서 일어나고 있는 물 부족에 관련된 글입니다. 잘 읽어보고 물 부족 현상이 지속될 때 일어날 수 있는 일을 만화로 표현해 봅시다.

**◇ 블루 골드 시대 수돗물 다시보기**

**석유이상의 전략자원- 물**

물을 물로만 봐서는 안 되는 세상이 도래했다. 물을 돈 쓰듯 아껴야 하는 시대이기도 하다. 그만큼 물이 귀해졌다. 지난해 유엔 세계물위원회(World Water Council)는 2025년이면 세계 인구 3명 중 1명꼴인 약 27억 명이 물 기근에 시달릴 것으로 내다봤다. 해마다 수백만 명이 수인성 전염병으로 사망할 것이라는 우려도 덧붙였다. 20세기가 석유(Black Gold)의 시대였다면, 금세기는 '블루 골드'(Blue Gold)라는 물의 시대가 될 것이란 주장이 점점 설득력을 얻고 있다.
막대한 물 이권에 눈독 들인 민간기업은 물 자원을 장악하기 위해 혈안이 됐다. 세계은행(IBRD)은 2001년 세계 물 교역량이 1조 달러에 이른다고 추산했다. '물 민영화'에 따라 빈민은 물 마실 권리마저 빼앗기고 있다. 그만큼 물 사유화에 대한 저항도 거세다.

◇ 위기의 물

지구 표면의 약 70%를 덮은 물은 13.9억 톤이나 된다. 이 가운데 약 97%는 바닷물이고 나머지 3%가 사람이 먹을 수 있는 물(담수)이다. 육지 물은 대부분 빙산과 빙하로 돼 있거나 지하수다. 사람이 쉽게 이용할 수 있는 지표의 물(지표수)은 하천이나 호소수(湖沼水)로 담수의 약 0.8%를 차지한다. 결국 마실 물은 지구 전체 물의 0.03%도 못 된다.
비는 주기적으로 내리고 강이나 저수지에 가면 물이 넘쳐나 겉보기에 아무런 문제가 없다. 하지만 쉽게 마실 물이 별로 없다는 데 심각성이 있다.
그럼 많은 물이 다 어디로 갔을까. 급격한 산업화, 도시화에 따른 수질오염으로 마음 놓고 먹을 수 있는 물이 급감했다. 또 지구온난화에 따른 기상 이변으로 곳곳에 가뭄이 극성을 부리곤 한다.

경향신문 2004-9-14 중에서

◇ 중국서 0.3L로 하는 세차법 개발

늘어나는 자동차 판매와 물 부족 사태를 동시에 해결하기위한 방안의 하나로 중국에서 물 0.3ℓ로 자동차 한 대를 완전히 세차하는 방법이 개발됐다고 중국 관영 언론이 보도했다.
이 방법은 물통과 빗자루를 사용하는 기존의 방법보다 물을 1천분의 1 밖에 쓰지 않는 새로운 방법이다.
이 세차법은 남부 도시 광쩌우(廣州)에서 선을 보였다.
시의 물 절약국은 이 세차법을 강력히 권고하고 있다.

국민일보 2004-10-06 중에서

◇ 아랄 해의 물 부족

아랄 해에 접한 중앙아시아의 젖줄인 아무다랴강은 투르크메니스탄과 우주베키스탄 농민들이 마구잡이로 끌어다 쓰는 바람에 현재는 완전히 말라버린 상태. 이로 인해 아랄 해의 저수량은 지난 60년대에 비해 1/3로 줄어들었으며 염분 농도가 급격히 높아지는 바람에 한해 4천4백kg이나 잡히던 물고기들이 완전히 자취를 감췄다.

국민일보 2000-3-22 중에서

◇ 나일 강을 둘러싼 분쟁

Nile 강물의 사용을 둘러싸고 에티오피아와 이집트는 거의 10년째 분쟁 관계에 있다. 1980년대에 혹독한 굶주림과 내전을 치른 에티오피아는 그 후로 정치적 안정기를 맞아 자국영토에 내리는 강수량으로 경작지를 관개하고, 생활용수 및 공업용수도 확보하고, 수력발전도 도모하는 수자원개발계획을 마련은 했지만, 실행에 옮기지 못하고 있다. 왜냐하면 자국영토에 거의 비 한 방울 내리지 않는 이집트는 Nile 강물의 86%를 Blue Nile 상류에 위치한 에티오피아 영토의 강수량에 의존하고 있고, 만약에 에티오피아가 그 강수량을 내려 보내지 않을 경우에는 국가의 존립이 위태로워지므로 군사력을 동원해서라도 그 물을 유지하려 하고 있기 때문이다. 사실 이집트는 5천년 전 파라오들의 통치시대 때부터 그 물에 의존하며 살아왔다. 한편 에티오피아는 자국 영토에 내리는 빗물을 사용할 경우 370만 ha(남한 면적의 37%)의 경작지를 관개하고 곡물을 거둬 자국민을 굶주림으로부터 해방시킬 수 있다. 그러나 에티오피아는 군사력에 있어서 이집트의 상대가 되지 못한다.

첨단환경기술 10월호 중에서

**제목 :**

| | |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

[참고문헌]
인터넷신문검색사이트 http://www.kinds.or.kr
첨단기술환경 10월호
한국 수자원공사 http://www.kowaco.or.kr



| NO:2 | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 어! 돈이 새고 있다!

| | |
|---|---|
| **학습주제** | 어! 돈이 새고 있다 |
| **학습목표** | · 우리가 무심히 넘기는 습관이 자원을 낭비하는 것임을 알 수 있게 한다.<br>· 우리나라가 물 부족 국가임을 안다.<br>· 조그만 것에서부터 물을 절약할 수 있다는 것을 깨닫게 한다. |
| **준비물** | 음료수 빈 통 또는 비이커 , 메스실린더 |
| **방법** | ① 수도꼭지에 물방울이 한 방울씩 떨어지게 조절한다.<br>② 수도꼭지 밑에 음료수 빈 통이나 비이커를 놓고 떨어지는 물방울을 받는다.<br>③ 1시간 동안 받은 물의 양을 메스실린더로 정확하게 측정한다.<br>④ ③을 기준으로 하루 동안 수도꼭지에서 떨어지는 물의 양, 1년 동안 떨어지는 물의 양을 계산한다.<br>⑤ 하루 동안 떨어지는 물의 양과 1년 동안 떨어지는 물의 양을 돈으로 계산해 본다. |
| **결과** | **① 1시간 동안 받은 물의 양**<br>( )L = ( )톤<br><br>**② 하루 동안 떨어지는 물의 양**<br>( )톤 ×24시간 = ( )톤<br><br>**③ 1년 동안 떨어지는 물의 양**<br>( )톤 ×365일 = ( )톤<br><br>**④ 하루 동안 떨어지는 물의 양을 돈으로 환산하면**<br>( )톤 ×660.8원/톤 = ( )원 |

| | |
|---|---|
| | ☞ 660.8원/톤은 2002년도 기준임<br>(상수도 요금 + 하수도 요금 + 물이용 부담금 = 660.8원)<br>**⑤ 1년 동안 떨어지는 물의 양을 돈으로 환산하면**<br>(　　)톤 ×660.8원/톤 = (　　)원<br><br>또는 (　　)원 ×365일 = (　　)원 |
| **한번 해보기<br>( 물 절약에 따른 경제적 가치를 알아보자)** | **① 우리나라 국민이 연간 수돗물을 10% 절약하면 얼마나 절약할 수 있을까?**<br>자료 : 1. 2002년도 수돗물 사용량 : 5,692,175천톤<br>2. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원<br>▶ 계산식 :<br><br>**② 우리나라 국민이 양치질 할 때 컵을 사용하면 연간 얼마나 절약할 수 있을까?**<br>자료 : 1. 수도를 틀고 양치질 할 때보다 1회 약 4.8L 절수<br>2. 1일 3회 양치질 한다고 가정<br>3. 우리나라 국민 수(2002년도) : 48,518천명<br>4. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원<br>▶ 계산식 :<br><br>**③ 우리나라 모든 가정에서 페트병에 물을 담아 양변기에 넣어서 사용하면 연간 얼마나 절약될까?**<br>자료 : 1.1회 1.5L절약　1일 2회 사용 가정<br>2. 우리나라 국민 수(2002년도) : 48518천명<br>3. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원<br>▶ 계산식 : |

| | |
|---|---|
| | ④ 모든 가정이 설거지할 때 물을 받아서 사용하면 연간 얼마나 절약될까?<br><br>자료 : 1. 수도를 틀고 20분 정도 설거지를 하면 110L 소요되고, 받아서 하면 36L정도 소요되므로 1회 74L절약<br>2. 1일 2회 설거지 가정<br>3. 우리나라 총 세대(2002년도 기준) : 14,391 천 세대<br>4. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원<br><br>▶ 계산식 : |
| **느낀점** | |

[참고문헌]
통계청 http://kosis.ngo.kr
서울특별시상수도사업본부 http://water.seoul.go.kr
환경부 http://www.me.go.kr
인터넷

**학생용 설문지**

# 우리 가족의 물 소비 성향은?

**다음은 여러분 가족의 물 소비 성향을 알아보기 위한 질문입니다. 잘 읽고 성실하게 답변해 주세요.**

▪ 우리 집 화장실 변기는 대변용 레바와 소변용 레바가 구분되어 있는 절수형이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 우리 가족은 수세식 변기 물통에 벽돌이나 물을 채운 페트병 등을 넣어 사용한다.

1. 그렇다 2. 아니다

▪ 세수할 때 세면대에 70% 정도 물을 받아서 쓰고, 양치할 때 물을 틀어놓지 않고 컵에 받아쓴다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 설거지를 할 때에는 물을 틀어놓지 않고 받아서 사용한다.

1. 그렇다 2. 아니다

▪ 빨래는 많이 모아서 세탁하고 애벌빨래를 한 후 세탁기를 돌리는 편이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 절수형 샤워헤드나 절수형 수도꼭지를 설치하여 사용하고 있다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 욕조에 물을 받아서 하는 목욕보다는 샤워를 하는 편이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 샤워시간은 대략 10분 이내이다.

1. 그렇다 2.아니다

▪ 샤워할 때 비누칠 하는 동안 수도꼭지를 잠그거나, 샴푸는 나중에 따로 하는 편이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 세숫물이나 세탁한 물은 버리지 않고 화단이나 청소용수로 재활용한다.

1. 그렇다 2. 아니다

▪ 세차할 때 호스를 쓰지 않고 비누로 닦아 마지막에만 물로 헹군다.

1. 그렇다 2. 아니다.

☞ **결과 보기**

| 그렇다의 개수 | 우리 가족의 물 소비 성향은? |
|---|---|
| 0~2개 | 물을 물쓰듯하고 있군요. 언젠가는 석유보다 비싼 값을 치르고 물을 구입해야 할 때가 올지도 모릅니다. 지금도 지구 어디에선가는 마실 물이 없어서 힘들어하는 사람이 있다는 것을 기억하세요. |
| 3~6개 | 당신 가족은 보통의 물 소비 습관을 가지고 있군요. 물 절약도 습관입니다. 조금 더 물을 사랑하려고 해보세요. 그러면 물을 절약하게 되고 많은 자원이 낭비 없이 필요한 곳에 쓰이게 될 거예요. |
| 7~11개 | 당신 가족은 정말로 물을 사랑하는군요. 주위의 모범이 되고 있습니다. 대체 자원이 없는 물, 앞으로도 지금처럼 쭉~ 사랑해주세요. |

| NO:3 | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 블루 골드(BLUE GOLD)시대 - 세계는 물 전쟁 중...

20세기의 세계 각국간의 크고 작은 전쟁의 상당 부분은 석유 때문이었다고 합니다. 그러나 지구상의 물 부족 현상이 심화되면서 21세기에는 물 때문에 전쟁이 일어날 것이라고들 말하고 있습니다.

다음은 지구상에서 강을 사이에 둔 국가들 간의 물 분쟁이 나타나는 지역을 소개한 글입니다.

**► Nile 강을 사이에 둔 이집트, 수단, 에티오피아, 우간다**

나일 강을 거의 유일한 수자원으로 삼고 있는 이집트는 수단 및 에테오피아와 물 분배를 둘러싸고 충돌하고 있다. 1월 30일 나일 강 유역 3개국은 에티오피아의 아디스 아바바에서 열린 회의에서 나일 강의 공정한 이용과 개발을 위해 노력하겠다고 합의했다. 그러나 각 국가들은 인구증가에 따른 수요증가로 쉽사리 합의점을 찾지 못하고 있다 이집트와 수단은 1959년 나일 강 이용관련 협정을 체결하여 나일 강 수자원을 사실상 독점함으로써 에티오피아 등 주변국의 반발을 초래했다. 1998년 9월 나일 강 수자원량의 80% 이상을 공급하는 에티오피아는 7개 다목적 수력발전소 건설을 포함하는 청(靑)나일 강 개발계획의 추진을 발표하면서 이러한 갈등이 심화되었다.

또한 이집트는 나일 강 상류에 위치한 수단과 우간다가 댐 건설 등으로 강물을 차단하는 것을 가장 우려하고 있었다. 당시 이집트는 이들 나라가 수자원을 무기화 할 경우 언제든지 공격할 수 있도록 전쟁 준비를 끝내 놓고 있었다.

- 중동연구소 책임연구원 유달승 씨의 글 중에서

**► 티그리스강/유프라테스강에 인접한 이라크와 시리아, 터키**

1월 28일 티그리스 강과 유프라테스 강에 인접해 있는 이라크와 시리아는 상류에 위치한 터키가 수력발전용 댐을 건설하자 바그다드에서 수자원장관회담을 개최하여 공동대처방안을 논의했다. 1980년대부터 터키는 국토의 사막화 현상을 방지하기 위해 동남부 아나톨리아 프로젝트(GAP)를 추진하였다. GAP는 티그리스 강과 유프라테스 강 상류에 댐 22개소와 발전소 19개소를 건설하는 계획이다. 하지만 이것은 티그리스 강과 유프라테스 강에 의존하는 이라크와 시리아에서는 심각한 위협이 아닐 수 없다. 터키는 하류 국에 물 공급을 보장하고 댐을 정치적으로 악용하지 않을 것이라고 강조하지만 이라크와 시리아는 터키가 물을 독점하려 한다고 비난하고 있고 점차 이를 둘러싼 갈등이 나타나고 있다.

- 중동연구소 책임연구원 유달승 씨의 글 중에서

**► 요르단 강 - 이스라엘, 요르단, 레바논, 시리아, 사우디아라비아, 팔레스타인 해방기구(PLO)의 생명수**

레바논은 요르단 강 지류의 하나인 하스바니 강의 물을 이스라엘 국경 인근 마을로 끌어

올리는 펌프시설을 설치했다. 이에 대해 이스라엘이 강하게 반발하고 있다. 4월 14일 이스라엘 총리 보좌관 라아난 기신(Raanan Gissin)은 하스바니 강의 물길을 돌리는 것은 국제협정 위반이라고 유엔을 통해 레바논에 항의서를 보냈다. 이스라엘은 이 문제가 죽느냐 사느냐의 문제이고 전쟁이나 무력충돌이 일어날 수 있다고 경고했다. 하스바니 강은 요르단 강 유량의 25%를 차지하고 있고 요르단 강에 흘러드는 갈릴리호는 이스라엘 식수의 40%를 담당하고 있다

67년에는 시라아가 요르단 강 상류인 단(현 이스라엘 지역)에 댐을 건설하려 하자, 이스라엘의 강으로 물이 흘러오지 않을 것을 우려한 이스라엘의 위기의식이 3차 중동전을 촉발시켰다. 당시 이스라엘이 점령한 골란고원은 이스라엘 전체 급수량의 30%를 차지하는 갈릴리호의 주요 수원지로서 안보적 상황 못지않은 중요성을 지니고 있다. 시리아와 평화협정의 대가로 골란 반환을 추진한 바 있는 이스라엘은 [땅은 돌려주되 물은 지키고 싶은] 속마음을 드러내고 있었다. 그러므로 골란을 반환하더라도 갈릴리 해변에는 완충지대를 설정, 상수도 보호원과 함께 주변국이 수자원을 공동 이용할 수 있도록 하자는 협상안을 굽히지 않고 있었다.

- 중동연구소 책임연구원 유달승 씨의 글 중에서
- 무지개신문 http://www.ecorainbow.or.kr

**► 다뉴브 강을 사이에 둔 헝가리 슬로바키아**

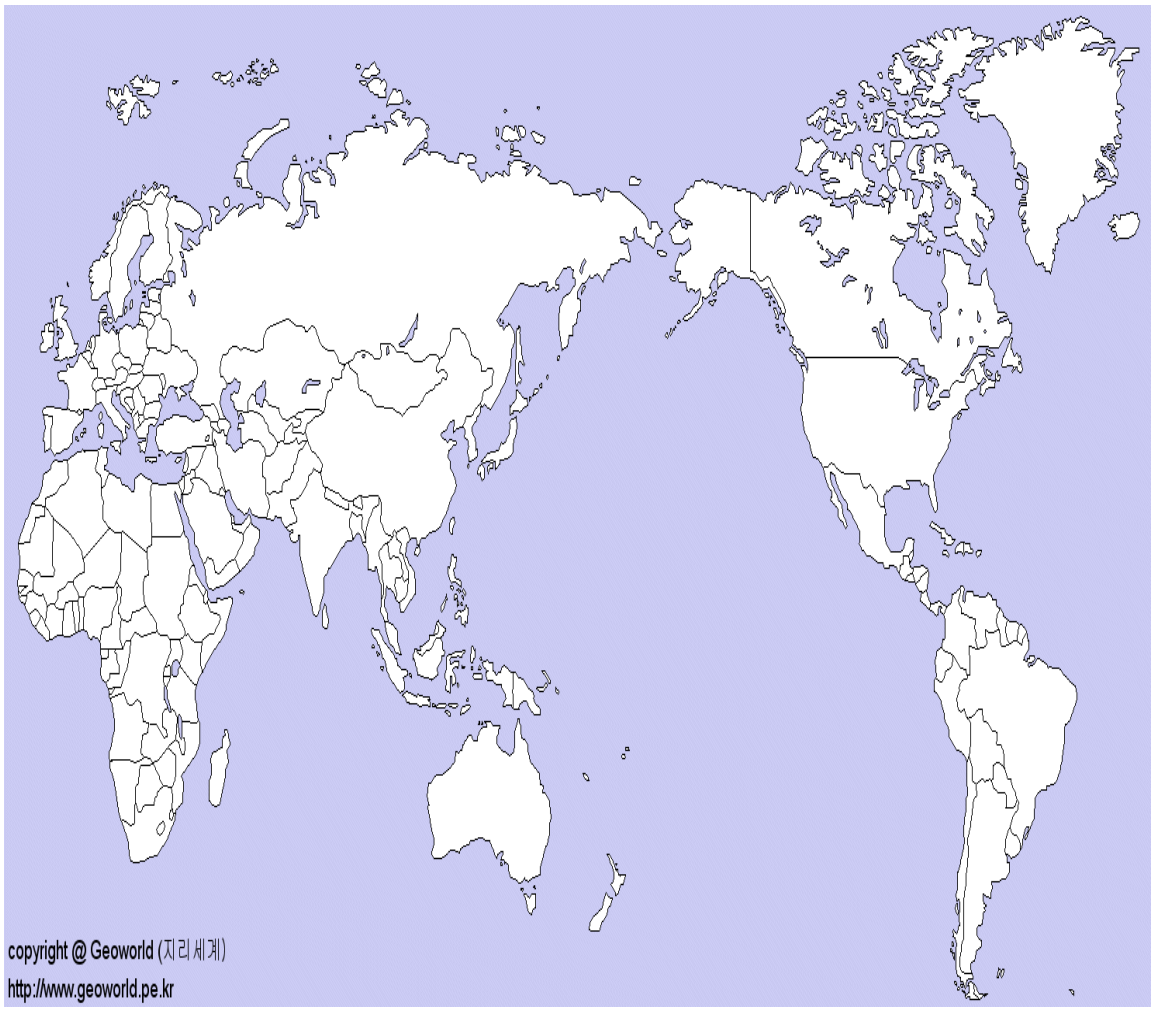
헝가리와 슬로바키아는 다뉴브 강의 수로 변경을 둘러싸고 첨예한 대립을 빚고 있다.

그 밖의 물 분쟁 지역을 소개하면 다음과 같다.

(자료 : 유엔국제인구행동연구소(PAI))

| 분쟁국 | 하천명 |
|---|---|
| 미국/멕시코 | 그란데 강 |
| 노르웨이/스웨덴 | 국경지역의 하천과 호수 |
| 아프가니스탄/이란 | 헬만드 강 |
| 페루/에콰도르 | 자루밀라 강 |
| 방글라데시/인도 | 갠지즈 강 |
| 인도/파키스탄 | 인더스 강 |
| 스페인/프랑스 | 카롤 강 |
| 캄보디아/라오스/태국/베트남 | 메콩 강 |
| 벨기에/네덜란드 | 메유즈 강 |

1. 위의 글을 읽고 아래의 세계지도에 세계의 물 분쟁 국가를 색연필로 표시해 보자.
(사회과부도의 세계지도 부분을 참고하여 표시해 보자.)




2. 물 분쟁 국가가 많은 지역은 주로 어디인가?

3. 위 국가들이 물로 인한 분쟁을 하게 된 원인을 정리해 보자.

4. 위 국가들의 물 분쟁을 해소할 수 있는 방안을 생각해 보자.

[참고문헌]
무지개신문 http://www.ecorainbow.or.kr
중동연구소 책임연구원 유달승 씨의 글
지리세계 http://www.geworld.pe.kr

*II. 생활과 환경* *8. 물의 오염과 고갈*

| NO:1 | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 물이 아파하고 있어요!

1. 다음은 우리 주변에서 볼 수 있는 물이 오염된 모습을 나타낸 사진이다. 사진 속의 장면이 구체적으로 어떤 장면인지 생각하여 사진 옆에 제목과 보충 설명을 달아 보자.

A.

제목 :

설명 :

B.

제목 :

설명 :

C.

제목 :

설명 :

D.

제목 :

설명 :

E.

제목 :

설명 :

F.

제목 :

설명 :

2. 물을 오염시키는 물질에는 어떤 것들이 있을까?

3. 물이 오염됨으로써 나타나는 피해에는 어떤 것들이 있을지 예상해보자.

4. 물이 오염되는 것을 막기 위해 우리가 일상생활에서 할 수 있는 일에는 어떤 것들이 있을까?

[참고문헌]
인터넷 사진
http://maparam.net

| NO:2 | 학년 | 반 | 번호 | 이름 |
|---|---|---|---|---|

# 물은 우리가 보호한다! - 물사랑 신문 만들기

해마다 지구에 공급되는 물의 양은 9000㎦이며, 이 가운데 인간이 쓰는 양은 4300㎦이다. 그러나 지구상의 물 가운데 담수는 2.5%에 불과하고, 그나마 2/3는 만년설과 빙하 형태로 존재해 인간이 이용할 수 있는 양이 몹시 부족한 실정이다. '21세기 세계물위원회'도 현재 약 30억 명의 인구가 위생급수를 받지 못하고 있으며, 매일 5000명의 어린이들이 더러운 물로 인한 병으로 사망하고 있다고 밝혔다. 그럼에도 우리는 매일 매일 많은 물을 낭비하고 있고 지금 현재도 인간에 의해 소중한 물이 오염되어 그 생명을 잃어가고 있다.
인간에게는 없어서는 안 되는 물, 그 물을 보호하기 위한 물 사랑 신문을 만들어 보자.

물 사랑 신문 만들기 과정은 아래와 같다.

**1. 모둠 정하기**
남녀 비율을 고려하여 3~4명이 한 조가 되도록 모둠을 정한다.(남자 2명, 여자 2명)
각 모둠의 이름은 모둠을 잘 표현할 수 있는 이름으로 정한다.

↓

**2. 신문 제목과 주제를 정한다.**
어떤 기사 내용으로 신문을 만들지 토의한다.
신문의 내용은 사설 쓰기, 신문기사 활용, 공익 광고, 집중 취재, 물 상식, 독자 한마당, 학교 내 현장 고발 사진 찍기, 물을 깨끗하게 한 실천사례, 편집 후기, 광고 등 각자 창의적이고 특징 있게 한다.
신문 1개에 4가지 이상의 내용이 들어가게 한다.

↓

**3. 각 모둠의 역할을 분담한다.**
① 사설 쓰기 ② 인터뷰, 기사쓰기 ③ 현장 고발 등 ④자료수집 (인터넷, 신문기사이용)
⑤ 편집하기 등

↓

**4. 조사한 자료를 가지고 신문을 만든다.**

**▶ 물 사랑 신문 만들기 위한 준비 단계 (계획서) ◀**

| **학년 반** | 학년 반 |
|---|---|
| **모둠명** | |

| | |
|---|---|
| | |
| **모둠원** | |
| **신문 제목** | |
| **신문 주제** | |
| **신문에 들어갈 내용** | |
| **모둠원의 역할** | |

[참고문헌]
1. 한국사이버자연사박물관 - http://kcnhm.yeungnam.ac.kr
2. 환경운동연합 - http://www.kfem.or.kr
3. 국립환경연구원 - http://www.nier.go.kr
4. 재활용전망대 - http:// www.sanghun82.pe.kr
5. 한국수자원공사 - http://www.kowaco.or.kr
6. 신문검색사이트 - http://www.kinds.or.kr 등.

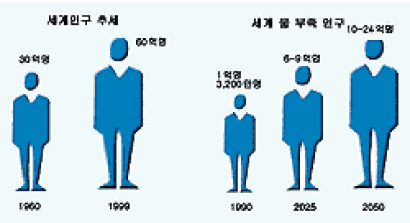
## 5. 교사용 자료

### 1) 물 부족 관련 참고 자료

◇ 환경 난민 전쟁 난민 수 웃돌아... IBRD “21세기 물 분쟁 시대” 예고

1999년 10월, 전 세계 인구는 60억 명을 돌파했다. 이런 폭발적인 인구 증가는 곧바로 물 부족 현상으로 이어져 전 세계가 수난을 겪고 있다.

유엔환경계획(UNEP)은 물 부족으로 시달리는 사람이 2500만 명에 이르며 물이 없어 죽는 어린이만도 하루 평균 5000명이 넘는 것으로 추산하고 있다. 최근 세계은행도 “20세기 국가간 분쟁이 석유 때문이었다면 21세기는 물 분쟁 시대가 될 것”이라고 경고했다.




◇ 세계의 물 부족 현상

해마다 지구에 공급되는 물의 양은 9000km³이며, 이 가운데 인간이 쓰는 양은 4300km³이다. 그러나 지구상의 물 가운데 담수는 2.5%에 불과하고 그나마 2/3은 만년설과 빙하 형태로 존재해 인간이 이용할 수 있는 양이 몹시 부족한 실정이다.

유엔환경계획의 보고서에 따르면 물 부족에 시달리는 ‘환경난민’은 98년 2500만 명으로 전쟁난민의 수를 처음으로 웃돌았다.

‘21세기물위원회’도 2000년 3월 17일 네덜란드 헤이그에서 열린 ‘세계 물 포럼’에서 현재 약 30억 명의 인구가 위생 급수를 받지 못하고 있으며, 매일 5000명의 어린이들이 더러운 물로 인한 병으로 사망하고 있다고 밝혔다. 물위원회는 또 2025년께 세계의 물 수요량은 4279~5253km³로서 1995년의 3788km³에 비해 크게 늘어날 전망이어서 심각한 물 부족 현상이 벌어질 것으로 예측하고 있다.

◇ 세계의 물 부족 지역

유네스코와 세계기상구 등에 따르면 현재 지구촌에서 물 부족이 심각한 지역은 아프리카와 중동, 중국 서북부와 인도 서남부, 파키스탄과 멕시코, 미국과 남미의 서해안 지역 등이 꼽히고 있다.

**중국**의 경우 문명의 발상지인 황허 강은 1972년 사상 처음으로 말라붙었으며, 1985년 이후로는 1년 중 일정기간동안 물이 없으며, 1997년에는 황허강의 물이 바다에 이르지 못한 날이 226일이나 되었다.

**인도**의 경우 건기에 인도동부의 갠지즈 강이 뱅골만에 이를 때쯤에는 물은 거의 남아 있지 않다. 인도인들이 강물을 거의 다 퍼다 쓰기 때문에 방글라데시 농부들의 몫은 거의 없다.

**나일 강** 유역에 살고 있는 이집트, 수단 및 에티오피아의 총인구가 현재 약1억 5천만 명이지만 2050년에는 3억4천만 명이 될 것으로 예상되어 물 확보를 위한 싸움도 더욱 치열해질 것이다.

**미국**의 경우도 예외는 아니다. 미국 대평원의 남부지역에서는 이미 오가랄라 대수층의 고갈로 관개(灌溉)농지가 줄어들고 있다. 텍사스와 오클라호마, 캔자스, 콜로라도주 등의 관개농지는 지난 20여년간 계속 감소되고 있다.

**아랄 해**로 흘러들던 아무다랴 강은 투르크메니스탄과 우즈베키스탄에서 마구 끌어다 쓰는 바람에 지금은 완전히 말라버렸으며 민물유입이 줄어든 아랄 해는 염분 농도가 급격히 높아져 한해 1억 파운드나 잡히던 물고기들이 모두 사라졌다.

◇ 한국은 물 부족 국가

UN의 워싱턴 소재 국제 인구행동연구소(PAI)에서 발표한 바에 따르면 현재 한국의 활용 가능한 물 자원량은 661억 ㎥으로서, 이를 국민 1인당 활용 가능량으로 환산할 경우, 한국은 1950년 3,247 ㎥에서 1995년에는 1,472 ㎥로 줄어들어 물 부족국가로 분류되고 있다.

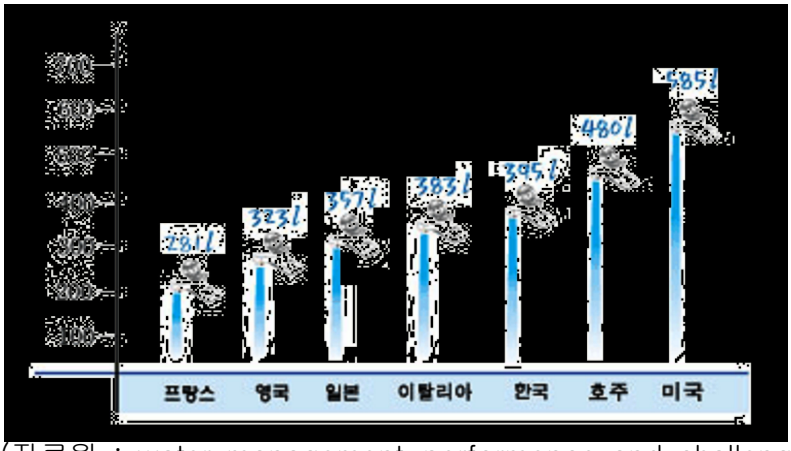
그나마 2025년에는 1,258 ㎥로 떨어질 것으로 전망되어 앞으로 적극적으로 물 소비량을 줄이지 않는다면, 우리나라는 물 기근 국가로 전락할 위기에 처해 있는 것이다.

| 구분 | 1인당 사용 가능한 물의 양 | 개인 물 사용 가능량 국가별 분류 |
|---|---|---|
| 물 기근 국가군 | 매년 1,000㎥미만<br>만성적인 물 부족을<br>경험하며, 그 결과<br>경제발전, 국민복지 및<br>보건이 저해 | 지부티, 쿠웨이트, 몰타, 바레인,<br>바베이도스, 싱가폴, 사우디아라비아,<br>아랍에미레이트연방, 요르단, 예멘,<br>이스라엘, 튀니지, 카포베르데, 케냐,<br>부룬디, 알제리, 르완다, 밀라위, 소말리아 |
| 물 부족 국가군 | 매년 1,700㎥미만<br>주기적인 물 압박을 경험 | 리비아, 모로코, 이집트, 오만, 키프로스,<br>남아프리카, 한국, 폴란드, 벨기에, 하이티 |
| 물 풍요 국가군 | 매년 1,700㎥이상<br>지역적 또는 특수한 물<br>문제만을 경험 | 미국, 영국, 일본 등 119개국 |

그러나 우리나라는 물을 지나치게 많이 쓰고 있습니다. 1인당 하루 평균 물 사용량은 395L로 국민소득을 감안하면, 세계최고 수준입니다. 물값이 생산원가의 74%

수준에 불과하여 국가재정에 큰 부담을 주고 있으며, 지나치게 싼 물값은 과소비를 유도합니다. 1998년 우리나라 평균 물값은 m³당 240원으로 다른 나라의 1/3 ~ 1/6수준밖에 되지 않습니다.

<국가별 1인당 물 사용량> (단위 : L/인,일)




(자료원 : water management-performence and challenges in OECD countries) (OECD, 1998) '98 상수도 통계 (환경부, 1999)

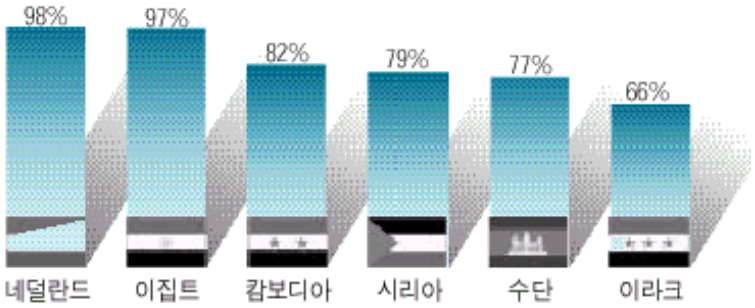
◇ 물 전쟁은 있을 것인가?

미국의 제35대 대통령 John.F.Kennedy는 『물 문제를 해결하는 사람은 두 개의 노벨상, 즉 노벨 평화상과 과학상을 받을 것이다』라고 선언한 바 있다. 오늘날 전 세계적인 국가간 물 분쟁 위기와 물 부족의 심각성을 이처럼 함축적으로 잘 표현하고 있는 말도 없을 것이다.

최근 물의 소중함에 대한 세계적인 관심이 갈수록 증가하고 있으며 물 부족에 대한 경고도 줄을 잇고 있다. 국제적 물꼬 싸움이 시작된 지는 이미 오래이며 이는 점점 더 악화될 전망입니다.

세계은행은 20세기의 국가간 분쟁원인이 석유에 있었다면 21세기는 물 분쟁시대가 될 것이라고 경고한 바 있다. 특히 물의 경우 석유와 달리 대체재가 전혀 없기 때문에 물파동은 엄청난 재앙을 가져 올 것이다. 美 메사추세추 캠브리지 소재 세계 물 정책 연구소의 샌드러 포스텔 소장은 1995년 8월 스웨덴 스톡홀롬에서 열린 '국제 물심포지엄'에서 "지금과 같은 선진국의 물 과소비와 제3세계의 수자원을 둘러싼 갈등이 즉각 조정되지 않을 경우 군사 분쟁으로 비화될 수 있다."고 경고하고 있다.

< 물 사용량의 반 이상을 다른 국가에 의존하는 국가 >




◇ 세계의 물 분쟁 지역

UNEP의 1999년 발표에 따르면 현재 2개국 이상이 공유하고 있는 국제 하천은 50개국에 걸쳐 214개에 이르고 세계 인구의 40% 가량이 인접국의 물에 의존하고 있기 때문에 유량통제 등을 둘러싼 국가간 분쟁이 끊이질 않고 있다.

중동의 요르단 강은 대표적인 분쟁 지역이다. 이스라엘, 요르단, 시리아는 모두 요르단 강에 의존하고 있지만 사막개발에 따른 관개면적의 증가로 극심한 물 부족 현상을 겪고 있다. 이 지역은 이미 지난 67년 시리아의 요르단 강 상류지역의 댐 건설 문제로 3차 중동전이 발생한 전력이 있다. 현재 시리아와 이스라엘간의 평화협상에서도 물 문제는 중요한 이슈로 떠오르고 있다.

가장 큰 수원지인 나일 강의 유량 감소와 연간 3%가 넘는 인구증가율로 인해 물 부족 사태를 겪고 있는 아프리카 북동부로 빼놓을 수 없는 물 분쟁 지역이다. 하류지역인 이집트는 강 상류의 수단과 우간다가 댐건설 등을 통해 강물을 차단할 것에 대비, 공격준비를 마친 상태다.

이 밖에 터키와 이라크, 시리아가 공유하고 있는 유프라테스 강, 헝가리와 슬로바키아 등 12개국 이상을 관통하고 있는 다뉴브 강, 인도와 방글라데시 접경의 갠지스 강 등도 분쟁 지역으로 꼽히고 있다. (국민일보 2000.3.22)

< 주요 물 분쟁 지역 >

◇ 서울의 수돗물 요금 구성(①+②+③+④)

① 기본요금

| 구경(㎜) | 요금(원) | 구경(㎜) | 요금(원) |
|---|---|---|---|
| 13 | 1,080 | 100 | 89,000 |
| 20 | 3,000 | 125 | 143,000 |
| 25 | 5,200 | 150 | 195,000 |
| 32 | 9,400 | 200 | 277,000 |
| 40 | 16,000 | 250 | 375,000 |
| 50 | 25,000 | 300 | 465,000 |
| 65 | 38,900 | 350 | 565,000 |
| 75 | 52,300 | 400이상 | 615,000 |

② 상수도 사용 요금

| | 사용구분(톤) | 톤당 단가(원) |
|---|---|---|
| 가정용(10) | 0~30이하 | 320 |
| | 30초과~40이하 | 510 |
| | 40초과~50이하 | 570 |
| | 50초과 | 790 |
| | 단, 세대 당 월 10톤 이하를 사용할 때에는 톤당 190원을 적용함 | |
| 업무용(20) | 0~50이하 | 470 |
| | 50초과~300이하 | 600 |
| | 300초과 | 680 |
| 영업용(30) | 1~100이하 | 800 |
| | 100초과~200이하 | 900 |
| | 200초과~1000이하 | 1,100 |
| | 1000초과 | 1,260 |
| 대중목욕탕(40) | 1~500이하 | 270 |
| | 500초과~2,000이하 | 320 |
| | 2000초과 | 430 |

③ 하수도 사용 요금

| | 사용구분(톤) | 톤당 단가(원) |
|---|---|---|
| 가정용(01) | 0~30이하 | 120 |
| | 30초과~50이하 | 280 |
| | 50초과 | 440 |
| 업무용(02) | 0~50이하 | 180 |
| | 50초과~300이하 | 270 |
| | 300초과 | 300 |

| | | |
|---|---|---|
| 영업용(03) | 1~30이하 | 120 |
| | 30초과~50이하 | 280 |
| | 50초과 100이하 | 440 |
| | 100초과~200이하 | 560 |
| | 200초과~1000이하 | 640 |
| | 1000초과 | 720 |
| 대중목욕탕(04) | 1~500이하 | 130 |
| | 500초과~2,000이하 | 160 |
| | 2000초과 | 180 |

④ 물이용 부담금 : 1톤당 120원

**2) 물 오염 관련 참고 자료**

◇ 수질 오염의 원인

수질 오염은 가정의 생활하수와 공장 폐수, 농·축산 폐수, 농약·비료 등에 들어 있는 여러 가지 유기물이나 중금속·독성 물질 등에 의해 일어난다. 이 중에서도 가장 큰 비중을 차지하는 것은 가정의 생활하수이다.

① 분해성 유기 물질

유기 물질은 탄소를 비롯한 여러 가지 원소로 구성된 물질을 말한다. 이런 물질이 물에 들어가면 미생물에 의해 분해되게 되고 물 속의 산소를 소모시키며 나아가 산소가 없어지면 메탄, 황화수소 등의 냄새가 나는 가스가 나오기도 한다. 가정에서 버려지는 음식찌꺼기, 분뇨, 쓰레기와 축사에서 흘러나오는 폐수가 그 대표적인 예이다.

② 합성 세제

거의 모든 가정에서 사용되고 있는 합성 세제가 수질 오염의 주범이라는 사실은 널리 알려져 있다. 합성 세제는 다른 오염 물질과는 달리 물에 녹은 상태에서 미생물에 의한 분해가 어렵고 물 위에 거품이 생기게 되어 산소가 물속으로 녹아 들어갈 수 없게 될 뿐 아니라 햇빛을 차단시켜 플랑크톤의 정상적인 번식을 방해하는 등 물을 오염시키기도 한다. 또 여기에 세척력을 높이기 위하여 넣는 `인'은 인산염이 되어 부영양화 현상을 일으켜 물을 썩게 한다. 이 때문에 각국에서 인의 사용을 규제하고 있어 `무린 세제'가 나오게 되었다.

지금은 분해가 잘 된다는 식물성 세제가 널리 사용되고 있으나 물의 오염시비는 여전하다. 주택가나 아파트 단지 인근의 하천에서 흔히 볼 수 있는 거품의 원인이 바로 이 합성 세제이다. 합성세제의 지나친 사용은 물고기는 물론 미생물도 살지 못하는 죽음의 하천을 만드는 것이다.

③ 중금속

중금속은 금속 중에서 그 비중이 4.0이상인 것을 말한다. 중금속 가운데 독성이 강한 것으로는 카드뮴, 수은, 크롬, 구리, 납, 니켈, 아연, 비소 등 을 들 수 있다. 이렇게 해로운 중금속은 공장 폐수, 산업 폐기물, 쓰레기 매립장 등에서 하천으로 흘러 들어온다.

중금속은 동식물의 체내에 농축되어 있기 때문에 동식물을 섭취하는 인간의 건강에도 크게 영향을 미치게 된다. 일본에서 발생했던 그 유명한 `이 타이이타이병'은 카드뮴에 오염된 어패류를 먹은 사람들에게서 발생되었고, 미나마타병은 수은에 오염된 어패류를 먹은 어민들에게서 발생했다. 산업 발전으로 유해 중금속은 증가되고 있다.

④ 유독 물질

사람이나 가축에 대해 독성이 심하여 아주 적은 양으로도 해를 끼치는 화학물질을 말한다. 우리나라에서 사용되고 있는 화학 물질은 대략 1만여 종이나 되나 계속 증가되고 있다. 이런 화학 물질은 인간 생활에 이로움을 주기 위하여 만들어지고 있으나, 이것들이 유출되어 물을 오염시키고 오염 된 물을 사람이 마시게 되면 건강에 치명적인 피해를 줄 수도 있는 것이다.

옛날에는 콜레라, 장티프스 등의 수인성 전염병의 병원균에 의한 오염이 문제가 되었으나 이제는 유독성 화학 물질에 의한 오염이 큰 문제로 나타나고 있다.

⑤ 유류

석유 등의 유류는 비중이 물보다 낮아 수면에 유막이 만들어지는데, 1cc의 기름은 약 1,000㎡의 유막을 형성시킨다. 유막이 형성되면 빛의 투과 율을 감소시켜 물 속에 녹아 있는 산소의 양을 감소시켜 어패류의 호흡에 지장을 주며 기름 냄새가 어패류의 상품 가치를 떨어뜨린다. 하천 부근에 서 세차를 하는 경우 수질 오염이 될 수 있기 때문에 이제는 법적으로 규제하고 있다. 때로는 저수지 부근에서 유조차가 뒤집히거나 송유관에서 기름 이 흘러 나와 기름이 저수지에 흘러들어 물의를 일으키기도 한다.

이런 상황에 대비하기 위하여 각 댐 관리 사무소에서는 유막의 확산을 방지하고 기름을 제거하기 위하여 기름 확산 차단막과 기름 유착제를 준비하여 만약의 사태에 대비하고 있다.

⑥ 영양 염료

식물의 생장에 필요한 영양소를 제공해 주는 염류로 암모니아, 질산염, 아질산염, 인산염 등이 있다. 이러한 영양 염료가 적당히 있어야 하나 집에서 버리는 물이나 논밭에서 비료가 섞인 물이 하천이나 호수에 흘러 들어오면 플랑크톤이 아주 많이

번식하여 물을 오염시킨다. 이때는 물의 빛깔 이 검붉게 변하고 썩은 냄새가 나기도 한다. 이런 물을 정수하기 위해서는 처리비용이 많이 들 뿐만 아니라 기분 나쁜 냄새가 나는 경우도 생기게 된다. 물에 영양이 지나치게 많이 생기는 이와 같은 현상을 부영양화 현상이라고 한다.

◇ 수질 오염의 측정 방법

① DO (Dissolved Oxygen:용존산소)

물 속에 녹아 있는 산소의 양을 용존 산소라 한다. 하천 상류의 깨끗한 물에는 거의 포화에 가까운 정도의 DO가 들어 있으나 가정에서 버린 물, 공장 에서 버린 물, 기타 썩을 수 있는 물질로 오염되어 그 양이 점점 적어지며, DO가 없으면 썩게 된다. 2ppm 이상이면 냄새가 나지 않으며 물고기가 살 수 있는 DO는 4ppm 이상이다. DO는 그 값이 크면 클수록 좋은 물이라 할 수 있다. 깨끗한 자연수의 DO는 약 8ppm이다.

② BOD (Biological Oxygen Demand:생물 화학적 산소 요구량)

물 속의 유기 물질을 미생물이 분해할 때 필요한 산소의 양을 나타낸 것이 BOD이다. BOD가 높다는 것은 그 물 속에 분해되기 쉬운 유기물이 많음을 의미하므로 수질이 나쁘다는 것을 뜻한다. 강이나 바닷물에 녹아 있는 산소는 물 표면에서 녹아드는 산소와 물 속 식물의 동화 작용에 의하여 공급된다. 오염된 물의 BOD가 물 속에 녹아 있는 산소량보다 많으면 산소가 부족하여 물 속의 생물이 죽게 된다.

③ COD (Chemical Oxygen Demand:화학적 산소 요구량)

물 속에 들어 있는 유기물, 아질산염, 제1철염, 황화물 등은 물 속에 녹아 있는 산소를 소비하는데, 이런 물질이 많이 들어 있으면 물 속의 산소가 없어져 물고기와 미생물이 살 수 없게 되고 물이 썩어 고약한 냄새가 나고 물 색깔이 검게 변하여 물이 죽게 된다. 이런 유기 물질이 들어 있는 물에 과망간산칼륨이나 중크롬산칼륨 등의 수용액을 산화제로 넣으면 유기 물질이 산화된다. 이때 쓰여진 산화제의 양에 상당하는 산소의 양을 나타낸 것을 COD 값이라고 한다. COD 값이 적을수록 오염 물질이 적게 들어 있어 수질이 좋고, COD 값이 클수록 오염 물질이 많이 들어 있어 수질이 나쁨을 의미한다

◇ 지표 생물

독특한 환경 조건에서만 살 수 있는 생물을 지표 생물이라고 하는데, 이러한 지표 생물을 이용하면  그 지역의 환경 조건이나 오염 정도를 알 수 있다.

수질 오염 정도는 식물이나 민물고기 이외에 옆새우나 플라나리아, 곤충의 유충과

같이 물 밑바닥이나 물풀사이에 사는 작을 동물들을 이용하여 알아낼 수 있다. 간단한 정수과정만을 거쳐 식수로 사용이 가능한 깨끗한 물인 1급수에는 열목어, 옆새우, 플라나리아 등이 산다. 이들 지표생물들은 대개 강의 최상류나 계곡에서나 볼 수 있다. 식수로 사용이 가능하며 수영도 할 수 있는 2급수에서는 꺽지, 피라미, 갈겨니 등을 발견할 수 있다. 3급수에는 붕어, 잉어, 거머리류가 사는데, 이 물은 공업용수로 사용된다. 그리고 4급수에는 실지렁이, 깔따구, 모기붙이 유충 등이 서식하는데, 이런 물에서 수영을 했을 경우에는 피부병이 생긴다.

| 수질 | 기준(BOD) | 지표 생물 |
|---|---|---|
| 1급수 | 1ppm이하 | 옆새우, 플라나리아, 열목어 |
| 2급수 | 3ppm이하 | 꺽지, 피라미, 은어, 장구벌레, 갈겨니 |
| 3급수 | 6ppm이하 | 거머리, 붕어, 잉어 |
| 4급수 | 6ppm이상 | 실지렁이, 깔따구, 종벌레 |

피라미와 비슷하여 2급수 이상의 깨끗한 물에서 서식하는 갈겨니.

늪, 연못등 3급수 이상의 물에 서식하는 미꾸라지.

환경변화에 강하며 4급수 이상의 물에 서식하는 붕어.

◇ 부영양화

가정의 생활하수나 가축의 배설물 등이 하천에 한꺼번에 많이 유입되어 물 속에 호기물과 무기물에 증가하게 되는데, 이러한 현상을 부영양화라고 한다.

유기물이 지나치게 많으면 호기성 세균이 갑자기 증식하여 산소가 고갈되고, 혐기성 세균에 의해 불완전한 분해가 일어나 유기물이 부패됨으로써 물에서 고약한 냄새가 나고, 결국 산소 부족으로 수중 생물들이 죽게 된다.

또한 질소나 인등의 무기물이 지나치게 많으면 조류가 과다하게 증식하여 물 속의 산소가 고갈되어 물고기가 죽게 된다.

◇ 적조 현상

질소나 인산을 많이 함유한 생활하수나 비료 성분이 유입되면 쌍편모류가 대량으로 번식하여 바다나 호수가 붉게 변하는데, 이러한 현상을 적조 현상이라고 한다. 이것은 빛과 영양 염류의 조건이 좋을 때 식물성 플랑크톤이 일시에 많이 번식하여 물의 색깔이 적색 또는 황록색으로 변한다. 적조가 발생하면 물 속의 산소가 부족

하게 되거나, 플랑크톤 자체의 독성 또는 플랑크톤의 외부를 감싸고 있는 점액질이 물고기의 아가미를 덮어 호흡을 방해함으로써 어패류가 죽거나 수질이 악화되어 수산업에 막대한 피해를 준다.

◇ 녹조 현상

영양 염류의 과다로 호수에 녹조류가 대량으로 번식하여 물빛이 녹색으로 변하는 것을 녹조 현상이라고 한다. 일단 물에 유입된 영양 염류는 제거하지 않으면 수중 생태계의 물질 순환 구조 속에 계속 남아 있게 되므로, 녹조 현상이 자꾸 되풀이해서 나타나게 된다.

따라서 녹조 현상을 막기 위해서는 생활하수를 충분히 정화하여 영양 염류가 바다나 호수로 유입되지 않도록 해야 한다. 한편 유입된 영양 염류를 제거하기 위해서는 물가에 뿌리를 내리고 사는 풀이나 나무를 강가나 호숫가에 심어 뿌리를 통해 물속의 영양 염류를 흡수하게 해야 한다.

또한 우리나라의 서해안과 남해안에 발달한 갯벌은 육지에서 바다로 흘러 들어가는 물을 정화하는 구실을 하기 때문에, 녹조 현상의 예방과 해양 생태계의 보호를 위해서 갯벌을 보존해야 한다.

[참고문헌]

가치를 꿈꾸는 과학(당대 출판사)

http://maparam.net

무지개신문 http://www.ecorainbow.or.kr

## 6. 학생 수업 결과물

▸ 물 부족 1차시

생활과 환경 1. 물부족

NO: 1 2 학년 5 반 38 번호 이름 유정은

### 만약 물이 없다면?!

1. 여러분은 지금까지 물이 부족해서 어려움을 겪어본 적이 있나요? 자신이 겪은 물 부족 경험을 구체적으로 적어봅시다.

- 단수기간 동안 사워를 못해서 불편했다.
- 등산 활동 때 물을 안 가져와서 갈증이 나서 힘들었다.
- 요리할때 물이 부족해서 음식맛이 이상했다.(아내)

2. 현재 우리가 풍부하게 사용하고 있는 물!
만약 지구상에 물이 없다면 어떻게 될까요? 생각나는 대로 적어봅시다.

- 각종 질병(수분부족으로 걸리는)으로 인해 고통받게 된다.
- 인공물을 만들어야 겠다.
- 사워를 못해 청결하지 않을 것이다.
- 물 값이 크게 급등할것이다 (그것도 인공물).
- 물 대신 다른 비슷한물질을 만드는데 큰 연구를 할 것이다.
- 물대신 다른 것을 먹어야 되니까 힘들것이다
- 허귀병이생겨난다.
- 우주로가서 물 찾는 여행을 할것이다.
- 이상한 영향분인 섭취가능한 음식만 먹게될것이다.

3. 다음은 지구상에서 일어나고 있는 물부족에 관련된 글입니다. 잘 읽어보고 물부족 현상이 지속될 때 일어날 수 있는 일을 만화로 표현해 봅시다.

◇ 블루골드시대 수돗물 다시보기 석유이상의 전략자원- 물

물을 물로만 봐서는 안되는 세상이 도래했다. 물을 돈 쓰듯 아껴야 하는 시대이기도 하다. 그만큼 물이 귀해졌다. 지난해 유엔 세계물위원회(World Water Council)는 2025년이면 세계 인구 3명 중 1명꼴인 약 27억명이 물 기근에 시달릴 것으로 내다봤다. 해마다 수백만명이 수인성 전염병으로 사망할 것이라는 우려도 덧붙였다. 20세기가 석유(Black Gold)의 시대였다면, 금세기는 '블루 골드'(Blue Gold)라는 물의 시대가 될 것이란 주장이 점점 설득력을 얻고 있다.
막대한 물 이권에 눈독 들인 민간기업은 물 자원을 장악하기 위해 혈안이 됐다. 세계은행(IBRD)은 2001년 세계 물 교역량이 1조 달러에 이른다고 추산했다. '물 민영화'에 따라 빈민은 물 마실 권리마저 빼앗기고 있다. 그만큼 물 사유화에 대한 저항도 거세다.

| NO: 1 | 2 학년 | 5 반 | 15 번호 | 이름 장고은 |
|---|---|---|---|---|

# 만약 물이 없다면?!

1. 여러분은 지금까지 물이 부족해서 어려움을 겪어본 적이 있나요? 자신이 겪은 물 부족 경험을 구체적으로 적어봅시다.

물이 끊기면서 평소에 풍부하게 썼던 물이 없어져서 무척 고생을 한 적이 있다. 아무리 욕조에다가 물을 담아 놓았어도, 평소에 쓰는 것 정도는 커녕 없어서 답답하기만 했다. 그리고 심지어 밥을 먹을 때에는 설거지 할 수가 없어서 설거지 할 것이 없는 음식을 먹어야 하는 곤란함을 겪었다. 이로 인해 나는 물이 조금이라도 부족하면 살 수 없다고 느꼈다.

2. 현재 우리가 풍부하게 사용하고 있는 물!
만약 지구상에 물이 없다면 어떻게 될까요? 생각나는 대로 적어봅시다.

만약 지구상에 물이 없다면 지구에는 어떠한 생명체도 존재하지 않을 것이다. 왜냐하면 어떻게 해도 동식물은 물 없이는 살 수 없기 때문이다. 만약 물 없이 지속적으로 물 없는 생활을 하게 되면, 물 대용으로 목을 축일 것도 생길지 모른다. 하지만 그런 특별한 물이 있지 않는 한, 동식물은 살 수 없다고 생각한다.

3. 다음은 지구상에서 일어나고 있는 물부족에 관련된 글입니다. 잘 읽어보고 물부족 현상이 지속될 때 일어날 수 있는 일을 만화로 표현해 봅시다.

◇ 블루골드시대 수돗물 다시보기 석유이상의 전략자원- 물

물을 물로만 봐서는 안되는 세상이 도래했다. 물을 돈 쓰듯 아껴야 하는 시대이기도 하다. 그만큼 물이 귀해졌다. 지난해 유엔 세계물위원회(World Water Council)는 2025년이면 세계 인구 3명 중 1명꼴인 약 27억명이 물 기근에 시달릴 것으로 내다봤다. 해마다 수백만명이 수인성 전염병으로 사망할 것이라는 우려도 덧붙였다. 20세기가 석유(Black Gold)의 시대였다면, 금세기는 '블루 골드'(Blue Gold)라는 물의 시대가 될 것이란 주장이 점점 설득력을 얻고 있다.
막대한 물 이권에 눈독 들인 민간기업은 물 자원을 장악하기 위해 혈안이 됐다. 세계은행(IBRD)은 2001년 세계 물 교역량이 1조 달러에 이른다고 추산했다. '물 민영화'에 따라 빈민은 물 마실 권리마저 빼앗기고 있다. 그만큼 물 사유화에 대한 저항도 거세다.

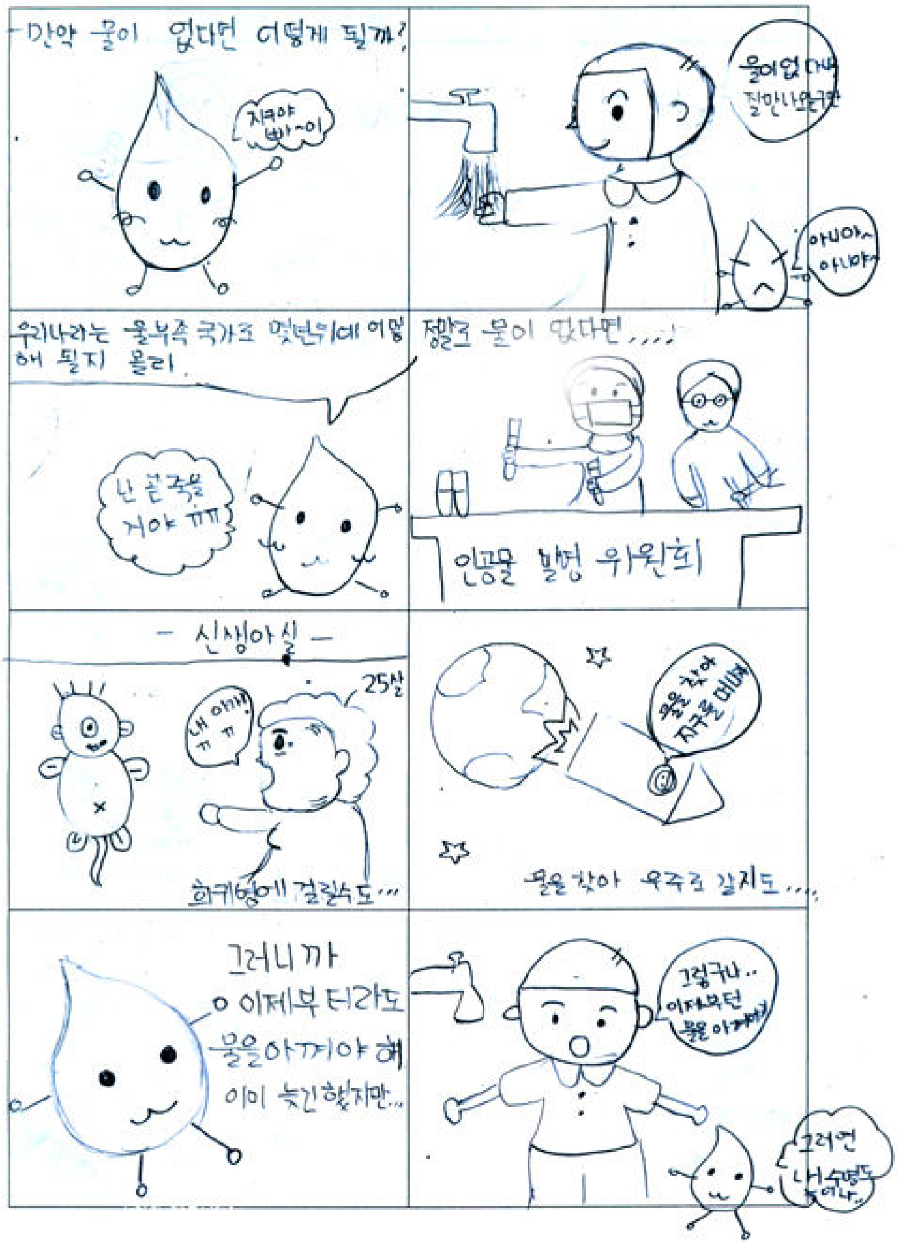
제목 : 물 값이 금 값!

아!
우..물이닷!
여기다 가
물을 받아서
.....
물! 봤다!
물도둑
100
야
이놈아!
그 물이
어떤
물인데!
으~
요즘 물값이 금
값인데...
물값이 계속 오르는 지금! 물은 아끼고 쓰
합시다. 금값보다 비싸지기 전에!
물
100$
10$
-고든 생각-

제목 : 물이 없다면...

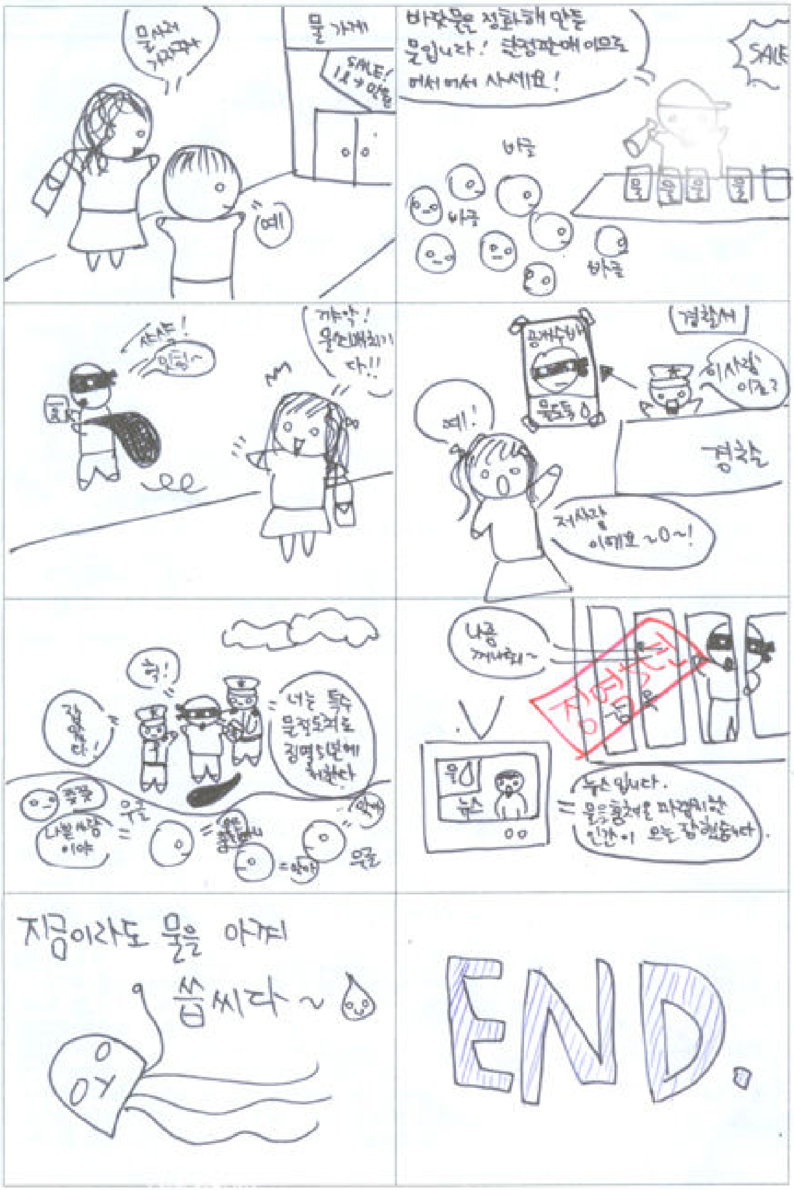
제 발
~
긁적
긁적
앗! 이것은
피부병입니다 아무리 물이 없어도 씻으셔야죠 ~
앞으로 물을 더 아껴야 겠구요
흑흑... 사실은 물이 너무 부족해서
그 후
목욕할 때도
물은 받아서 쓰고
세수할 때도
정수기
어머~ 남았네
컵 물은 버리지 말고
물을 아껴야겠다 ~!

제목 : 물이 없다면?!?

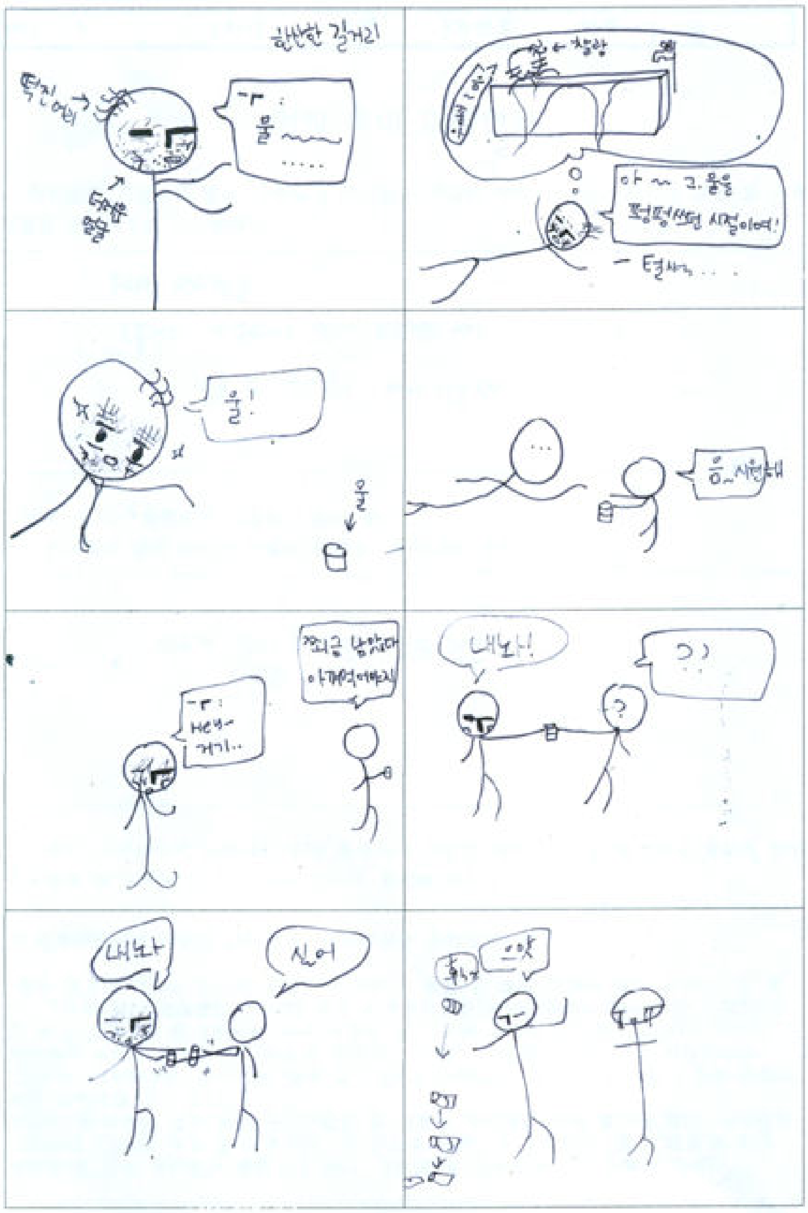


만약 물이 없다면 어떻게 될까?
지구야 반가~이
물이 없다니
아니야~ 아니야
우리나라는 물부족 국가로 몇년뒤에 어떻게 될지 몰라
난 곧 죽을 거야 ㅠㅠ
정말로 물이 없다면....!
인공물 발명 위원회
- 신생아실 -
25살
내 아기 ㅠㅠ
물을 찾아 우주로 갈지도....
그러니까 이제부터라도 물을 아껴야 해
이미 늦긴 했지만...
그렇구나.. 이제부턴 물을 아껴야지
그러면 나의 수명도 늘어나..

제목 : 2060년대의 도둑은 무엇을 훔칠까..?



제목 : HELP ME! ㅡㄱ



▸ 물 부족 2차시

생활과 환경 1. 물부족

NO: 2 2 학년 4 반 번호 4번 이름 하경민

# 어! 돈이 새고 있다!

| | |
|---|---|
| 학습주제 | 어! 돈이 새고 있다 |
| 학습목표 | · 우리가 무심히 넘기는 습관이 .자원을 낭비하는 것임을 알 수 있게 한다.<br>· 우리나라가 물부족 국가임을 안다.<br>· 조그만 것에서부터 물을 절약할 수 있다는 것을 깨닫게 한다. |
| 준비물 | 음료수 빈 통 또는 비이커 , 메스실린더 |
| 방법 | ① 수도꼭지에 물방울이 한 방울씩 떨어지게 조절한다.<br>② 수도꼭지 밑에 음료수 빈 통이나 비이커를 놓고 떨어지는 물방울을 받는다.<br>③ 1시간 동안 받은 물의 양을 메스실린더로 정확하게 측정한다.<br>④ ③을 기준으로 하루 동안 수도꼭지에서 떨어지는 물의 양, 1년 동안 떨어지는 물의 양을 계산한다.<br>⑤ 하루 동안 떨어지는 물의 양과 1년 동안 떨어지는 물의 양을 돈으로 계산해 본다. |
| 결과 | ① 1시간 동안 받은 물의 양<br>( 0.865 )L = ( 0.000865 )톤<br><br>② 하루 동안 떨어지는 물의 양<br>( 0.000865 )톤×24시간 = ( 0.02076 )톤<br><br>③ 1년 동안 떨어지는 물의 양<br>( 0.02076 )톤×365일 = ( 7.5744 )톤<br><br>④ 하루 동안 떨어지는 물의 양을 돈으로 환산하면<br>(0.02076 )톤 × 660.8원/톤 ≒ (13.72 )원<br><br>☞ 660.8원/톤은 2002년도 기준임<br><br>⑤ 1년 동안 떨어지는 물의 양을 돈으로 환산하면<br>( 7.5744 )톤 × 660.8원/톤 =약5005.2 )원 ↳ 약 5,000원<br><br>또는 (약13.72 )원 × 365일 = (약 5007.8)원 |

한번 해보기
( 물 절약에 따른 경제적 가치를 알아보자)

① 우리나라 국민이 연간 수돗물을 10% 절약하면 얼마나 절약할 수 있을까?

자료 : 1. 2002년도 수돗물 사용량 : 5,692,175천톤
2. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원

▶ 계산식 : 5,692,175천톤 x 0.1 = 569217.5천톤

569217.5천톤 x 660.8원 = 약 3761억원 절약.

② 우리나라 국민이 양치질 할 때 컵을 사용하면 연간 얼마나 절약할 수 있을까?

자료 : 1. 수도를 틀고 양치질 할 때보다 1회 약 4.8L 절수
2. 1일 3회 양치질 한다고 가정
3. 우리나라 국민 수(2002년도) : 48,518천명
4. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원

▶ 계산식 : 4.8L x 3회 x 48,518천명 / 1000 x 660.8원

= 약 4억 6천 2백만원 절약

③ 우리나라 모든 가정에서 페트병에 물을 담아 양변기에 넣어서 사용하면 연간 얼마나 절약될까?

자료 : 1.1회 1.5L절약 1일 2회 사용 가정
2. 우리나라 국민 수(2002년도) : 48,518천명
3. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원

▶ 계산식 : 1.5L x 2 x 48,518천명 / 1000 x 660.8원

= 약 9천 6백 2십만원 절약

| | |
|---|---|
| | ④ 모든 가정이 설거지할 때 물을 받아서 사용하면 연간 얼마나 절약될까?<br><br>자료 : 1. 수도를 틀고 20분 정도 설거지를 하면 110L 소요되고, 받아서 하면 36L정도 소요되므로 1회 74L절약<br>2. 1일 2회 설거지 가정<br>3. 우리나라 총 세대(2002년도 기준) : 14,391 천세대<br>4. 1톤 당 수돗물 사용료 : 660.8원<br><br>▶ 계산식 : 74L × 2 × 14,391 천세대 / 1000 × 660.8원<br>= 약 14억 7백만원 절약. |
| 느낀점 | 티끌모아 태산이라는 말이 생각난다.<br>경우는 반대이지만 한 방울씩 떨어지는 물을 모으면 1년에 5천원 가량이 된다니... 이들 우리나라 전 가구수에서 일어난다고 생각하니 엄청난 돈이 새고 있는 것이다.<br>조그만 부분부터 우리가 신경을 쓰고 물을 절약한다면 엄마, 아빠가 애써 번 돈이 낭비되지 않을 것이다. |

참고문헌
통계청 http://kosis.ngo.kr
서울특별시상수도사업본부 http://water.seoul.go.kr
환경부 http://www.me.go.kr
인터넷

**학생용 설문지**

# 우리 가족의 물 소비 성향은?

다음은 여러분 가족의 물 소비 성향을 알아보기 위한 질문입니다. 잘 읽고 성실하게 답변해 주세요.

▪ 우리 집 화장실 변기는 대변용 레바와 소변용 레바가 구분되어 있는 절수형이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 우리 가족은 수세식 변기 물통에 벽돌이나 물을 채운 페트병 등을 넣어 사용한다.

1. 그렇다 2. 아니다

▪ 세수할 때 세면대에 70% 정도 물을 받아서 쓰고, 양치할 때 물을 틀어놓지 않고 컵에 받아쓴다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 설거지를 할 때에는 물을 틀어놓지 않고 받아서 사용한다.

1. 그렇다 2. 아니다

▪ 빨래는 많이 모아서 세탁하고 애벌빨래를 한 후 세탁기를 돌리는 편이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 절수형 샤워헤드나 절수형 수도꼭지를 설치하여 사용하고 있다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 욕조에 물을 받아서 하는 목욕보다는 샤워를 하는 편이다.

1.그렇다 2.아니다

▪ 샤워시간은 대략 10분 이내이다.

1. 그렇다　　2. 아니다

▪ 샤워할 때 비누칠 하는 동안 수도꼭지를 잠그거나, 샴푸는 나중에 따로 하는 편이다.

1. 그렇다　　2. 아니다

▪ 세숫물이나 세탁한 물은 버리지 않고 화단이나 청소용수로 재활용한다.

1. 그렇다　　2. 아니다

▪ 세차할 때 호스를 쓰지 않고 비누로 닦아 마지막에만 물로 헹군다.

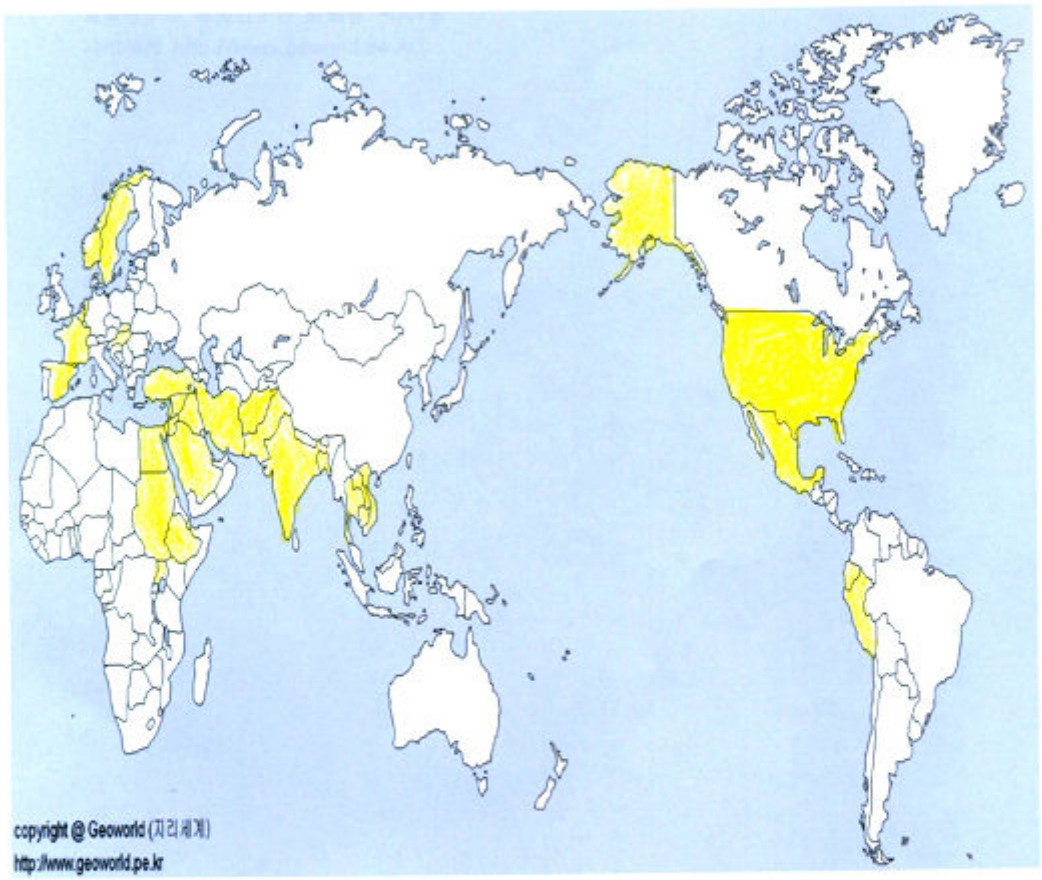
1. 그렇다　　2. 아니다.

☞ 결과 보기

| 그렇다의 개수 | 우리 가족의 물 소비 성향은? |
|---|---|
| 0~2개 | 물을 물쓰듯 하고 있군요. 언젠가는 석유보다 비싼 값을 치르고 물을 구입해야 할 때가 올지도 모릅니다. 지금도 지구 어디에선가는 마실 물이 없어서 힘들어하는 사람이 있다는 것을 기억하세요. |
| 3~6개 | 당신 가족은 보통의 물 소비 습관을 가지고 있군요. 물 절약도 습관입니다. 조금 더 물을 사랑하려고 해보세요. 그러면 물을 절약하게 되고 많은 자원이 낭비 없이 필요한 곳에 쓰이게 될 거예요. |
| 7~11개 | 당신 가족은 정말로 물을 사랑하는군요. 주위의 모범이 되고 있습니다. 대체 자원이 없는 물, 앞으로도 지금처럼 쭉~ 사랑해주세요. |

▸ 물 부족 3차시

1. 위의 글을 읽고 아래의 세계지도에 세계의 물 분쟁 국가를 색연필로 표시해 보자.
(사회과부도의 세계지도 부분을 참고하여 표시해 보자.)

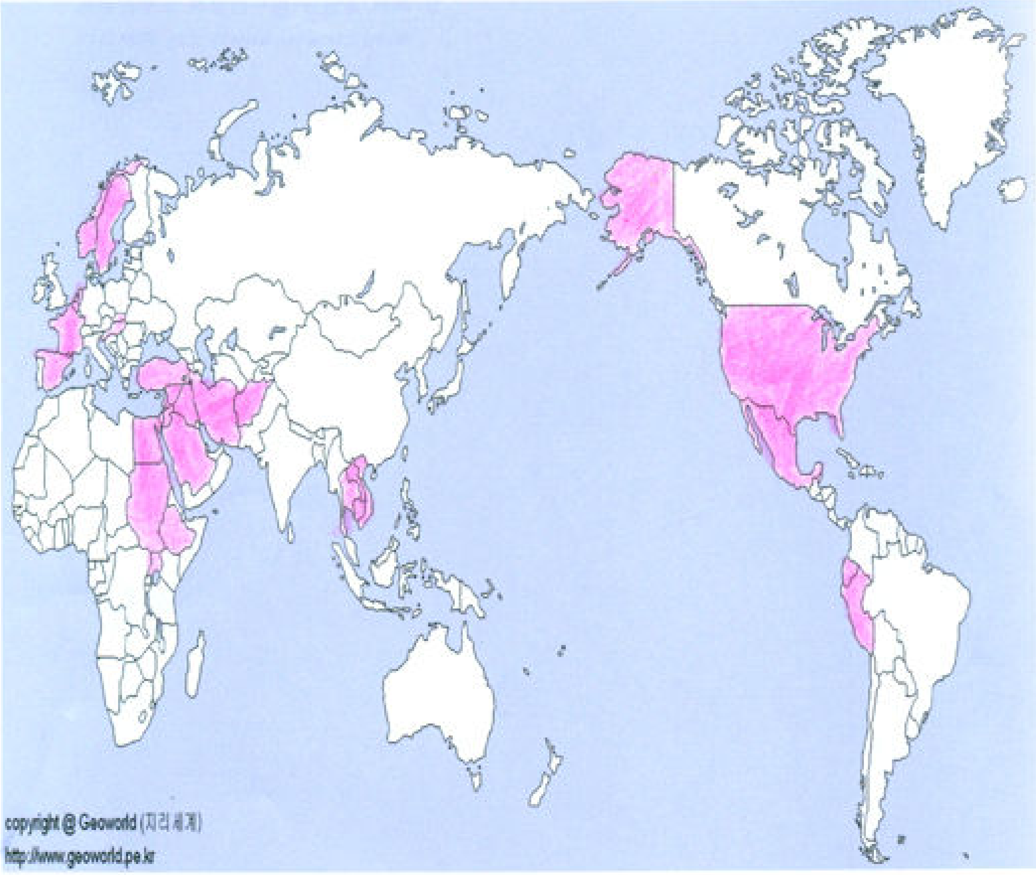



2. 물 분쟁 국가가 많은 지역은 주로 어디인가?
중동, 아프리카 지역

3. 위 국가들이 물로 인한 분쟁을 하게 된 원인을 정리해 보자.
: 물 부족 + 정치적 목적 (이스라엘, 팔레스타인)

4. 위 국가들의 물 분쟁을 해소할 수 있는 방안을 생각해 보자.
선진국이 물을 공급해준다 물 부족 국가의 문화를 존중하고 단합하여 해결 방안을 찾고 타협한다

1. 위의 글을 읽고 아래의 세계지도에 세계의 물 분쟁 국가를 색연필로 표시해 보자.
(사회과부도의 세계지도 부분을 참고하여 표시해 보자.)



2. 물 분쟁 국가가 많은 지역은 주로 어디인가?

중동지역, 아프리카 지역

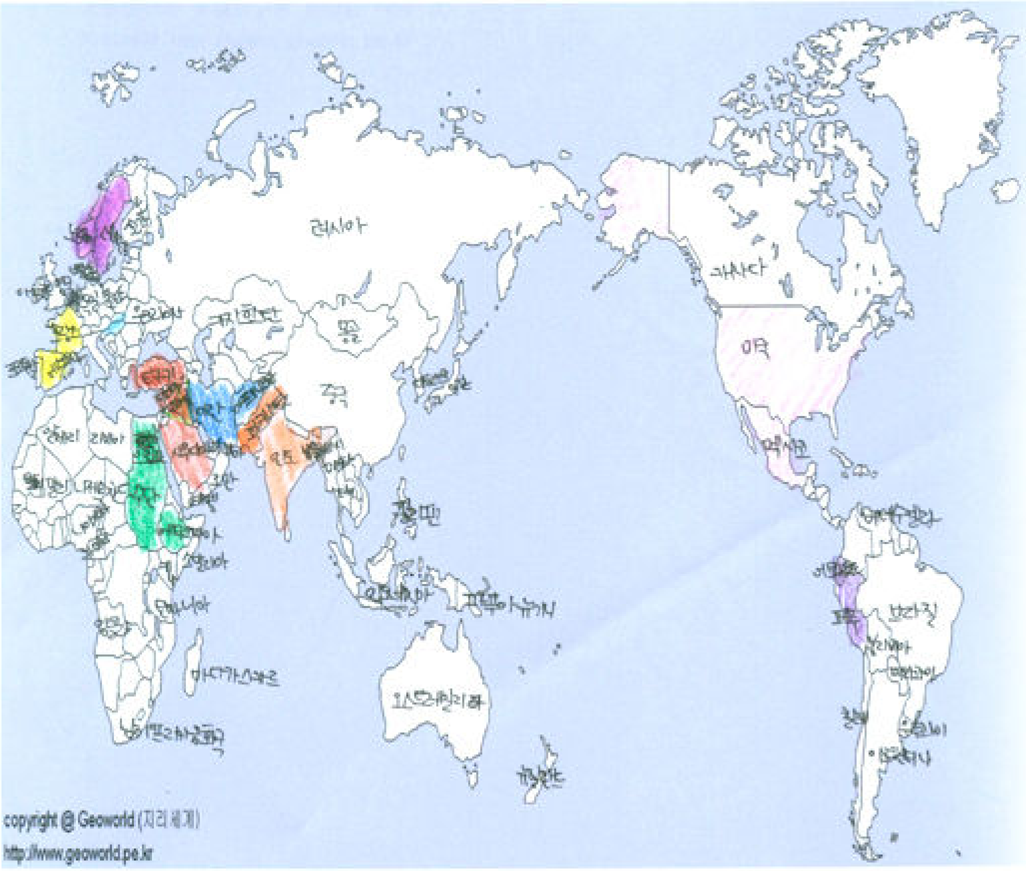
3. 위 국가들이 물로 인한 분쟁을 하게 된 원인을 정리해 보자.

물이 부족하고 지리적 특성 때문
(이스라엘, 팔레스타인)

4. 위 국가들의 물 분쟁을 해소할 수 있는 방안을 생각해 보자.

지하수 개발, 국가 간의 [illegible] 협정

1. 위의 글을 읽고 아래의 세계지도에 세계의 물 분쟁 국가를 색연필로 표시해 보자.
(사회과부도의 세계지도 부분을 참고하여 표시해 보자.)




2. 물 분쟁 국가가 많은 지역은 주로 어디인가?

아프리카, 중동지역. (강들 사이에 두고 있다.)

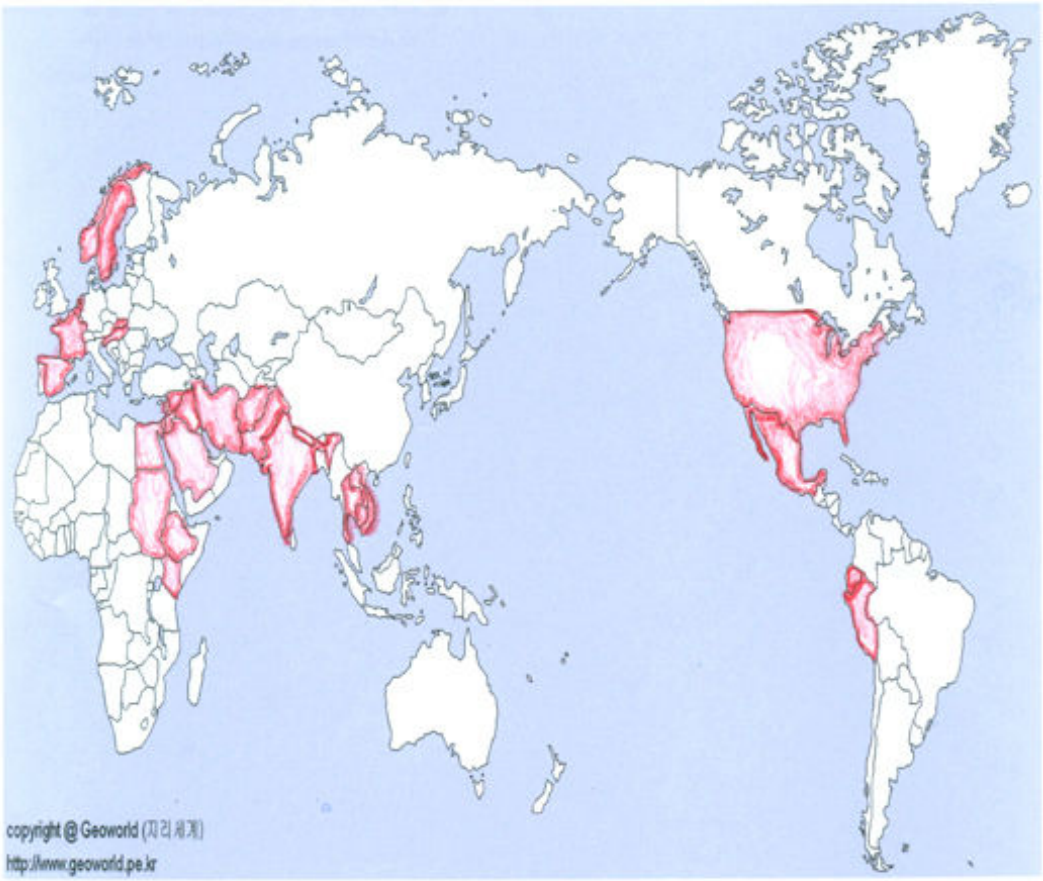
3. 위 국가들이 물로 인한 분쟁을 하게 된 원인을 정리해 보자.

경제적으로 빈곤한 나라들이
서로 물을 차지하려 해서.

4. 위 국가들의 물 분쟁을 해소할 수 있는 방안을 생각해 보자.

바닷물 공유, 지하수 개발.

1. 위의 글을 읽고 아래의 세계지도에 세계의 물 분쟁 국가를 색연필로 표시해 보자.
(사회과부도의 세계지도 부분을 참고하여 표시해 보자.)

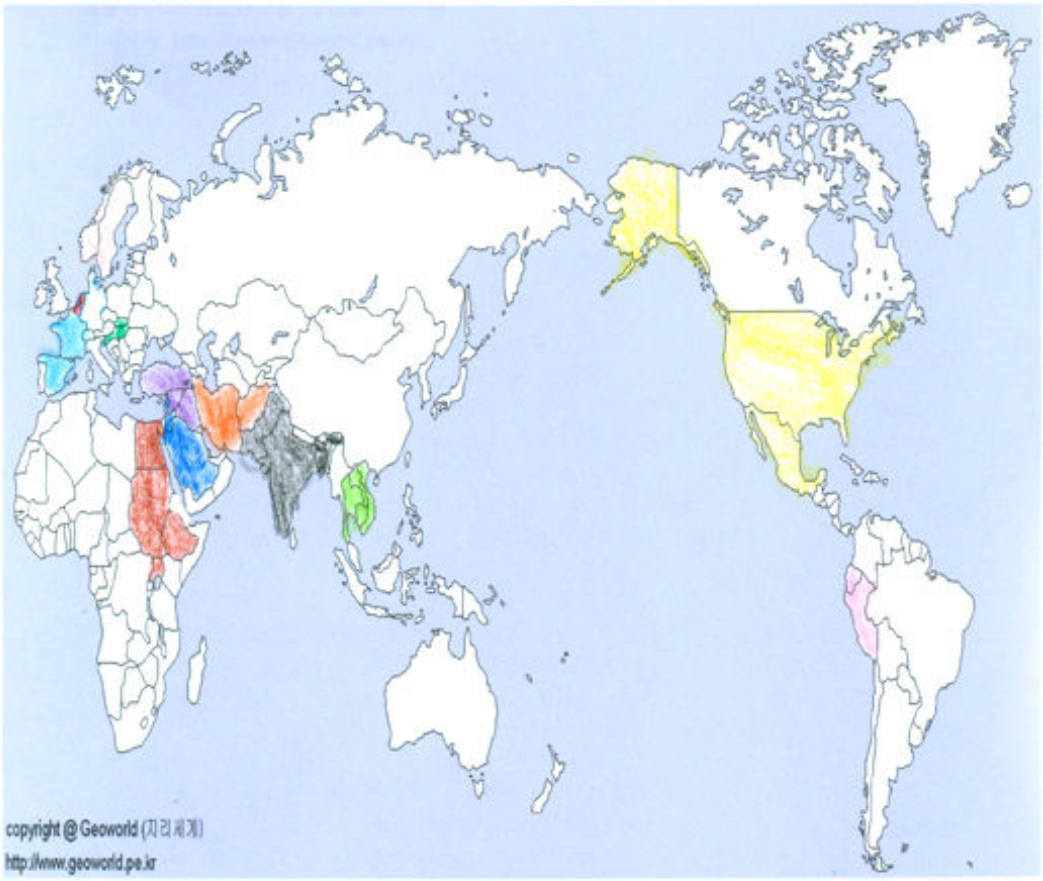



2. 물 분쟁 국가가 많은 지역은 주로 어디인가?
강을 사이에 두고 있는 이웃나라
주로 건조지역

3. 위 국가들이 물로 인한 분쟁을 하게 된 원인을 정리해 보자.
1. 물이부족한 지역
2. 정치적이도

4. 위 국가들의 물 분쟁을 해소할 수 있는 방안을 생각해 보자.
과학적 개발
효율적 이용 개발

1. 위의 글을 읽고 아래의 세계지도에 세계의 물 분쟁 국가를 색연필로 표시해 보자.
(사회과부도의 세계지도 부분을 참고하여 표시해 보자.)




2. 물 분쟁 국가가 많은 지역은 주로 어디인가?

가난한 나라 (중동지역)

3. 위 국가들이 물로 인한 분쟁을 하게 된 원인을 정리해 보자.

정치적 문제, 물이 무기화

4. 위 국가들의 물 분쟁을 해소할 수 있는 방안을 생각해 보자.

① 해수를 끓인다 ② 지하수를 개발

② 적당한 선에서 강을 나눈다

▸ 물 오염 1차

생활과 환경 2. 물오염

NO: 1 2 학년 5 반 38 번호 이름 유형은

## 물이 아파하고 있어요!

1. 다음은 우리 주변에서 볼 수 있는 물이 오염된 모습을 나타낸 사진이다. 사진 속의 장면이 구체적으로 어떤 장면인지 생각하여 사진 옆에 제목과 보충 설명을 달아 보자.

A.

제목 : 물고기 비상사태!

설명 : 물고기들이 인간이 오염시킨 물 속에서 죽어가고 있다. 오염된 물에서 물고기들도 같이 오염되는 것이다.

B.

제목 : 바다는 쓰레기통?

설명 : 우리의 바다가 각종 쓰레기와 오염물질로 인해 썩어가고 있다. 맑고 깨끗해야 할 바다가 쓰레기 천국이 되어 가고 있다.

C.

제목 : 오리 진흙탕??

설명 : 불쌍한 오리한마리가 각종 쓰레기와 오염물질 속에서 목숨을 잃은 사진이다.

D.

제목 : 우리 강은 거품몇중?.

설명 : 생활 폐수로 인한
거품이 강을 덮고 있다.
참 심각한 문제임이 틀림없다.

E.

제목 : 심각한 오염

설명 : 수질오염이 크게문제를 일으킨
는것을 보여주는 사진이다.
강이 마치 스레기 하수
처리장 같은 이미지를 보이고
있다.

F.

제목 : 연기속 세상.

설명 : 하늘은 공장에서 나오는
매연으로 가득차있고
물은 검은색 거품으로 가득
차있다.

2. 물을 오염시키는 물질에는 어떤 것들이 있을까?

세제, (삼곡, 합성세제),
유전 침몰, 매연, 온난화현상(←적조현상)
폐수,

3. 물이 오염됨으로써 나타나는 피해에는 어떤 것들이 있을지 예상해보자.

수질오염 - 물고기가 병들어감, 생태계 파괴, 깨끗한 물 부족 현상으로
물값이 상승, 물 정화 비용이 많이들어감

4. 물이 오염되는 것을 막기 위해 우리가 일상 생활에서 할 수 있는 일에는 어떤 것들이 있을까?

시민단체 운동, 바누를 만들어 쓴다, 공장 폐수버리는것
방지 점검 실시, 법의 규제 강화,

참고자료
인터넷 사진
http://maparam.net

NO: 1 2 학년 5 반 44 번호 이름 정은혜

# 물이 아파하고 있어요!

1. 다음은 우리 주변에서 볼 수 있는 물이 오염된 모습을 나타낸 사진이다. 사진 속의 장면이 구체적으로 어떤 장면인지 생각하여 사진 옆에 제목과 보충 설명을 달아 보자.

A.

제목 : 우리의 물속 세상

설명 : 쓰레기가 버려진 더러운 물에서 물고기들이 헤엄치고 있는 오늘 날의 물속

B.

제목 : 쓰레기 바다지 바다

설명 : 쓰레기가 둥둥 떠다니는 바다 마치 쓰레기 바다님지 같다.

C.

제목 : 먼 미래의 우리

설명 : 더러운 물에 갇혀있는 오리가 마치 먼훗날 쓰레기에 의해 우리의 모습이 되는것같다.

D.

제목 : 지상의 구름.

설명 :
생활하수에 의해 생긴
거품구름.

E.

제목 : 우리가 만든 하천

설명 :
우리가 버린
쓰레기 들로 인하여
만들어진
쓰레기 하천.

F.

제목 : 이 물은 어디로?

설명 :
공장폐수가 흘러
나와 오염된
우리의 강 물은
흘러흘러 우리의
몸으로 온다.

2. 물을 오염시키는 물질에는 어떤 것들이 있을까?

- 공장폐수
- 무심코 버린 쓰레기
- 세탁·린스·비누 등의 생활하수

3. 물이 오염됨으로써 나타나는 피해에는 어떤 것들이 있을지 예상해보자.

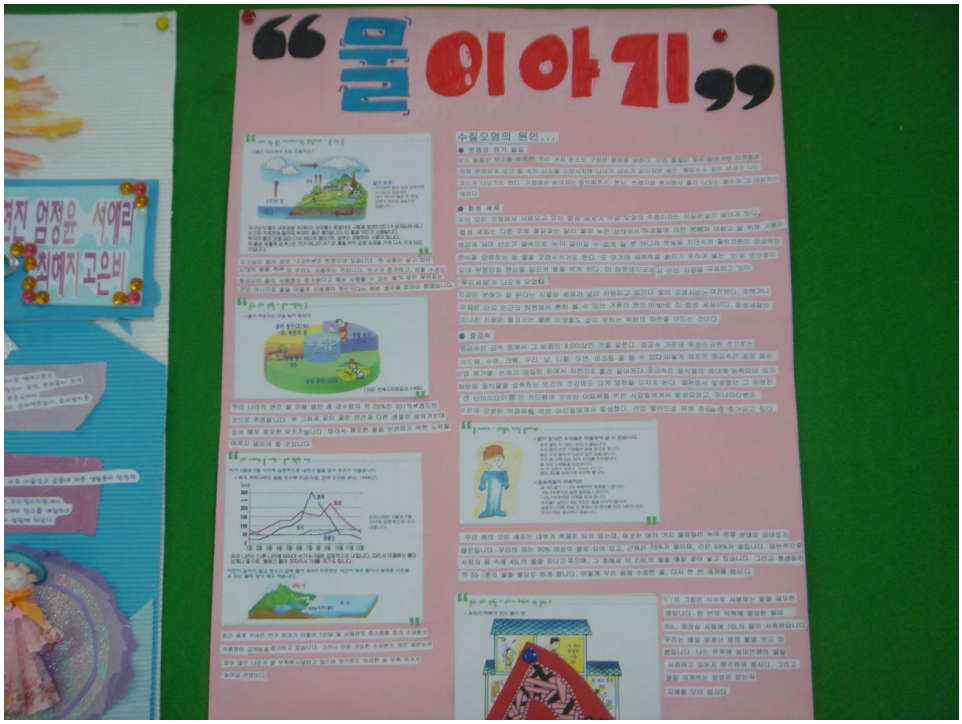
- 생태계 파괴
- 우리 주변환경 파괴
- 피부병

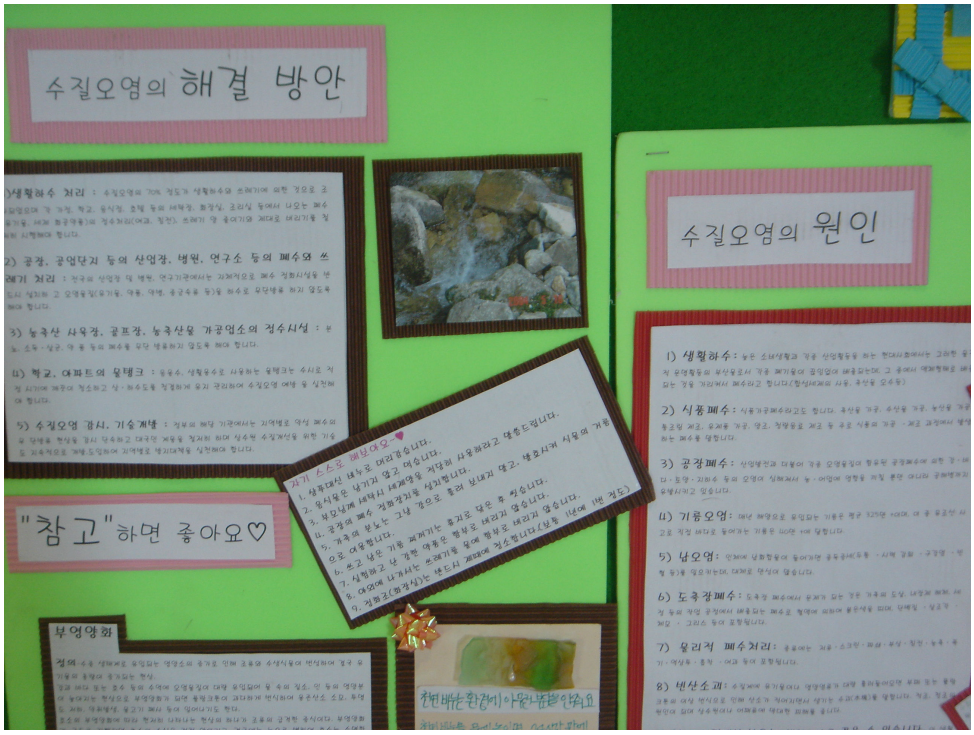
4. 물이 오염되는 것을 막기 위해 우리가 일상 생활에서 할 수 있는 일에는 어떤 것들이 있을까?

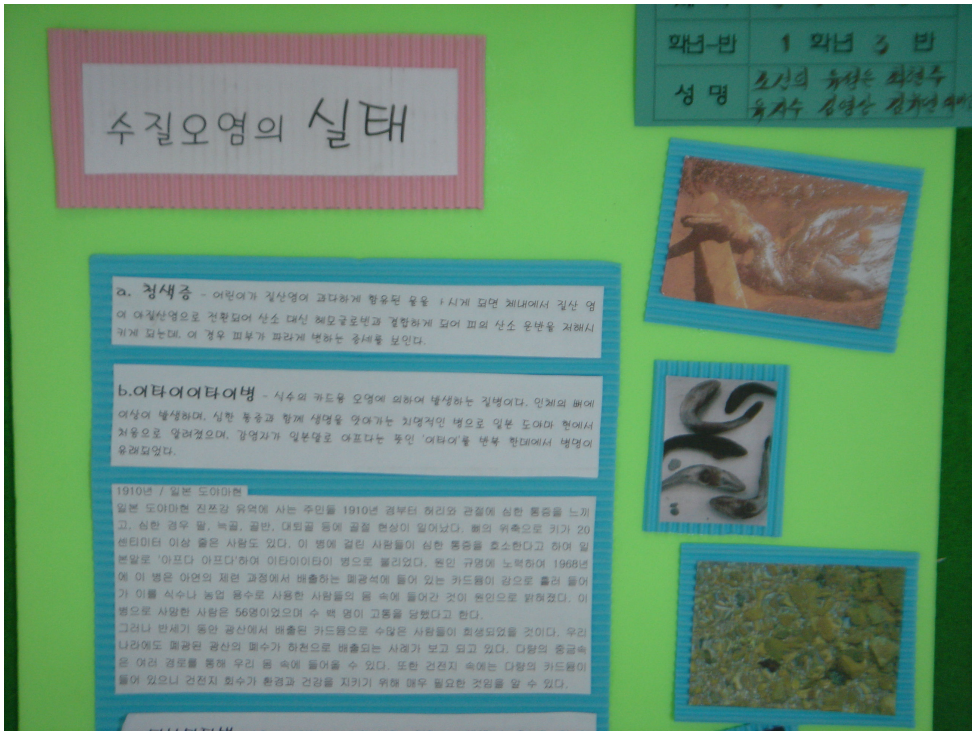
- 세탁 대신 비누 쓰기
- 비누사용 최소화
- 쓰레기는 쓰레기통에 버리기.
- 공장폐수는 정화시설을 마련하여 정화시킨다.

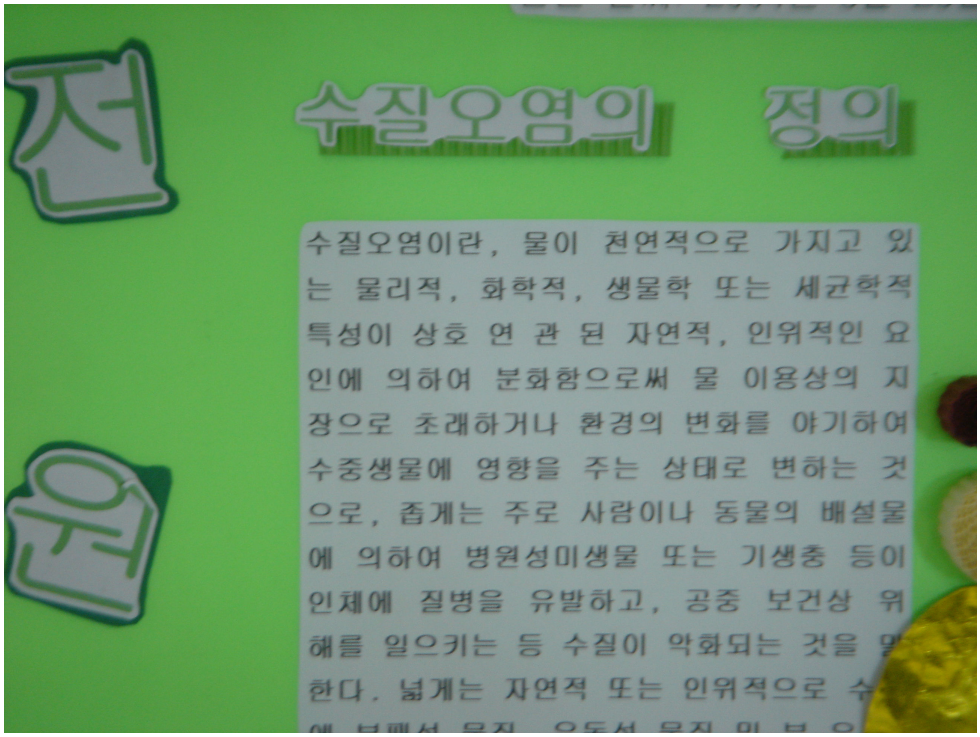
참고자료
인터넷 사진
http://maparam.net

▸ 물 오염 2차

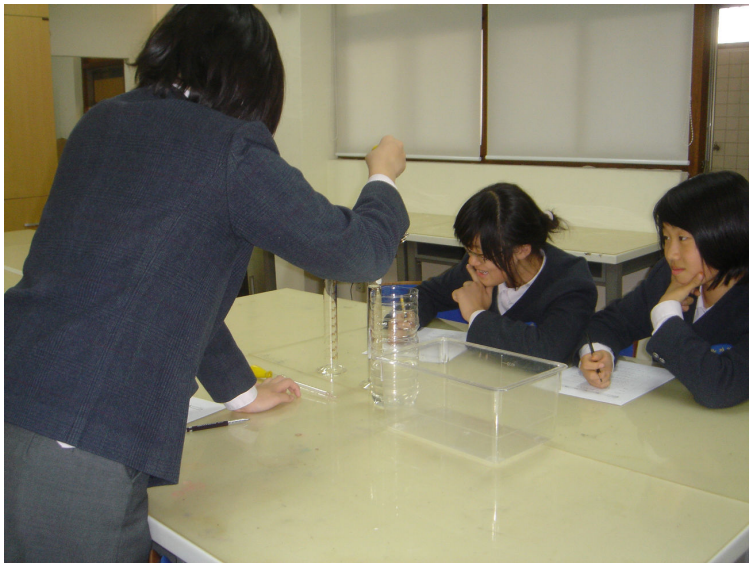


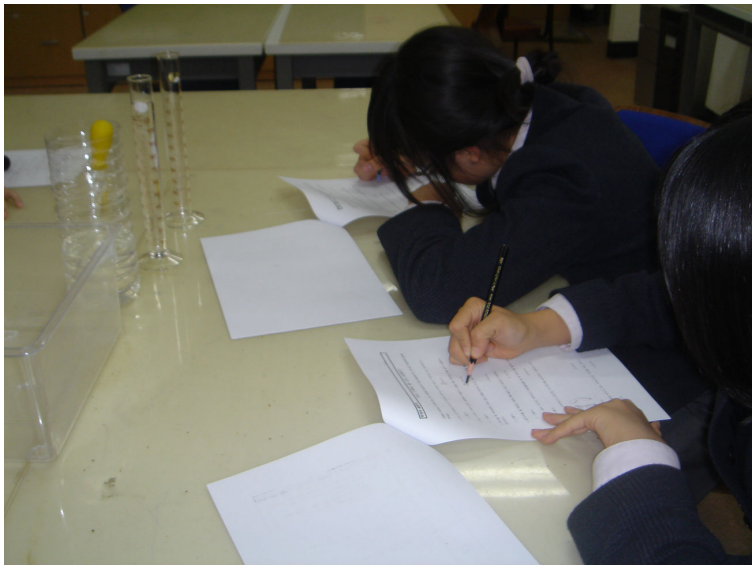




수질오염의 실태
학년-반 1 학년 3 반
성 명
a. 청색증 - 어린이가 질산염에 과다하게 함유된 물을 1 시간 이내에 체내에서 질산 염이 아질산염으로 전환되어 산소 대신 헤모글로빈과 결합하게 되어 피의 산소 운반을 저해시키게 되는데, 이 경우 피부가 파랗게 변하는 증세를 보인다.
b.이타이이타이병 - 식수의 카드뮴 오염에 의하여 발생하는 질병이다. 인체의 뼈에 이상이 발생하며, 심한 통증과 함께 생명을 앗아가는 치명적인 병으로 일본 도야마 현에서 처음으로 알려졌으며, 감염자가 일본말로 아프다는 뜻인 '이타이'를 반복 한데에서 병명이 유래되었다.
1910년 / 일본 도야마현
일본 도야마현 진쯔강 유역에 사는 주민들 1910년 경부터 허리와 관절에 심한 통증을 느끼고, 심한 경우 팔, 늑골, 골반, 대퇴골 등에 골절 현상이 일어났다. 뼈의 위축으로 키가 20 센티미터 이상 줄은 사람도 있다. 이 병에 걸린 사람들이 심한 통증을 호소한다고 하여 일본말로 '아프다 아프다'하여 이타이이타이 병으로 불리었다. 원인 규명에 노력하여 1968년에 이 병은 아연의 제련 과정에서 배출하는 폐광석에 들어 있는 카드뮴이 강으로 흘러 들어가 이를 식수나 농업 용수로 사용한 사람들의 몸 속에 들어간 것이 원인으로 밝혀졌다. 이 병으로 사망한 사람은 56명이었으며 수 백 명이 고통을 당했다고 한다.
그러나 반세기 동안 광산에서 배출된 카드뮴으로 수많은 사람들이 희생되었을 것이다. 우리나라에도 폐광된 광산의 폐수가 하천으로 배출되는 사례가 보고 되고 있다. 다량의 중금속은 여러 경로를 통해 우리 몸 속에 들어올 수 있다. 또한 건전지 속에는 다량의 카드뮴이 들어 있으니 건전지 회수가 환경과 건강을 지키기 위해 매우 필요한 것임을 알 수 있다.


수질오염의 정의
수질오염이란, 물이 천연적으로 가지고 있는 물리적, 화학적, 생물학 또는 세균학적 특성이 상호 연관 된 자연적, 인위적인 요인에 의하여 분화함으로써 물 이용상의 지장으로 초래하거나 환경의 변화를 야기하여 수중생물에 영향을 주는 상태로 변하는 것으로, 좁게는 주로 사람이나 동물의 배설물에 의하여 병원성미생물 또는 기생충 등이 인체에 질병을 유발하고, 공중 보건상 위해를 일으키는 등 수질이 악화되는 것을 말한다. 넓게는 자연적 또는 인위적으로

## 7. 수업 사진





## 8. 수업 후기

정기 수업 과정 중에 교과 과정에 없는 물 부족과 물 오염을 주제로 수업을 하려고 하니 어디서부터 시작을 해야 할지 망설여졌다. 더군다나 교과 과정은 주로 지식 전달 위주로 되어 있어서 가치 판단이 필요한 환경 문제를 다루게 되면 학생들이 혼란스러워 하고 어려워하지 않을까 걱정되기도 하였다. 그리고 환경 중에서 물에 관한 내용이라 학생들이 '에이~ 물 부족이요?, 물이 오염되었다구요? 물을 깨끗하게 보존하고 아껴 써야죠.' 하며 식상해 하지 않을까 하는 마음도 수업을 시작하기 전에 나를 망설여지게 하는 원인 중의 하나였다.

그러나 막상 수업을 진행해 보고 학생들의 반응을 보니 나의 우려는 씻은 듯이 없어졌다.

학생들은 평소에 아무렇지도 않게 생각했던 물의 새로운 의미를 찾은 듯 했고, 이 수업을 즐겼다.

특히 우리나라가 물 부족 국가라는 것에 학생들은 놀라했고, 세계적으로 물 부족으로 인한 심각한 문제가 발생하고 있다는 사실을 처음으로 접하는 것 같았다.

세계의 물 분쟁 지역을 살펴보는 시간에는 중동 지역의 물 분쟁 원인을 분석해 보고는 너무나 안타까워했다.

물 부족 3차시, 물 오염 2차시 수업을 진행하면서, 학생들은 물의 중요성과 물 부족, 물 오염의 심각성을 각성하는 시간을 갖게 되었고, 물을 대하는 새로운 시각과 태도가 정립되었다. 또한 친숙한 주제라도 어떻게 구성하느냐에 따라 훌륭한 수업 자료가 될 수 있음을 알게 되는 아주 의미있는 시간이었다.

## 9. 자료 개발 과정

환경 문제 중에 물을 주제로 수업을 한다면 어떤 내용으로 해야 할까? '물을 아껴 쓰자' 나 '물을 깨끗하게 쓰자' 말고 좀 참신하고 새로운 내용이 없을까? 고민을 많이 했다. 물 절약과 물 오염은 그동안 많이 다뤄왔기 때문이다. 그런데, 고민을 하면 할수록 새로운 아이디어가 떠오르지 않았다. 고민을 하던 중, '그럼 물 절약과 물 오염을 새로운 시각으로 접근해 보는 것은 어떨까' 하는 생각이 들었다.

'물을 절약하자' 보다는 '물이 얼마나 부족한가' 를, '물을 깨끗하게 쓰자' 보다는 '물이 얼마나 오염되었나' 를 살펴보기로 했다.

그래서 물 부족 수업에서는 지구상의 물 부족 사례와 기사들, 그리고 물로 인한 분쟁을 겪고 있는 나라들에 관한 자료들을 모았다. 자료의 출처는 주로 인터넷이고 몇 몇 책자를 참고하였다. 또한 학생들의 물 사용 성향을 알아보기 위한 설문문항을 직접 작성하고 조사하여 통계 처리함으로써 유의미한 설문지를 만들어 적용하였

다.
그리고 우리 생활에 직접적으로 연관있는 수도 요금을 적용하여 낭비되고 있는 물을 돈으로 환산하는 시간을 가짐으로써 물이 낭비되고 있다는 것을 말로써 끝내지 않고 직접 경험을 해 보도록 하였다.
이 과정에서 수도 요금이 지역마다 다르고, 또 물이용 부담금을 부과하는 지역과 부과하지 않는 지역(낙동강 수계 지역)이 있어서 통계청과 환경부 자료에 나오는 전국 평균 수도요금(상수도 요금 + 하수도 요금)에 낙동강 수계 이외 지역의 물이용 부담금을 적용하여 수도요금 660.8원/톤을 책정하였다.
물 오염 수업 자료를 개발할 때에는 학생들이 물 오염 실태를 직간접적으로 경험해 보게 하는 것에 초점을 두었다. 수업 시간의 제약으로 인해 물 오염 현장을 학생들이 직접 찾아보는 것이 어려워 사진 자료를 통해서 물 오염 실태를 접하게 하고 물 사랑 신문을 만들어 보게 함으로써 물의 의미를 다시금 되새겨 보게 하였다.