

자유학기제  
진로탐색  
활동프로그램



# 에코 드림스쿨

교사용 지도서

# Contents

---

## I | 계절별 진로교육프로그램

1. 식물학자가 바꾸는 미래 \_ 5
2. 외래종과 고유종 \_ 15
3. 생태자연도 \_ 25
4. 자연환경조사활동 \_ 35
5. 씨앗은행 \_ 43
6. 멸종위기종, 종복원사업 탐구 \_ 51
7. 철새의 이동과 보존 \_ 59
8. 기후변화에 따른 생태계의 변화 \_ 67

---

## II | 계절별 생태감수성 향상프로그램 \_ 75

---

## III | 생활 속 자연체험프로그램 \_ 89



# 계절별 진로교육 프로그램



## 국립생태원 자유학기제 사계절프로그램 개요

계절	내용요소	프로그램구성
	주제	
봄	소중함 알기	1. 핵심개념 - 에너지의 생산 (광합성) / 식물 숲 가꾸기 2. 학습목표 - 생산자로써의 식물 가치 알기 3. 소재/사례 - 수고측정하기, 직경측정하기, 생장추를 통해 나무의 나이 알아내기 세계에서 가장 많이 바이오매스용 수목으로 사용되는 유칼립투스나무 4. 진로교육 연계 - 생물량 확인
		1.핵심개념 - 외래종과 고유종 2.학습목표 - 고유종의 유전적 가치의 이해, 종자산업의 이해 3.소재/사례 - 우리나라 고유종 민들레와 서양민들레, 고유종과 외래종의 분류 우리나라 고유종 민들레 찾기, 다양한 환경의 외국 식물 관찰하기 (에코리움 탐사) 민들레 씨앗폭탄만들기 4.진로교육 연계 - 국립생태원 외래식물연구
여름	직접 찾아가기	1. 핵심개념 - 생태자연도 2. 학습목표 - 생태자연도의 의미 분석 및 확인 3. 소재/사례 - 생태자연도의 의미 분석, 식생조사 한반도 숲의 지역별 수목 (숲 해설), 생태자연도 작성하기 4. 진로교육 연계 - 생태자연도 작성하기
		1. 핵심개념 - 자연환경조사활동의 의미 2. 학습목표 - 자연환경조사활동의 의미를 확인한다. 3. 소재/사례 - 환경부 호령과 국립생태원 연구원의 에세이(자연환경조사활동의 의미 확인) 국립생태원의 습지의 자연환경조사 체험 규정에 따른 보고서 작성과 지형보존 평가 및 등급분류에 따른 등급평가 4. 진로교육 연계 - 자연환경조사활동 체험
가을	함께 살기	1. 핵심개념 - 씨앗 은행, 생물다양성 2. 학습목표 - 생물다양성의 의미알기 3. 소재/사례 - 종다양성의 의미알기 / 국립생태원의 씨앗 수집 씨앗스틱만들기 4. 진로교육 연계 - 종자산업의 가치
		1. 핵심개념 - 먹이그물 2. 학습목표 - 포식관계를 통한 3. 소재/사례 - 동물들의 대변분석 대변분석을 통한 먹이그물과 서식범위 추론하기 4. 진로교육 연계 - 멸종위기종, 종복원과정 탐구
겨울	위기 극복하기	1. 핵심개념 - 조류의 생활사 2. 학습목표 - 철새의 생태와 기착지의 의미 이해 3. 소재/사례 - 철새의 이동, 철새의 생활사 용화실뚝 조류관찰 (틔새와 철새) 새먹이 만들어주기 4. 진로교육 연계 - 철새의 개체 수 탐구
		1. 핵심개념 - 기후변화에 따른 동식물의 위기 2. 학습목표 - 기후변화와 식생의 변화확인하기 3. 소재/사례 - 구상나무, 한반도 숲, 아고산침엽수군락, 기후변화지표종 4. 진로교육 연계 - 기후변화에 따른 생태계 변화



## 1. 식물학자가 바꾸는 미래

봄

## 01\_ 식물학자가 바꾸는 미래



핵심개념	바이오매스				
교육목표	1. 식물학자들이 우리 삶에 미치는 영향을 인식한다. 2. 바이오매스와 바이오매스를 이용한 재생에너지에 대해서 이해한다				
학습소재	1. 아이스브레이킹 - 우장춘 박사의 업적과 삶의 변화 - 식물학자의 연구와 우리 삶의 변화 2. 조도센서 - 가장 밝은 빛에 자라는 식물 찾기(음수와 양수 차이 확인) 3. 성장추 - 나무의 나이를 측정하는 기구 (식물의 나이에 따른 성장 차이 확인) 4. 에코리움 - 포플러, 유칼리나무 (바이오매스용 식물로 활용중인 나무)				
학습구조	도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>우장춘 박사</li> <li>- 식물학자가 하는 일과 식물학자가 바꾸는 삶의 변화</li> </ul>			
	전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>바이오매스 소개                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오매스에 대한 이해와 바이오매스가 주목받는 이유</li> </ul> </li> <li>국립생태원에서 바이오매스에 적합한 나무 찾기</li> <li>모둠으로 나누어서 조사(백합나무, 소나무, 참나무 등)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빨리 자라는 속성수 찾기</li> </ul> </li> <li>성장추를 활용한 나무 나이 확인, 나무지름측정자를 활용한 나무지름조사</li> <li>목질부 부피평가</li> <li>각 모둠별 자료조사를 통한 차이점 확인                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 가장 빨리 자라는 나무 순위</li> </ul> </li> <li>에코리움 답사                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전 세계적으로 바이오매스림으로 활용되는 유칼리나무, 포플러 확인</li> </ul> </li> </ul>			
	마무리	<ul style="list-style-type: none"> <li>식물학자가 바꾸는 세상에 대한 비전 확인</li> <li>마무리 활동 - 나무잎 천연염색체험</li> </ul>			
프로그램 개요	강의	식물학이 우리 삶을 바꾸는 사례 식물학의 가치 - 바이오매스림 등 미래산업과의 연계			
	체험	성장추 체험, 수고측정, 흉고직경 탐구 나뭇잎 천연염색 - 만들기 마무리 활동			
	해설	일반 에코리움 해설 (에코리움 내- 유칼리나무) 인근 나무 숲 해설			
주제영역	■ 생물종 다양성		■ 기후변화		■ 생태계보전
프로그램 유형	■ 강의/토의		■ 관찰/조사		■ 만들기(제작)
	■ 실내체험		■ 실험/탐구		□ 토론/발표
	■ 야외체험		□ 탐사(모니터링)		□ 프로젝트
운영 시기	■ 사계절	□ 봄	□ 여름	□ 가을	□ 겨울
장 소	교실, 한반도 숲 일대				
교구 및 교보재	강사용	강의 PT, 성장추, 윤척, 나무지름측정자, 수고측정기			
	학생용	활동지, 필기도구, 워크시트, 광목천 손수건, 백합나뭇잎			



# 1 식물학자가 바꾸는 미래

## 학습목표

1. 광합성의 과정을 이해한다.
2. 환경에 따른 식물의 적응을 이해한다.
3. 바이오매스산업과 식물학의 가치를 재인식한다.

## 핵심개념

### 1. 광합성

- 식물이 빛을 이용하여 스스로 양분을 만들어 내는 과정
- 식물은 빛을 이용하여 물과 이산화탄소를 원료로 포도당과 같은 유기 양분을 만들어 낸다.

### 2. 바이오매스

- 어느 시점에 임의의 공간 내에 존재하는 특정 생물체의 양을 중량 또는 에너지량으로 나타낸 것으로 생물량, 생물체량이라고도 한다.
- 지구상에서 1년간 생산되는 바이오매스는 석유의 전체 매장량과 맞먹어 적정하게 이용하면 고갈될 염려가 없는 자원이 있다.

## 도입강의

### 우리가 먹은 것들



- 오늘 아침 나는 배추김치를 먹었다.
- 나는 최근 일주일 사이에 나는 감자를 먹었다.
- 나는 지난 겨울에 감귤을 10개 이상 먹었다.

간단히 친구들에게 질문을 하나 해보도록 할게요.  
오늘아침에나는배추를먹었다. 손!  
나는지난 일주일내에 감자를먹었다. 손!  
나는지난 1년 안에 귤을 10개 이상 먹었다. 손!  
(학생들의 반응에 따라 먹은 식물의 수 조절)

### 우장춘 박사



### 우장춘

대한민국의 농생명학자, 식물학자, 원예육종학자

#### 연구성과

- 베이컨스 감에 취약한 감원도 감자를 개량했다.
- 코스모스 김겨리를 아열대성 작물로 개량했다.
- 일본 재래 배추와 양배추를 교차, 한국 환경에 맞는 배추를 개발했다.
- 제주도 환경에 적합한 감귤 재배를 개량했다.
- 배추니파를 원조로 가을 수 있도록 감귤 개량종을 개발했다.
- 종의 형질이론을 재창조하여 진화론의 새 지평을 이루었으며, 이 내용은 현대 유전학과과제에서도 중요한 내용으로 소개되고 있다.
- 유채를 일본으로부터 도입하여 제주도에서 재배할 수 있는 계기를 제공했다.

앞에서 우리가 이야기 한 작물들은 물론 예전에도 먹었지만, 우리가 이런 식량 작물들을 키우고 건강하게 우리가 먹을 수 있었던 것은 한 명의 식물학자가 연구를 통해 우리나라에서 잘 지랄 수 있도록 품종을 개량하고, 우리나라에서 키울 수 있는 작물을 선정하고, 농사법을 개발, 장려했기 때문입니다. 그 일을 해온 학자는 우장춘박사, 실제로 가을 우리나라 전역에 코스모스가 널리 피는 것도, 제주도에 유채꽃이 만발하게 된 것도 우장춘박사님께서 우리나라 생태에 맞는 꽃들을 널리 장려한 덕분이죠. 쉽게 생각하면, 감자, 배추, 감귤을 연구한 한 사람의 식물학자의 연구이지만, 실제로 우리의 삶은 이리 크게 바뀌었죠.

## 배경지식

### 우장춘 박사의 생애와 업적

을미사변 당시 명성황후 살해에 적극적으로 가담했던 조선인 우범선(禹範善)과 일본인 어머니 사카이 나카(酒井ナカ) 사이에서 2남 중 장남으로 1898년 일본 도쿄에서 태어났다. 명성황후의 원한을 갚고자 했던 고영근에 의해 그의 아버지 우범선이 살해됐고, 과부가 된 그의 일본인 어머니는 우장춘을 사찰에 맡겼다. 그의 아버지 우범선은 조선에서 훈련대대장을 역임하던 중 일본인 자객들과 함께 공모하여 명성황후를 살해했으며, 그 이후 일본으로 도망쳤다. 우범선은 1903년 고영근에 의해 암살되었으며 이후 어머니의 손에 자라게 되었다. 1916년 4월 동경제국대학 농학실과에 입학했다. 대학교 졸업 후 일본 농림성 농사시험장 고원(雇員)으로 취직했고, 그를 아꼈던 데라오 박사의 도움으로 농사시험장 기수(技手)가 됐다. 1936년 5월 4일에는 그의 모교에서 '종(種)의 합성'이라는 논문으로 농학박사 학위를 받았다. 1949년에 한국농업과학연구소를 창설한 이승만 정부는 우장춘에게 연구소의 운영을 부탁했고, 그는 1950년 3월 8일 대한민국에 귀국했다. 우장춘은 일본인 부인과 자녀들을 일본에 남겨두었을 뿐만 아니라 그들에게 한국어 교육을 전혀 시키지 않았기 때문에 이승만 정부는 우장춘을 믿지 못했고, 그의 출국을 금지했다. 모친상 때조차 그는 일본에 돌아가지 못했고 원예시험장의 강당에서 어머니의 위령제를 지냈으며, 그 당시에 받았던 조의금을 개인적으로 사용한 것이 아니라 원예시험장에 물이 부족했기에 '자유천'이라는 우물을 파내도록 하고 사용하게 하였다. 채소 종자의 육종합성에 성공하고 벼의 수도이기작(水稻二期作)을 연구하였다. 우장춘 박사는 씨 없는 수박을 만들기도 했는데 이는 농업과학협회에서 개발된 여러 작물 종자들을 보급하기 위해 홍보용으로 만든 것이었다. 씨 없는 수박을 처음 만든 사람은 일본인이며 기하라 히토시가 1943년에 만들었다. 우장춘 박사는 이것을 한국에서 만들어 시연하였기에 우장춘 박사가 씨 없는 수박을 최초로 만든 사람으로 인식되기도 하였다. 1957년 부산시 제1회 문화상 과학부문을 받았다. 1958년 농사원 원예시험장장이 되고, 1959년 두 번째로 대한민국 문화포장을 받았다. 그의 연구소는 학생들의 수학여행 견학코스가 되기도 하였고 연구소에서는 늘 고무신 차림이었기에 '고무신 박사'라고 불리기도 하였다. 한국에 온 지 9년이 되던 1959년 8월 10일 질병으로 사망하였다. 향년 62세. 그의 묘소는 경기도 수원 농촌진흥청 내 여기산에 있으며, 2003년 과학기술인 명예의 전당에 헌액됐다.



### 식물의 새로운 가치 창조



식물학자가 전기를 만든다고?

하지만 이젠 식물학자들이 식량뿐만 아니라 전혀 다른 분야에도 큰 영향을 미치고 있어요. 이젠 식물학자들이 여러분들이 타고 다니는 차량을 움직이게 하는 기름을, 그리고 발전소에서 돌아가게 되는 석탄, 석유를 대체하는 새로운 방법을 찾아 시도하고 있습니다.

### 바이오매스

## Biomass

1. 어느 시점에 일회용 공간 내에 존재하는 특정 생물체의 양을 총량 또는 에너지량으로 나타낸 것으로 생물량
2. 생태계의 순환 과정에서 나오는 모든 유기체를 연료로 사용하는 것



우리는 이걸 '바이오매스'라고 불러 바이오매스에서의 바이오는 생명, 매스는 질량이라는 뜻인데, 우리말로 번역하면 생물량이라고 합니다. 일정 지역에서 식물은 광합성을 하고 그를 통해 만들어진 양분을 바탕으로 성장하고, 남는 에너지원은 식물 몸 안에 저장하게 되는데 1년 동안 전 지구에서 생산되는 바이오매스의 양은 지금 전 세계에 묻혀있는 석유의 남아있는 양보다도 많은 에너지 자원이지요. 우리가 그중에서 에너지로 사용하고 있는 것은 아주 일부뿐이지요.

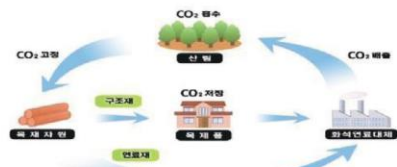
### 바이오매스와 생태학?



미국의 포플러나무 바이오매스림

나무를 태워서 전기를 만들면, 나무를 잘라버려야 하니 산림을 황폐화하고, 나무를 태우면서 이산화탄소가 방출되니 석유와 석탄을 사용하는 것과 다르지 않느냐고 하겠지만, 사실 이런 바이오매스 사업에 있어서 핵심을 나무를 태워 전기를 만드는 것이 아니라, 바이오매스로 활용하기 위해 나무를 심고, 숲을 가꾸는 일들이 함께 이루어지는 것이 매우 중요한 일이지요. 바이오매스로 활용하고 그 이상의 나무를 심어서 가꾸고, 다시 나무를 심는 순환과정이 필요하게 되는 것이지요.

### 바이오매스와 생태학?



실제로 우리나라에서도 대규모간척지 등에 바이오매스를 위한 바이오순환림들을 만들어서 가꾸고 있어요. 그리고 새로운 숲을 가꾸면서 바이오매스에 적합한 수종을 집중적으로 심는 사업도 진행 중이에요. 물론 아직은 시작단계이고 점점 더 확대될 예정이지요.

## 배경지식

### 바이오매스에너지 소개

생물체와 부산물 등을 액체, 가스, 고체연료나 전기·열에너지 형태로 변환한 에너지

#### 바이오매스에너지의 특징

바이오매스 에너지자원의 종류에는 임산, 농산, 축산 폐기물, 도시 폐기물 등이 있음.  
바이오에너지를 사용할에 따라 발생한 이산화탄소는 바이오에너지 생산 원료인 식물이 자라면서 광합성에 의해 흡수하므로 이산화탄소 배출이 적은 것이 장점임.  
바이오매스는 사람이 식량으로 사용할 수 있는 당질계, 전분질(녹말)계, 바이오매스(사탕수수, 고구마, 옥수수, 콩 등)와 식량으로 사용할 수 없는 셀룰로오스계 바이오매스(나무, 볏짚, 기타 폐기물 등)으로 분류할 수 있음.







하지만 이젠 식물학자들이 식량뿐만 아니라 전혀 다른 분야에도 큰 영향을 미치고 있어요. 이젠 식물학자들이 여러분들이 타고 다니는 차량을 움직이게 하는 기름을, 그리고 발전소에서 돌아가게 되는 석탄, 석유를 대체하는 새로운 방법을 찾아 시도하고 있습니다.

## 배경지식

### 산림바이오매스

바이오매스(Biomass)는 원래 생물생태학 용어로 bio(생물) + mass(물질, 양)가 합성된 용어입니다. 우리말로로는 생물량 또는 생체량으로 표현되고 있습니다. 이중 산림에서 나오는 나무의 줄기 뿌리, 잎 등이 산림바이오매스입니다. 지구 상에는 태양으로부터 에너지를 공급받아 매년 약 1,700억ton의 식물자원이 자라는 것으로 보고되고 있습니다.

이 중 현재 인류가 식량, 사료, 산업용 자재 등으로 이용하는 규모는 약 60억ton 정도에 불과합니다. 따라서 사용되지 않는 바이오매스를 활용 가능한 에너지 및 화석연료를 대체할 수 있는 기술을 개발한다면 인류는 석유에 버금가는 또 하나의 자원을 갖게 되는 셈입니다. 이것이 최근 신재생에너지 자원으로서 바이오매스가 주목을 받는 이유입니다.

기후변화협약이 이루어지고 이에 따라 각국은 온실가스 저감 및 흡수기능을 갖는 산림 바이오매스에 대해 다시 큰 관심을 갖기 시작하였습니다. 산림바이오매스를 펠릿이나 액체연료 등으로 개발하여 연료로 사용하면 석탄이나 석유 등 화석연료에 비해 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있습니다.

화석연료는 지구 안에 나무나 동물이 오랫동안 저장되어 변화된 탄소 덩어리입니다. 따라서 화석연료를 사용하는 것은 지구 안에 묻혀 있던 탄소를 꺼내 쓰는 것입니다. 그러나 목재를 이용하게 되면 공기 중에 있는 탄소를 흡수하여 다시 공기 중으로 내보내는 과정이므로 탄소를 증가시키지 않고 순환하는 과정이 됩니다. 따라서 목재 연료를 사용하면 화석연료에 비해 공기 중 탄소의 순 증가를 억제할 수 있습니다.



### ◆ 나무펠릿 연소와 석유연소시의유해물질배출량비교

배출	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	분진
펠릿 연소시	11g/kWh	1.49g/kWh	0.043g/kWh	0.45g/kWh
석유 연소시	295g/kWh	3.6g/kWh	0.1g/kWh	0.09g/kWh



## 활동과정 1. \_광합성을 잘하는 나무 찾기 1.

인원 : 각 모둠당 10명 이내

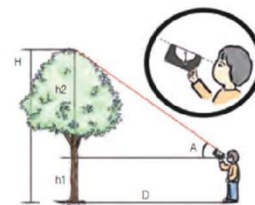
장소 : 한반도 숲일대

준비물 : 나무지름측정자, 줄자, 수고측정기, 수간 제적표, 생장추

### ● 나무의 키(수고) 측정하기

수고 측정기를 이용하는 측정 방법

- 1) 2명이 한팀이 되어 활동한다.
- 2) 한사람이 그림과 같이 눈과 나무의 제일 높은 부분이 이어지는 선과 수고측정기면이 일치하도록 한다. 두눈은 모두 뜨고 측정하며 눈에 찔리지 않도록 두손으로 교구를 바로잡는다.
- 3) 나머지 한사람은 옆에서 수고측정기의 추를 매단 실의 위치가 올바르게 고정되면 각도의 중심선과 이루는 각(경사각)을 측정한다.
- 4) 수고 측정기로 측정한 경사각을 이용하여 나무의 높이를 구한다.



H : 나무높이  
h1 : 지면에서 관측자의 눈 높이  
h2 : 눈높이에서 나무꼭대기까지의 높이  
(D x tanA)  
D : 나무와 관측자와의 거리

$$H = h1 + h2$$

$$H = h1 + (D \times \tan A)$$

### ● 나무의 직경 측정하기

수고 측정기를 이용하는 측정 방법

- 1) 2명이 한팀이 되어 활동한다.
- 2) 한사람이 사진과 같이 지면에서 120cm 떨어진 지점에서 나무지름측정자를 사용하여 두 곳의 수칙을 켜는다.
- 3) 나무의 단면은 완전한 원이 아니므로, 짧은 쪽과 긴쪽의 측정값의 평균값을 직경으로 한다.



### ● 수간 제적표를 활용한 부피 확인하기

수고와 직경을 통해 알아보는 나무의 부피 측정표

A 수고(나무 높이) 13m, 흉고직경(가슴높이에서의 직경) 20cm되는 잣나무가 있으면, 이 나무의 부피(재적)는 0.2043m³이 됩니다. 이렇게 수간제적표가 있으면 수고와 흉고직경을 이용하여 재적을 쉽게 구할 수가 있다.

\* 수간제적표는 별도파일첨부

< 잣나무 수간제적표 >

(단위 : 흉고직경 cm, 수고 m, 재적 m³)

수고 수고	6	8	10	12	14	16	18	20
5	0.0075	0.0129	0.0196	0.0275	0.0365	0.0466	0.0576	0.0696
6	0.0091	0.0158	0.0241	0.0338	0.0449	0.0573	0.0710	0.0858
7	0.0107	0.0187	0.0285	0.0402	0.0534	0.0683	0.0846	0.1022
8	0.0124	0.0216	0.0330	0.0465	0.0620	0.0793	0.0983	0.1189
9	0.0140	0.0245	0.0375	0.0530	0.0707	0.0904	0.1122	0.1358
10	0.0157	0.0274	0.0421	0.0594	0.0793	0.1016	0.1261	0.1528
11	0.0173	0.0303	0.0466	0.0659	0.0880	0.1129	0.1402	0.1699
12	0.0190	0.0332	0.0511	0.0724	0.0968	0.1242	0.1543	0.1871
13	0.0206	0.0362	0.0557	0.0789	0.1055	0.1355	0.1685	0.2043
14	0.0223	0.0391	0.0602	0.0854	0.1143	0.1468	0.1827	0.2216
15	0.0239	0.0420	0.0648	0.0919	0.1231	0.1582	0.1969	0.2390
16	0.0256	0.0450	0.0693	0.0984	0.1319	0.1696	0.2111	0.2564
17	0.0272	0.0479	0.0739	0.1049	0.1407	0.1810	0.2254	0.2738
18	0.0289	0.0508	0.0785	0.1115	0.1495	0.1924	0.2397	0.2913
19	0.0305	0.0538	0.0830	0.1180	0.1583	0.2038	0.2540	0.3088
20	0.0322	0.0567	0.0876	0.1245	0.1672	0.2152	0.2684	0.3263



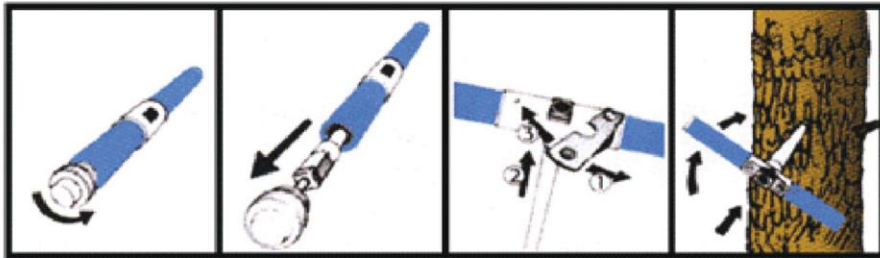
## 활동과정 1. \_광합성을 잘하는 나무 찾기 2.

### ● 생장추를 활용하여 나무의 나이 알기

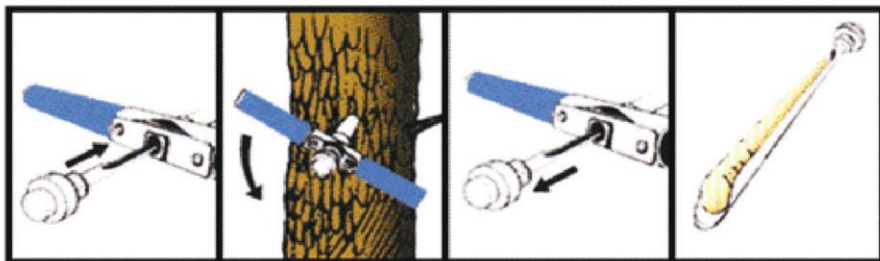
생장추는 나무를 베지 않고도 나이를 알 수 있도록 만들어진 기구로써 나무에 작은 구멍을 내어 젓가락 굵기 정도의 목질을 뽑아내 사용합니다.



생장추 사용방법



1. 익스트렉터를 돌려서 핸들로부터 분리한다.
2. 생장추비트를 핸들로부터 제거한다.
3. 생장추비트를 핸들의 구멍에 끼운 후, 잠금쇠를 채운다.
4. 생장추를 시계바늘방향으로 돌려서 원하는 깊이 만큼 삽입한다. (일반적으로 수간 중심부까지 이때 불필요한 힘을 중심부쪽으로 가하지 않는다.)



5. 익스트렉터를 생장추 비트의 구멍으로 힘을 가하여 끝까지 삽입한다.
6. 익스트렉터를 꽂은 상태에서 핸들을 시계 바늘 반대방향으로 1/4 바퀴정도 돌린다.
7. 익스트렉터를 빼내면 코어가 함께 떨어져 나온다.
8. 생장추를 서서히 시계바늘 반대 방향으로 돌려서 빼낸다. 이제 수목은 수지배출이나 조작형성 등의 수단으로 구멍을 메우는 자연치유 작용을 개시한다. 경우에 따라, 구멍을 코르크나 남은 코어로 막아주면 좋다.

### ● 빨리 자라는 나무 찾기

수간제적표를 통해 확인한 나무 줄기의 부피와 생장추를 통해 확인한 나무의 나이를 비교하여 측정한다.

나무의 1년 부피성장 = 나무줄기의 부피 / 나무의 나이

해당과정을 통해 유추한 내용을 바탕으로 짧은 시간동안 높이 자라는 나무, 굵기가 크게 자라는 나무들의 특성들도 추가로 생각해보자.





## 에코리움 탐사 \_ 바이오매스관련 주요 수종

### ● 유칼립투스나무

전 세계에 300종 이상이 자란다. 높이 100m 이상인 것이 있고, 늪은 나무껍질은 잘 벗겨져서 시멘트 기둥처럼 보인다. 잎은 홀잎으로서 혁질(革質: 가죽 같은 질감)이고 가장자리가 밋밋하며 흰빛이 돌고 어긋나거나 마주난다. 신선한 잎에서는 향기가 나고 휘발성인 유칼리유를 채취하여 약으로 쓴다. 꽃은 3~11월에 흰색·노란색·빨간색 등으로 피며 많은 수술이 있다. 꽃은 잔 모양이며 꽃잎과 꽃받침은 일찍 떨어지고 수술은 밖으로 드러난다. 열매는 잔 모양의 단단한 꽃받침에 싸이며 종자가 많이 들어 있다. 번식은 종자로 한다. 유칼립투스는 잘 싸였다는 뜻으로서 꽃이 피기 전에 꽃받침이 꽃의 내부를 완전히 둘러싸는 것에서 비롯한 이름이다. 조림수종으로 심으며, 목재는 건축재나 기구재로 쓴다. 나무가 지리면서 수분을 많이 흡수하므로 집 근처에 심어서 주변을 건조시키는데 이용한다. 오스트레일리아, 태즈메이니아 남부 원산으로서 오스트레일리아·열대지방에 분포한다.



\* 광합성, 이산화탄소 흡수능력이 좋고, 생장이 빨라 바이오매스림으로 가장 많이 식재된다.

## 활동 3 나뭇잎 염색

장소 : 강의실 및 야외학습장

준비물 : 면 손수건, 마음에 다는 나뭇잎, 고무망치, 신문

1. 마음에 드는 풀잎을 따다가 손수건 위에 예쁘게 놓아줍니다.  
아래쪽에 풀물이 들지 않도록 손수건 아래쪽에 신문지를 도톰하게 겹쳐 놓아주세요.
2. 손수건 위를 비닐로 덮은 후, 돌로 퐁퐁 두들겨 줍니다.  
풀물이 배어나와 자연색으로 면손수건을 물들이기 위한 과정이기 때문에 고무망치로 두들겨줍니다.  
너무 두꺼운 나뭇잎은 색상은 선명할 수 있지만 색이 번져 나와 보일 수 있습니다.
3. 나뭇잎 하나 하나 꼼꼼히 두드리 후, 손수건에 붙은 나뭇잎을 떼어내면 완성입니다.



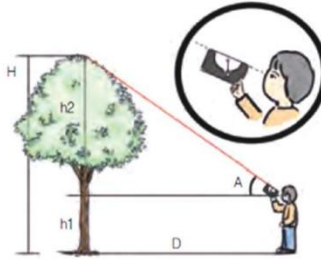




## 나무의 키 측정하기

조 사 일	년	월	일	이 름
장 소				팀 명

나무이름			
지면에서 관측자의 눈높이(h1)			나무와 관측지점 사이의 거리(D)
경사각(A)			탄젠트 값(tan)
나무의 높이(H)			



$$H = h1 + h2$$

〈경사각과 탄젠트 값 표〉

각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값	각도	탄젠트 값
1	0.017	11	0.194	21	0.384	31	0.601	41	0.869	51	1.235	61	1.804	71	2.904	81	6.314
2	0.035	12	0.213	22	0.404	32	0.625	42	0.900	52	1.280	62	1.881	72	3.078	82	7.115
3	0.052	13	0.231	23	0.424	33	0.649	43	0.933	53	1.327	63	1.963	73	3.271	83	8.144
4	0.070	14	0.249	24	0.445	34	0.675	44	0.966	54	1.376	64	2.050	74	3.487	84	9.514
5	0.087	15	0.268	25	0.466	35	0.700	45	1.000	55	1.428	65	2.145	75	3.732	85	11.430
6	0.105	16	0.287	26	0.488	36	0.727	46	1.036	56	1.483	66	2.246	76	4.011	86	14.301
7	0.123	17	0.306	27	0.510	37	0.754	47	1.072	57	1.540	67	2.356	77	4.331	87	19.081
8	0.141	18	0.325	28	0.532	38	0.781	48	1.111	58	1.600	68	2.475	78	4.705	88	28.636
9	0.158	19	0.344	29	0.554	39	0.810	49	1.150	59	1.664	69	2.605	79	5.145	89	57.290
10	0.176	20	0.364	30	0.577	40	0.839	50	1.192	60	1.732	70	2.747	80	5.671		





메모





## 2. 외래종과 고유종

봄

## 02\_ 외래종과 고유종



핵심개념	외래종과 고유종 / 국립생태원의 외래종연구				
교육목표	1. 외래종과 고유종의 차이점 이해 2. 외래종과 고유종의 경쟁과 외래종으로 인한 생태계 변화를 이해한다.				
학습소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 각 식물들의 고향찾기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 익숙한 작물들이 먼 지역에 넘어온 작물임을 확인</li> </ul> </li> <li>● 고유종과 외래종               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고유종과 외래종의 차이점 이해</li> </ul> </li> <li>● 우리나라 민들레와 서양민들레               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리가 익숙히 알고 있는 민들레가 대부분, 서양민들레라는 사실 확인</li> </ul> </li> <li>● 생태계 교란종               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외래종으로 인한 생태계 교란 확인</li> </ul> </li> <li>● 에코리움 탐방               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각기 다른 환경 속에서의 식물자원의 가치</li> </ul> </li> <li>● 민들레 씨앗폭탄만들기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 민들레를 보존하기 위한 노력</li> </ul> </li> </ul>				
학습구조	도입	우리가 흔히 먹는 과일들의 고향 찾기 - 상당히 많은 과일들이 외래종이라는 사실 확인			
	전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 생각보다 많은 외래종               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 외래종과 귀화종의 차이 - 각기 다른 형태의 귀화종</li> <li>- 외래종관리와 연계한 국립생태원의 업무 내용 확인</li> </ul> </li> <li>● 국립생태원에서의 보물찾기               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리나라 고유종 민들레 찾기</li> <li>- 생태계 교란종 찾기</li> </ul> </li> <li>● 에코리움 탐사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특수하게 반입된 식물로, 특별한 관리를 진행함을 확인</li> </ul> </li> </ul>			
	마무리	4. 마무리 활동 - 민들레 씨앗 담아가기			
프로그램 개요	강의	귀화종과 고유종의 차이 확인 우리나라 고유종 민들레와 서양민들레 구분하기			
	체험	우리나라 고유종 민들레 찾기			
		우리나라 고유종 민들레 씨앗폭탄만들기			
	해설	에코리움 체험			
주제영역	□ 생물종 다양성		■ 기후변화		■ 생태계보전
프로그램 유형	■ 강의/토의		□ 관찰/조사		■ 만들기(제작)
	■ 실내체험		■ 실험/탐구		□ 토론/발표
	□ 야외체험		□ 탐사(모니터링)		□ 프로젝트
운영 시기	■ 사계절	□ 봄	□ 여름	□ 가을	□ 겨울
장 소	교실				
교구 및 교보재	강사용	강의 PT			
	학생용	민들레, 서양민들레 비교표, 씨앗폭탄만들기 재료, 생태계 교란종 관리 핸드북			





## 학습목표

1. 외래종과 고유종의 차이점 이해
2. 외래종과 고유종의 경쟁과 외래종으로 인해 생태계 변화를 이해한다.

## 핵심개념

1. 외래종
  - 고의적 또는 우연한 중 하나 인간의 활동으로, 거기에 도착한 그 기본의 분포 범위를 벗어난 생물 종이다
2. 고유종
  - 어느 한 지역에서만 나며 다른 곳에서는 볼 수 없는 종을 말한다.
3. 국립생태원의 외래생물 관리
  - 국립생태원은 외래종에 대한 생태계 영향 연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 환경부가 지정한 위해우려종을 국내에 수입 또는 반입할 경우에는 담당 수행 전문기관인 국립생태원에서 '생태계 위해성 심사' 하는 역할도 수행하고 있다.

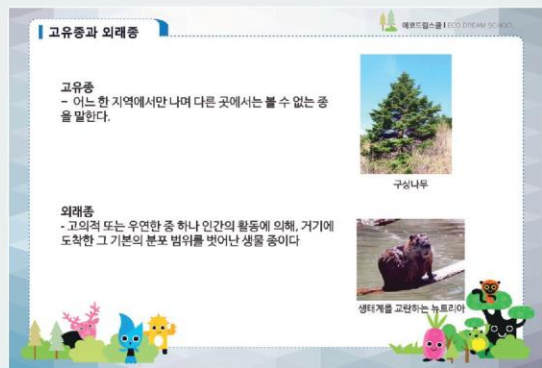
## 도입강의

## 과일에게도 고향이 있다고?



사과에게도 배에게도 바나나에게도 고향은 있습니다. 물론 사과와 배의 경우엔 바나나와는 달리 우리나라에서 과수원에서 살아가고 있지만, 지금 뿌리를 내리고 있는 그곳이 아니라 자기의 선조들이 살았던 그곳이 있었던 거죠.

## 고유종과 외래종



우리나라에도 애초부터 우리나라가 고향인 생물 종이 있습니다. 그리고 어떤 종은 아예 우리나라에서만 볼 수 있는 종도 있습니다. 어느 지역에서만 볼 수 있는 종을 우리는 고유종이라고 하고 다른 지역에서 넘어와서 살고있는 종을 우리는 외래종이라고 부르지요.

## 배경지식

## 외래종의 도입경로

세계침입종프로그램(Global Invasive Species Program, GISP)에서 제시하는 외래종의 도입경로는 총 4가지로 사료용 목적 및 관상·애완용 동·식물로 들어오는 의도적 도입, 농산품, 종자, 토양 등에 붙어서 들어오는 비의도적 도입, 연구용 동·식물로 들어오는 폐쇄도입 그리고 도입 후의 확산매개체 등이 있다.

우리나라의 경우, 외래종의 도입경로는 농업, 관상, 애완용 등의 의도적 도입이 대부분이며, 비의도적 도입, 폐쇄 도입 등도 일부 발생하고 있다.

비의도적도입	농산품 오염물 질, 종자와 식물묘목의 무척추동물에 의한 오염, 절화(cut flower)무역의 종자와 무척추동물에 의한 오염, 목재 내 등의 유기체, 종자오염원, 토양에 살고 있는 종, 기계, 장비, 차량, 군대 등, 소포물품을 통한 히치하이킹 우편 혹은 선박을 통한 히치하이킹 비행기를 통한 히치하이킹 선박유입도, 선박유입수, 선박유입수 탱크에서의 선박유입 침전물, 선체 오염, 파편, 여행자와 여행자 집, 농업 등의 용도로 거래되는 동물의 질병, 농업과 해양업을 통한 기생병충해 및 히치하이킹
의도적 도입	농업목적으로 들어온 식물, 삼림용으로 들어온 외래식물, 토양 개선용으로 들어온 비토착 식물, 해외원조-무역, 정식용 식물, 생식세포질, 사냥 목적으로 방사된 조류/포유류, 식량 자원으로 방사된 포유류, 생물학적 방제제(천적), 어류의 방류, 야생에 방사된 애완동물들과 양어무역, 재도입, 자생동식물군을 풍부하게 하기 위한 방사
폐쇄도입	동물원/식물원 등에서 탈출, 사육동물, 수산업 및 해양업, 연구와 연구소를 통한 도입

\* 출처 - 방상원 외, 2004. 생태계위해외래종의 통합관리 방안 연구. 한국환경정책·평가연구원







#### 국립생태원에서의 보물찾기



#### 우리나라 고유종 만들레 찾기



그럼 다같이 밖에 나가서 우리나라 고유종 만들레를 찾아볼 겁니다. 여러분은 우리나라 고유종 만들레를 찾으려면 유레카를 외치고 선생님을 불러주세요. 그리고 외래유해식물 핸드북을 가지고, 주위에 보이는 유해외래식물들도 같이 찾아보도록 하겠습니다.

## 배경지식

### 귀화식물

생물지리학적 구계 구분에 따라 식물 생태적 속성을 구분할 때, 고유식물에 대응되는 식물의 총칭. 현재 인위적 국경을 기준으로 부르는 일반적 용어의 '외국식물'과 다름. 일본과 중국(일부 지역 제외)이 동일한 식물구계일 경우에는 그 국가의 원산식물일지라도 귀화식물로 취급되지 않음. 식물지리학적으로 한반도를 포함한 우리나라는 동아시아구계(East-Asiatic region; 日華區系, Sino-Japanese region, Takhtajan 1986)에 속함.

### 귀화식물의 생태 분류와 다양성

도입 시기(Introduction time)		
귀화종 (歸化種) Anthropochore Hemerochore Anthropophyten Adventive species Alien species Exotic species	고귀화종 (古歸化, Archaeophyten)	개화기 이전(1890년대 이전.) 사전귀화종(史前歸化種, Prehistoric-naturalized plants: 前川, 1943)은 일본열도에서 정착농경(주로 벼 경작) 시대를 중심으로 귀화한 종을 역사시대에 귀화한 종과 구분하고자 한 개념으로 한반도에서의 식생지리학적 배경과 크게 다름을 유의해 적용해야 함.
	신귀화종 (Neophyten)	개화기 이후(1890년대 이후. 예: 코스모스, 가시박 등)
	도입 방법(Introduction mode)	
	기회외래종 (Akolutophyten)	인간의 직접적 관여 없이 자발적으로(저질로, spontaneous) 이동하여 침입해 야생화한 경우, 이 종은 대체로 신속하고 광범위한 확산을 보이는 탓에 그 영향 또한 가시적임(예: 별꽃아재비).
	수반외래종 (Kenophyten)	인간의 직접적 관여에서 비의도적(예: 목재 수입에 묻혀온 씨앗, contaminants)으로 유입된 도래종(예: 미국자리공).
	탈출외래종 (Ergasitophyten)	인간의 직접적 관여에서 의도적(intentional)으로 도입된 종이 야생으로 탈출해 생육 분포하는 경우, 원예, 조경, 농경 등의 의도적 도입으로부터 이차적으로 탈출한(escaping) 종(逸出種)으로 생태적 분포가 가시적이지 않음(예: 기생초).
정착 양식(Naturalization)		
영구 정착	일차식생외래종 (Agriophyten)	일차 식생(primary vegetation, 자연 또는 반자연 식생)에서 구체적인 서식 지위를 차지(예: 습지에 드물게 미국가막사리).
	이차식생외래종 (Epecophyten)	자연교란 또는 인간간섭에 의한 이차식생(secondary vegetation; 예: 터주식생)에서만 구체적인 서식 지위를 차지(예: 붉은씨서암만들레).
일시 정착	일시정착외래종 (Ephemerophyten)	약간의 야생 개체로 관찰되고, 식생(형)에서 구체적인 서식 지위가 없으나, 자력으로 지위를 유지할 수 있는 경우(예: 노랑꽃창포).
	경작외래종 (Ergasicochyten)	약간의 야생 개체로 관찰되지만, 식생(형)에서 구체적인 서식 지위가 없고, 자력으로 지위를 유지할 수 없는 경우(예: 외래경작식물).



## 활동과정 1. \_ 우리나라 고유종 민들레 찾기

인원 : 각 모듈당 10명 이내

장소 : 국립생태원 잔디밭 및 노지

준비물 : **우리나라 고유종 민들레 찾기 가이드북, 외래유해종 관리 핸드북**

### ● 우리나라 민들레 찾기



왼쪽으로부터 민들레, 서양민들레, 흰민들레입니다.  
우리나라 고유종 민들레(민들레, 흰민들레)은 날개의 꽃이 60~80개 정도  
서양민들레는 200개 이상



왼쪽이 민들레, 오른쪽은 서양민들레  
개화주(꽃대)가 많은 것이 서양민들레



국화와 식물들은 수십, 수백 개의 꽃이 모여 핀다.  
그 수많은 꽃을 받치고 있는 꽃받침을 총포라 하는데  
우리나라 고유종 민들레는 총포가 위를 향하여 감싸고 있지만  
서양민들레는 아래쪽으로 젖혀져 있다.



씨가 날아가고 난 자리를 보면 꽃을 피운 자국이 남아있는데  
토종민들레는 성기고, 서양민들레는 조밀하다.

\* 프로그램 진행 중 유의사항 - 총포를 관찰하는 과정에서 민들레 꽃대를 꺾거나 하지 않고 그대로 보존한 상태에서 관찰할 수 있도록 한다.

### ● 스마트폰을 이용한 민들레 찾기

- \* 스마트폰이용이 가능한 상황에선, 스마트폰 사진촬영을 이용해서 프로그램 진행이 가능하다.
- 단체카톡방을 개설, 가입하도록 유도한다.
- 학생들이 자유롭게 민들레를 관찰하며, 우리나라 고유종 민들레가 맞다고 생각되는 경우 사진을 전송하여 선생님께 확인을 받는다.
- 프로그램이 종료된 후 단체카톡방의 사진 및 이미지를 실내공간의 빔프로젝트로 다같이 관찰하며, 차이점을 확인한다.
- 이 과정을 통해 학생들은 토종민들레 사진을 간직하게 됨과 동시에 학생들이 활동한 내용을 국립생태원에서는 수집할 수 있다.
- 관련 진행 내용을 수집하여, 다음 수업자료로 활용하는 것이 매우 좋다.

### ● 생태계교란종 제거하기 / 습지생태원의 물참새피, 털물참새피



꽃이핀 물참새피



물참새피 뿌리



털물참새피 꽃대



물참새피 줄기에 난 털

- 학생들과 잔디밭 지역을 이동하며 습지생태원의 생태로를 따라서 이동하며, 물참새피, 털물 참새피를 찾아본다.
- 외래종 식물이 관찰되면 강사가 직접 외래종이 맞는지 확인해주어, 뿌리째 뽑는다.





## 활동과정 2 \_ 씨앗폭탄 만들기

인원 : 각 모둠당 10명 이내

장소 : 국립생태원 야외 학습장

준비물 : 민들레 씨앗, 부엽토, 물, 흙, 노끈, 비닐봉지



- ① 큰 비닐봉지에 모종삽으로 부엽토 5, 일반 흙 2 정도를 넣고 잘 섞어 준다.
- ② 물을 조금씩 넣어주면서 잘 뭉쳐지게 반죽을 해 준다.  
너무 물을 많이 넣었으면 흙을 더 추가해서 농도를 맞춰준다.
- ③ 잘 섞은 후 민들레의 씨앗을 넣어 잘 뭉쳐 준다.
- ④ 흙이 흩어지지 않게 힘을 주어 짹짹 눌러준다.
- ⑤ 던지기 좋은 크기로 동그랗게 빚어준다.
- ⑥ 동그랗게 만들고 모양이 흩어지지 않게 노끈으로 잘 묶어 준다.
- ⑦ 완성.

### 진행 상 유의 사항

흙을 직접 만지고 냄새를 맡으며 체험하는 것은 매우 추천한다. 하지만 수돗가 사용등이 원활하지 않으면 부득이하게 비닐장갑을 사용해야 한다.

학생들이 국립생태원 내에서 의미 없이 씨앗 폭탄을 던지지 않도록 조심한다.

각 지역까지 가지고 가야 하니, 작은 종이봉투 등을 준비하여 담아가도록 한다.



## 활동하기

### 국립생태원 연구원을 만나다!

이 름 : 김남영 연구원  
전공분야 : 산림식생, 식물생태

오라 차차~ 안녕하세요!

국립생태원 생태연구본부 생태보전연구실에서 외래 생물(식물)분야 연구를 담당하고 있는 김남영입니다. 외래생물(식물)은 대체로 외국으로부터 자연적 또는 인위적으로 유입되어 자연상태에서 스스로 번식하여 경쟁력을 지니고 있는 종을 말합니다. 특히 외래생물(식물) 중 생태계의 균형을 교란하거나 교란할 우려가 있는 생물을 생태계교란생물(식물)을 지정하여 관리하고 있습니다. 우리들이 TV나, 신문 매체 등에서 많이 알고 있는 가시박, 단풍잎돼지풀, 돼지풀, 서양등골나물, 털물참새피, 물참새피, 도깨비가지, 애기수영, 서양금혼초, 미국쑥부쟁이, 양미역취, 가시성추, 영국갯끈풀, 갯줄풀 총 14종(식물)이 있습니다.

저는 산이 좋아 산을 공부했고, 산을 다니다보니 식물이 좋아 더 공부하게 되었습니다. 식물공부에는 굉장한 시간과 노력이 필요합니다. 자생식물만 5,000여종이 있으며, 이 식물을 한번이라도 볼 수 있기 위해서는 전국을 돌아다녀야 하며, 또한 시기를 놓쳐 보지 못하는 경우도 많습니다. 그럼 또 1년을 기다려야 합니다. 식물에 대한 관심과 열정이 없다면 결코 공부할 수 없는 분야이기도 합니다.

앞에서 말한 외래생물(식물)의 경우도 우리 주변에 흔히 있는 식물입니다. 관심을 갖지 않으면 보이지 않습니다. 그냥 "잡초다"라고 말하는 게 대부분입니다.

일반적으로 외래 식물은 자생식물과 어울려서 잘 살아가는 식물도 있고, 생태계교란종과 같이 우리의 자생식물이 생태적으로 안정된 곳에 침입하여 해를 끼치는 식물도 있습니다.

외래생물(식물)에 대한 정밀 조사 및 생태계교란생물 모니터링, 외래식물 전국 서식실태 조사를 통해 국내에 들어온 외래생물(식물)에 대한 기반적인 연구를 수행하고 있으며, 이를 토대로 외래생물(식물)과 자생식물이 모두 더불어 살아갈 수 있는 효과적인 관리방안 만들 수 있도록 노력하겠습니다



### 우리나라 민들레 구분하는 법

#### ● 우리나라 민들레 찾기



왼쪽으로부터 민들레, 서양민들레, 흰민들레입니다.  
토종(민들레, 흰민들레)은 날개의 꽃이 60~80개 정도 서양민들레는 200개 이상



왼쪽이 민들레, 오른쪽은 서양민들레개화주(꽃대)가 많은 것이 서양민들레



국화와 식물들은 수십, 수백 개의 꽃이 모여 핀다.그 수많은 꽃을 받치고 있는 꽃받침을 총포라 하는데 민들레는 총포가 위를 향하여 감싸고 있지만 서양민들레는 아래쪽으로 젖혀져 있다.



씨가 날아가고 난 자리를 보면 꽃을 피운 자국이 남아있는데 토종민들레는 성기고, 서양민들레는 조밀하다.

\* 프로그램 진행 중 유의사항 - 총포를 관찰하는 과정에서 민들레 꽃대를 꺾거나 하지 않고 그대로 보존한 상태에서 관찰할 수 있도록 한다.





## 우리나라 민들레를 찾아라!

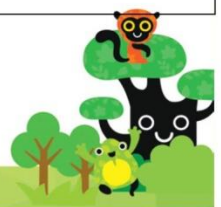
조 사 일	년	월	일	이 름	
장 소				팀 명	

### 1. 활동 기록지 작성

우리나라 민들레		서양 민들레 발견 횟수	
발견 횟수		발견 횟수	
개화주(꽃대) 수		개화주(꽃대) 수	
특이점		특이점	

### 2. 차이점이 명확히 보일 수 있도록 세밀하게 그림을 그려보세요.

모습의 차이 그리기	





메모

