

제3회

해양생물 탐구대회



행사장소

국립해양생물자원관

접수방법

온라인 홈페이지 study.mabik.re.kr

참가대상

해양생물에 관심이 있는
전국 초·중·고등학생(3-4명)
+지도교사(1명)

시상/상금

총 상금
1,200만원

구 분	계	해양수산부장관상	국립해양생물자원관장상		
		대상	최우수상	우수상	장려상
시상규모	60점	총 6점 - 초·중·고 각 1팀 - 지도교사 각 1명	총 6점 - 초·중·고 각 1팀 - 지도교사 각 1명	총 12점 - 초·중·고 각 2팀 - 지도교사 각 1명	총 36점 - 초·중·고 각 6팀 - 지도교사 각 1명
상금규모	1,200만원	- 80만원 - 50만원	- 50만원 - 30만원	- 30만원 - 20만원	- 10만원 - 5만원

접수기간

2018. 5. 8.(화) - 5. 16.(수)

문의처

해양생물 탐구대회 운영사무국 Tel. 070-7039-4313 E-mail. mabikstudy@mabik.re.kr

국립해양생물자원관 제3회 해양생물 탐구대회 개요

| 목적

- 청소년들이 해양생물을 창의적으로 탐구할 수 있는 계기를 통하여 해양생물에 대한 관심 확대
- 전국의 청소년들을 대상으로 해양생물 탐구대회 개최를 통한 해양생물교육 선도 기관으로서의 자원관 역할 강화

| 탐구대회 주관사

- 대회명 : 국립해양생물자원관 제3회 해양생물 탐구대회
- 주최/주관 : 국립해양생물자원관
- 후원 : 해양수산부, 교육부

| 접수 내역

- 최종 접수팀 : 전국 초·중·고 106팀
- 본선 진출팀 : 전국 초·중·고 30팀

| 시상내역

구 분	계	해양수산부장관상	국립해양생물자원관장상		
		대상	최우수상	우수상	장려상
시상규모	60점	총 6점 - 초·중·고 각 1팀 - 지도교사 각 1명	총 6점 - 초·중·고 각 1팀 - 지도교사 각 1명	총 12점 - 초·중·고 각 2팀 - 지도교사 각 1명	총 36점 - 초·중·고 각 6팀 - 지도교사 각 1명
상금규모	1,200만원	- 80만원 - 50만원	- 50만원 - 30만원	- 30만원 - 20만원	- 10만원 - 5만원

| 진행과정

- 탐구계획서 접수 : 2018. 5. 8.(화) ~ 5. 16.(수)
- 예선심사 : 2018. 5. 24.(목)
- 본선 중간심사 : 2018. 7. 26.(목)
- 본선 발표심사 : 2018. 9. 15.(토)

목차

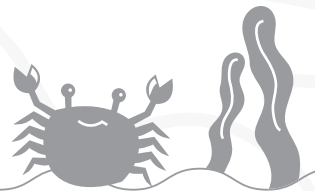
 초등부 수상작	005
초등부 수상팀 명단	006
최종보고서	007
 중등부 수상작	163
중등부 수상팀 명단	164
최종보고서	165
 고등부 수상작	305
고등부 수상팀 명단	306
최종보고서	307

※ 본 자료는 국립해양생물자원관 홈페이지(www.mabik.re.kr) > 교육참가 > 교육프로그램 > 해양생물 탐구대회에서 내려받을 수 있습니다.





초등부 수상작



초등부 수상팀 명단

구 분		팀 명	학 교
해양수산부 장관상	대상 (1팀)	패류탐사대	거제초등학교
국립해양생물 자원관장상	최우수상 (1팀)	모래구슬삼총사	대전반석초등학교
	우수상 (2팀)	아라바라기	교방초등학교
		오션 세이버	내정초등학교, 성남정자초등학교, 낙생초등학교, 불정초등학교
	장려상 (6팀)	순천만 생태 탐험대	순천이수초등학교
		오션 어벤저스	서울상암초등학교
		기벌포 마린보이	서남초등학교
		해양생물 파이브-원	대구칠곡초등학교
		상도야! 갯벌가자	상도초등학교
관평 아라누리	대전관평초등학교		

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	패류탐사대		
학생명	안재민, 전재광, 김여진, 김주은	학교	거제초등학교
지도교사명	서정은	학교	거제초등학교

항목	내용
탐구주제	거제도 패각류 도감 만들기
탐구기간	○2017년 3월 - 2018년 7월(채집 및 수집, 분류 동정 및 탐구분석) ○2018년 7월 - 9월(채집 및 동정분류 된 자료 데이터화)
탐구목적	○거제도 패각류 도감 만들기(거제도 연안 패각류 분포 현황 정리) ○주위 환경이 패각류에 미치는 영향 정리
탐구내용	○탐구방법 ① 거제도 해안가 19곳을 정점화하여 패각을 수집한다. ② 조사권에 대한 현장 생태조사와 분포를 기록한다. ③ 수집된 패각의 불순물을 제거하고 건조한다. ④ 패각의 특징이나 나뭇의 모양에 따라 분류 동정한다. ⑤ 패각의 특징을 기록하고 분포지역의 특성을 분석한다. ○탐구내용 ① 거제도 해안가의 패각류 분포 내용 탐구(왜 이렇게 분포할까?) ② 패각류 교육·홍보프로그램 제작(친구들에게 어떻게 알려줄까?)
탐구결과	○패각류의 전반적인 내용: 거제 연안 19곳을 정점화하고 채집 및 동정분류를 진행한 결과 우리가 흔히 볼 수 있는 패각류의 전반적인 내용을 학습할 수 있었다. ○연안 형질에 따른 패각류 분포: 형질이 사질, 니질, 역질에 따라 패각류 분포 현황이 다름을 확인했다. ○교육·홍보 프로그램 제작: 동아리원들이 탐구한 내용을 주변 사람들에게 알릴 수 있는 방안을 마련했다.
결론 및 의의	본 탐구를 통해 패각류의 전반적인 내용을 알 수 있었다. 이는 생물의 다양성을 학습하는데 용이했으며, 특히 해양생태계 자원이 풍부한 우리나라에서 흥미롭고 유익한 탐구 과정이었다. 또한 데이터화한 자료를 연안형질이라는 기준을 세워 비교하였을 때 밀של물에 의한 패각류 분포현황이 달라짐을 알 수 있었다.





탐구 주제	거제도 패각류 도감 만들기
팀명	패류탐사대

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 어떻게 우리 마을 조개가 변하니?!
- 옆에 마을 조개랑 우리 마을 조개랑 어떻게 다를까?
 - 해양탐구동아리 친구들과 패각류 모니터링을 할 때였다. 재광이와 재민이가 큰소리로 물어봤다. “예전엔 커다란 떡조개가 많이 보였는데, 요즘 안보이네. 우리 마을 해변가가 변했어.”, “여진아! 옆에 마을 몽돌해수욕장 갔는데 거긴 조개가 다 깨져서 아프던데... 우리 마을 조개는 왜 안깨져있고 건강한지 알아?” 두 친구의 질문에서 궁금증이 생겼다. 왜 우리 마을 조개가 변했을까?, 거제도에 어떤 조개들이 있을까?



○ 탐구 목적

- 거제도 패각류 도감 만들기
 - 거제도 각 구역별로 패각류 채집활동과 분류동정활동을 통해 거제도 연안의 패각류 분포 현황을 정리한다.
- 주위환경이 패각류에 미치는 영향 알아보기
 - 연안 형질(사질, 니질, 역질)에 따른 패각류 분포 현황을 조사·분석한다.
- 패각류 교육·홍보 프로그램 제작하기
 - 동아리원들이 탐구한 내용을 토대로 패각류를 다른 사람들에게 알리기 위한 프로그램을 제작한다.



초등부

기본형	제작 (1차)			
	해안가 대표 30종 분류·선별(2018.6.29.)			
심화형	제작 (2차)			
	오류사항 수정 및 표본 이름표 제작(2018.7.7.)			

심화형			
	종속명 기준 표본 50종 구성(2018.7.11.)		

- 주위환경이 패각류에 미치는 영향 알아보기(연안 형질에 따른 패각류 분포)
 - 연안 형질에 따른 패각류 분포: 채집 및 동정분류가 완료되고 추출되어진 데이터를 통해 주위환경과 패각류의 관계성을 살펴본다. 데이터를 연안 형질이라는 기준으로 정렬하여 각 형질에 따른 패각류가 어떤 식으로 분포되는지 탐구한다.

..... <표 2> 역질 해안가 생태조사 메모 중 패각류 분포와 관련된 특성 추출

해안가	특성
 농소몽돌 해변	몽돌해수욕장이며 몽돌크기가 작다 깨진 두꺼운 조개가 많다 위쪽에 멀리있는 곳이 오히려 큰 패각류 존재 (기록_2017.10.07.)
 두모몽돌해수욕장	몽돌이라 패류가 많이 없다. 있어도 조그마한 것들이다. 이어서 대금항이 나온다 ■ 대금항(니질) 갯벌수준으로 모래가 짙으며, 큰 조개가 진흙에 박혀있다 반패각보다 완패각이 존재한다. (기록_2017.9.26.)

 <p>망치몽돌해수욕장</p>	<p>학동보다 돌들이 크다 패류 양이 적고 그나마 굴껍질이 존재한다 바다쪽보다는 위쪽 계단쪽에 분포 (기록_2017.9.17.)</p>
 <p>여차몽돌해수욕장</p>	<p>왼쪽몽돌은 작은크기 소 오른쪽몽돌은 중에서 대 왼쪽에 패류 분포 (기록_2017.9.17.)</p>
 <p>함목몽돌해수욕장</p>	<p>몽돌크기 소(망치 대, 학동 중) 작은 종류의 패류가 많이 존재한다. (기록_2017.9.17.)</p>

· 과학관 및 박물관 견학: 주위환경이 패각류에 미치는 영향을 알아보기 위해 통영수산과학관과 거제조선해양박물관을 견학하였다. 통영수산과학관(화석 및 어패류 전시실)에서는 우리나라와 아열대 바다의 다양한 패류, 산호 및 지구 생명의 역사를 간직하고 있는 화석을 전시하고 있다. 거제조선해양박물관에서는 거제 패류의 형태와 특성을 전시하며 소개하고 있다. 본 견학활동을 통해 기존 동정분류 활동 중에 잘 알지 못했던 패각류 종들의 이름과 특성을 알게 되었으며, 주위 환경의 변화(오염 등)에 따라 어패류에게 어떤 영향으로 다가오는지 탐구할 수 있었다. 해양의 미래, 바다환경의 중요성 등을 영상모니터, 특수미러와 대형그래픽, 디오라마를 통해 학습하였다.



통영수산과학관 견학(2018.8.18.)



거제조선해양박물관 견학(2018.8.21.)

- 교육·홍보 프로그램 제작하기
 - 탐구한 내용을 알리기 위한 프로그램을 제작하였다. 제작방법은 ‘어플리케이션’ 과 ‘게임 세트’ 2가지이다.

<표 4> 교육·홍보 프로그램 내용 및 특성

구분	내용	특성
	 <p>1단계 ◀ 그림-그림</p> <p>2단계 ◀ 그림-이름</p> <p>3단계 ◀ 그림-설명</p> <p>4단계 ◀ 이름-설명</p>	<p>· 메모리얼 카드 갯벌 생물의 실사가 그려진 카드로 뒤집기를 통해 짝이 맞으면 점수를 획득하는 형식임. 1단계는 그림-그림, 2단계는 그림-이름, 3단계는 그림-설명, 4단계는 이름-설명으로 구성되어짐.</p>
<p>게임 세트</p>		<p>· 갯벌 퍼즐 판 퍼즐, 슬라이딩 퍼즐 형태로 사진 및 그림을 완성함.</p>



		<ul style="list-style-type: none"> · 외치go 종치go 상대방과 나 자신의 카드 속 생물의 개수가 5개가 되면 해당 생물의 이름을 외치면서 종을 치면 점수를 획득함.
		<ul style="list-style-type: none"> · 나는야 갯벌왕! 주사위를 굴러 보드판 위의 갯벌 생물들을 수집함. 게임 조작을 통해 생물들의 이름과 특성을 학습할 수 있음.
		<ul style="list-style-type: none"> · 각 게임 자료는 QR코드가 있어 E어플리케이션과 연동이 되므로 게임과 학습의 유기적인 연결이 가능함.
<p>어플리케이션</p>	<p>갯벌이란? 갯벌은 바닷물이 하안가로 밀려올 때 바닷물과 담이 있으나 바닷물이 빠져 나가는 썰물 때에는 육지로 변하는 곳을 말합니다. 따라서 친수이든 모래, 자갈이든 간에 맞물, 썰물에 의해 바다가 되었다가 육지가 되는 곳을 뜻합니다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 갯벌의 의미, 갯벌의 특성을 학습할 수 있으며 갯벌탐사의 준비물 및 절차에 대한 내용이 포함됨. · 갯벌 생물에 대한 내용이 도감형태로 수록되어 있으며, 표본함과 게임 세트 속 QR코드와 연동이 됨.
	<p>1. 어떤 생물의 패각입니다. 사진 속 패각의 이름은 무엇인가요? 비단고둥 처녀고둥</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 퀴즈 문항을 풀면서 앞서 배운 갯벌 생태에 대한 내용을 학습함. · 갯벌 탐사를 하면서 바로 앱을 이용하여 탐구일지를 작성할 수 있도록 '탐구일지' 메뉴 구성함.

○ 방법

- 조사 지역

· 본 탐구는 해수욕장 및 해안가 19곳 정점화, 위치 및 주소 기준으로 9개 권역

분할하여 조사를 진행했다. 권역 내 그룹별로 6주 간격으로 현장을 조사하고 패각의 채집 및 분포 분류를 진행하고 있다. 중요 조사 지점은 아래와 같다.



[그림 1] 권역별 조사 정점

초등부

<표 5> 권역별 조사 지역

장소		그룹	주소	환경
A 권역	1	㉠	장목면 구영리	● 모래
	2		장목면 농소리	● 몽돌
	3	㉡	장목면 관포리	● 몽돌
	4		장목면 구영리	● 모래
B 권역	1	㉠	하청면 어온리	● 모래
	2	㉡	하청면 연구리	● 모래
C 권역	1	㉠	사등면 성포리	● 모래
	2	㉡	사등면 사곡리	● 모래
D 권역	1	㉠	동부면 가배리	● 모래
	2	㉡	거제면 오수리	● 모래
E 권역	1	㉠	남부면 저구리	● 모래
	2		남부면 다포리	● 몽돌
	3	㉡	동부면 학동리	● 몽돌
	4		남부면 갈곶리	● 몽돌
F 권역	1	㉠	일운면 구조라리	● 모래
	2		일운면 망치리	● 몽돌
	3	㉡	일운면 와현리	● 모래
G 권역	1	㉡	옥포2동 덕포리	● 모래
	2	㉠	장목면 시방리	● 모래

- 조사 기간

- 2017년 3월 - 2018년 7월(채집 및 수집, 분류 동정 및 탐구 분석)
- 2018년 7월 - 9월(채집 및 동정분류가 완료된 자료를 데이터화)

- 탐구 방법

- ① 9개 권역 내 그룹별 순환 조사를 실시하여 패각을 수집한다.
- ② 조사권에 대한 현장 생태조사와 분포를 기록한다.
- ③ 수집된 패각의 불순물을 제거하고 건조한다.
- ④ 패각의 특징이나 나뉠의 모양에 따라 분류 동정한다.
- ⑤ 패각의 특징을 기록하고 분포지역의 특성을 분석한다.



[그림· 2]· 채집· 및· 분류· 조사

○ 결과

- 거제도 패각류 채집 자료 데이터화
 - 2017년 3월부터 진행된 패류 모니터링 자료들을 ‘데이터화’ 작업 마무리하였다. 데이터화의 형태에 있어서는 표본함, 도감, 사진자료, 영상자료 등이다.
- 패각류 전반적인 내용 탐구
 - 동정분류 활동을 통해 패각류의 전반적인 내용을 탐구하였다. 넓은 범위의 패각류 명칭들은 학습이 진행되었고, 패류의 단순 외형을 보고 종속명 또는 과명을 연결 짓는 수준이 되었다.
- 생물과 주위환경의 연결성 탐구
 - 탐구 이전에는 해안가에 사는 생물과 해안가 주변환경을 연결지어 생각하지 못했다. 그러나 탐구가 진행되면서 해안가 생물이 왜 이런 모습을 띄고, 옆동네 해안가 생물과 모습이 다른지 추측하며 탐구하는 자세가 길러졌다.
- 해양생태에 대한 교육적 관심
 - 다소 멀게만 느껴지고 딱딱하게 다가왔던 해양생태에서의 흥미를 찾았다. 일례로 급식소나 식당에서 나오는 조개, 고둥을 보고 이름을 알면서 기뻐하였다. 또한 본 탐구를 넘어서 패각류가 살고 있는 ‘갯벌’이라는 장소에 대한 궁금증도 생겼다.



○ 팀원의 담당 역할

- 팀원 주역할 및 실천시기

역할	실천시기						주역할			
	2017		2018				재민	재광	여진	주은
	3~8	9~2	3~5	6	7	8				
채집 및 생태조사(1회차)	√						○	○		
채집 및 생태조사(2회차)		√							○	○
채집 및 생태조사(3회차)			√				○	○	○	○
자료조사 및 분류동정				√	√		○	○		
거제 패류도감 제작					√	√			○	○
탐구수행계획서 작성			√				○	○		
탐구일지 작성				√	√	√			○	○
보고서 작성				√	√	√	○	○		
발표 준비						√	○	○	○	○

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 거제도 패각류 분포 현황 정리
 - 거제도 각 구역별로 패각류 채집활동과 분류동정활동을 통해 거제도 연안의 패각류 분포 현황을 정리하였다.
 - 각 연안별로 우점종 및 중수, 발견된 개체 종의 목록을 데이터화하였다. 패류 종의 수가 가장 적게 발견된 곳은 옥계해수욕장(B2) 5종이었으며, 가장 많이 발견된 곳은 망치몽돌해수욕장(F2) 27종이었다.
- 주위환경이 패각류에 미치는 영향 확인
 - 연안 형질(사질, 니질, 역질)에 따른 패각류 분포 현황을 조사·분석하였다.
 - 자갈이 분포한 역질의 해안가에서는 밀של물과의 마찰에 의해 패류 개체종이 적었다. 특히 자갈의 크기가 클수록 대체적으로 패류 개체종이 적어졌다. 따라서 ‘형질의 형태크기와 패류 분포’가 반비례함을 알 수 있다.
 - 밀של물이 강해 조차가 큰 해안 지역일수록 패류 개체종이 적었다.
- 패각류 교육·홍보 프로그램 제작하기
 - 동아리원들이 탐구한 내용을 토대로 패각류를 다른 사람들에게 알리기 위한 프로그램을 제작하였다.
 - 본 탐구 내용을 2가지 방안(앱, 게임)으로 제작하여 주변 친구들에게 홍보하였

다. 해양교육 및 패류에 대해 다소 거부감을 갖고 있던 친구들도 마음을 열기 시작했다. 신비한 해양생태에 대한 교육프로그램의 필요성을 느끼게 되었다.

○ 의의(기대효과)

- 거제도는 257.1km 길이의 해안선을 가지면서 서부 해안과 동부 해안의 내해·외해적 모습의 차이를 띤다. 또한 니질, 사질, 역질 등과 같이 해안가 생태 형태도 다채롭다. 따라서 이러한 해양생태계 특성이 풍부한 거제 지역 내에서 패류 개체군 분포를 탐구함으로써 다음과 같은 성과를 기대할 수 있다.
 - 거제지역 내의 패각류 분포 현황 정리를 통해 해양생태 기초자료로서의 활용을 기대할 수 있다.
 - 장기적인 패류 모니터링을 통해 해양생태 자원들의 주변 환경 변화에 따른 개체군변동을 확인한다. 이는 자연과 개발의 공존을 모색하는 시대에 자연친화적 개발 방안의 한 토대를 마련한다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

-자료의 방대화

- 거제 연안 19곳을 정점화하여 패각류 채집 및 동정분류를 실시한 결과 자료의 양이 너무 많았다. 동정분류 및 자료조사를 실시하면서 어디까지 프로젝트가 실행되고 있는지 가늠이 되지 않았으며, 꾸준히 해도 남아있는 조개더미에 의지가 떨어지기도 했다. 또한 반복된 패각 동정과 자료 데이터화에 동아리원들은 초반의 흥미로움은 사라지고 심신은 지쳐갔다. 따라서 우리는 해양동아리 긴급회의를 실시하였고, 회의 결과 지금까지 진행된 데이터로 ‘패각류 표본함 제작’, ‘홍보 프로그램 제작’이라는 단기 목표들을 재설정하여 기분전환을 해보기로 하였다. 프로젝트를 진행하면서 알게 된 패각류 이름과 특성을 활용하여 우리만의 표본함, 프로그램을 제작하였는데 이는 동아리원들의 흥미와 의욕을 다시 불태우는 계기가 되었다.

○ 알게 된 점

-패각류의 전반적인 내용

- 거제 연안 19곳을 정점화하고 채집 및 동정분류를 진행한 결과 우리가 흔히 볼 수 있는 패각류의 전반적인 내용을 학습할 수 있었다. 보통 정점 1곳당 2~3회의 동정분류 활동이 행해지는데, 이 때 획득한 지식으로 웬만한 패각류는 육안으로 동정이 가능해졌다. 물론 세세한 종속 분류는 불가능하지만 대충 어느 과에 속할 것이라든 추측이 가능해졌다. 예를 들어 아무 생각 없이 먹던 바지락칼국수가 진짜 바지락인지 관심을 가지게 되었으며, 엄마가 해주시던 봉골레파스타에 조개가 무엇인지 구분이 가능해졌고, 아빠가 간식으로 드시던 땡가리가 갯고

등과라는 것을 알게 되었다.



-연안 형질에 따른 패각류 분포

- 해안가의 형질이 사니질인지 역질인지에 따라 패각류의 분포가 다르다는 것을 알게 되었다. 비교적 자갈의 분포가 많은 역질에서는 패류의 개체수가 적었으며, 자갈의 크기가 큰 몽돌해수욕장에서는 패류의 모습을 쉽게 찾을 수 없었다. 겨우 발견할 수 있었던 개체군은 소형 고동류나 깨져있는 두꺼운 조개 파편들이었다. 그러나 사니질의 형태를 띄는 해안에서는 중형에서 대형에 이르는 패류를 발견할 수 있었고, 얇은 조개들도 부서진 형태가 아니라 완각의 형태를 띄고 있었다. 이는 밀물·썰물에 의해 패류가 움직이게 되면서 자갈과 같은 역질에 부딪히게 되는데, 이 때 두꺼운 조개 파편과 소형 고동류만 살아남고 나머지 패류들은 더욱 잘게 부서진 것으로 추측한다.

○ 기타

- ‘2011년 명사해안에서 채집한 패각과 2017년에서 2018년까지 채집한 명사해변 패각을 비교·분석’에 관한 탐구내용 수정
- 명사해안 주변 지역의 공사 및 건설로 인해 해양생태가 변했을 것이며, 그에 따른 패각류 분포 현황의 변화가 있을 것이라 추측하여, 2011년 채집한 명사해안의 패각과 2017-2018년 모니터링 패각과 비교해봤으나 유의미한 차별점을 알아내지 못했다. 그 이유에 대해서는 여러 가지가 있겠지만, 일단은 패각류에 관련된 전문적인 지식이 아직 부족한 상태이기에 차별점이 있으나 확인하지 못했을 수도 있으며, 실제로 아직까지는 두 년도 사이에 큰 변화가 없었을 것으로 추정된다. 따라서 앞으로 명사해안 모니터링을 지속적으로 실시하고 탐구하여 해양생태 변화를 알아보려한다.

5. 참고문헌

- 민덕기·이준상·고동범·제종길 (2004), 『한국패류도감』, 도서출판한글
- 홍성윤 외 23인 (2006), 『한국해양무척추동물도감』, 아카데미서적
- 김종문 (2000), 『살아 있는 갯벌을 만나다! 갯벌탐사도감』, (주)예림당
- 마쓰오카 다스히데 (2000), 『바닷가도감』, 진선출판사
- 이혜영 (2004), 『갯벌 무슨 일이 일어나고 있을까?』, (주)사계절출판사
- 김철중, 「가막만 살조개의 서식환경과 분포특성」

- 김학배, 「나팔고등의 서식지환경 및 형태학적 특징」
- 홍승현, 「충남 연안 키조개의 분포 및 생태」
- 정상원, 「반동초 어린이들의 안목섬 고등 이야기」, (경상남도교육연구정보원)
- 이주·이채성·김수경·김완기·조규태, 「민들조개 방류지역의 민들조개 개체군 분포 분석」, (한국환경과학회지)
- 강주현·이승우·조상만, 「해역별 굴 패각의 특성비교」, (한국패류학회지)
- 신현준, 「한국의 거제도에 서식하는 기수갈고등(*Cliton retropictus*)의 생태학적 및 행동에 관한 연구」, (제56회 경남과학전람회)
- 변영호, 「흙손으로 만드는 어린이 생태 지혜도감 활동」
- 이태호·박훈영·김성수, 「거제도 저구, 명사, 대포 3항 연안의 어류군집 비교분석 및 복섬(*Takifugu niphobles*)의 생태변화에 관한 연구」, (제54회 경남과학전람회)
- 변영호·최규태·박훈구·원진안, 「거제도 담수어류상과 분포상의 특징 탐구」, (제55회 경남과학전람회)

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	모래구슬삼총사		
학생명	김나영, 김서준, 최성도	학교	대전반석초등학교
지도교사명	박소희	학교	대전반석초등학교

항목	내용
탐구주제	모래경단을 빛는 엽낭게 탐구와 스마트 학습 콘텐츠 개발
탐구기간	2018년 05월 25일 ~ 2018년 08월 30일
탐구목적	○모래갯벌에 사는 엽낭게의 생태와 모래경단을 만드는 엽낭게의 환경정화 능력에 대해 탐구한 결과를 바탕으로 엽낭게와 갯벌에 관한 스마트학습콘텐츠를 개발하여 해양 생물에 관심이 없는 친구들에게 보다 쉽고 친근하게 해양 생물 정보를 알려준다.
탐구내용	○엽낭게의 생태를 탐구하기 - 엽낭게의 개체수 조사, 엽낭게의 무게와 길이 조사, 엽낭게의 집과 모래경단의 크기 측정, 다리고막 호흡 조사 ○엽낭게의 갯벌정화 능력을 탐구 - 모래와 모래경단 성분 분석 ○스크래치를 활용하여 엽낭게와 갯벌에 관한 스마트학습콘텐츠를 개발
탐구결과	○천리포 모래갯벌에 사는 엽낭게의 단위 면적 당 개체수를 조사하여 총면적의 대략적인 개체수를 예상할 수 있었다. ○엽낭게는 작고 가벼웠으며 모래경단의 크기는 주변 모래구멍의 크기와 깊이에 비례했다. ○엽낭게 관찰을 통해 집게다리를 제외한 나머지 8개의 다리에 다리고막이 있고 제1걸는다리의 다리고막이 가장 크다는 점을 알 수 있었다. ○엽낭게가 만든 모래경단과 모래의 유기 물질 분석 실험 자문을 통해 엽낭게가 모래갯벌에 있는 유기물을 먹어 갯벌을 정화한다는 사실을 확인하였다. ○탐구 활동에서 배운 내용을 활용하여 ‘갯벌 퀴즈’와 ‘마이크랩(엽낭게의 생태)’이라는 스마트 학습 콘텐츠를 개발하였다.
결론 및 의의	○엽낭게는 모래갯벌에 가면 흔히 볼 수 있는 해양 생물로, 이번 탐구를 통해 엽낭게의 생태를 알아보고 다리고막으로 호흡하며 모래 경단을 만드는 과정에서 갯벌 정화에 도움을 주는 신기한 생물이라는 것을 알게 되었다. ○스크래치를 이용해 만든 스마트 학습 콘텐츠는 다른 학생들에게 엽낭게의 생태와 갯벌에 대한 정보를 재미있게 학습하는데 도움을 줄 수 있다.



탐구 주제	모래경단을 빛는 엽낭게 탐구와 스마트 학습 콘텐츠 개발
팀명	모래구슬 삼총사

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구동기

- 친구들 가족과 함께 가게 된 천리포의 갯벌에는 여러 가지 조개들이 있었고 아주 작은 게들이 바쁘게 움직이고 있었다. 신기하게도 그 게들이 움직이는 곳에 동글동글한 모래뭉치가 있었다. 이게 뭘까? 누가 만들었을까? 하고 궁금했다. 돌아와 친구들과 함께 찾아보니 모래경단을 만든 주인공이 엽낭게라는 사실을 알게 되었다. 엽낭게에 관한 책을 좀 더 찾아보니 모래경단을 만드는 과정이 신기하고 이러한 활동으로 갯벌이 정화된다는 사실도 알게 되었다. 우리는 ‘천리포 해안에 얼마나 많은 엽낭게가 살고 있는지, 어떻게 살아가는지, 호흡은 어떻게 하는지’ 등 추가로 궁금한 것이 많아져서 ‘신기하고 재미있는 엽낭게 탐구’에 도전하게 되었다.

○ 탐구목적

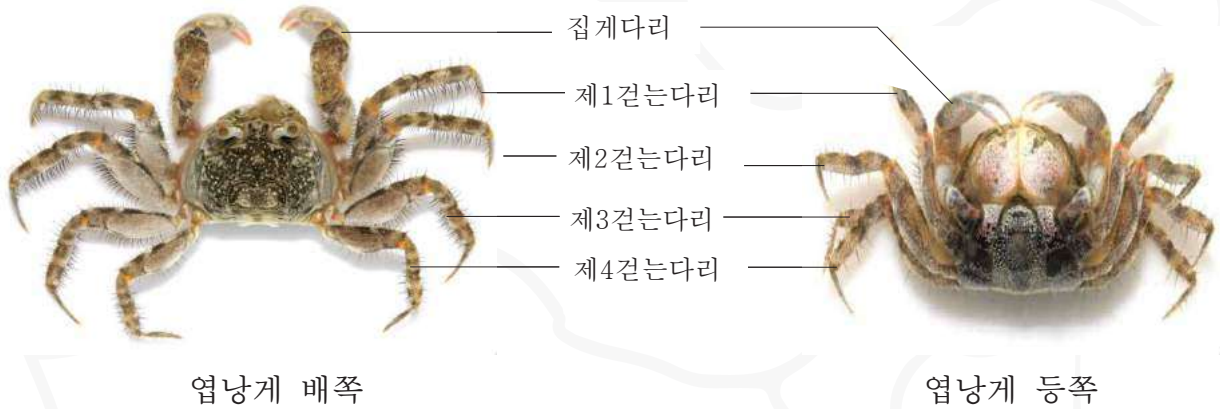
- 첫째, 다양한 방법으로 엽낭게의 생태를 파악한다.
- 둘째, 모래경단을 분석하여 엽낭게의 환경정화 능력을 조사한다.
- 셋째, 모래갯벌의 생태와 엽낭게에 대한 탐구 결과를 활용하여 스마트 학습 콘텐츠를 개발한다.

○ 사전 조사

- 가. 엽낭게의 분류
 - 학명 *Scopimera globosa*, De Haan 1835
 - 생물학적 분류
 - 계 : 동물계(Animalia)
 - 문 : 절지동물문(Arthropoda)
 - 강 : 갑각강(Crustacea)
 - 목 : 십각목(Decapoda)
 - 과 : 달랑게과(Ocypodidae)
 - 크기 : 갑각길이 8~11 mm, 갑각너비 11~14 mm
 - 생식 : 난생
 - 서식장소 : 조간대 모래톱

- 나. 엽낭게의 구조와 특징

· 엽낭게 구조



엽낭게 배쪽

엽낭게 등쪽

(사진 출처: 네이버블로그)

(그림 1) 엽낭게의 구조

· 특징

‘작은 주머니’ 라는 뜻으로 엽낭게라고 부른다. 모래를 먹고 모래에 붙은 플랑크톤이나 유기물을 걸러 먹은 후 나머지는 동그랗게 뭉쳐서 뱉어 낸 것이 모래경단이다. 이 과정에서 모래의 유기 물질이 제거되어 갯벌을 정화하는 역할을 한다.

- 다. 갯벌의 종류와 조간대

· 갯벌의 종류

	퇴적물의 종류	갑각류
펄갯벌	곱고 미끈한 입자가 작은 진흙.	칠게, 농게, 세스랑게 등
혼합갯벌	펄, 모래, 작은 돌 등	무늬발게, 풀게, 민꽃게 등
모래갯벌	모래	엽낭게, 달랑게, 범게 등

· 조간대

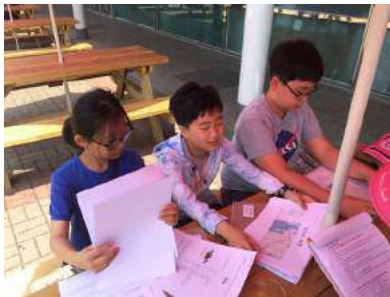
조간대는 해안에서 해수면이 가장 높아졌을 때(만조, 밀물)의 경계선과 해수면이 가장 낮아졌을 때(간조, 썰물)의 경계선 사이의 부분을 말한다. 해양 생태계 중에서 생물종이 가장 풍부하다.

2. 탐구 내용 및 결과

- 가. 엽낭게 생태 탐구

탐구1	천리포 모래갯벌에 살고 있는 엽낭게 개체수 조사
-----	----------------------------

- 내 용 : 천리포 모래갯벌에 분포하고 있는 엽낭게의 개체수를 조사한다.
- 준비물: 줄자, 삽, 플라스틱 체, 막대(약 20 cm, 4개), 돋보기
- 방 법
 - ① 천리포 모래갯벌에서 구멍의 개수가 다른 세 구역을 정한다.
 - ② 가로, 세로 각 50 cm, 깊이 20 cm로 모래를 파내어 큰 채반에 담는다.
 - ③ 모래 채반을 바닷물로 이동하여 채반을 흔들어 모래를 제거한다.
 - ④ 채반에 남은 갑각류를 분류하고 그 중 엽낭게의 개체수를 구한다.
 - ⑤ 개체수를 조사한 후 평균을 구한다.
 - ⑥ 실측지도를 활용하여 조간대 면적을 구하고 천리포에 분포하는 엽낭게의 개체수를 어림한다.



· 결 과

가) 개체수 구하기(가로×세로×깊이: 50×50×20 cm)

[표1] 개의 개체

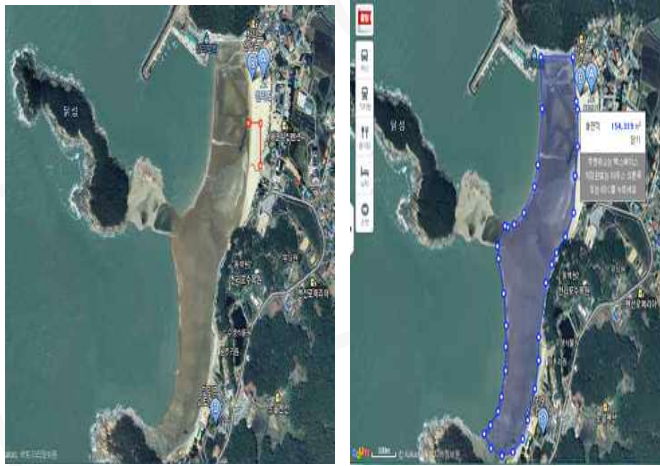
(단위: 마리)

종류 구역	엽낭게					방게	소라게	합계
	큰 게	중간 게	작은 게	합계	평균			
1구역	0	5	23	28	28.7	0	0	28
2구역	3	4	4	11		0	0	11
3구역	10	15	22	47		3	5	55

※ 바다 쪽에 가까운 순서: 2구역 → 1구역 → 3구역



나) 개체수 어림하기 - 위성사진과 계산식



▣ 엽낭계 평균 개체수 구하기

- 평균 개체수: 28.7 마리/0.25 m²
- 1 m² 당 개체수: 114.7마리
- 조간대 면적이 154.319 m² 이므로 약 17,700,389 마리가 사는 것으로 추정할 수 있다.

조간대 : 154.319 m²

(사진 출처: 다음지도)

탐구2 엽낭계의 무게와 길이 조사

· 내 용

엽낭계의 무게, 몸통둘레, 제1 걷는다리의 길이를 측정하고 비교·분석한다.

· 준비물: 전자저울, 핀셋, 투명한 플라스틱 컵, 실, 자

· 방 법

가) 무게 측정

- ① 핀셋으로 엽낭계를 집어 물에 씻고(모래제거) 휴지로 물기를 닦는다.
- ② 투명한 플라스틱 컵을 전자저울에 올려놓고 영점을 맞춘다.
- ③ 투명한 플라스틱 컵에 엽낭계를 넣어 저울의 눈금을 읽는다.

나) 몸통 둘레 측정

- ① 핀셋으로 엽낭계를 잡고 다른 사람이 엽낭계 몸통에 실을 두른다.
- ② 엽낭계 몸통에 둘러진 실 길이를 자로 잰다.



· 결 과

가) 무게 측정

[표2] 엽낭게 무게 측정

(단위: g)

크기	무게					평균
	1회	2회	3회	4회	5회	
작은 게	10마리에 0.7					0.07
중간 게	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.44
큰 게	1.3	1.5	1.1	0.8	0.9	1.12

나) 몸통 둘레와 다리 길이 측정

[표3] 몸통 둘레와 다리 길이

(단위: cm)

	몸통 둘레				제1걷는다리 길이			
	1회	2회	3회	평균	1회	2회	3회	평균
작은 게	0.5	0.4	0.5	0.47	0.4	0.5	0.6	0.45
중간 게	0.9	1.0	0.8	0.90	1.0	1.4	1.2	1.20
큰 게	1.2	1.3	1.3	1.27	2.3	2.3	2.2	2.30

탐구3	엽낭게의 집과 모래경단의 크기 측정
-----	---------------------

· 내 용

엽낭게 집 입구의 지름과 깊이, 모래경단의 지름을 측정하여 비교·분석한다.

· 준비물 : 자, 가는 막대기(20 cm 내외)

· 방 법

가) 엽낭게 집 입구의 지름과 구멍 깊이 측정

- ① 모래갯벌에서 작은 구멍, 중간 구멍, 큰 구멍을 찾는다.
- ② 구멍에 자를 대어 지름을 측정한다.
- ③ 길고 가는 막대를 구멍 속에 넣었다(힘을 주어 밀어 넣으면 구멍보다 모래 속으로 들어가므로 부드럽게 집어 넣는다).
- ④ 지표와 닿는 지점을 막대에 펜으로 표시한 후 다시 길이를 잰다.

나) 모래경단 지름

- ① 경단의 긴 부분에 자를 대고 길이를 잰다. 이때, 경단이 잘 부서지므로 조심하여 측정한다.
- ② 경단의 크기에 따라 분류하여 측정한다.



· 결 과

가) 구멍 지름과 깊이

[표 4] 엽낭게 집 입구의 지름 (단위: cm)

구분 \ 횟수	1회	2회	3회	평균	비고
작은 구멍	0.3	0.4	0.3	0.33	0.3~0.4
중간 구멍	0.6	0.8	0.7	0.70	0.6~0.8
큰 구멍	1.3	1.6	1.8	1.57	1.3~1.8

[표 5] 엽낭게 집 구멍의 깊이 (단위: cm)

구분 \ 횟수	1회	2회	3회	평균	비고
작은 구멍	3.5	3.5	4.0	3.67	3.5~4.0
중간 구멍	8.5	7.5	6.2	7.40	6.2~8.5
큰 구멍	11.3	13.5	10.0	11.60	10.0~13.5

나) 모래경단 지름

[표 6] 모래경단 지름 (단위: cm)

구분 \ 횟수	1회	2회	3회	평균	비고
작은 경단	0.09	0.14	0.13	0.12	0.09~0.14
중간 경단	0.40	0.36	0.34	0.37	0.34~0.40
큰 경단	1.00	0.80	0.60	0.80	0.60~1.00

탐구4 다리고막 호흡 조사

· 내 용

엽낭게는 물속에서 아가미로 호흡하고 물 밖에서는 아가미 대신 다리고막으로 호흡한다. 다리고막을 실체 현미경으로 관찰하고 그 특징을 알아본다.

· 준비물 : 실체 현미경, 핀셋

· 방 법

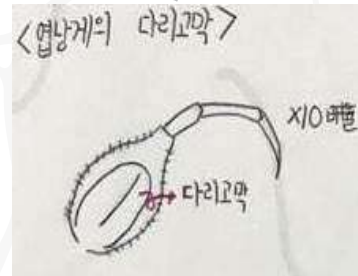
- ① 엽낭게를 실체현미경의 재물대에 올려놓는다.
- ② 엽낭게가 움직이므로 핀셋으로 살짝 잡고 손가락으로 다리를 잡는다.

- ③ 조절나사를 이용하여 초점을 맞춘다.
- ④ 현미경으로 관찰하면서 보이는 엽낭계의 다리고막 구조를 그린다.

· 결 과



다리고막



- 나. 엽낭계의 갯벌정화 능력 탐구

탐구	전문가 자문을 통한 모래와 모래경단 성분 분석
----	---------------------------

· 내 용

엽낭계는 갯벌모래를 삼켜 유기물을 걸러내고 뱉어내는 과정(모래경단)을 통해 갯벌 정화 능력을 가진다. 천리포 모래갯벌의 모래와 엽낭계가 만든 모래경단 속의 유기물질의 양을 비교하기 위해 전문가(충남대학교 해양환경과학과 홍성진 교수) 자문과 충남대학교 해양환경과학과 실험실 장비(실험자: 이충언 연구원, 실험일시 2018.08.01. ~ 2018.08.03.)를 활용하여 모래경단의 성분을 분석한다.

· 준비물 : 전자저울, 전기로, 스테인레스 수저, 막자사발, 도가니 등

· 방 법

- ① 시료를 준비한다(천리포 갯벌에서 가져온 모래와 모래경단을 냉동실에 보관하였다가 해동시켜 사용).
- ② 시료를 분취하여 전기로에 넣고 65℃에서 완전히 마를 때까지 건조시킨다.
- ③ 건조된 시료를 막자사발에 넣고 곱게 간다(입자를 작게 만들어 잘 타도록 했다).
- ④ 시료의 질량을 측정하기 위해 도가니의 질량을 측정하고 시료 1g을 담는다.
- ⑤ 시료를 담은 도가니를 550℃ 전기로에 넣어 4시간 동안 태운 후 무게를 측정하여 유기물 함량을 계산한다.



· 결 과

[표 7] 모래(대조군)와 모래경단의 유기물 함량

시료명	연소 전 모래의 질량(g)	연소 후 모래의 질량(g)	연소 전후 질량 차(g)	유기물 함량(%)
대조군 1	1.000	0.988	0.012	1.200
대조군 2	1.000	0.981	0.019	1.900
평균	1.000	0.984	0.016	1.550
모래경단 1	1.000	0.990	0.010	1.000
모래경단 2	1.000	0.990	0.010	1.000
평균	1.000	0.990	0.010	1.000

[결과분석]

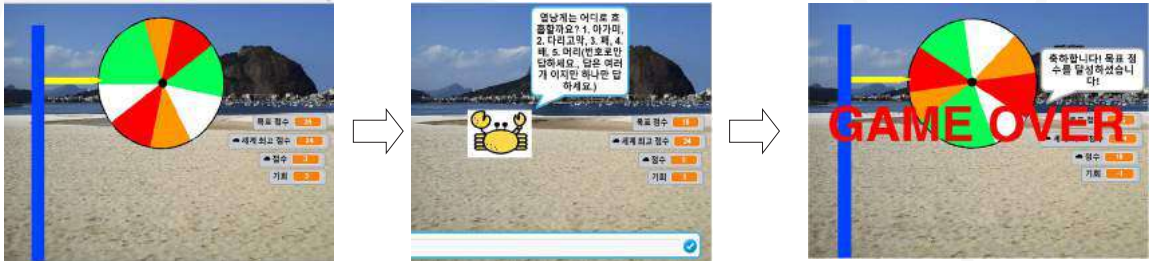
모래경단에 포함된 유기물의 함량은 1.00%로 모래(대조군)에 포함된 유기물의 함량 1.55%보다 더 적다. 이는 엽낭계가 모래경단을 만드는 과정에서 유기물을 흡수했기 때문이다. 엽낭계는 이러한 활동을 통해 모래갯벌에 있는 유기물을 줄여주는 중요한 역할을 하는 생물임을 확인할 수 있다.

- 다. 스크래치를 이용하여 만든 학습 콘텐츠 개발

· 갯벌 퀴즈 풀이 (사이트: <https://scratch.mit.edu/projects/239890549>)

- 갯벌과 엽낭계에 관한 퀴즈를 풀면서 다양한 정보를 학습하는 콘텐츠
- 스토리 보드 (기능 설명)

: 시작화면에서 초록색 갯발을 누른다. 그러면 화면에 있던 게가 사라지고 룰렛이 나타난다. 스페이스 바를 눌러 룰렛을 돌린다. 문제의 난이도는 Easy, Medium, Hard 세 단계이다. 룰렛을 돌린 결과가 빨간색이 선택된 경우에는 어려운 단계의 문제가, 초록색이 선택된 경우에는 중간 수준의 문제가, 흰색이 선택된 경우에는 쉬운 문제가 출제된다. 어려운 문제의 배점은 6점, 중간 문제의 배점은 3점, 쉬운 문제의 배점은 1점이다. 문제를 풀어 답이 맞으면 점수가 올라간다. 이 때, 어려운 문제를 푸는 경우, 추가 문제가 제시되고 제시된 문제를 풀면 점수가 올라간다. 목표점수를 달성하면 축하메시지가 나오고 박수 소리가 들린다. 점수에 상관없이 틀리면 갯벌 퀴즈가 종료된다.



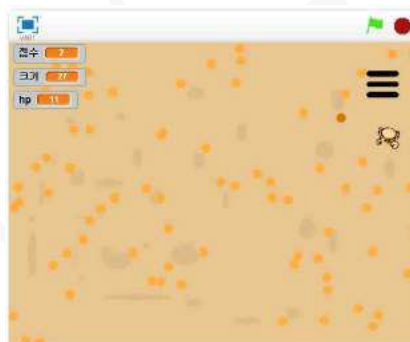
· 마이 크랩 키우기 (사이트: <https://scratch.mit.edu/projects/241133587/>)

- 엽낭계가 모래경단을 만드는 과정과 밀물과 썰물 시에 어떤 행동을 보이는지 게임을 하면서 모래갯벌에 사는 엽낭계의 생태를 자연스럽게 학습할 수 있도록 만든 콘텐츠
- 스토리보드 (기능 설명)

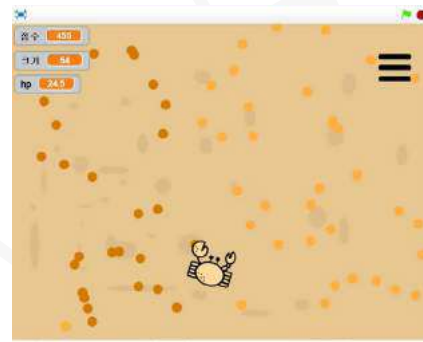
크랩(엽낭계)이 모래를 먹고 모래경단을 만들면 크랩이 성장한다. 게임이 시작되면 작은 크랩이 모래 위를 다니면서 그 자리에 경단을 만든다(노란색의 모래가 갈색으로 변함). 모래경단이 만들어지면서 크랩이 성장하고 점수가 올라간다.



마이 크랩 캐릭터



아기 크랩



성장하고 있는 크랩

밀물이 들어오면 H(Hide) 키를 눌러서 엽낭계가 굴(모래구멍) 속으로 들어가게 한다. H 키를 빨리 누르지 않으면 썰물에 쓸려 엽낭계가 죽게 된다. 썰물이 되어 바닷물이 다 빠져나가면 O(Out) 키를 눌러 엽낭계가 굴(모래구멍) 밖으로 나오게 한다. 엽낭계가 모래경단 만드는 일을 다시 시작할 수 있다.



모래경단을 만드는 중 밀물이 들어온다.



'H'를 눌러 구멍으로 숨는다.
'O'를 누르면 갯벌로 나온다.

오른쪽 상단의 세 줄 표시는 메뉴이며, 클릭하면 상점에 들어가게 된다. 상점에 들어가면 먹이 추가 기능, 색 바꾸기 기능이 있다. 모래경단을 만들어서 얻은 점수를 이용할 수 있다.



세 줄 메뉴를 누르면 나오는 상점



색 바꾸기 기능을 선택 할 경우

크랩이 다 자라면 축하메세지가 나오고 '나의 크랩' 이름을 묻는다. 자신이 원하는 이름을 입력하면 그 이름의 크랩이 화면에 보인다.



축하메세지



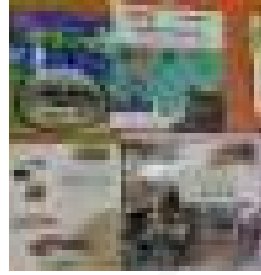
마이 크랩 이름 짓기



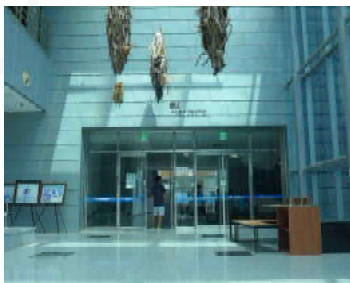
마이 크랩 이름 내보이기

- 라. 그 밖의 활동

- 자료조사 : 대전반석초등학교 도서관, 국립세종도서관
 - 갯벌과 엽낭게 관련 도서 읽기
 - 필요한 자료 메모하여 정리하기



- 견학 : 줄포만갯벌생태전시관(전북 부안)
 - 갯벌의 생성과정과 중요성 학습
 - 갯벌생물의 먹이사슬 학습
 - 계의 표본(절지동물-갑각류) 관찰



○ 팀원의 담당 역할

- 팀원의 담당 역할 - 대부분의 활동을 함께 수행함.

담당자	역할	
김나영	계 크기별로 분류하기, 개체수 정리하기, 관찰 그림 그리기, 마이크랩 상점 만들기, 활동 사진 정리하기	- 생태탐구 - 탐구일지 기록 - 자문위원 만나기 - 스크래치 디자인 과 개발
김서준	사전조사(여러 가지 계의 특징), 탐구계획 세우기, 자문위원에게 메일보내기, 마이크랩 캐릭터와 배경 만들기	
최성도	개별 환경 조사, 모래경단 조사하기, 엽낭게 채집 및 키우기, 갯벌퀴즈 배경디자인과 퀴즈문제 수합하여 난이도에 맞게 구성하기	

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 우리나라의 서해안 좁게는 천리포 모래갯벌에는 다른 계보다 엽낭계가 무수히 많이 분포하고 있었다. 엽낭계가 모래갯벌에서 서식하면서 모래를 먹고 그 중 유기물은 흡수하고 모래경단을 만들어 내놓는 과정에서 모래갯벌의 유기물이 줄어들면서 자연스레 갯벌 정화가 이루어지고 있다. 모래와 모래경단의 유기물 함량을 분석해 본 결과, 이를 확인할 수 있었다. 이번 탐구활동 과정에서 제작한 스마트 학습 콘텐츠는 해양 생물(특히, 엽낭계)과 갯벌에 관심이 없었던 친구들에게 해양 관련 정보를 알려주고 엽낭계의 생태를 재미있게 학습할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것이다.

○ 의의(기대효과)

- 우리나라 모래갯벌에 살고 있는 생물에 대해 조사하고 탐구하는 기회를 가질 수 있어 바다와 갯벌 환경에 대한 관심과 호기심을 높일 수 있다.
- 바닷가를 여행할 때 자주 봤던 엽낭계를 깊이 있게 탐구하여 엽낭계의 생태와 여러 특징에 대해 새롭게 배울 수 있다.
- 엽낭계에 대해 탐구한 여러 결과를 바탕으로 스크래치를 이용한 스마트학습콘텐츠를 직접 개발할 수 있다. 갯벌 생물에 대해 누구나 쉽게 학습할 수 있는 스마트학습콘텐츠가 개발되어 전시관이나 체험관에 비치된다면, 전시관을 방문한 어린이들이 갯벌에 살고 있는 여러 종류의 계에 대해 즐겁게 학습할 수 있는 기회를 줄 수 있다(차후 콘텐츠 확장 및 스마트폰 어플리케이션 개발로 확장 가능)
- 직접 조사 연구하는 과정에서 과학자들의 다양한 탐구 방법을 체험할 수 있어 과학적 탐구 능력을 키울 수 있다.
- 친구들과 스마트학습컨텐츠를 위한 스토리보드를 만들고 스토리보드에 따라 프로그래밍 하는 일이 어렵기도 하였지만, 생각을 나누며 함께 완성해가는 것이 재미있고 뿌듯한 경험이었다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

탐구	구분	내용
전체	어려운 점	<ul style="list-style-type: none"> - 바다가 멀리 있어 자주 가지 못했다. - 엽낭계는 겹이 많은 생명체라 모래갯벌 위에서 움직이는 모습을 보기가 어려웠고, 작고 움직임이 활발하여 관찰하기가 쉽지 않았다. - 엽낭계에 대한 자료나 도서가 많지 않아 궁금한 점을 다 해결하기 어려웠다.

	알게 된 점	<ul style="list-style-type: none"> - 친구들과 함께 직접 조사하고 탐구하는 과정에서 모래갯벌, 엽낭계의 구조와 생태에 대해 많이 알게 되었다. - 갯벌의 종류가 세 가지라는 사실과 엽낭계가 모래갯벌에 살고 있다는 것을 알게 되었다. - 모래를 먹는 과정에서 유기물만 삼키고 모래경단을 만드는 원리가 원심분리법이라는 것을 알게 되었다.
엽낭계 개체수 조사	어려운 점	<ul style="list-style-type: none"> - 우리가 정한 구역에 있는 게들이 도망가지 않도록 삼으로 모래를 잘 퍼 올리는 것과 바닷물에 모래를 씻어 내는 작업이 쉽지 않았다. - 다양한 엽낭계를 크기별로 분리하는 작업을 할 때 기준이 정확하지 않아 애매했다.
	알게 된 점	<ul style="list-style-type: none"> - 천리포 모래갯벌에 다양한 게들이 살고 있을 거라 생각했는데 대부분이 엽낭계였고 적은 수의 방게와 소라게를 발견하였다. - 엽낭계, 방게, 소라게의 생김새를 관찰해보니 각각 특징(방게는 등에 H자의 무늬가 있고, 소라게는 고동류의 껍데기를 집으로 사용함)이 있어 쉽게 구분할 수 있었다. - 엽낭계의 수는 모래구멍의 수와 비례하였다. - 조건대 위성사진을 이용하여 천리포 갯벌에 사는 엽낭계를 계산해 본 결과 약 1,770만 마리가 살고 있는 것으로 예상할 수 있었다.
엽낭계 무게와 길이 조사	어려운 점	<ul style="list-style-type: none"> - 엽낭계의 질량을 측정할 때는 모래바닥으로 평평하지 않아 전자저울의 0점을 맞추는게 어려웠고, 바람이 불어 전자저울의 눈금이 계속 바뀌어서 바람을 막느라 고생했다.(오차원인) - 엽낭계의 크기가 너무 작아 측정이 힘들었다. 또한, 몸통 둘레와 다리 길이를 잴 때는 엽낭계가 계속 움직여서 정확하게 측정하기 어려웠는데(오차원인) 서로 협동하여 탐구 결과를 얻었다.
	알게 된 점	<ul style="list-style-type: none"> - 아주 작은 엽낭계 한 마리의 무게를 측정하기 어려워 한꺼번에 10마리의 질량을 측정한 다음 10으로 나누는 방법으로 한 마리의 무게를 알아내었다. - 엽낭계의 다리 중에 가장 긴 제1 걷는다리의 길이를 재어서 비교해 보았더니 작은 엽낭계는 몸통길이와 다리길이가 비슷하고 큰 엽낭계는 차이가 많이 나는 것을 알게 되었다.
엽낭계	어려운 점	<ul style="list-style-type: none"> - 모래구멍의 깊이를 잴 때 오차를 줄이기 위해 구멍에 막대



집과 모래경단의 크기		<p>를 매우 조심스럽게 쫓아야 했다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 측정 오차를 줄이기 위해서는 1mm 단위도 무시하지 않고 세밀하게 측정하는 노력이 필요하였다. (오차원인)
	알게 된 점	<ul style="list-style-type: none"> - 모래구멍 입구의 지름과 깊이, 모래경단의 지름은 가장 큰 것이 가장 작은 것보다 4-5배 이상 차이가 났다. - 모래구멍이 클수록 깊이도 깊었고 모래구멍 주변의 모래경단 지름도 컸다. - 엽낭계의 크기와 엽낭계가 만든 모래구멍이나 모래경단의 크기가 서로 관계가 있다는 것을 알았다.
다리고막 탐구	어려운 점	<ul style="list-style-type: none"> - 다리고막의 호흡을 연구하는 방법으로, 다리고막을 무독성 매니큐어로 칠해 호흡 곤란 상태를 확인해 보려 했으나 그럴 경우 엽낭계가 죽을 수도 있어 그 방법을 실행하지 못하였다. - 엽낭계가 자주 움직여서 현미경으로 관찰할 때 어려움을 겪었다.
	알게 된 점	<ul style="list-style-type: none"> - 엽낭계는 집게 다리를 제외한 나머지 8개의 다리에 다리고막이 있으며, 제1 걷는다리의 다리고막이 가장 크다. 다리고막은 첫 번째 마디의 대부분을 차지하고 얇은 막으로 이루어져 있고 가운데 어두운 줄이 있다.
학습콘텐츠 제작과정	어려운 점	<ul style="list-style-type: none"> - 스크래치를 사용하였는데 원하는 대로 구현하기가 쉽지 않았고 오류가 발생하여 여러 차례 수정이 필요했다. - 서로 아이디어를 공유하는 과정에서 의견이 맞지 않아 조정이 필요했다. 많은 대화를 통해 의견을 조율할 수 있었다. - 엽낭계가 서로 싸워 집(모래구멍)을 차지하려는 활동, 집을 만드는 과정 등도 구현하고 싶었으나 실제 프로그램화하기가 힘들었다.
	알게 된 점	<ul style="list-style-type: none"> - 스크래치의 다양한 기능(변수사용, 만약 ~라면, 무한반복하기 등)을 알게 되었고 적절하게 활용할 수 있게 되었다.

○ 기타(계획과 변경된 부분)

- (삭제) 모래 경단 만드는 과정 탐구
- (사유) 엽낭계의 재빠른 행동으로 모래 경단 제작 과정을 직접 관찰할 수 없어 동영상 자료 관찰로 대체하였다.
- (삭제) 간편한 실험으로 알아보는 모래경단 성분 분석
- (사유) 전문가를 통한 모래경단 성분 분석이 잘 이루어져, 추가로 과학실에서의 실험을 할 필요가 없어졌다.
- (변경) 학습콘텐츠 제작에서 ‘세상의 모든 게’ 퀴즈를 ‘갯벌’ 퀴즈로 변경
(사유) 본 연구에서 탐구내용이 엽낭계의 생태로 집중하였기 퀴즈도 엽낭계와 엽낭계의 서식환경인 갯벌에 관한 퀴즈로 변경하였다.

5. 참고문헌

가. 참고 사이트

- 네이버 지식백과사전

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=112704&cid=40942&categoryId=32495>

- 서울대학교 해양저서생태학연구실, <http://benthos.snu.ac.kr/?p=1296>

- 네이버 포스트, 「다리로 숨을 쉬는 게가 있다」, 보누스 출판사,

<https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=8866538&memberNo=512601&vType=VERTICAL>

- 네이버 블로그

<http://blog.daum.net/kmozzart/11631>

나. 참고 문헌

- 김종훈(2014), 『꼬마해커의 작업실 수프스크래치』, 한빛미디어

- 백용해(2014), 『한국의 게』, 녹색습지연구원

- 봄봄스토리(2015), 『브리태니커 ‘갯벌’』, 미래엔 아이세움

- 홍성운(2006), 『한국해양무척추동물도감』, 아카데미서적

- 양우철, 박은영(2015), 「엽낭게가 만드는 경단이 해안사구 형성에 미치는 영향에 관한 연구」, 제61회 전국과학전람회

다. 자 문

- 충남대학교 해양환경과학과 홍성진 교수 (실험 협조 : 이충언 연구원)

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	아라바라기 (바다를 바라보고 사랑하는 아이들)		
학생명	정영훈, 추승아, 박건우, 황현서	학교	교방초등학교
지도교사명	김다래	학교	교방초등학교

항목	내용
탐구주제	마산만 멸종위기종 서식지 지도 만들기
탐구기간	2018년 6월 2일 ~ 2018년 8월 28일
탐구목적	<ul style="list-style-type: none"> ○갯계와 기수갈고동 탐구를 통해 멸종위기종의 가치와 소중함 인식 ○마산만 생태 모니터링 활동을 통한 우리 지역 해양 생태계 보존 ○다양한 해양생물 탐구활동을 통한 해양 생물에 대해 관심 제고 및 지속적 탐구 ○팀 프로젝트 활동을 통한 협력적 문제 해결력 양성
탐구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○프로젝트 설계 및 준비 : 탐구 목표 설정 및 활동 설계, 팀명 정하기, 역할 나누기 ○마산만 생태 모니터링 : 마산만 수질조사, 기수갈고동 관찰 및 서식환경 파악, 갯벌 탐사 및 염생식물 탐구, 보호대상 해양생물 잘피관찰, 갯계 발견을 위한 야간 생태모니터링 ○다양한 해양탐구 활동 : 진해 내수면 양식연구센터 및 봉암갯벌 견학, 해양탐구 관련 독후활동 및 영화감상 ○서식지 지도 완성하기 : 탐구 내용 정리 및 서식지 분포 표시하기, 활동 모습 영상 제작 및 QR코드 생성하기
탐구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○마산만 멸종위기종의 서식지 확인 및 서식지 지도 완성 <ul style="list-style-type: none"> - 갯계 : 창원시 마산합포구 구산면 심리 옹호마을 일대, 창원시 마산합포구 덕동만 기수역(문헌자료 활용) - 기수갈고동 : 창원시 마산합포구 해양드라마세트장 근처(다구~도만 마을), 창원시 마산합포구 구산면 덕동만, 창원시 마산합포구 구산면 심리 옹호마을, 창원시 성산구 귀산동 귀산소하천, 창원시 진해구 웅동 대장천 - 잘피(보호대상 해양생물) : 창원시 구산면 해양드라마세트장 해안
결론 및 의의	<ul style="list-style-type: none"> ○멸종위기종, 생물주권의 중요성 <ul style="list-style-type: none"> - 사라져 갈 위기의 멸종위기종, 보호대상 해양생물에 관심을 가지고 탐구하는 것만으로도 큰 의미가 가짐 ○기수지역 보전의 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 보호해야 할 멸종위기종과 다양한 해양생물이 서식하고 있는 기수역을 탐사함으로써 마산만 보전의 필요성과 중요성을 절실히 깨달음.



국립해양생물지원관
MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA

제3회 해양생물 탐구대회 최종보고서

탐구 주제	마산만 멸종위기종 서식지 지도 만들기
팀명	아라바라기 (바다를 바라보고 사랑하는 아이들)

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

마산만 일대 개발... 멸종위기종 서식처 훼손 KNN | 2017.12.04

한때 가곡 가고파의 본 고향인 마산만이 대표적이데, 개발만 있고 보호종들에 대한 보호대책은 없습니다.... 상당부분이 개경도되어야 하지만, 환경단체 '마산만 개발로'

창원마산 덕동만, 멸종위기종 '갯게' 서식 첫 확인
오마이뉴스 | 2018.05.13. | 네이버뉴스

◎ 마창진환경연합 경남 창원 마산합포구 덕동에 있는 덕동만에서 멸종위기종 '갯게'가 발견되었다. 갯게는 2012년 멸종위기야생생물 2급으로 지정되어 보호받고 있는 생물이다. 13

[이슈진단] 창원 구산해양관광단지 조성 논란 왜? 경남도민일보 | 2017.10.27.

지적하면서 마산만 특별관리해역 오염 부하량을 높일 수 있다고 우려했다. 이에 대해 시는 '2012년 5월부터 2013년 8월까지 진행된 구산해양관광단지 환경영향평가에서는 멸종위기종 2급인 갯게와 기수갈고둥이 발견되지...

- 경남 창원시 마산합포구 구산면 일대 바닷가에는 2022년까지 골프장과 기업연수원, 숙박지구 등의 대형 해양관광단지가 들어선다. 우리 지역에 마지막으로 남아 있는 천혜의 생태자원인데도 불구하고 골프장과 각종 타운을 건립하기 위해 수자원보호구역 해제를 추진하고 있다. **무분별한 개발로 마산만의 오염이 더 심각해진다면 멸종위기종이자 보호대상 해양생물인 갯게와 기수갈고둥은 보금자리를 잃어버리게 될 것이다.**
- 매립과 개발로 성한 곳이 없는 우리 지역의 바다에서 구산면 일대는 가꾸고 보존해야 할 가치가 매우 높은 곳이다. 따라서 **우리는 현재 보호대상 해양생물을 지키기 위한 첫 걸음으로써 '마산만 멸종위기종 서식지 지도 만들기' 프로젝트를 실시하고자 한다.**

○ 탐구 목적

- 본 프로젝트는 다음의 목적을 바탕으로 설계하였다.

- 첫째, 멸종위기종인 갯게와 기수갈고둥에 가치와 소중함을 깨닫고, 이들의 생태환경을 파악하고 조사하고자 한다.
- 둘째, 마산만 생태 모니터링 활동을 통해 우리 지역 해양 생태계 보존에 힘쓰고자 한다.
- 셋째, 다양한 해양생물 탐구활동(생태 모니터링, 독후활동, 영화감상활동, 체험 및 견학)에 참여하여 해양생물에 대해 관심을 가지고 지속적으로 탐구하고자 한다.
- 넷째, 팀 프로젝트 활동을 통해 친구들과 함께 배우고 탐구하는 과정을 통해 협력적 문제 해결력을 기르고자 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

1. 마산만 - ‘생명의 바다를 꿈꾸는 마산만’

- 마산만은 1960년대 중반 이전만 하더라도 물이 푸르고 해변이 아름다워 많은 사람들이 찾아와 여가를 즐겼을 뿐만 아니라 수산자원도 풍부해 지역어민들의 삶의 공간이었다. 그러나 현재 마산만은 해양환경 오염이 심한 해역으로 인식되고 있다. 대규모 매립을 통한 산업단지와 항만, 도시용지 조성, 연안의 고밀도 개발, 산업폐수와 생활하수 등의 유입으로 인해 해역오염은 더욱 심각해진 상태이다. 마산만의 환경이 심각한 수준에 이르자 중앙 정부와 자치단체는 마산만 환경관리를 위한 적극적인 정책을 펴고 있다. 마산만 특별관리해역 관리기본계획 수립 등 다각적 노력을 추진하고 있다. 그럼에도 불구하고 마산만의 환경은 개선되지 않고 오히려 매립과 같은 연안개발이 동시다발적으로 추진되고 있어 연안 환경개선과 이용·개발을 둘러싼 이해관계자 갈등은 점점 심각해져 가는 양상을 보이고 있다. 지금도 환경 개선과 연안개발 수요 사이에 매번 갈등이 생기고 이를 조정해 나가는 과정이 반복적으로 발생 하고 있는 실정이다.











2. 멸종위기종 - ‘갯게’ 와 ‘기수갈고등’

- 멸종위기 야생생물인 갯게는 우리나라 서해안, 남해안, 제주의 일부 하구 갯벌에 적은 수가 발견되고 있다. 갈대밭 등이 형성된 민물과 바닷물이 만나는 하구 기수역 주변의 갯벌에서 살아가는 게다. 지름 약 10cm, 깊이 약 50cm의 굴을 파고 서식한다. 전체적으로 불룩한 사각형을 이룬다. 몸에 비해 집게다리는 크고 강해보이며 잔털이 많다. 껍데기 표면은 갈색, 자주색을 띤다. 갯게는 해가 지고나서 활발하게 활동하는 야행성을 보인다. 갈대를 비롯해 작은 동물의 사체와 각종 유기물을 먹고 살며, 이 과정에서 진흙과 모래를 정화하기 때문에 갯벌의 청소부 역할을 한다. 그러나 워낙 희소하다보니 갯게와 관련한 연구가 거의 이뤄지지 않아 기초적인 생태조차 거의 알려져 있지 않다.
- 한국의 멸종위기 야생생물인 기수갈고등은 크고 작은 돌로 이뤄진 깨끗한 강 하구에 산다. 대부분 꼭대기 부분이 닳아 있어서 전체적으로 둥근 계란 모양이다. 바닷물이 섞여 염분 농도가 높은 하천에서 살아가는 작은 민물고등이다. 갯게와 마찬가지로 강의 하구인 기수지역에 서식한다. 기수라는 이름도 그래서 붙었다. 기수갈고등은 남해안으로 흐르는 하천에서 주로 발견되는데 기수갈고등은 다슬기와 같이 물속의 돌 위를 기어 다니며 부착조류 혹은 유기물 등을 잡아 먹으며 살아간다. 돌 위에 크고 작은 여러 개체가 무리지어 있는 모습도 볼 수 있으며, 이동성이 크지 않다.


강의 하구 지역 즉, 기수 지역은 사람들이 자주 이용하는 곳이라 오염이나 인위적인 교란이 잦고, 또 제방이나 보를 설치하여 하천 환경이 바뀌는 곳이 많아져서 갯게와 기수갈고등의 개체 수가 점차 줄고 있다. 현재 이들이 발견되는 서식지를 중심으로 한 보존 노력이 시급하다.

○ 방법


- 1. <마산만 멸종위기종 서식지 지도 만들기> 프로젝트 준비

탐구 주제	탐구 내용 및 방법	장소(일시)
<p>프로젝트 설계 및 준비하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> Q 프로젝트 목표 설정 · 팀명 정하기 <ul style="list-style-type: none"> -마산만 멸종위기종 보호 및 다양한 해양생물 탐구하기 - ‘아라바라기’ : 바다를 바라보고 사랑하는 아이들 Q 탐구 주제 및 활동 계획 작성하기 Q 역할 나누기 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;">▲ 마산만에 대해 알고 있는 것, 알고 싶은 것 브레인스토밍</p>	<p>본교 도서관 및 교실 (6.2~6.5)</p>
<p>마산만 생태환경 살펴보기</p>	<ul style="list-style-type: none"> Q 마산만 생태 환경 살펴보기 Q 난포만 : 구산면 난포리, 심리, 원전마을에 걸쳐있는 바다임. 뒤쪽에는 경두산이 감싸고 있으며 심리의 원전항에서부터 특별관리해역에 적용됨. Q 덕동만 : 본 프로젝트를 위해 가장 많이 다녀간 덕동만. 우산천과 덕동만의 바다가 만나는 기수지역에 기수갈고둥이 서식하고 있음. 이곳에서 염생식물 뿐만 아니라 다양한 갯벌생물에 대해서도 탐구해 봄. Q 웅동만 : 매립지에 갇혀 버린 바다. 여전히 이곳에서 주민들은 매(진해 대장천) 립 반대 의사를 표현하고 있었음. 기수지역인 만큼 다양한 염생식물이 자라고 있음. <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;">▲ 난포만 ▲ 덕동만 ▲ 웅동만</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <p style="text-align: center;">▲ 덕동만 전경, 덕동만 기수역, 하수종말 처리장 옆 방파제</p>	<p>난포만, 덕동만 귀산동, 웅동만 (6.9)</p>
<p>마산만 멸종위기종 및 해양생물 사전조사하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> Q 마산만, 마산만의 해양생물에 대하여 사전 조사 하기 <ul style="list-style-type: none"> -인터넷, 백과사전, 신문기사 등을 이용하여 마산만과 마산만의 해양생물에 대하여 자유롭게 알아보기 Q 팀원들끼리 사전 조사 자료 공유하기 	<p>지혜의 바다, 본교 컴퓨터실 (6.13)</p>



		
<p>마산 덕동만 바다수질 조사하기</p>	<p style="text-align: center;">▲ 마산만 해양생물에 대한 사전 조사모습</p> <ul style="list-style-type: none"> Q 수질 조사 지역에 대해 알아보기 - 덕동만 기수역 : 특별관리해역, 하천과 바다가 만나는 곳 Q 수질 조사의 필요성 이해하기 Q 바다 수질 측정 항목 및 측정 방법 알기 - 수온, 탁도, 용존산소량, pH, 염분도 Q 덕동만 1,2,3 지점 수질 측정하기 Q 각 지점의 측정값 표로 정리하기 Q 표를 통해 각 지점의 생태환경 분석하기  <p style="text-align: center;">▲ 덕동만 수질 측정 모습, 수질측정 중 만난 해양생물(총알고둥, 땡가리 등)</p>	<p>덕동만 1, 2, 3 지점 (6.17)</p>

- 2. <마산만 멸종위기종 서식지 지도 만들기> 프로젝트 활동 전개

탐구 주제	탐구 내용 및 방법	장소(일시)
<p>마산만 갯벌 해양생물 탐구하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> Q 마산만 갯벌생물 탐구하기 - 밀물과 썰물 이해하기, 조간대의 해양생물 알아보기 Q 갯벌 탐사 실시하기 - 각각 팀을 짜서 갯벌의 표층과 저층에서 나온 생물 채취하기, 우점종 파악 - 표층(총 15종)과 저층(총 9종)에서 나온 다양한 해양생물 관찰  <p style="text-align: center;">▲ 덕동만 갯벌 전경 및 갯벌 탐사 모습</p> <p style="text-align: center;">▲ 갯벌 탐사 중 만난 해양생물 (검정 망둑, 밤게, 땡가리)</p>	<p>덕동만 갯벌 (6.30)</p>



기수갈고둥의 서식환경 탐구 및 관찰하기

- Q 방형구를 이용한 생물의 개체수 조사 방법 이해하기
- Q 조사지점 수질측정하기 (50m간격으로 총 4지점 조사)
- Q 방형구(50cm×50cm)를 이용하여 기수갈고둥의 개체 수 조사하기
- Q 기수갈고둥 관찰하기
 - 기수갈고둥의 생김새, 기수갈고둥의 알, 짝짓기하는 모습 등
- Q 각 지점의 기수갈고둥의 개체수와 수질측정값 표로 정리하기



▲ 방형구 안에 기수 갈고둥의 크기 측정, 기수갈고둥 개체수 세어보기

덕동만 기수역 (7.14)

마산만 염생식물 조사하기

- Q 염생식물의 개념 이해하기
- Q 방형구를 이용한 식물의 조사방법 알기
- Q 염생식물 조사하기 (30m간격으로 총 7지점 조사)
- Q 다양한 염생식물 관찰하기
 - 갈대, 나문재, 쑥, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 큰비쭉, 갯잔디, 질경이, 갯질경이 등



▲ 방형구 내 식물(갈대, 큰비쭉 등)을 관찰하는 모습

덕동만 기수역 (7.15)





갯게 기수갈고둥의 서식지 확인하기

- Q 구산 해양관광단지내 ‘용호마을’ 에서 멸종위기종의 서식지 확인하기
 - 기수역쪽에서 기수갈고둥의 서식확인 및 관찰
 - 갯게는 발견하지 못했지만, 갯게가 살고 있는 구멍을 여러 곳에서 확인
 - 다양한 해양생물(댕가리, 갯고둥, 방게, 눈알고둥, 풀게 등)과 염생식물(나문재, 해홍나물, 갯질경, 갯사상자 등)을 관찰
- Q 구산 해양관광단지내 ‘마전마을’ 에서 멸종위기종의 서식지 확인하기
 - 하천의 면적이 넓어 기수갈고둥의 개체수가 원래 많은 곳이지만, 현재 교량공사로 인해 하천 쪽으로 이동시켜 보호중이라 거의 관찰할 수가 없었음.



구산 해양관광단지내 심리 (7.21)















<p>마산만 잘피숲 관찰하기</p>	<p>Q MBC 특집다큐 <바다, 잘피숲에 들다.> 시청하기 Q 보호대상 해양생물 잘피 관찰하기 -바다의 잘피숲으로 직접 들어갈 수는 없었고, 해안선 쪽으로 떠밀려 온 잘피를 중심으로 관찰</p> 	<p>마산 해양 드라마 세트장 주변 명주마을 (7.28)</p>
<p>갯게 기수갈고등의 서식 확인 및 개체수 파악하기</p>	<p>Q 마산 귀산동 귀산천에서 멸종위기종의 서식지 확인하기 -산성산에서 귀산 소하천이 내려와 마산만과 만나는 기수역에서 기수 갈고등 관찰 -철분성분이 많이 붉은 빛을 띠며 크기가 작지만 개체수는 많았음. -갯게는 관찰할 수 없었음. -다양한 해양생물(해오라기, 말뚝게, 칠게, 풀게, 망둥어 등) 관찰</p> 	<p>귀산동 귀산천 (8.4)</p>
<p>갯게 기수갈고등의 서식확인 및 해양생물 관찰하기</p>	<p>Q 진해 대장천(웅동만)에서 멸종위기종의 서식지 확인하기 -윗쪽 도로공사로 인해 물이 많이 탁하고 주변 주물단지 때문에 악취가 심함. -열악한 환경에서 기수갈고등이 서식하고 있었으며, 껍질에 이끼가 많음. -갯게 서식은 확인할 수 없었음. -다양한 해양생물(기수우렁이, 콩게, 개구리밥 등) 관찰 -기수갈고등의 개체 수는 덕동만 > 귀산동 > 용호마을 > 대장천으로 대장천에 개체수가 가장 적었음.</p> 	<p>진해 대장천 (8.5)</p>
<p>마산만 멸종위기종 지도 완성하기</p>	<p>Q 마산만 멸종위기종 지도 만들기 준비 및 제작 -탐구활동 내용 정리하기 및 마산만 멸종위기종 분포 관련 문헌 자료 수집하기 -갯게·기수갈고등의 개체수 표로 정리하기 및 지도에 분포도 표시하기 -활동 모습 동영상 제작 및 업로드 하기, QR 코드 연결하기</p> 	<p>교실 (8.18-8.28)</p>







- 3. 멸종위기종 ‘갯게’ 탐구를 위한 야간 생태 모니터링

· 야행성인 갯게를 발견 및 관찰하기 위하여 총4회의 야간 모니터링을 실시하였다.

회차	탐구 내용 및 방법	일시(시간)	장소
1	<ul style="list-style-type: none"> • 갯게 서식지인 구산해양관광단지 내 용호 마을로 이동함. • 갯게가 서식하고 있는 몇 개의 구멍을 확인함. <ul style="list-style-type: none"> - 다른 게들이 서식하는 구멍과는 확연히 차이가 남. - 지름이 약 10cm 정도로 매우 큰 편임. • 탐원들끼리 위치를 나누어 카메라와 함께 갯게가 나오기를 기다렸으나, 발견할 수 없었음.  <p style="text-align: center;">▲야간 생태 모니터링 장소인 용호마을 전경</p>	7월 21일 (17:00~20:00)	구산 용호 마을
2	<ul style="list-style-type: none"> • 갯게 서식이 확인된 용호마을에서 갯게의 구멍을 확인하고 기다림. • 야행성인 갯게를 특성을 고려하여 1회차때 보다 더 늦은 시간에 야간 탐사를 시작하였으나, 갯게를 발견할 수 없었음.     <p style="display: flex; justify-content: space-between;"> ▲ 갯게 구멍, 탐사 중 발견한 도둑게 ▲야간 탐사 모습 </p>	8월 5일 (18:30~21:00)	
3	<ul style="list-style-type: none"> • 먹이 및 냄새를 통해 갯게 유인하기 <ul style="list-style-type: none"> - 얇은 부직포에 말린 갈치, 쥐포, 멸치 등을 싸서 냄새를 통해 갯게를 유인함. • 21시경 갯게의 모습과 거의 흡사하여 관찰 및 사진 촬영을 하였으나, 방계로 확인됨.     <p style="display: flex; justify-content: space-between;"> ▲탐사지 도착 및 냄새를 통해 갯게 유인 ▲방계로 확인 </p>	8월 10일 (18:30~21:00)	
4	<ul style="list-style-type: none"> • 먹이를 통해 갯게 유인하기 <ul style="list-style-type: none"> - 낚시대에 먹이(회)를 걸어, 갯게를 유인함. • 물이 조금 찬 구멍 입구 쪽에서 옆모습을 드러낸 것을 사진 촬영함. • 사진을 전문가에게 요청한 결과 갯게로 추정됨.    <p style="display: flex; justify-content: space-between;"> ▲장비 준비, 먹이를 통해 갯게 유인 ▲갯게로 추정되는 옆모습 </p>	8월 15일 (18:30~22:00)	



○ 팀원의 담당 역할

팀명	팀원	담당 역할
아라 바라기 (바다를 바라보고 사랑하는 아이들)		<ul style="list-style-type: none"> • 이름 : 정영훈 • 역할 : 아라바라기 팀장, 프로젝트활동 주도, 발표 동영상 제작하기 <p style="border: 1px dashed black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">“미래의 한국을 대표하는 해양탐구박사. 지금은 마산만 해양탐구가!”</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • 이름 : 추승아 • 역할 : 탐구활동 및 관찰수치 수시 기록, 프로젝트 일정 및 준비물 공지하기 <p style="border: 1px dashed black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">“마산만을 지켜주세요! 마산만은 혼자가 아니에요.”</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • 이름 : 박건우 • 역할 : 사진촬영 및 앨범정리, 밴드 및 유튜브에 업로드, 전문가와 면담 진행 및 기록하기 <p style="border: 1px dashed black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">“마산만 갯게, 기수갈고둥 우리가 지키러 가즈아~!”</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • 이름 : 황현서 • 역할 : 탐구활동 관련 도서 및 각종 자료 수집, 독후활동 토의 진행하기 <p style="border: 1px dashed black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;">“마산만에서 갯게를 발견하는 영광은 우리 아라바라기팀이!”</p>

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 멸종위기종 생물주권의 중요성과 기수지역 보전의 필요성

- 죽음의 바다, 생물이 살 수 없던 바다던 마산만은 조금씩 생명력을 회복하고 있다. 그 증거가 바로 기수갈고둥의 서식과 갯게의 발견이다. 마산만의 대부분이 이미 개발되어 있는 상태지만 멸종위기종이 주로 서식하고 있고 다양한 해양 생물들의 터전이 되고 있는 기수역은 반드시 보전이 필요한 곳이다.
- 본 프로젝트를 진행하면서 아라바라기팀은 사라져가는 멸종위기종에 관심을 가지고 이를 연구하는 일 자체가 의미 있는 일임을 깨달을 수가 있었다. 뿐만 아니라 이들에게 안전한 보금자리를 제공하고 그 개체수를 늘리는 것이 중요하고 꼭 필요한 일이라는 것을 다시 한 번 느낄 수가 있었다.
- 이번 프로젝트를 통해 연구한 바를 가까이하는 우리 지역 멸종위기종 알리기 캠페인이나 홍보활동 등으로 지역 주민들의 관심을 유도하고, 더 나아가서는 마산만 환경 개선을 위한 지역자치단체나 환경단체에 적극적인 활동을 이끌어내어야겠다. 이러한 노력을 지속함으로써 마산만 해양생태계 보존에 조금이나마 이바지 할 수 있기를 기대해본다.

○ 의의(기대효과)

- 본 프로젝트를 운영함으로써 다음과 같은 교육적 의의(기대효과)를 성취할 수 있다.



- ☑ 마산만 생태모니터링 활동을 통해 해양생물에 대한 폭넓은 지식을 쌓고, 다양한 탐구 경험과 문제 상황에서의 시행착오를 통해 **문제해결력, 과학적 탐구 능력** 등을 기를 수 있다.
- ☑ 마산만의 생태학적 중요성을 인식하고, 멸종위기종을 보호하기 위해 노력함으로써 **해양생태계의 소중함과 가치**를 깨달을 수 있다.
- ☑ **팀 프로젝트 학습**을 통해 **협동하며 탐구하는 즐거움** 이를 통한 **성취감**을 경험 할 수 있다.
- ☑ 다양한 해양 탐구 활동을 통해 자연스럽게 **해양생물에 탐구에 대한 관심과 흥미**를 높일 수 있고 **미래 바다의 주인공**으로 성장할 수 있다.
- ☑ 지역사회의 문제(마산만의 보존과 개발)에 과학적으로 접근하고 책임감 있게 행동함으로써 **민주시민으로서의 소양 함양** 할 수 있다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

어려운 점

• 2018년 5월 마산 덕동만에서 갯게가 최초로 발견되었으나, 탐사 기간 내에 멸종위기종인 갯게를 발견하는 것조차 굉장히 어려움.

• 초등 4학년으로서 고차원적인 과학적 탐구활동 및 체계적인 보고서 작성에는 어려움이 있음.

• 기상변화에 긴밀한 영향을 받는 마산만 생태모니터링 활동, 야행성인 갯게를 발견하기 위해 야간에 생태모니터링 실시

보완한 점

▶ 따라서 프로젝트 활동 시 **갯게와 기수갈고등으로 범위를 한정하지 않고, 다양한 해양생물들을 폭 넓게 관찰하고 경험해보도록** 하였음.
 ▶▶갯게에 대한 자료는 문헌 자료 및 다양한 활동(전문가와 인터뷰, 견학 등)을 통해 수집하였고, 본 프로젝트가 끝난 이 후에도 아라바라기팀은 갯게 발견을 위한 탐사를 계획하고 있음.

▶▶초등 4학년의 발달 수준에 맞게 과학적 용어 최대한 쉽게 풀어서 설명·이해하였으며, 주로 **오감을 이용한 관찰, 측정, 비교적 간단한 예상하기(가설설정)와 확인(가설검증)**으로 보고서를 작성하였음.

▶▶기상 변화(폭염주의보, 장마, 태풍)를 수시로 확인 및 조정하였으며 이에 대한 **안전교육과 활동 시 유의할 점**을 철저히 교육한 뒤 탐구활동에 임하였음.

○ 알게 된 점

탐구 전 알고 싶은 점

- Q 마산만의 위치와 크기
- Q 마산만의 수질상태
- Q 마산만의 해양생물
- Q 마산만 주변 환경



- Q 갯계와 기수갈고둥의 생김새
- Q 갯계와 기수갈고둥의 서식지 위치와 환경
- Q 갯계와 기수갈고둥의 개체수

탐구 전 알게된 점

- 마산만의 수질 상태 및 생태학적 중요성
- 마산만의 다양한 해양생물
- 마산만의 멸종위기종 기수 갈고둥과 갯계 (모습, 서식지, 개체 수 등)
- 마산만 주변의 다양한 염생식물
- 보호대상 해양생물 살펴
- 우리나라의 여러 가지 멸종위기종 해양생물

○ 기타

- '마산만 멸종위기종 서식지 지도' 프로젝트 탐구의 한계와 탐구 범위의 확장

· 본 프로젝트 '마산만 멸종위기종 서식지 지도 만들기' 탐구 활동의 범위를 갯계와 기수갈고둥에 두었다. 하지만 탐구활동 기간 동안 멸종위기종인 기수갈고둥은 생태 모니터링을 통해 서식을 확인하고 관찰 및 탐구할 수 있었으나, 갯계는 발견조차 어려웠다. 야행성인 갯계를 탐구하기 위해 수차례 야간 생태 모니터링을 실시하였으나 번번이 실패하였고, 마지막 야간 생태 모니터링 때 발견한 사진을 전문가의 견해상 갯계로 추정된다고 확인할 수 있었다.

따라서 서식지 지도에 대한 자료와 갯계에 대한 연구는 인터넷 및 각종 문헌자료, 견학(봉암갯벌 생태학습장에서 갯계 사체 관찰), 전문가와의 인터뷰 등의 자료를 활용 할 수밖에 없었다.

· 아라바라기팀은 총 15회 이상의 생태모니터링 및 다양한 해양탐구활동 결과 마산만의 수많은 해양생물들을 체험할 수 있었다. 따라서 본 프로젝트의 탐구 범위를 멸종위기종으로만 한정하지 않고, 본 프로젝트 탐구의 폭과 서식지 지도의 범위를 넓히게 되었다.

5. 참고문헌

- 이성진, 마산만 특별관리해역 민관산학협의회 사무국장
- 권오길 외, 『원색 한국패류도감 아카데미서적』, 1993
- 김용억 외, 『한국해산 어류도감』, 한글, 2005
- 마산창원진해환경운동연합, 봉암갯벌 교육홍보 리플렛, 마산지방해양수산청, 2013
- 『세밀화로 보는 보리 어린이 갯벌도감』, 보리, 2011
- 마산창원진해환경운동연합, 『해양도시 창원 연안습지학교』, 2012
- 제종길 외, 『갯벌의 이해와 교육』, 국토해양부 해양환경관리공단, 2012
- 최태영, 최현명, 『야생동물 흔적도감』, 돌베개, 2013
- 홍성운, 『한국해양무척추동물도감』, 아카데미서적, 2006
- 황철희 외, 『한국의 연안어류』, 아카데미서적, 2013
- 인터넷 포털사이트 Google, Daum
- 인터넷 포털사이트 NAVER 지식백과, 한국의 멸종위기 야생생물, 한국자연환경보전협회
- 『살아있는 갯벌 이야기』, 창조문화
- 『갯벌』, 주니어김영사
- 『갯벌에서 심해까지』, 아카데미 서적
- 『갯벌, 무슨 일이 일어나고 있을까?』, 사계절
- 강소라 기자, 「마산만 일대 개발, 멸종위기종 서식처 훼손」, KNN, 2017.12.04.
- 윤성효 기자, 「창원 마산 덕동만, ‘갯게’ 서식 첫 확인」, 오마이뉴스, 2018.5.13.
- 임채민 기자, 「창원 구산해양관광단지 조성 논란, 왜?」, 경남도민일보, 2017.10.27.

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	오션 세이버		
학생명	홍정연(내정초등학교) 나강민(성남정자초등학교) 송헌재(낙생초등학교) 최윤호(불정초등학교)		
지도교사명	이현진	학교	내정초등학교

항목	내용
탐구주제	해양 쓰레기를 줄여서 해양 생물의 생태계 유지 연구
탐구기간	2018년 5월 1일 ~ 2018년 8월 20일
탐구목적	○해양 오염 퇴축물을 정화시켜서 유용한 물질로 재활용할 수 있다. -해양 쓰레기의 대부분인 플라스틱을 자연 분해가 이뤄질 수 있도록 제작하여 사용한다면, 해양 쓰레기를 줄일 수 있다.
탐구내용	○자격루의 원리와 초 소수력 발전장치를 접목하여 오염이 심한 바닷물의 정화를 돕고, 바이오 플라스틱을 이용하여 자연 분해시킬 수 있는 방안에 대해서 알아보고 탐구한다. ○설문지 조사를 통해 동해, 서해, 남해 오염정도 인식확인 ○자격루의 원리에 따른 단계별 정화 장치 및 회로를 이용한 초 소수력 발전 장치 제작 ○여러 재료를 이용한 바이오 플라스틱을 제작 후 해초 추출물을 이용한 균 번식 억제 ○UCC영상 제작을 통한 해양 생태의 심각성을 알리고 해결방안 함께 연구
탐구결과	○설문지 조사를 통해 서해가 가장 오염정도가 심각하다 생각하였고, 플라스틱과 오일이 가장 큰 원인이라 생각하는 사람들이 많았다. ○자격루 원리를 이용하여 단계별로 오염된 바닷물을 흘려 보내자 중금속 수치가 떨어지고, pH가 중성으로 바뀌면서 깨끗해지는 것을 확인해 볼 수 있었다. 또한 떨어지는 물을 이용하여 초소수력발전기를 이용한다면 정화하는데 더 큰 도움이 될 수 있다는 결과를 얻을 수 있었다. ○바이오 플라스틱 중에서도 PVA에 포도당을 섞은 것이 가장 효과가 좋았다. ○UCC제작을 통하여 많은 사람들에게 해양 오염의 실태를 알릴 수 있는 기회가 되었다.
결론 및 의의	이번 탐구를 통하여 많은 사람들이 서해 바다의 오염 정도가 심각하다고 여겼으며, 그 중에서 어망이나 그물, 혹은 플라스틱들로 인해 바다가 많이 오염되고 있다는 것을 알게 되었다. 여러 단계를 거쳐 얻어진 바닷물이 처음 보다 더 깨끗해 진 것을 통해 그 효과가 뛰어나다는 것을 증명하였고, 또한 추가적으로 발전장치를 연결한다면 보다 정밀한 정화를 이룰 수 있다는 강점이 있었다. 플라스틱의 제거는 제거가 아닌 대체로 바이오 플라스틱을 만들어 사용한다면 자연 분해가 일어나고, 해초 추출물을 활용하여 자연 분해의 속도를 늦출 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 이러한 사실을 모두에게 알려줄 방법이 없어 고심 끝에 많은 사람들이 이용하고 활용할 수 있도록 UCC를 제작하여 유통한다면 다 함께 바다 환경을 개선해 나갈 수 있으리라 생각되는 뜻 깊은 탐구였다.



탐구 주제	해양 쓰레기를 줄여서 해양 생물의 생태계 유지 연구
팀명	오션 세이버

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 해양은 모든 오염 물질과 폐기물의 집결지이다. 해양에 버려지는 폐기물 중에서도 고체 상태로 떠다니거나 바다에 가라앉는 물질을 해양 쓰레기라고 한다. 해양 쓰레기 중 대부분을 차지하는 것은 플라스틱과 유기물, 중금속류인데, 이는 분해되지 않고 전 세계 바다를 떠다니며, 해마다 누적되어 총량이 증가하고 있다. 해양 쓰레기는 바다를 오염시킬 뿐 아니라, 폐어망 등 수중에 침적된 쓰레기로 인하여 물고기들이 그물에 걸려 폐사되기도 하고 심지어 선박의 스크류에 걸려 사고를 일으키는 등 물고기 잡이 활동에 여러 가지 피해를 유발한다. 그래서 이번 해양 쓰레기로 인한 수산자원과 선박 등의 경제 활동 피해를 줄이기 위한 방안을 찾아보고자 한다.

○ 탐구 목적

- 해양 오염 퇴적물을 정화시켜서 유용한 물질로 재활용할 수 있다.
- 해양 오염의 주범인 유기물과 중금속등을 제거할 수 있는 방안으로 침전과 여과, 그리고 소독의 과정을 각 단계별로 진행하되, 그 과정에서는 창의적인 방법, 즉 미생물의 활용과 초 소수력 발전 등을 이용한다면 효율을 높여주고, 보다 더 정밀하게 해양 오염 퇴적물을 정화시킬 수 있다.
- 해양 쓰레기의 대부분인 플라스틱을 자연 분해가 이뤄질 수 있도록 제작하여 사용하면, 해양 쓰레기를 줄일 수 있다.
- 물고기 잡이를 할 때, 사용하는 그물이나 어망 등을 바이오 플라스틱으로 제작하여 어민들에게 사용하게 한다면 쓰레기가 발생이 되더라도 시간이 지남에 따라 자연 분해가 일어나 쓰레기의 증가가 일어나지 않을 것이다.

2. 탐구 내용 및 방법

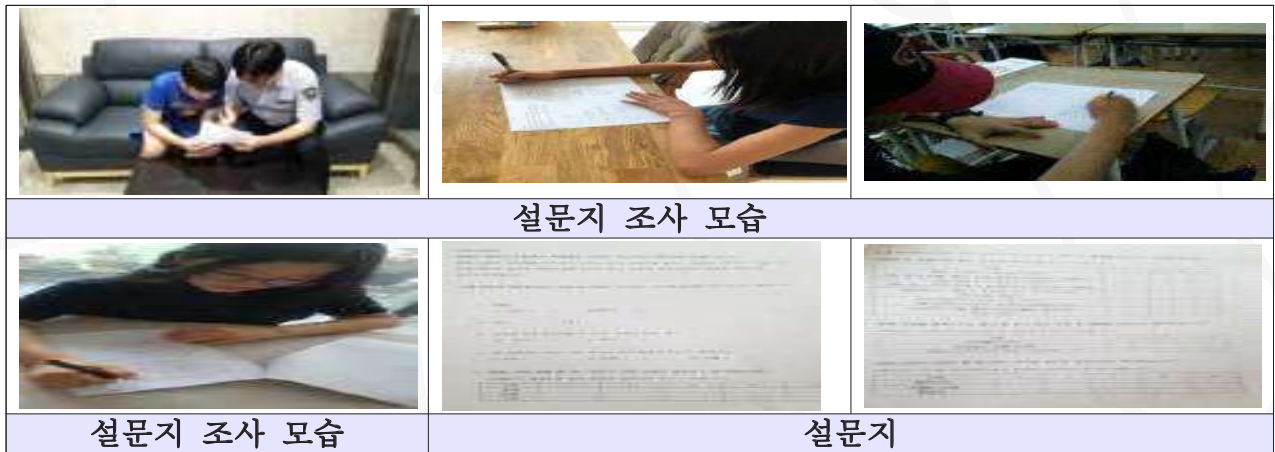
- 활동 기간은 총 5월~9월까지로, 처음 국내 여행을 다닌 60명의 사람들 중에서 가장 많은 해양 쓰레기가 많이 발생된 것이 어디인지 설문지 조사를 한다. 그래서 5월에는 자료 수집과 이론적 배경 등을 조사하고, 6월에는 설문지 조사와 우리나라 서해, 동해, 남해의 세 부분으로 나누어 해양 퇴적물 샘플을 채취해 후 유기물과 중금속의 수치를 각 키트를 통하여 살펴본다. 샘플을 이용하여 정화 장치를 창의적으로

설계하고, 각 단계에 맞추어 사이펀 타이머, 자격루의 원리를 섞어서 침전, 여과를 실시한다. 퇴적물이 모두 정화 되었는지는 키트를 통해 확인한다. 또한, 정화된 퇴적물이 담긴 물의 낙차를 이용하여 초소수력발전기를 만들어 재활용하여 전기를 생산하여 정화장치나 등대에 공급한다.

○ 방법

- 1. 탐구1. 설문지 조사

- 국내 여행을 다닌 사람들을 기준으로 설문지 조사를 통해 우리나라 어느 바다에서 가장 많은 쓰레기가 배출 되었는지 살펴본다.
- 설문지 문항을 함께 토의하여 작성하고, 그에 맞게 많은 인원수에 맞추어 조사 후 취합한다.
- 통계를 내어 그 결과를 기록한다.



- 2. 탐구1-1. 퇴적물 샘플 채취 조사

- 서해, 동해, 남해의 세 부분으로 인원을 나눠 배치한 다음, 각 바다에 가서 퇴적물을 떠온다.
- 샘플을 채취 후, 중금속 수치를 살펴보기 위해 중금속 키트와 수질오염 확인키트를 이용하여 측정 기록한다.



- 3. 탐구2. 정화 장치 설계

- 1) 침전 및 여과 장치(1) - 사이펀 타이머의 활용
 - ① 페트병 뚜껑에 비닐 관을 끼우고 철사를 끼워 넣는다.
 - ② 페트병에서 다음 페트병으로 넘어갈 때의 높이를 생각하여 상자의 높이를 계산 한다.

- ③ 페트병을 고정시키고, 비닐관의 한 쪽 끝을 다음 페트병 안으로 향하게 하여 물을 채운다.
- ④ 사이펀의 길이와 유량에 따라 물이 떨어지는 시간차를 관찰한다.
- ⑤ 사이펀의 길이와 비닐 관에서 빠져 나가는 퇴적물의 유량을 조절하여 일정 간격으로 퇴적물이 떨어지도록 만든다.

2) 침전 및 여과 장치(2) - 자격루(물시계)의 원리 이용

- ① 상자 여러 개를 높이를 다르게 하여 이어 붙인다.
- ② 사이펀을 사용한 페트병 입구 부분을 잘려 있는 페트병 밑 부분과 연결 시켜 높이에 따라서 배치한다.
- ③ 페트병 아래 부분에 구멍을 뚫고 Y자 관을 연결하여 비닐 관을 끼 넣는다.
- ④ 양쪽으로 갈라진 비닐 관에 다른 용도로 사용할 빈 그릇 등을 준비한다.
- ⑤ 페트병 각 부분에 각기 다른 정수 장치를 붙인다.
- ⑥ 첫 번째 페트병 - 자갈 / 두 번째 페트병 - 모래 / 세 번째 페트병 - 숯 네 번째 페트병 - 모터를 이용한 거름 등 각 단계 페트병 보다 작은 물질은 그대로 통과할 수 있도록 여과지를 설치한다.
- ⑦ 마지막 물받이 통에 부표를 설치하여 물이 차오르는 것을 확인한다.



중금속 수치와 pH 수치 측정

3) 퇴적물 정화 후의 남은 물의 활용 - 초소수력 발전 장치

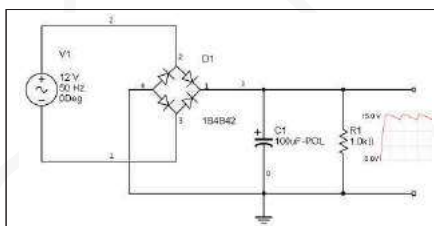
- ① 물이 차오르면, 정화된 물을 한 번 더 낙차를 이용하여 아래로 떨어뜨리고, 그 힘으로 나머지 이물질 등이 가라앉도록 한다. 또한 그 힘으로 발전기를 돌려 불이 들어오는지 확인한다.

3-1) 초소수력 발전 장치 준비물

폐CD, 요플레 숟가락, 브레드보드, 다이오드, 발광다이오드, 전선, 어항의 기포 발생기, 지지대, 물병 2개, 글루건, 페트병 뚜껑 등

3-2) 초소수력 발전 장치 탐구 방법

<수차를 돌릴 회로 연결-그림16 정류작용 회로도>



가. 브레드 보드에 다이오드를 한쪽 방향으로 흐르도록 꽂아 연결한다.

나. 발광다이오드를 꽂은 다음, 브레드 보드에 연결 되어 있는 전선을 어항의 기포 발생기의 콘센트 부분에 연결하여 불이 들어오는지 확인한다.

다. 그리고 어항의 기포 발생기의 자석이 있는 부분에 약 8mm되는 긴 오뎅꼬지를 꽂는다.

라. 오뎅꼬지와 어항의 자석이 있는 곳은 볼펜을 자르고 절연테이프로 고정시킨다.

			
CD에 숟가락 붙이기	회로 연결	지지대에 오뎅 꼬지 연결	기포 발생기와 오뎅 꼬지 연결

<전체 초소수력 발전기 연결>

가. 폐CD에 일정한 간격으로 8개의 요플레 숟가락을 세워서 붙여 수차를 만든다.

나. 그리고, 페트병 뚜껑을 CD의 구멍이 있는 가운데에 붙인 다음, 수차를 돌릴 회로에 연결되어 있는 8mm오뎅 꼬지에 딱 맞게 끼운다.

다. 양쪽에 고정시킬 수 있도록 페트병에 물을 받고, 세워서 기둥을 만든다.

라. 그리고 물의 양, 물을 떨어뜨리는 높이에 따라 발생하는 전기의 양을 측정 기록한다.

- 4. 탐구3. 바이오플라스틱 제작 - 바다에 사용되는 그물이나 어망을 자연 분해 될 수 있는 바이오플라스틱으로 제작 진행

1) 여러 재료를 이용한 바이오플라스틱 제작(1) - 우유 플라스틱 제작

- ① 우유를 냄비에 넣고 중불에서 저어 주면서 끓여준다.
- ② 기포가 발생 되면 식초를 부어 주어 덩어리지게 한다.
- ③ 불에 거즈 손수건을 올려놓고, 덩어리 진 우유를 붓는다.
- ④ 우유를 꼭 짜면 덩어리가 만들어지고, 이렇게 만들어진 것을 페트리 접시에 옮겨 담는다.
- ⑤ 이 방법으로 많은 양의 우유 플라스틱을 만들어 페트병 모양으로 만든다.

			
냄비에 우유 넣고 끓이기			

2) 여러 재료를 이용한 바이오플라스틱 제작(2) - PVA와 봉사를 이용한 플라스틱

- ① 따뜻한 물 50ml를 준비 한 다음 봉사를 10g을 넣고 잘 저어준다.
- ② PVA가루를 큰 종이컵에 담는다.
- ③ PVA가루가 담긴 종이컵에 봉사 녹인 물을 담고 잘 저어준다.
- ④ 덩어리지게 되면 페트리 접시에 옮겨 담는다.
- ⑤ 이 방법으로 많은 양의 PVA와 봉사 플라스틱을 만들어 페트병 모양으로 만든다.



PVA가루에 봉사 물 넣기

3) 여러 재료를 이용한 바이오플라스틱 제작(3) - PVA와 포도당을 이용한 플라스틱

- ① 따뜻한 물 50ml를 준비 한 다음 포도당 10g을 넣고 잘 저어준다.
- ② PVA가루를 큰 종이컵에 담는다.
- ③ PVA가루가 담긴 종이컵에 포도당 물을 담고 잘 저어준다.
- ④ 덩어리지게 되면 페트리 접시에 옮겨 담는다.
- ⑤ 이 방법으로 많은 양의 PVA와 포도당 플라스틱을 만들어 페트병 모양으로 만든다.



PVA가루에 포도당물 넣기

4) 전체 결과 확인 방법

- ① 1),2),3)의 방법을 토대로 어느 정도의 균이 자라는지 확인하고, 페트병 모양으로 만든 것의 용수철이 늘어난 정도와 각 높이에 따라 떨어뜨려 단단한 정도를 각각 살펴 본다.
- ② 균이 자란 다음 제거하는 방법으로 해초 추출물과 솔잎 추출물을 10분, 30분, 60분 간격으로 하여 균이 어느 정도로 제거되는지 가장 효과가 좋은 물질과 시간을 측정 기록한다.
- ③ 추가적으로 치아염소산나트륨도 균이 어느 정도로 제거되는지 생균수 측정법을 이용하여 측정 기록 한다.



- 5. 탐구4. 해양 생태 환경을 보존하기 위한 UCC 제작

1) 해양 생태 환경을 보존하기 위한 UCC를 제작

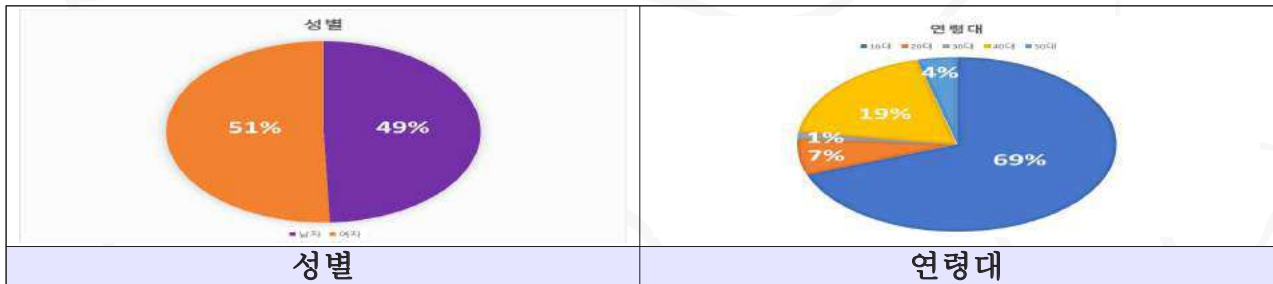
- ① 다 같이 모여서 대본을 작성한다.
- ② 각 담당을 나누어서 영상 촬영과 홍보 판넬 등을 만들어 해양 생태의 심각성과 앞으로의 대처 방안에 대해서 함께 할 것을 나타내는 영상을 찍은 다음 동영상 촬영하여 기록한다.



○ 결과

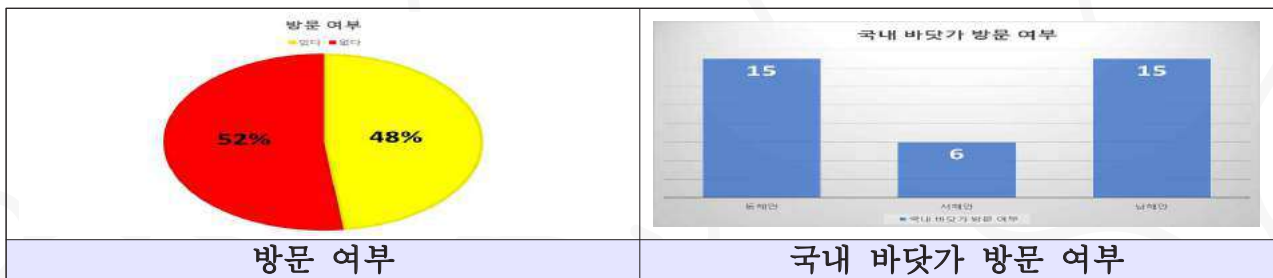
- 1. 탐구1. 설문지 조사 결과 (설문지 결과 - 전체 75명을 대상으로 조사)

- (1) 전체 설문자 수 75명
- (2) 성별 및 연령 - 남 37명 / 여 38명
 - 10대 52명 / 20대 5명 / 30대 1명 / 40대 14명 / 50대 3명



(3) 국내 바닷가 방문 여부 및 내용 - 있다 36명 / 없다 39명

- 동해안 15명 / 서해안 6명 / 남해안 15명



(4),(5) 국내 바닷가 오염정도가 가장 심각한 곳은 어디 일 것이라 예상하고, 오염의 주요 원인 (오염도가 높을수록 높은 번호 체크 후 기록)

- 오염 정도가 가장 심각한 순위 - 동해안 199 / 서해안 244 / 남해안 223
- 바다 오염의 주요 원인 - 해양 시설 쓰레기 246 / 해양 활동 쓰레기 236
관광객 쓰레기 288 / 주변 환경 쓰레기 255
육상 쓰레기 253



(6) 해양 오염을 증폭시키는 원인에 가장 큰 영향을 미치는 것과 제거하기 어려운 해양 쓰레기는 무엇인가.

- 해양 오염을 증폭 시키는 원인 - 해양 온도 233 / 조류 250 / 기후 변화 242
- 제거 하기 어려운 해양 쓰레기 - 플라스틱 265 / 오일 299 / 중금속 279



⇒ 설문지 조사 결과 및 알게 된 점

1. 서해가 가장 오염이 심하다고 대부분의 사람들이 생각한다.
2. 사람들은 관광객이 버린 쓰레기 중 플라스틱이 해양 오염의 주요 원인이라고 생각한다.
3. 사람들은 조류가 해양 오염을 증폭시키는 원인에 큰 영향을 미친다고 생각한다.
4. 사람들도 오일이 가장 제거하기 어려운 해양 쓰레기라고 생각한다.

- 2. 탐구1-1. 퇴적물 샘플 채취 조사 결과

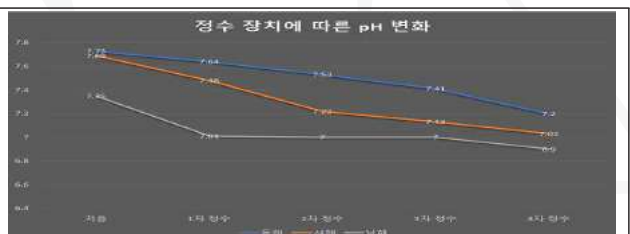
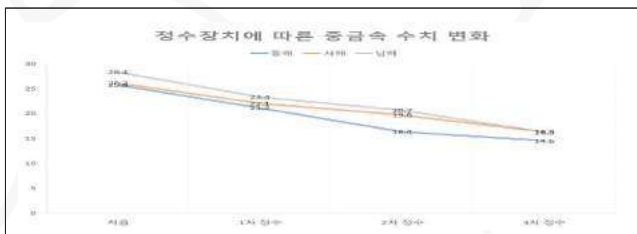
- 3. 탐구2. 정화 장치 설계 결과

1),2)의 탐구 결과



정수되고 있는 모습 관찰

	중금속 수치			pH 수치		
	동해	서해	남해	동해	서해	남해
처음	25.8	26.2	28.4	7.73	7.69	7.35
1차 정수	21.2	22.1	23.4	7.64	7.48	7.01
2차 정수	16.4	19.8	20.7	7.53	7.22	7.0
3차 정수	14.6	16.4	16.3	7.41	7.13	7.0
4차 정수	12.5	13.3	12	7.2	7.03	6.9



정수 장치에 따른 중금속 수치 변화

정수 장치에 따른 pH 변화

⇒ 사이펀 원리와 자격루 원리를 이용한 정수 처리 장치를 통해 알게 된 점

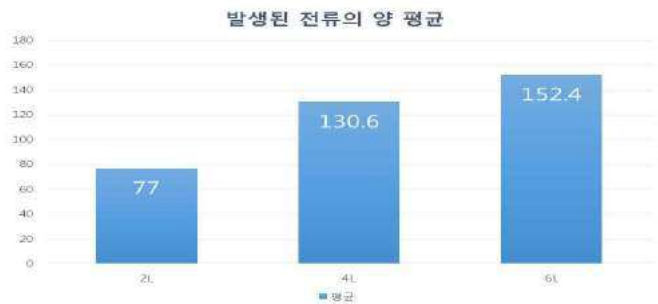
1. 동해, 서해, 남해 중에서 가장 중금속 수치가 높고 pH가 높은 물은 남해였다.
2. 남해 쪽의 공업 단지 등이 많이 분포하다 보니 중금속등의 수치가 높은 것이라 판단된다.
3. 정수 장치를 최소 3번은 해야 중금속 수치가 반으로 줄어 들고, pH도 약 알칼리에서 중성으로 돌아오는 것을 확인할 수 있었다.

3-3) 초소수력 발전 장치 탐구 결과와 알게 된 점

⇒ 약하게 물을 틀어 놓고 1분을 재었을 때에는 약 2L의 물이 모였고, 중간으로 틀었을 때에는 4L가, 세게 틀었을 때에는 6L의 물이 모였다. 그래서, 그 양으로 수차를 돌렸으며, 정확도를 높이기 위해 반복 실험을 진행하였다. 그 결과 물의 양이 많아질수록 더 많은 전류가 흐르는 것을 측정할 수 있었으며, 높이가 높아질 수록도 마찬가지로 조금 더 많은 양의 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 25cm이상에서 떨어뜨렸을 때 더 많은 전류가 흐를 것이라 생각했지만, 의외로 떨어지면서 사방으로 물이 튀기는 바람에 전류가 많이 발생되지 않았고, 튀기면서 수차의 흐름을 방해하는 경우가 생겨 일정 높이가 15cm~25cm 사이에서 물을 떨어뜨려야 많은 양의 전류를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

<물의 양에 따른 전기의 양 - 140mA기준>

물의 양 전류의 양	2L	4L	6L
1회	80	125	150
2회	74	129	152
3회	72	130	149
4회	78	133	156
5회	81	136	155
평균	77	130.6	152.4



<물을 떨어뜨리는 높이에 따른 전기의 양- 140mA기준>

물의 양 전류의 양	수차에서부터(요플레 숟가락의 끝 부분 기준)		
	약 5cm	약 15cm	약 25cm
1회	80	130	132
2회	82	130	133
3회	83	129	130
4회	82	128	131
5회	82	128	134
평균	81.8	129	132

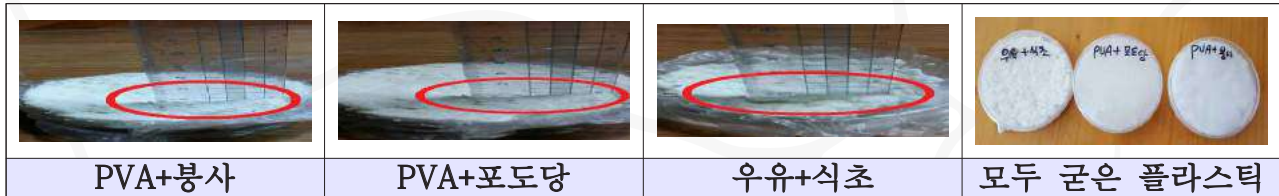


- 4. 탐구3. 바이오 플라스틱 제작 - 바다에 사용되는 그물이나 어망을 자연 분해 될 수 있는 바이오 플라스틱으로 제작 진행 결과

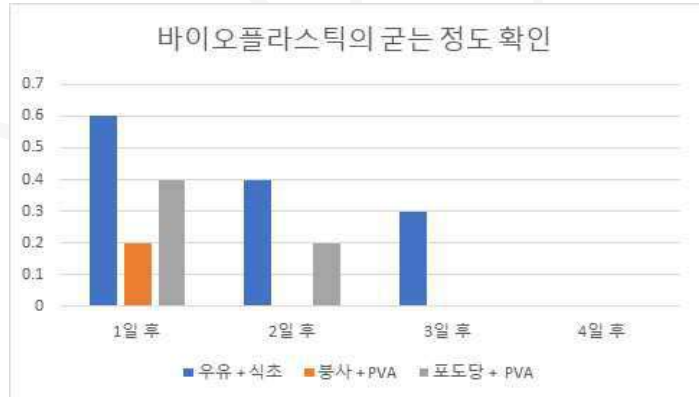
4) 탐구 결과

4-1) 경과 일에 따른 플라스틱 굳기 정도 확인

⇒ 하루가 지나자 모든 플라스틱이 어제보다 더 굳어졌고, PVA + 붕사 플라스틱은 첫째 날에 바로 굳었고, 포도당에 PVA를 넣은 것은 둘째 날 완전히 굳었으며, 우유에 식초를 넣은 것이 가장 늦게 굳었다.



	우유 + 식초	붕사 + PVA	포도 당 + PVA
1일 후	0.6cm	0.2cm	0.4cm
2일 후	0.4cm	0cm	0.2cm
3일 후	0.3cm	0cm	0cm
4일 후	0cm	0cm	0cm



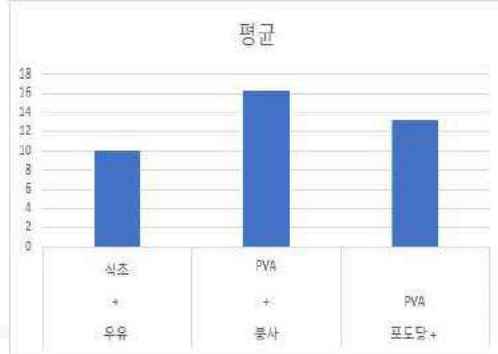
4-2) 페트병 모양으로 만든 바이오 플라스틱의 인장 강도 확인(1) - 용수철의 늘어난 정도 확인

⇒ 페트병 모양으로 만든 바이오 플라스틱을 용수철에 걸었을 때 늘어나는 정도를 확인해 보았을 때 가장 많이 늘어난 것은 붕사에 PVA를 섞은 것이 가장 많이 늘어났고, 그 다음으로 포도당과 PVA를 섞은 것이었다. 우유에 식초를 섞어 만든 플라스틱이 가장 적게 늘어났다. 각 물질을 이루고 있는 중합체가 서로 엉키게 되면서 무게가 증가하여 이와 같은 결과가 나왔을 것이라 생각된다.



용수철에 메달아 늘어난 길이 측정

	우유+식초	붕사+PVA	포도당+PVA
1회	9cm	15.3cm	13cm
2회	10.4cm	14cm	12.5cm
3회	10.2cm	16cm	13.3cm
4회	9.8cm	15.5cm	13.2cm
5회	9.7cm	16cm	13cm
평균	10.06cm	16.23cm	13.21cm



4-3) 떨어지는 높이에 따른 인장 강도 확인

⇒ 높이를 약 10cm씩 늘려갈 때 마다 부서지는 정도를 확인해 본 결과 우유와 식초를 섞은 플라스틱은 30cm가량에서 부서지는 것을 확인할 수 있었고, PVA에 붕사를 섞은 것은 140cm가 되어도 부서지지 않았다.



떨어지는 높이에 따른 단단한 정도 확인

	우유 + 식초	붕사 + PVA	포도당 + PVA
떨어지는 높이에 따른 단단한 정도	30cm	140cm	70cm



4-4) 균 번식 정도

⇒ 균이 번식되는 정도를 확인해 본 결과 우유에 식초를 넣은 플라스틱에서 가장 많은 균이 번식되는 것을 확인해 볼 수 있었다. 우유 속에 있는 카제인 성분이나 단백질 성분등으로 인해서 균의 번식을 도운 것이라 생각된다. 그 다음으로 포도당에 PVA를 섞은 것에서 균이 번식하였고, 붕사를 넣은 플라스틱이 가장 적게 번식 된 것을 확인할 수 있었다.

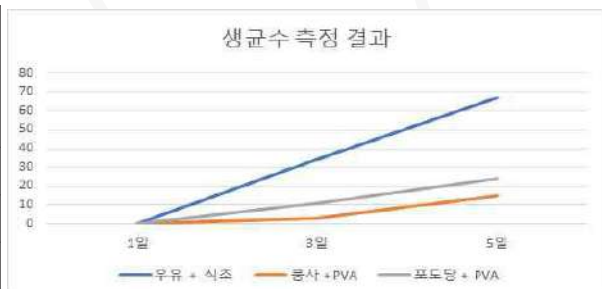


생균수 측정

	우유 + 식초	붕사 + PVA	포도당 + PVA
1일			
3일			
5일			

<생균수 측정 결과>

	우유 + 식초	붕사 + PVA	포도당 + PVA
1일	0	0	0
3일	34	3	11
5일	67	15	24



4-5) 균 제거 정도

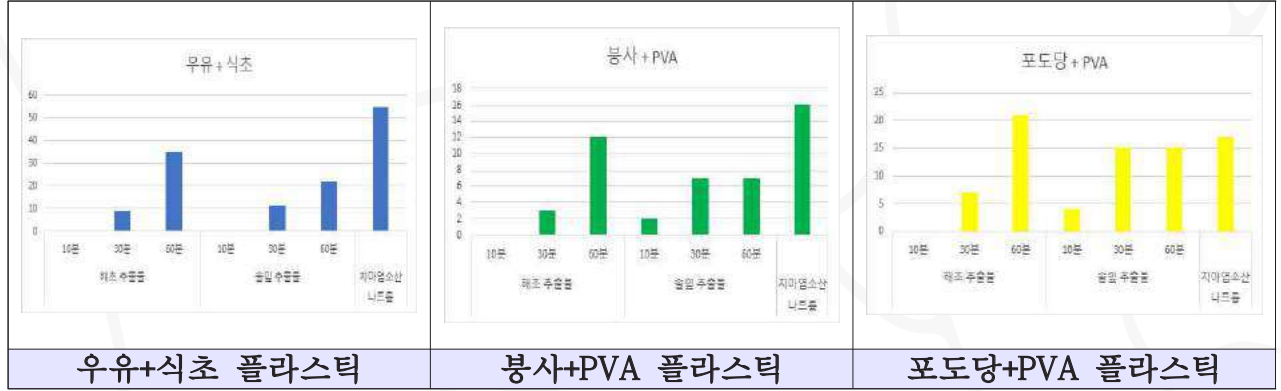
⇒ 바이오 플라스틱에서 발생된 균을 제거할 수 있는 물질로 시간에 따른 해초 추출물과 솔잎 추출물을 사용해 본 결과 솔잎 보다는 해초에서 얻어진 물질이 균을 제거하는데 효과가 좋았다. 바다에 발생된 썩지 않는 플라스틱 중에서 가장 많은 비중을 차지하는 어망이나 그물 등을 바이오 플라스틱으로 만들어 사용하고, 균이 발생될 시에는 해초 물에 담구어서 사용 시기를 늘려간다면 바다에서 발생된 쓰레기를 줄이고 오염정도를 줄여 나갈 수 있을 것이라 생각된다.

플라스틱 종류		5일 채 된 날의 균을 대상으로 5일 후의 변화 확인								
		우유 + 식초			붕사 + PVA			포도당 + PVA		
균 제거 물질의 종류		전	후	차	전	후	차	전	후	차
해초 추출물	10분	67	67	0	15	15	0	24	24	0
	30분	72	63	9	16	13	3	29	22	7
	60분	63	28	35	15	3	12	33	12	21



초등부

솔잎 추출물	10분	65	65	0	18	16	2	36	32	4
	30분	69	58	11	18	11	7	35	20	15
	60분	77	55	22	17	10	7	30	15	15
치아염소산나트륨		69	14	55	18	2	16	25	8	17



○ 팀원의 담당 역할

	나강민	송현재	최윤호	홍정연
설문지 조사	18명	19명	19명	19명
샘플 채취	서해	동해	서해	남해
페트병 준비	0		0	
A4상자 준비		0		0
Y자관 준비			0	
초소수력발전기 -기포발생기	0			0
초소수력발전기 - CD와 일회용숟가락		0	0	
장소 제공	1	2	3	4
솔잎 준비	0			
해초 준비		0		
치아염소산 준비			0	
페트리 접시와 PVA가루, 포도당 등 준비				0
우유와 식초 준비	0			
균 배양				0
대본 제작	0	0	0	0
영상 촬영		0		0

판넬 제작	0		0	
동영상 편집		0	0	
최종 보고서 작성	0		0	
PPT제작		0		0

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 첫째, 설문지 조사를 통한 여론

· 대부분의 사람들이 서해가 가장 오염이 심하다고 대부분의 사람들이 생각하였고, 사람들은 관광객이 버린 쓰레기 중 플라스틱이 해양 오염의 주요 원인이라고 여겼다. 또한 조류가 해양 오염을 증폭시키는 원인에 큰 영향을 미친다고 생각하였으며, 어망이나 그물, 혹은 오일이 가장 제거하기 어려운 해양 쓰레기라고 답하였다.

- 둘째, 사이펀 원리와 자격루 원리를 이용한 정수 처리 장치

· 동해, 서해, 남해 중에서 가장 중금속 수치가 높고 pH가 높은 물은 남해였고, 남해쪽의 공업 단지 등이 많이 분포하다 보니 중금속등의 수치가 높은 것이라 판단된다. 또한 자격루 원리를 이용한 정수 장치를 최소 3번은 해야 중금속 수치가 반으로 줄어들고, pH도 약 알칼리에서 중성으로 돌아오는 것을 확인할 수 있었다.

- 셋째, 초소수력발전장치의 활용

· 약하게 물을 틀어 놓고 1분을 재었을 때에는 약 2L의 물이 모였고, 중간으로 틀었을 때에는 4L가, 세게 틀었을 때에는 6L의 물이 모였다. 그래서, 그 양으로 수차를 돌렸으며, 정확도를 높이기 위해 반복 실험을 진행하였다. 그 결과 물의 양이 많아질수록 더 많은 전류가 흐르는 것을 측정할 수 있었으며, 높이가 높아질 수록도 마찬가지로 조금 더 많은 양의 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 25cm이상에서 떨어뜨렸을 때 더 많은 전류가 흐를 것이라 생각했지만, 의외로 떨어지면서 사방으로 물이 튀기는 바람에 전류가 많이 발생되지 않았고, 튀기면서 수차의 흐름을 방해하는 경우가 생겨 일정 높이가 15cm~25cm 사이에서 물을 떨어뜨려야 많은 양의 전류를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

- 넷째, 바이오플라스틱의 제작 및 균 억제 확인

· 굳는 정도를 확인해 본 결과, 하루가 지나자 모든 플라스틱이 어제보다 더 굳어졌고, PVA + 붕사 플라스틱은 첫째 날에 바로 굳었고, 포도당에 PVA를 넣은 것은 둘째 날 완전히 굳었으며, 우유에 식초를 넣은 것이 가장 늦게 굳었다.
· 그리고 페트병 모양으로 만든 바이오 플라스틱을 용수철에 걸었을 때 늘어나는 정도를 확인해 보았을 때 가장 많이 늘어난 것은 붕사에 PVA를 섞은 것이 가장 많이 늘어났고, 그 다음으로 포도당과 PVA를 섞은 것이었다. 우유에 식초를 섞어 만든 플라스틱이 가장 적게 늘어났다. 각 물질을 이루고 있는 중합체가 서로 엉키게 되면서 무게가 증가하여 이와 같은 결과가 나왔을 것이라 생각된다.

- 높이를 약 10cm씩 늘려갈 때 마다 부서지는 정도를 확인해 본 결과 우유와 식초를 섞은 플라스틱은 30cm가량에서 부서지는 것을 확인할 수 있었고, PVA에 붓사를 섞은 것은 140cm가 되어도 부서지지 않았다.
- 또한 균이 번식되는 정도를 확인해 본 결과 우유에 식초를 넣은 플라스틱에서 가장 많은 균이 번식되는 것을 확인해 볼 수 있었다. 우유 속에 있는 카제인 성분이나 단백질 성분등으로 인해서 균의 번식을 도운 것이라 생각된다. 그 다음으로 포도당에 PVA를 섞은 것에서 균이 번식하였고, 붓사를 넣은 플라스틱이 가장 적게 번식된 것을 확인할 수 있었다.
- 그 밖에도 바이오 플라스틱에서 발생된 균을 제거할 수 있는 물질로 시간에 따른 해초 추출물과 솔잎 추출물을 사용해 본 결과 솔잎 보다는 해초에서 얻어진 물질이 균을 제거하는데 효과가 좋았다. 바다에 발생된 썩지 않는 플라스틱 중에서 가장 많은 비중을 차지하는 어망이나 그물 등을 바이오 플라스틱으로 만들어 사용하고, 균이 발생될 시에는 해초 물에 담구어서 사용 시기를 늘려간다면 바다에서 발생된 쓰레기를 줄이고 오염정도를 줄여 나갈 수 있을 것이라 생각된다.

○ 의의(기대효과)

- 해양쓰레기는 강·하천, 해안가, 선박, 해상구조물 등 오염기인이 다양하고, 해양에 유입·배출되면 빠르게 확산되며, 침적 시 육안관찰이 불가능하여 발생량을 정확히 산출할 수 없다. 단, 여러 가지 간접지표를 통해 총량을 추정하는 것은 가능하나 추정기관이나 추정에 사용한 지표에 따라 추정량이 상이할 수 있다. 전 세계 해양에 2억 6천만 톤의 플라스틱이 있을 것으로 추정하고 있으며(IFREMER, 2010), 이는 연간 발생량 매년 640만 톤, 매일 800만개의 쓰레기가 해양에 버려지고 있음을 나타낸다. 이 쓰레기의 60~80%는 플라스틱이다. 그래서 이러한 해양 쓰레기를 효율적으로 제거하고, 혹여 버려지는 상황에서도 자연 분해 될 수 있도록 하여 바다에 남아 있는 쓰레기를 줄일 수 있을 것이라 생각된다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 설문지 조사
 - 설문지에 응해주지 않는 사람들이 꽤 있어서 여러 사람들에게 여쭙보기 어려웠다.
- 샘플 채취
 - 동해, 서해, 남해를 가는 시기가 모두 달라서 최대한 비슷한 시기로 시간을 맞추기가 어려웠다.
- 정수 장치
 - 정수 장치의 미세한 부분으로 여러 번 정수를 거칠 때 마다 물이 조금씩 새서, 정확한 값을 측정하기 어려웠다.
 - 정수 장치 속 모래가 조금씩 빠져 나와서 퇴적물과 섞여서 정확하게 바닷물에서 섞여 온 것인지 거름 장치 속 모래인지 구분이 어려웠다.

- 사이펀 원리를 적용하자 물이 내려오는데 오래 걸려 기다리는데 시간이 걸리고, 오래 걸릴수록 오염도가 높아질 수 있을 것이라 생각된다. ☞ 그래서 사이펀 우량계 속에 미생물을 넣어 오염정도를 낮춰서 여러 번 정수 효과를 주려 한다.
- 초소수력 발전
 - 일정 높이에서 물을 정확히 손가락에 떨어뜨리기 어려웠다.
 - 회로도를 보고, 브레드 보드에 다이오드와 발광다이오드, 저항 등을 연결하기가 어려웠다.
 - 단계별로 발광 다이오드에 불이 들어오려 회로를 조작 하는게 어려웠다.
- 바이오 플라스틱 제작
 - 우유를 냄비에 넣고 끓일 때 갑자기 끓어 넘칠 때가 있고, 잘 제어주지 않으면 냄비 바닥에 달라붙어 타는 경우가 있어서 어려웠다.
 - 식초가 많이 들어가게 되면 덩어리가 잘 생기지 않아서 만들어진 플라스틱의 양이 적어서 몇 차례 반복해서 만드는 과정이 어려웠다.
 - PVA에 봉사물을 넣고 제어주자 바로 굳어서 페트리 접시에 평평하게 넣기가 어려웠다.
 - 균 번식 실험을 진행할 때 균들이 서로 균집을 이뤄서 정확한 수치를 측정하기 어려웠다.
 - UCC 제작할 때 한명이 촬영을 진행하다 보니 얼굴이 잘 비춰지지 않아서 편집하기가 어려웠다.

○ 알게 된 점

- 설문지 조사
 - 서해가 가장 오염이 심하다고 대부분의 사람들이 생각한다.
 - 사람들은 관광객이 버린 쓰레기가 해양 오염의 주요 원인이라고 생각한다.
 - 사람들은 조류가 해양 오염을 증폭시키는 원인에 큰 영향을 미친다고 생각한다.
 - 사람들도 오일이 가장 제거하기 어려운 해양 쓰레기라고 생각한다.
- 정수 장치
 - 동해, 서해, 남해 중에서 가장 중금속 수치가 높고 pH가 높은 물은 남해였다.
 - 남해 쪽의 공업 단지 등이 많이 분포하다 보니 중금속등의 수치가 높은 것이라 판단된다.
 - 정수 장치를 최소 3번은 해야 중금속 수치가 반으로 줄어 들고, pH도 약 알칼리에서 중성으로 돌아오는 것을 확인할 수 있었다.
- 초소수력 발전기
 - 물의 양이 많아질수록, 물을 떨어뜨리는 높이가 높아질수록 더 많은 전류가 흐르는 것을 확인할 수 있었다.
 - 25cm이상의 높이에서는 물이 사방으로 튀면서 많은 전기가 발생되지 않았다. 그래서 정수 장치의 높이는 25cm로 맞추어 한쪽 방향으로 물을 흘려보내어 발전기를 돌릴 수 있도록 해야 한다는 것을 알 수 있었다.

- 바이오 플라스틱 제작
 - PVA에 봉사물을 섞으면 바로 굳는다는 장점이 있지만 여러 가지 모양의 플라스틱으로 만들기는 어렵다는 것을 알 수 있었다.
 - 바이오 플라스틱에도 균이 번식할 수 있다는 것을 알 수 있었고, 해초 추출물과 치아염소산나트륨의 효과가 좋다는 것을 확인할 수 있었다.
 - UCC 제작을 처음 해 보는데, 재미있는 작업이었고, 많은 사람들이 보고 해양 바다의 오염의 심각성을 깨달으며, 함께 해결해 나가야 하는 방법을 공유할 수 있는 방법을 알게 되었다.
- 기타
 - 스마트폰과 SNS를 활용을 통한 캠페인을 UCC 제작으로 대체하여 홍보.

5. 참고문헌

- 논문 - 경상남도, 「경남통계연보」, 2010
- 논문 - 국토해양부, 2011, 「해양폐기물 분포과악을 위한 어구실태조사」
- 논문 - 국토해양부, 환경부, 농림수산식품부, 2008.11, 해양경찰청, 「제1차 해양쓰레기 관리 기본계획」(2009-2013)
- 논문 - 국토해양부, 2008, 「낙동강유역 해양유입쓰레기 조사 및 관리방안」
- 논문 - 농림수산식품부, 2011, 「연근해 침적폐기물 실태조사 및 효과분석」
- 논문 - 표희동, 2009, 「해양오염 퇴적물 정화사업의 어업자원회복 및 수산물 소비회복효과분석」, 수산경영론집, 제40권 제3호, 29-49
- 논문 - 홍상철, 2004, 「낙동강 하구역의 폐기물 유입·침적 특성」, 부경대학교 공학석사학위논문
- 논문 - 홍선욱, 2011. 8. 31, 「낙동강쓰레기 어떻게 할 것인가· 경남발전연구원 찾아가는 수요세미나 발표자료」
- 논문 - 홍종욱, 2007, 「육상기인 해양쓰레기 관리 분담방안 연구」, 경남발전연구원 기본연구 2007-12
- 논문 - 환경부, 2008, 「5대강 유역 하천·하구 쓰레기 처리 기본계획」
- 논문 - APEC, 2009, 「Understanding the economic benefits and costs of controlling marine debris in the APEC region」, APEC
- 논문 - Marine Resources Conservation Working Group
Cho, D., 2006, 「Evaluation of the ocean governance system in Korea, Marine Policy」, 30(5). 570-579
- 논문 - FAO and UNEP, 2009, 「Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 523, UNEP Regional Seas Reports and Studies 185」
- 기사 - www.naver.com 지식 백과
- 기사 - www.google.com 위키 백과

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	순천만 생태 탐험대		
학생명	송정우, 김교연, 김민승, 서소영	학교	순천이수초등학교
지도교사명	서명원	학교	순천이수초등학교

항목	내용
탐구주제	순천만의 농게와 그 친구들 탐구
탐구기간	2018년 6월 18일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	○순천만은 생태 환경의 보고 ○농게와 그 친구들의 탐구를 통해 생물과 환경이 조화롭게 살아가는 모습 탐구
탐구내용	○순천만의 농게와 다른 종류의 게들이 사는 곳 조사 ○농게와 그 친구들의 먹이모습 관찰 ○농게와 그 친구들의 생김새 비교 관찰 ○농게와 그 친구들이 살아가는 모습
탐구결과	○순천만에 서식하는 게의 종류를 이해 ○상호보완적인 모습으로 살아가는 게들의 생활모습 발견 ○체험학습 태도 고찰 ○환경 보호에 대한 경각심을 가짐
결론 및 의의	○순천만 습지 환경의 중요성 이해 ○순천만 갯벌 생태의 이해를 토대로 환경간의 상호 관계 이해 ○게의 암·수 구분 및 육식성과 초식성 게의 특징 이해 ○게의 먹이 습성을 토대로 생태적 특징 이해 ○서식지 생태 지도 제작을 통해 분포 양상 이해 ○정숙의 의미를 알고 환경 보호하려는 태도 고취 ○호기심과 과학적 탐구심 고취



탐구 주제	순천만의 농게와 그 친구들 탐구
팀명	순천만 생태 탐험대

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 전 세계적으로 살고 있는 게의 종류는 약 5000여 종이다. 그 중 우리나라에는 185여 종이 서식하고 있다고 한다. 그중에서도 우리 고장인 순천만은 드넓은 갯벌에 농게, 칠게 뿐만 아니라 갈대밭, 흑두루미, 짱뚱어 등이 많이 서식 하고 있다. 순천만은 국제적으로도 생태적 가치가 커서 많은 사람들이 큰 관심을 가지고 있다. 그래서 우리 지역, 우리 학교 학생들은 순천만 체험학습을 자주 하고 순천만에 늘 관심이 많다.
- 우리 순천만 생태 탐험대 역시 여러 번의 순천만 갯벌 체험학습 도중에 만난 각종 동식물을 꾸준히 관찰하고 있다. 우리는 갯벌에서 여러 가지 게들을 관찰했는데 사람의 인기척에 굉장히 빠르게 굴속으로 들어가는 모습이 신기했고 생김새도 다르고 먹이 활동도 다른 것들이 신기했다. 그 중에서 집게발이 커다란 농게는 시간 가는 줄 모르고 관찰을 하게 하는 대표적인 게이다.

○ 탐구 목적

- 농게 이외에도 다른 여러 종류의 게들이 칠면초 등 염생식물이 많은 곳에서 함께 살아간다. 그런데 농게는 멀리서 인기척만 나도 재빨리 굴속으로 숨어 버리는데, 어떤 게는 도망은커녕 강한 집게발을 치켜들어 사람에게 대항하기도 한다. 그래서 빨리 도망가는 게들과 잘 도망가지 않는 게들의 차이점과 공통점을 알아보려고 했다. 그리고 칠면초가 많은 갯벌에서 이웃하고 살아가는 농게와 다른 많은 게들이 살아가는 환경, 이들의 생김새, 먹이활동 모습 관찰을 토대로 공통점과 차이점에 대해 탐구하면서 순천만 갯벌에 대한 이해를 높이고자 본 탐구를 시작하게 되었다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용1

- 순천만의 농게와 다른 종류의 사는 곳 조사
 - 순천만에는 드넓은 갯벌이 펼쳐져있다. 이 갯벌은 혼합갯벌로 많은 종류의 게들



이 서식하고 있는데, 그중에 농게와 세스랑게가 사는 곳이 많이 보인다.

- 모든 종류의 게들, 순천만에서 주로 보이는 농게, 세스랑게, 도둑게, 칠게 등의 게들의 사는 곳이 모두 같은지 의문을 품고 이 탐구를 시작했다.



<순천만의 드넓은 갯벌>



<게들의 집을 관찰하는 모습>

○ 방법1

- 가설 설정
 - 모든 게들은 사는 곳이 같을 것이다.
- 실험 설계
 - 다르게 할 조건: 게들의 종류(농게, 세스랑게, 도둑게, 칠게 등)
 - 같게 할 조건: 환경(갯벌의 종류, 시간, 장소, 밀물, 썰물의 정도 등)
- 실험
 - 순천만 갯벌 직접 관찰
 - 게들의 집 주변에서 게들이 나오는 모습 관찰

○ 결과1

- 실험결과
 - 게들마다 사는 곳이 다르다.
 - 집 모양이 다르다.



<농게가 사는 곳>



<세스랑게가 사는 곳>

- 가설검증
 - ‘모든 게들은 사는 곳이 같을 것이다’ 라는 가설은 틀렸다.
 - ‘게들마다 사는 곳이 다르다’ 라는 가설로 새로운 탐구를 진행하겠다.
- 적용
 - 게의 종류마다 사는 곳을 좀 더 자세히 탐구하겠다.

○ 내용2

- 게들이 사는 곳 집중 탐구
 - 농게는 구멍을 뚫어서 살고 있다.
 - 세스랑게는 뾰족한 탐과 기둥 모양처럼 생긴 집을 짓고 살고 있다.
 - 도둑게는 산이나 갯벌의 기수지역(강과 바다가 만나는 곳)에 주로 살고 있다.

○ 방법2

- 게들이 서로 다른 곳에 살고 있는 이유는 뭘까?
 - 순천만에 게들의 집이 많은 곳의 위치를 알아보았다.
 - 서식 굴의 위치와 특징을 비교하여 돋보기를 이용하여 관찰하였다.
 - 인기척이 있으면 게가 굴속으로 도망가거나 나오지 않으므로 최대한 조용한 상태에서 실험에 임했다.

○ 결과2

- 탐구 결과
 - 농게를 포함한 대부분의 게들은 갯벌에 구멍을 뚫고 굴속을 드나들며 생활한다.
 - 그 중에서 농게는 천적인 낙지를 피해, 위기 상황으로부터 자신을 보호하기 위해 굴속에서 살아간다.



<농게가 굴속으로 들어가는 모습>



<농게와 천적인 낙지>

- 자세히 관찰하니 농게들 중에서도 암수에 따라 굴의 모양, 위치 등이 달랐다.
- 굴에 들어갔다 나갔다 하는 농게를 암·수별로 번호를 지정하여 굴의 주인을 표시한 후 굴을 만드는 방법, 굴 모양, 굴의 위치 등을 관찰, 조사했다.



암수 구별 굴	암	수
굴을 만드는 방법	양쪽 다리	한쪽 다리
굴 모양	수직에 가까운 하나의 굴	더 깊음
굴의 위치	낮음	더 높음

· 세스랑게는 자신보다 더 큰 뾰족한 탑과 기둥 모양처럼 생긴 집을 짓고 사는데 그 이유는 온도와 관련 있다고 한다. 뜨거운 햇볕으로 인해 갯벌의 온도가 높아지면 서식하는데 어려움이 있으므로 탑과 같은 건축물을 지어 그 열기를 빠져나가게 한다고 한다. 그래서 생태전문가들 사이에는 ‘갯벌의 건축가’ 라는 별명으로 불린다고 한다.



<세스랑게의 집>



<직접 만져보고 느껴보기>

· 도둑게는 산에 있는 집에 밥을 훔쳐먹다가 들켜서 민망한 나머지 웃으면서 도망쳤기 때문에 도둑게의 등껍질에 스마일 표시가 있다고 할 정도로 귀여운 게이다.
· 갯벌 안에서는 발견되지 않아서, 갯벌 주변 언덕, 산 주변을 돌아다니면서 찾아왔다. 3회차 되는 날에 우연히 지평선과 산이 시작되는 부분에서 여러 마리가 줄지어 이동하는 도둑게의 모습을 발견했다. 그날은 비가 조금 온 후이고 물때도 적당했다.



<산에서 생활하고 있는 도둑게>



<가까이에서 관찰한 도둑게>

- 도둑게가 산이나 육지에서 생활 할 수 있는 조건은 먹이 활동과 관련된 것 같다. 도둑게는 사람의 집의 밥을 훔쳐먹었다고 여길 정도로 국수며 식빵, 삼겹살 등 어떠한 음식도 가리지 않는 잡식성 게라고 한다.

○ 내용3

- 농게와 친구들의 먹이 모습 관찰
 - 농게 암·수의 먹이 모습 관찰
 - 칠게의 먹이 모습 관찰
 - 방게의 먹이 모습 관찰
 - 붉은발사각게의 먹이 모습 관찰
 - 도둑게의 먹이 모습 관찰

○ 방법3

- 관찰 방법
 - 날씨가 맑을 때, 농게 암·수별로 두 마리씩을 선택한다.
 - 1분 동안 먹이 활동을 하는 집게발의 이용 횟수를 초시계로 측정한다.
 - 농게 이외의 게들은 각각 먹이 활동을 어떻게 하는지 따로 관찰한다.
 - 먹이 활동 방법을 카메라를 이용하여 자세히 관찰한다.
- 변인 통제
 - 같게 해야 할 조건: 장소, 온도, 크기, 시간
 - 다르게 해야 할 조건: 암수(성별), 게의 종류(칠게, 방게, 붉은발 사각게)

○ 결과3

- 관찰 내용
 - 농게 암컷은 평균 113회 정도로 먹이 활동을 함.
 - 농게 수컷은 평균 65회 정도로 먹이 활동을 함.



<농게 암컷의 먹이 활동 모습>



<농게 수컷의 먹이 활동 모습>

- 농게의 암컷과 수컷은 공통적으로 갯벌, 유기물, 플랑크톤 등을 먹었다. 소위 말하는 초식성 게이다. 칠게도 거의 농게와 비슷하다.
- 방게와 붉은발사각게는 갯벌의 유기물뿐만 아니라 죽은 동물의 사체를 먹는 경우도 있다. 소위 말하는 잡식성 또는 육식성이다.
- 도둑게는 위에서 한번 언급되었듯이 어떠한 음식도 가리지 않는 잡식성 게이다.



<잡식성 게인 방게>



<잡식성 게인 붉은발사각게가 죽은 사체를 먹는 모습>

○ 내용4

- 농게와 그 친구들의 생김새 비교 관찰
 - 순천만에는 많은 종류의 게들이 있고, 게들마다 생김새가 다르다.

○ 방법4

- 가설 설정
 - 게의 종류에 따라 눈의 모양과 생김새가 다를 것이다.
- 실험 설계
 - 다르게 할 조건: 게들의 종류(농게, 칠게, 도둑게 등)
 - 같게 할 조건: 비슷한 크기, 환경
- 실험
 - 게들의 눈을 직접 관찰, 루페로 관찰, 현미경 관찰



<직접 관찰>



<루페 관찰>



<현미경 관찰>

○ 결과4

- 실험결과
 - 도둑게의 눈자루는 짧고 농게의 눈자루는 길다.



〈도둑게의 눈〉



〈농게의 눈〉



〈농게의 눈 현미경 확대〉

- 가설검증
 - 2~3종류의 게들의 눈을 집중적으로 실험해서 ‘게의 종류에 따라 눈의 생김새가 다를 것이다’ 라는 가설이 증명되었다.
- 적용
 - 눈의 모양 이외에 배, 다리 모양, 입 모양 등을 더 탐구해 보겠다.

○ 내용5

- 농게와 그 친구들의 생김새 비교 관찰
 - 게들의 배 모양 관찰
 - 게들의 집게발 모양 관찰
 - 게들마다 눈의 길이가 다른 이유 탐구
 - 게들의 입 관찰

○ 방법5

- 게들의 배 모양 관찰
 - 농게, 도둑게 등의 게를 암수 비율을 비슷하게 하여 채집하여 관찰한다.
- 게들의 집게발 모양 관찰
 - 게들의 종류를 다르게 하여 집게발을 관찰한다.
 - 집게발이 특이한 농게를 집중 관찰한다.
- 게들마다 눈의 길이가 다른 이유 탐구
 - 눈의 길이에 따라 얼마나 빠르게 움직이고 굴로 도망가는지를 관찰한다.
 - 줄자와 초시계를 이용해 같은 거리를 움직이거나 도망갈 때, 얼마나 빠른 빠르기로 도망가는지 관찰한다.
- 게들의 입 관찰
 - 초식성과 잡식성 게 각각 2마리 이상의 입 모양을 관찰한다.



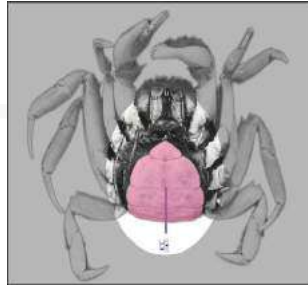
○ 결과5

- 게들의 배 모양 관찰

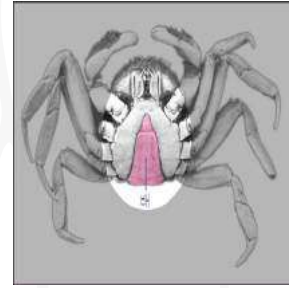
- 게의 종류마다 배의 모양이 조금씩 달랐지만 대부분 비슷했다.
- 암수에 따라서는 큰 차이를 보였다.
- 암컷의 배는 수컷의 배에 비해 크고 둥근 모양이었다.
- 알을 품고 저장하기 위해 그런 것 같다.



<배갑을 뒤집는 모습>



<암컷 배갑>



<수컷 배갑>

- 게들의 집게발 모양 관찰

- 대부분의 게들의 집게발의 크기는 다른 나머지 발들보다 컸다.
- 수컷의 집게발이 더 크다.
- 특히, 농게는 암수에 따라 집게발의 크기가 달랐다.
- 암컷은 양쪽 집게발이 수컷에 비해 작았지만 양쪽 집게발의 크기가 같다.
- 수컷은 한쪽 집게발이 다른쪽 집게발에 비해 굉장히 크다.
- 농게 수컷은 한쪽 집게발이 발달했는데 왼쪽 집게발이 큰 경우도 있고, 오른쪽 집게발이 큰 경우도 있다.
- 우리들은 사람도 오른손잡이가 많기 때문에 농게들도 오른쪽 집게발이 큰 경우가 많을 거라 추측했는데, 실제로 오른쪽 집게발이 큰 농게가 더 많다고 한다.



<왼쪽 집게발이 큰 농게>



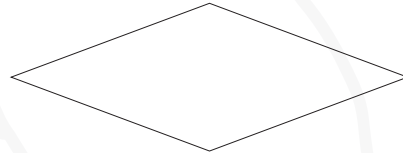
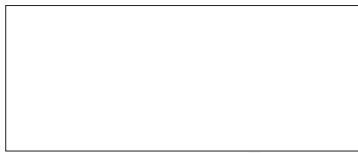
<오른쪽 집게발이 큰 농게>

- 게들마다 눈의 길이가 다른 이유 탐구

- 게들마다 눈의 길이가 달랐다.
- 초식성 게(농게, 칠게, 세스랑게)는 눈의 길이가 길었다.
- 잡식성 게(방게, 도둑게, 말뚝게)는 눈의 길이가 짧았다.
- 눈이 길수록 빨리 도망갔다.

- 농게, 칠게, 세스랑게와 같은 초식성 게는 주변 상황에 예민하게 반응하며 관찰 하려는 인기척만 보여도 재빠르게 굴로 도망가는 모습을 보였다.
- 방게, 도둑게, 말뚝게와 같은 잡식성 게는 주변 상황에 덜 민감한 편이며, 가까이 가면 굴로 도망가긴 했지만 더 느렸고, 채집한 후에 관찰 할 때도 덜 민감했다.
- 초식성게는 잡식성게에 비해 약하기 때문에 주변 환경에 민감해야 생존에 유리 하다. 그렇기 때문에 눈이 길면 길수록 좋다. 잡식성 게는 눈은 짧지만 집게발이 초식성에 비해 크고 힘이 센 것 같다.(초식성 게인 농게 수컷은 한쪽 집게발만 크다.)

- 게들의 입 관찰



<초식성 게의 입 모양>

<잡식성 게의 입 모양>

- 초식성 게(농게, 칠게, 세스랑게)의 입모양은 직사각형, 잡식성 게(방게, 붉은발사 각게, 말뚝게 등)의 입모양은 마름모 모양과 비슷했다.
- 먹이의 종류, 게의 특성에 따라 입의 모양이 다르게 발달했을 것 같다.

○ 내용6

- 농게와 그 친구들이 살아가는 모습
 - 수컷 농게의 집게발이 왜 클까?
 - 서식지를 조사하여 순천만 생태지도에 표시하기

○ 방법6

- 수컷 농게의 집게발이 왜 클까?
 - 농게 암·수를 최대한 많이 채집하여 관찰한다.
- 서식지를 조사하여 순천만 생태지도에 표시하기
 - 순천만의 한 지역을 선정하여 길을 따라가며 세부적으로 나누어 번호를 붙인다.

○ 결과6

- 수컷 농게의 집게발이 왜 클까?

- 암컷은 집게발이 양쪽 다 같은 크기이고 주걱 모양으로 털이 많이 나 있다.
- 암컷의 집게발은 다른 게들의 집게발보다 크기가 작은 편이다.
- 수컷은 한쪽 집게발이 훨씬 크다.
- 수컷의 다른 한쪽 집게발은 암컷의 집게발과 같이 작지만 주걱모양으로 털도 많았다.
- 암·수의 집게발은(수컷의 큰 집게발 제외) 먹이활동에 편한 구조로 되어있다.
- 수컷의 한쪽 집게발이 큰 이유는 암컷을 차지해 종족 번식을 하기 위함인 것 같다.
- 참고자료를 보니 수컷끼리 싸울 때는 주로 큰 집게발로 싸운다. 그래서 한쪽 집게발을 더 크고 화려하게 발달시킨 것 같다.
- 생태전문가에 의하면 큰 집게발이 끊어지더라도 다시 생겨난다고 한다.



<집게발의 크기가 같은 암컷 농게>



<수컷 농게끼리의 싸움>

- 서식지를 조사하여 순천만 생태지도에 표시하기

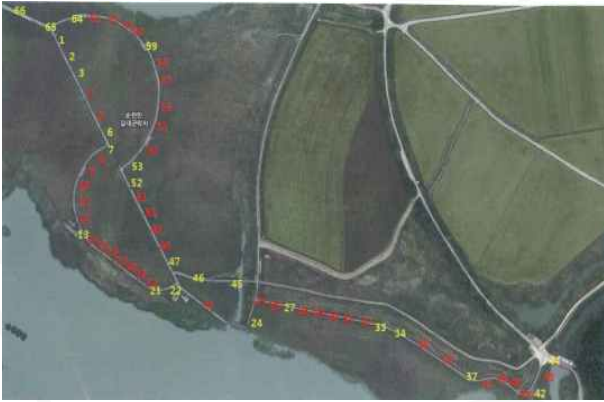
- 순천만에는 다양한 종류의 게들이 다른 생물들과 조화를 이루면서 살아가고 있다.



<순천만 갯벌의 지도상 위치>

일차	관찰기록	위치	관찰기록	위치	관찰기록	위치	관찰기록
1	방농가세	19	방농가세	35	방농가세	52	방농가세
2	농가세	20	방농가세	36	방농가세	53	방농가세
3	방농가세	21	방농가세	37	방농가세	54	방농가세
4	방농가세	22	방농가세	38	방농가세	55	방농가세
5	방농가세	23	방농가세	39	방농가세	56	방농가세
6	방농가세	24	방농가세	40	방농가세	57	방농가세
7	방농가세	25	방농가세	41	방농가세	58	방농가세
8	방농가세	26	방농가세	42	방농가세	59	방농가세
9	방농가세	27	방농가세	43	방농가세	60	방농가세
10	방농가세	28	방농가세	44	방농가세	61	방농가세
11	방농가세	29	방농가세	45	방농가세	62	방농가세
12	방농가세	30	방농가세	46	방농가세	63	방농가세
13	방농가세	31	방농가세	47	방농가세	64	방농가세
14	방농가세	32	방농가세	48	방농가세	65	방농가세
15	방농가세	33	방농가세	49	방농가세	66	방농가세
16	방농가세	34	방농가세	50	방농가세	67	방농가세
17	방농가세		방농가세	51	방농가세		방농가세

<관찰 기록지>



<순천만 생태지도(기록전)>



<순천만 생태지도(기록후)>

○ 팀원의 담당 역할

- 송정우
 - 순천만 생태 탐험대 리더
 - 역할분담
 - 현장 사전 정보 수집
 - 현장 관찰 및 보고서 작성
 - 프리젠테이션 제작 및 발표
- 김교연
 - 질의 및 질문 준비
 - 기타 참고문헌 검색
 - 현미경 관찰 및 사진 촬영
 - 현장 관찰 및 보고서 작성
 - 발표 문안 작성
- 김민승
 - 정보 검색
 - 중요 내용 메모
 - 현미경 관찰 및 사진 촬영
 - 현장 관찰 및 준비물 세팅
 - 프리젠테이션 제작
- 서소영
 - 탐구 일지 및 보고서 정리 및 작성
 - 현미경 관찰 및 사진 촬영
 - 자료 검색 및 수집
 - 현장 관찰 및 보고서 작성
 - 발표 문안 작성

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 순천만에 서식하는 계의 종류를 이해함.
- 계의 암·수 구분 및 육식성과 초식성 계의 특징 이해함.
- 상호보완적인 모습으로 살아가는 계들의 생활모습 발견.
- 체험학습 태도 고찰.
- 환경 보호에 대한 경각심을 가짐.

○ 의의(기대효과)

- 순천만 습지 환경의 중요성을 이해할 수 있을 것임.
- 순천만 갯벌 생태의 이해를 토대로 물리적 환경과 생물적 환경의 상호 관계를 이해할 수 있을 것임.
- 순천만에 서식하는 십각류(계)의 종류를 이해할 수 있을 것임.
- 농게와 다른 종류의 계들의 형태적 특징 조사로 계의 암·수 구분 및 육식성과 초식성 계의 특징을 이해할 것임.
- 육식성과 초식성 계의 먹이 습성을 토대로 생태적 특징을 이해할 것임.
- 순천만 습지의 십각류(계)의 서식지 생태 지도 제작을 통해 분포 양상을 이해할 수 있음.
- 체험학습 태도에 대한 고찰을 통해 질서와 정숙의 의미를 알고 환경을 보호하려는 태도가 높아질 것임.
- 본 탐구를 통해 우리 고장 순천만 습지의 생태학적 우수성을 이해하고 자연 현상의 호기심과 과학적 탐구심이 높아질 것임.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 현장에서 계를 잡기가 어려울 때가 있음.
 - 날씨와 물때에 따라 계의 활동이 다르므로 순천만을 방문할 때마다 매번 계를 잡을 수 는 없었음.
 - 조건이 맞는 날에 언덕 쪽에서 줄지어 가고 있는 도둑게 가족들도 만날 수도 있었고 멸종 위기종인 흰발농게도 종종 볼 수 있었음.
 - 직접 잡은 계들도 있었지만 잡기 직접 잡기 어려운 환경에서는 어업을 하는 주민 분들의 도움을 받아서 구하기도 했고, 생태 전문가 선생님들의 도움도 받기도 했음.
- 육안으로만 봤을 때는 계를 종류별로 분류하기 어려울 때가 있음.
 - 처음에는 구분하기 어려웠지만 각 종류마다 계들의 특징을 탐구를 하니 구분하기가 수월해짐.

○ 알게 된 점

- 게들마다 집을 짓고 사는 방식이 다름.
 - 게들마다 집을 짓고 사는 방식이 다른데, 자세하게는 암·수도 다른 방식으로 집을 짓는다는 것을 알게 됨.
- 게들의 위기 상황 감지 방법.
 - 게들은 귀와 같은 기관으로 듣는 것이 아니라 진동으로 상황을 감지하여 조금만 사람이 다가가도 위기를 감지하여 구멍으로 도망감.
 - 그래서 갯벌 생태 체험학습을 할 때는 정숙하면서 신중한 태도로 임하겠음.

○ 기타

- 유치원, 1, 2학년 대상 관찰 자료 제공 내용이 삭제됨.
 - 여러 종류의 게들을 채집하면서 학생들은 관찰과 탐구를 반복했음. 이러한 과정에서 생명의 소중함을 깨닫게 되었고 우리의 실험과 탐구가 생명체에 대한 활동 방해와 생명 경시를 할 수도 있다는 생각이 들었음. 그리고 채집하여 오랜 시간 동안 사육장이나 어항에 보관한다는 것도 이러한 생명 존중의 태도와는 거리가 멀다는 것을 느꼈음. 그래서 사진자료나 모형, 만들기 자료로 저학년들에게 이러한 체험을 할 수 있는 기회를 제공할 예정이고, 여력이 된다면 직접 순천만 갯벌로 가서 질서와 정숙을 잘 지키며 체험활동을 제공할 예정임.

5. 참고문헌

- 문교부(1973), 『한국동식물도감 제14권 동물편(집게·게류)』, 서울:삼화인쇄주식회사.
- 백용해(2003), 『갯벌이야기』, 서울:여성문화사.
- 이병구(2004), 『갯벌 생태와 환경』, 서울:도서출판 일진사.
- MBC(2005), 자연다큐멘터리 환경스페셜 보도 자료.
- 김일중(2009), 『집게발이 독특하게 생긴 농게가 살아가는 지혜』, 제55회 전국과학전람회.
- SES 순천만에코서비스(2017), 『순천만 갈대밭 게 생태지도』, 해양수산부, SES순천만에코서비스
- 인터넷 참고 사이트
 - [조수정의 寫讖] 갯벌의 로맨티시스트 '사랑과 전쟁' 이야기
 - http://www.newsis.com/view/?id=NISX20170622_0000019424&cID=10701&pID=10700

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	오션 어벤져스		
학생명	김민준, 박세종, 최다현, 현지에	학교	서울상암초등학교
지도교사명	전영찬	학교	서울상암초등학교

항목	내용
탐구주제	자외선차단제가 해양생물에 미치는 악영향
탐구기간	2018년 6월 15일 ~ 2018년 8월 28일
탐구목적	○옥시벤존(Benzophenone-3)이 들어있는 자외선차단제가 해양생물에 미치는 영향에 대해 실험하고 올바른 자외선차단제 사용법에 대해 조사해 본다.
탐구내용	○해양생물 변화 관찰하기 (산호, 블루담셀, 흰동가리, 튜브웜, 바다포도 등) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 실험1군 : 옥시벤존이 포함된 자외선차단제 소량을 매일 투입 실험2군 : 실험1군과 같고 바다포도(해초)를 많이 넣은 상태 정상수조군 (대조군) : 자외선차단제를 넣지 않음. </div> ○물고기의 움직임을 일정시간동안 측정하고 비교하기 ○갯벌을 채취한 후 옥시벤존이 없는 자외선차단제와 옥시벤존이 있는 자외선차단제를 넣어보고 대조군과 색깔과 냄새를 비교 관찰
탐구결과	○자외선차단제만 투입한 실험1군에서 해양생물이 가장 빨리 죽었다. 하지만 해초가 풍부한 실험2군에서는 실험1군보다는 오래 살았다. ○자외선차단제가 해양생물에 나쁜 영향을 준다는 것과 해초가 많으면 그 악영향을 줄일 수 있다는 사실을 알게 되었다.
결론 및 의의	○해양 생물들은 우리의 생각보다 훨씬 약했다. 적은 자외선차단제에도 쉽게 죽어갔다. 더 이상 사람들이 바다를 오염시키지 않도록 옥시벤존이 들어있는 자외선차단제를 사용을 금지하는 법이나 규칙을 만들어야겠다. ○또한 해초가 있으면 오염으로 인한 영향을 줄일 수 있었다. 해초가 바다에서 숲과 같은 역할을 한다는 것을 알게 되었다.





탐구 주제	자외선차단제가 해양생물에 미치는 악영향
팀명	오션 어벤저스

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 올해 여름은 110년 만에 찾아온 무더운 여름이라고 한다. 자외선차단제를 바를 때 마다 끈적거리는 느낌이 싫었지만 피부가 장시간 자외선에 노출되면 피부암에 걸릴 수 있는 위험도 있기에 귀찮아도 바르고 외출을 했다. 그런데 우연히 뉴스를 보다가 하와이 외에 여러 나라에선 해변에서 옥시벤존(벤조페논-3)이 들어간 자외선차단제 사용을 금지하는 법안이 통과되어 해수욕을 할 때 함부로 자외선차단제를 사용할 수 없게 되었다. 옥시벤존의 유해성을 실험을 하여 해양환경에 미치는 치명적인 악영향을 실험해 보고 싶었다.

○ 탐구 목적

- | | |
|----|--|
| 첫째 | 00수조에서 직접 다양한 해양생물을 키워보고 관찰하여 옥시벤존이 들어있는 자외선차단제가 해양 생물에 미치는 영향을 확인한다. |
| 둘째 | 00자외선차단제가 우리나라의 중요한 해양 생태계인 갯벌에 미치는 영향을 확인한다. |
| 셋째 | 00옥시벤존이 들어있는 자외선 차단제가 인체와 해양생태계에 미치는 악영향을 알리고 해변에서 사용을 금지하는 법안이 만들어지도록 노력한다. |

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

♣ 자외선 : 자외선은 사람이 볼 수 있는 빛인 가시광선보다 파장이 짧은 빛입니다. 자외선도 파장의 길이에 따라 A, B, C로 나뉩니다.

- 자외선 A
멜라닌 색소세포를 자극해 피부노화를 일으킵니다.
- 자외선 B
피부 표피까지 도달해 피부화상을 일으킵니다.
- 자외선 C
오존층에서 반사됩니다.



♣ 자외선 차단제의 효과

- SPF(sun protection factor) : 자외선 B의 차단효과를 표시하는 단위이다. 자외선양이 1일 때 SPF15이면 피부에 닿는 자외선의 양이 15분의 1로 줄어든다는 의미이다. 따라서 SPF는 숫자가 클수록 차단기능이 강하다는 뜻이다.
- PA : 자외선 A의 차단효과를 나타내는 지수이다. 플러스(+)기호가 많을수록 차단효과가 크다.

♣ 자외선 차단제의 분류

- 자외선 차단제는 자외선 A와 B를 막아주는 방법에 따라서 물리적 차단제와 화학적 차단제로 나눌 수 있다. 이 중에서 물리적 차단제의 백탁현상, 즉 얼굴이 하얗게 보이는 것 때문에 많은 사람들이 화학적 차단제를 선택하지만 옥시벤존, 옥티녹세이트와 같은 유해성분이 화학적 차단제에 들어있어 해양생물과 인체에 해로울 수 있다.

화학적차단제		
포함성분	유해성분	
에칠헥실메톡시 -신나메이트 아보벤존	옥시벤존(벤조페논-3) 옥티녹세이트 부틸메톡시벤조일메탄 PABA	▶ 흡수성이 빠르고 발림성이 좋은 선크림, 백탁현상이 거의 없음 ▶ 짧은 파장의 빛이 화학적차단제에 닿으면 긴 빛으로 바뀌면서 빛을 흡수시키는 원리임
물리적차단제		
포함성분	유해성분	
티타늄디옥사이드 징크옥사이드	피이지-10디메치콘 메칠메타크릴레이트크로 스폴리머 향료	▶ 백탁현상이 있는 선크림 ▶ 피부표면에 보호막을 만들어 피부 표면에서 자외선을 반사 시키는 원리 ▶ 화학적 차단제에 비해 상대적으로 피부에 덜 유해함.

♣ 옥시벤존의 유해성

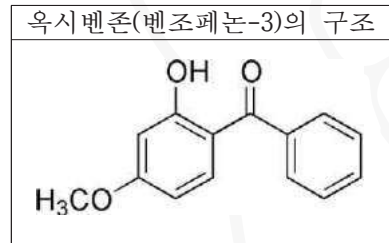
- 하와이 하나우마베이 해변에는 하루 평균 186kg의 선크림이 쌓입니다. 지난달 하와이 의회는 산호초를 보호하기 위해 옥시벤존, 옥티녹세이트가 포함된 선크림 판매를 금지하는 법안을 통과시켰습니다.

- 옥시벤존의 사용

- 옥시벤존은 전 세계 판매되는 선크림 중 3,500종 이상에 흔히 쓰이는 물질이다.
- 화장품이 햇빛을 노출되었을 때 제품의 색상이 바뀌거나 변질되는 것을 방지하는 광안정제(변색방지제)로 사용된다.

- 유해성

- 벤젠 고리 두 개로 연결된 구조로 DNA와 비슷하여 유전자에 영향을 줄 수 있다. 산호의 경우, 공생조류의 유전자에 영향을 주어 백화현상을 일으키는 것이라는 연구결과가 있다.
- 알러지, 호흡기 및 소화기 장애를 일으킬 수 있다. 특히, 어린 아이들에게 성장장애와 순환기, 호흡기, 소화기 장애를 일으킬 수 있기 때문에 신중하게 사용되어야 한다.
- 피부에 바를 경우 10%정도 흡수될 정도로 흡수율이 높다. 피부에 침투하며 활성산소를 생성하기 때문에 광발암물질로 의심되고 있다.
- 내분비계 이상을 일으켜 성장지연이나 불임을 일으킬 수 있다.



♣ 자외선 차단제 속의 <옥시벤존>에 대한 인식 조사

- 자료 조사 중에 자외선 차단제에 들어있는 옥시벤존이 해양 생물에게 악영향을 끼치는 주요 성분임을 알게 되었습니다. 하지만 가족들과 친구들에게 물어봐도 이러한 사실을 모르고 있었습니다. **사람들은 얼마나 알고 있는지** 알기 위해 설문조사를 시행했습니다.

자외선 차단제를 사용하는 경우는 98%였으나 자외선 차단제가 해양 생태계를 오염시킨다는 사실을 아는 사람은 불과 19.2%이었다. (구글 설문지를 이용하여 52명의 행인에게 설문 조사 시행함).

설문 조사

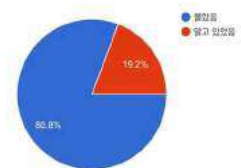
평소에 자외선 차단제를 어느 정도 사용하십니까?

52 responses



자외선 차단제가 산호초 말미잘 등 해양 생태계를 오염시킨다는 사실을 알고 있나요?

52 responses



♣ 자외선 차단제 속의 <옥시벤존> 시장 조사

- 우리가 마트에서 쉽게 구할 수 있는 자외선 차단제의 종류가 다양했다. 과연 얼마나 많은 제품들 속에 옥시벤존이 포함되어 있는지를 조사하기로 하였다.

자외선 차단제 성분 ◆ 두 곳의 화장품 가게에서 자외선 차단제를 찾아 뒷면의 성분 표시를 확인하였습니다.

- ◆ 옥시벤존 (oxybenzone, 벤조페논-3) 성분이 들어가 있는 차단제를 찾을 수 있었다.
- ◆ 시세이도, 니베아, 뉴트로지나 스포츠 등에서 확인되었습니다.

제품 시장 조사



0000000000000<화학적 자외선차단제>

<친환경 자외선차단제>

○ 실험 방법

- 화학적 자외선 차단제에 들어가 있는 옥시벤존이 정말 해양생물에게 악영향을 끼치고 어떤 영향을 주는지 확인하기 위해 1) 직접 해수 수조를 제작하고 대표적인 해양생물을 기르면서 자외선 차단제를 투입하기로 하였다. 특히 자외선 차단제의 악영향을 조금이라도 감소시킬 수 있는 방법으로 해초가 긍정적 역할을 할 것이라고 생각하여 해초를 넣어준 수조군과 넣지 않은 수조군을 비교하였다. 또한 2) 갯벌에 대한 영향, 3) 씨몽키의 부화에 대한 영향 역시 관찰하였다.

◎ 탐구 목표 및 탐구방향

자외선 차단제 속의 옥시벤존 (벤조페논-3)이 해양생물이 끼치는 악영향		
해양 생물에 대한 영향	-산호 -튜브웜 -블루담셀, 흰동가리 -바다포도	1) 해수수조설치 2) 자외선차단제투입 3) 생존일수, 움직임 관찰
갯벌에 대한 영향		-색깔, 냄새 관찰
씨몽키 부화에 대한 영향		-부화율 관찰

1. 바다환경과 같은 해수 수조 만들기

- 가. 해수 수조 준비하기

수조 3개에 산호사와 라이브락을 넣은 다음, 물을 눈금까지 부었다. 소금(red sea sat)은 물 15L에 500g을 넣었다. 여과기를 설치하고 여과 박테리아를 넣었다. 일주일간 매일 여과박테리아를 넣어주어 해양생물이 살기 좋은 환경을 만들어 주었다.

- 나. 해양생물(산호, 블루담셀, 흰동가리, 튜브웜, 바다포도 등) 넣기

해머코랄은 바위 틈에 끼어넣고, 튜브웬, 바다포도를 수조에 넣었다. 흰동가리, 블루담셀은 담아온 봉투를 15분 정도 수조에 담가두어 온도를 같게 한 뒤에 수조에 풀어 놓았다.

- 다. 자외선차단제를 실험1군과 실험2군에 소량씩 투입하기
대조군에는 자외선 차단제를 투입하지 않았다.

	실험 1군	실험 2군	대조군
자외선차단제 투입여부	○	○	X
해초 (바다포도)	X	○	○
공통 해양 생물	1. 산호 2. 튜브웬 3. 흰동가리 4. 블루담셀 5. 라이브락		

<실험의 설계>

- 1) 산호: 촉수의 색깔과 움직임 관찰
- 2) 튜브웬: 촉수의 색깔과 움직임, 몸체의 탄력 관찰
- 3) 블루담셀: 스트레스에 따른 몸의 색깔 변화, 운동성 관찰, 먹이를 잘 먹는지 관찰
- 4) 흰동가리: 운동성 관찰, 먹이를 잘 먹는지 관찰
- 5) 바다포도: 바다포도의 색깔과 잘 자라는지 관찰



2. 옥시벤존이 갯벌에 끼치는 영향

- 갯벌 변화 관찰: 갯벌을 채취한 후(인천시 영종도 예단포 어촌계 허락을 받음) 옥시벤존이 없는 자외선차단제와 옥시벤존이 있는 자외선차단제를 넣어보고 대조군과 색깔과 냄새를 비교 관찰하였다.



3. 옥시벤존이 씨몽키의 부화에 끼치는 영향

- 씨몽키 키우기 : 자외선 차단제 0.5ml, 1.0ml를 넣었을 때와 넣지 않았을 때 씨몽키의 부화 정도를 관찰하였다.



○ 결과



1. 해양 생물의 관찰 일지

- 해양 수조에서 생물들의 변화와 움직임을 일별로 관찰하고 기록하였고 특이할 사항이 있는 모습을 비교 관찰하였다.

날짜	탐구 내용	관찰 결과
6.16(토)	해수 수조 설치	-해수 수조 3개를 설치하고 소금을 해수농도에 맞게 넣었다. -일주일 동안 여과박테리아를 넣어 주었다.
6.23(토)	해양 생물 넣기	-해수 수조에 해양생물(산호, 튜브웜, 블루담셀, 흰동가리, 바다포도)를 넣었다. 일주일동안 먹이와 여과 박테리아를 주었다.
6.25(월)	자외선 차단제 투입	-자외선차단제가 물에 풀어지지 않고 덩어리가 생긴다. -블루담셀이 입에 넣었다가 뱉었다.
6.26(화)	큰 변화 없음	-해양생물들이 잘 적응 할 것 같다.
6.27(수)	자외선차단제가 잘 풀어지지 않음	-자외선차단제 안에 있는 기름 성분 때문에 물에 잘 풀어지지 않는다. -자외선차단제 덩어리를 물고기들이 피해 다닌다.
6.29(금)	실험1군 물고기 움직임 감소함	-실험1군의 흰동가리가 수조의 아래쪽에서만 움직였고, 블루담셀은 바위 틈에 끼어 꼬리만 흔들고 있었다.

날짜	탐구 내용	관찰 결과
6.30(토)	실험1군의 블루담셀 죽음	-자외선투입 6일 만에 실험1군의 블루담셀이 제일 먼저 죽었다. 죽은 블루담셀은 비늘이 희끗희끗 하얗게 변했고 바위 틈에 끼어 위를 본 채로 죽어있었다.
	구분	실험1군 실험2군 대조군
	튜브웜	촉수가 나오지 않는다. 촉수가 가끔씩만 나와 있다. 촉수가 가장 많이 나와 있다.
	산호	촉수가 얇아졌고 잘 움직이지 않는다. 촉수가 덜 통통하지만 움직임은 있다. 촉수가 통통하고 살랑살랑 움직인다.
	산호 비교 사진	
7. 3(화)	실험1군의 튜브웜	-실험1군의 튜브웜에서 썩은 냄새가 심하게 났다.(9일 만에)

	죽음			
7. 4(수)	산호의 변화	-실험1군 산호의 촉수가 쪼그라들었고 움직이지 않는다.		
7. 6(금)	산호의 백화현상	-실험1군의 산호에서 백화현상이 생겼다. 총 세 개의 산호중 하나가 촉수가 전혀 움직이지 않고 쪼그라들었고 색이 흐려졌다.		
	산호의 죽음	-죽은 산호는 마치 이빨처럼 딱딱했다. -자외선차단제 투입 13일 만에 실험1군의 산호가 죽었다.		
	구분	실험1군	실험2군	대조군
	튜브웜	7.3(화)에 죽음 (자외선차단제 투입 9일 만에 죽음)	촉수가 가끔씩만 나와있다. 약간 색이 탈색이 된 것과 같음.	촉수가 가장 많이 나와있다. 꽃이 핀 것처럼 화려함. 바다모래가 많지 않음.
7. 7(토)	산호	촉수가 얇아졌고 잘움직이지않는다	촉수가 덜 통통하고 색이 조금 흐릿하다.	촉수가 통통하고 살랑살랑 움직인다.
	라이브락	이끼가 많이 있다.	이끼 때문에 지저분하다.	깨끗한 편이고 이끼가 조금 끼어 있다.
	바다포도 (해초)	(없음)	색이 대조군보다 흐린 연주빛이다. 처음보다 자란 것 같지 않다.	색이 초록색이고 싱싱해보인다. 처음보다 자라서 양이 많아졌다.

날짜	탐구 내용	관찰 결과
7. 10(화)	자외선차단제가 뚜껑에 많이 묻음	-실험1군의 뚜껑에 하얀 물질이 잔뜩 묻어있었다. 만져보니 자외선 차단제였다.
7. 11(수)	산호의 죽음	 <p>-실험1군의 산호가 하얗게 변해서 죽었다.</p>
7. 12(목)	산호 잘라보기	<p>-실험1군의 죽은 산호를 잘라보았다. -산호의 속은 딱딱했다. 그리고 길쭉한 관처럼 생긴 것이 겹겹으로 되어있었다. 마치 생선살처럼 보였다.</p> 
7. 13(금)	실험2군의 튜브웜	-실험2군의 튜브웜에 이끼가 많이 끼여있고 촉수가 나오지 않는다



	측수가 나오지 않음	다.
7.14(토)	실험2군의 튜브웜 죽음	-실험2군의 튜브웜이 죽었다. -튜브웜 해부: 길이는 약 10cm, 색은 나 무껍질색이다. 껍질 앞쪽에는 노란 측 수, 껍질속에는 지렁이같은 것이 있다.
7.21(토)	재실험 시작	-튜브웜 2마리, 블루담셀 1마리, 바다포도 한컵, 흰둥가리 2마리를 투입했다. -대조군 산호의 측수가 갑자기 줄어들었다. -물고기의 움직임이 선으로 나타내었다.
7.23(월)	물고기의 움직임 그리기	 -10초동안 움직임을 투명 OHP용지에 대고 그려보았다.
7. 24(화)	대조군 산호의 죽음	-대조군의 산호가 죽었다. 측수가 점점 줄더니 하나도 남지 않았 다. (날씨가 더워서 죽은 것 같다.) -산호의 적정 온도는 20~25℃이다. 폭염이 계속되어 과학실 너무 덥다. 에어컨을 계속 틀어주고 싶은 마음이었다.
~8.9(목)	물고기의 움직임을 관찰	-블루담셀의 움직임을 10초동안 기록하였다. -대조군의 블루담셀이 가장 활발히 움직였다.

2. 산호의 변화

- 자외선차단제를 투입한 수조의 변화가 눈에 띄게 나타났고, 산호초의 백화현상 발생했다.
- 산호는 잡아먹은 조류를 소화 시키지 않고 조류에게 안전한 공간과 이산화탄소를 공한다. 그리고 조류는 산호에게 광합성으로 통해 만든 영양분을 준다. 그러나 환경이 오염되면 공생조류를 배출하게 되는데 이때 산호의 색소 단백질이 빠지기 때문에 산호가 하얗게 변하는 **백화현상**이 발생한다.

- 산호의 생존일

실험 1군	실험 2군	대조군
13일	23일	30일





	실험군 1	실험군2	대조군
사진			
관찰내용	죽어서 돌처럼 딱딱해졌고 비린내가 났다.	대조군에 비해 덜 건강해 보였다.	촉수가 살랑살랑 움직이며 건강했다.

3. 튜브웜의 변화

- 튜브웜은 환형동물로 가장 생명력이 강해서 오래 살 것으로 예상했었지만 자외선 차단제가 들어간 수조의 튜브웜은 9일만에 촉수가 나오지 않고 모래가 많이 붙어 있으며 흐물흐물 거리고 냄새가 났다.
- 해초가 있는 실험2군은 20일 뒤에 죽었다. 해초가 있는 수조에서 튜브웜이 더 오래 살았다.
- 대조군의 튜브웜은 촉수가 꽃처럼 활짝 피어 매우 건강해 보였다.
- 튜브웜의 생존일

실험 1군	실험 2군	대조군
9일	20일	44일



	실험 1군	실험 2군	대조군
사진			
관찰내용	노란 내장 같은 것이 나와 죽어 있었다.	촉수가 들어가 있고 바다모래가 많이 묻어 있다.	촉수가 건강해 보이고 여러 겹이 층층이 보인다.



4. 블루담셀의 변화

- 실험1군의 블루담셀이 이번 실험에서 가장 먼저 죽은 생물이었다. 해초가 있는 실험2군에서 블루담셀이 더 오래 살았다.
- 스트레스를 받으면 검게 변하고 죽으면 비늘이 희끗희끗하게 변하는 특징이 있어 신기했다.
- 블루담셀의 생존일



실험 1군	실험 2군	대조군
6일	43일	생존

	실험 1군	실험 2군	대조군
사진			
관찰내용	평소에는 파란색이었으나 스트레스를 받으면 검정색으로 변하고 죽을때는 흰색으로 변화되었다.	밑으로만 다니고 바다포도 근처에서 서식하는 모습을 보인다. 점점 활동성이 떨어지다가 죽었다.	활동성이 제일 뛰어나며 색 변화가 거의 없이 파란색을 유지하고 먹이도 잘 먹는 편이다.

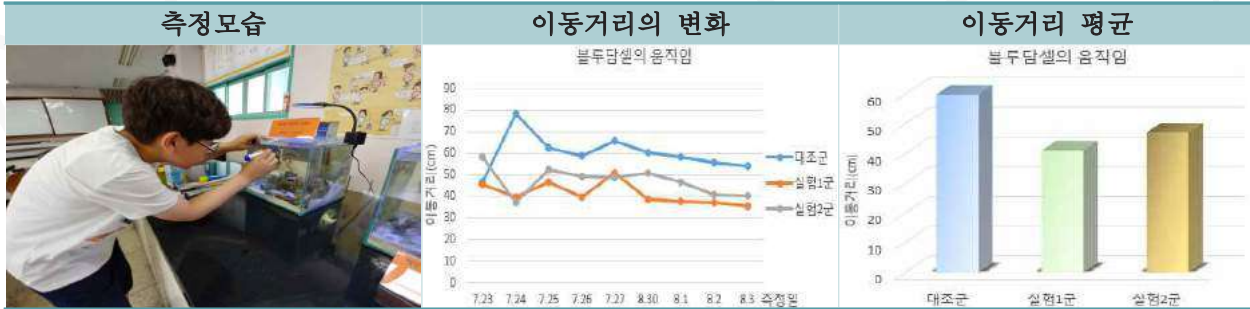
5. 바다포도(해초)의 역할

- 바다 포도는 구슬 같은 녹색 알갱이가 포도처럼 생겨서 바다포도라고 불리며 서양에서는 그린 캐비어로 불린다. 일본 오키나와의 향토음식으로 우리나라는 오키나와에 비해 겨울철 수온이 낮아 대량 재배는 하지 않고 있다. 온도에 민감하고, 더위도 안되고 추위도 안 된다. 적정 온도는 15 ~ 28 ℃이다.
- 이번 연구를 통해서 옥시벤존의 성분이 해양생물에 피해를 준다는 것을 알게 되었다. 하지만 동시에 해초(바다포도)가 옥시벤존의 악영향을 줄여주는 역할을 한다는 것도 알게 되었다.
- 바다에 해초가 풍부해지면 옥시벤존과 같은 유해물질의 영향을 덜 받을 수 있을 거라 생각된다.



6. 물고기 움직임 관찰하기

- 물고기의 움직임을 파악하기 위해 OHP필름지를 수조에 대고 10초 동안 물고기의 움직임을 따라 그린다.
- 그 길이를 재어 비교하고 변화량을 측정한다.



00블루담셀의 이동거리를 측정한 결과 측정기간 동안 대조군은 10초간 평균 60cm, 실험1군은 평균 41.1cm, 실험2군은 평균 47.2cm 움직이는 것으로 나타났다. 옥시벤존이 블루담셀에 나쁜 영향을 주어 움직임이 둔해진 것으로 보인다. 실험2군이 실험1군보다 조금 더 높게 나왔는데 해초의 투입이 옥시벤존의 나쁜 영향을 조금 해소해 준 것으로 보인다.

7. 갯벌의 변화 관찰하기

- 옥시벤존이 들어간 자외선 차단제를 넣은 갯벌은 붉은 색으로 변한 부분이 가장 많았다. 옥시벤존이 들어있지 않은 친환경 자외선 차단제를 넣은 갯벌은 옥시벤존이 있는 자외선차단제를 넣은 것보다 붉게 변한 부분이 적었다. 아무것도 넣지 않은 갯벌은 아무 변화가 없었다.
- 갯벌에 넣은 자외선차단제때문에 갯벌의 색이 변하고 옥시벤존이 들어있는 경우 더 많이 오염되는 것을 관찰할 수 있었다.



8. 씨몽키 부화 관찰하기

자외선 차단제 1.0 ml	부화한 것처럼 보이는 것이 없었다.
자외선 차단제 0.5 ml	부화한 씨몽키가 있었다. 길쭉한 모양의 씨몽키이지만 움직임이 전혀 없었다. 부화는 했지만 태어나자마자 죽은 것 같았다.
자외선 차단제 없음	대조군에는 6마리 4마리정도가 확실히 보였다. 그리고 아주 재빨리 움직여서 정확한 수를 세기가 어려웠다.

- 씨몽키는 부화가 아주 쉬운 애완새우이다. 그런데 자외선 차단제를 아주 적은 양을 넣었는데도 부화가 되지 않거나 부화되자마자 죽고 말았다. 실제 바다에서도 자외선차단제의 나쁜 성분이 물고기의 부화를 막아 해양자원이 줄어들 수 있을 것으로

생각된다.

9. 수조안의 수질오염 조사

측정사진	수질측정	실험 1군	실험 2군	대조군
	ph변화량	0.35	0.25	0.13
	TDS(PPM)	4651	4268	3630


00수조의 해수는 처음 세팅 시 같은 해수를 사용하여 ph수치가 같았다. (평균 8.2 정도로 측정됨) 그러나 최종 실험 마무리 시 측정한 ph는 변화하였는데 실험1군의 수치가 가장 많이 변화 되었다. 이러한 ph의 변화가 해양생물(산호, 튜브웜, 흰동가리, 블루담세 등)의 생존기간에 영향을 준 것으로 보인다.

수질오염 측정의 경우에도 실험1군의 수치가 가장 높았다. 실험1군의 수조가 자외선차단제에 의해 수질이 가장 나빠진 것으로 보인다.

※ 일반적으로 TDS 값이 낮을수록 중금속이나 가용성 염류, 이온 등이 적어 순수한 수질에 가깝다.

※ Xppm : 물 1리터에 함유되어 있는 X mg

※ 이번실험에서 측정도구는 연구자들이 사용하는 정밀한 도구가 아니라 초등학생도 사용하기 쉬운 간단한 전자측정도구를 사용하였기에 오차가 있을 수 있다.

ph 그림(상암초 과학실 그림)	ph내용
	ph 수치가 7이하이면 산성용액이고 7보다 크면 염기성 용액이다. 숫자가 작아질수록 점점 산성 성질이 점점 강해지고 숫자가 커질수록 염기의 성질이 강해진다.

○ 팀원의 담당 역할

이름	역할
김민준	팀명 결정, 자료수집 및 정리, 옥시벤존이 포함된 자외선 차단제 소량투입, 실험 도구 준비 (탐구대회 발표 --해양전문 박사 담당)
박세종	실험동기, 설문지작성, 팀 로고 디자인, 갈색늑조 제거 및 해양생물만지기, 보고서 편집 (탐구대회 발표 --앵커 담당)
최다현	아무것도 투입하지 않은 수조 관찰 및 관리, 산호초와 바다포도 관찰, 장소 섭외 및 스케줄관리 (탐구대회 발표 --아나운서 및 기상캐스터 담당)
현지혜	3개 수조 산소 및 먹이투입, 갯벌에 자외선 차단제 투입, 캠페인 자료 제작, 죽은 해양생물 묻어주기 (탐구대회 발표 --기자)

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 가. 산호 관찰 결과 자외선차단제가 들어간 실험1군의 수조의 산호가 먼저 백화현상이 일어났다. 산호에는 황록색의 조류가 살고 이 조류로 산호는 아름다운 빛깔




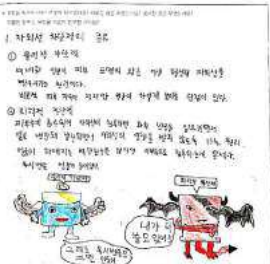

을 떨 뿐 아니라 영양도 얻는다. 그런데 옥시벤존의 영향으로 조류를 내뿜은 산호는 아름다운 빛깔도 잃고 양분도 잃어 하얗게 되는 백화현상이 일어났다. 대조군보다 실험 1군(옥시벤존투입)의 산호의 생명력이 56%나 감소하였다.

- 나. 튜브웜이 실험1군, 실험2군, 대조군 순서로 죽었다. 바다포도(해초)를 많이 투입한 실험2군의 산호와 튜브웜의 생존시간이 더 길었다. 튜브웜의 경우, 대조군은 44일 동안 살아있었고 실험1군(옥시벤존 투입)은 9일 생존하였다. 튜브웜의 생존률이 약80%나 감소한 것이다. 실험2군(해초투입)의 튜브웜은 실험1군에 비하여 생존률이 약50%이상 상승하였다. 그 이유는 해초의 산소공급이 옥시벤존의 수질오염도를 지연시킴을 알 수 있다.
- 다. 옥시벤존에 가장 민감하게 반응한 실험생물은 물고기 종류였다. 대조군에 비하여 실험1군의 블루담셀은 생존률이 93%나 감소되었다. 우리 식탁에 오르는 어류에겐 옥시벤존이 매우 치명적임을 알 수 있다.
- 라. 옥시벤존이 해양생물의 활동성에 영향을 주는지 알기 위하여 OHP필름지를 수조에 대고 10초 동안 물고기의 움직임에 따라 변화량을 그린 결과, 대조군》 실험2군(해초투입)》 실험1군(옥시벤존투입)의 순으로 물고기가 활발하게 움직였다. 즉, 옥시벤존이 물고기의 활동성에도 악영향을 주는 것으로 나타났다.
- 마. 씨몽키의 경우, 자외선차단제가 극소량만 투입해도 부화하지 못했다. 그만큼 옥시벤존이 들어있는 자외선차단제의 독성이 강하다는 결론이 나왔다.
- 바. 옥시벤존이 들어있는 자외선차단제로 인한 수질오염도 검사에서, 실험2군 > 실험1군 > 대조군 순으로 오염도가 심했다. 특히 실험2군의 수질 상태가 pH변화가 가장 크게 나타나 생물이 살기 어려운 것으로 나타났다.
- 사. 실험 결과 옥시벤존의 해양 환경에 독약과 같이 악영향을 끼치는 것이 증명되었다. 하와이 의회는 옥시벤존, 옥티녹세이트가 포함된 선크림 판매를 금지하는 법안을 통과시켰다. 하와이의 산호초를 보호하기 위해서다. 우리의 실험결과처럼 산호에 갯녹음현상(백화현상)을 일으켜 해양생태계가 파괴되었기 때문이다. 산호가 사라지면 서로 공생하는 생물들이 살 수 없기 때문에 바다사막화가 진행되고 그렇게 되면 우리의 식탁에 거의 매일 오르는 생선들도 점차 사라지게 될 것이다.
- 아. 이와 같이 독성이 증명된 옥시벤존이 첨가된 자외선차단제 사용금지를 위하여 우리나라도 다른 나라들처럼 법제화하고, 옥시벤존과 같은 유해성분이 해양 생태계를 위협한다는 것이 모든 국민들에게 알려지길 바란다.

○ 의의 (기대효과)

- 가. 옥시벤존과 같은 유해성분이 들어있는 자외선 차단제가 해양 생물에 얼마나 해로운지 친구들에게 설명할 수 있게 되었다.
과학실에서 실험하는 동안 자외선차단제가 해양 생물에 해롭다는 사실을 모르는 친구들에게 이야기해 줄 수 있었다. 옥시벤존의 유해성을 알리는 동영상을 제작하여 SNS에 올려 친척과 친구들에게 공유했다.
- 나. 이번 실험을 통하여 올바른 자외선 차단제의 선택하고 사용하는 방법을 설명

할 수 있는 올바른 자외선 차단제 선택 및 사용방법 가이드라인을 만들어 보았다.

오존층 파괴로 인한 피해 (상암초 과학실 그림)	자외선 차단제 선택 및 사용 방법 가이드라인		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 자외선 차단제 성분 표시를 확인한다. - 옥시벤존(벤조피렌-3)이 들어있는 제품 사용금지 ● 물리적 자외선 차단제를 선택한다. ● 한번에 너무 많은 양을 바르지 말고 적당한 양을 적정 시간마다 바른다. ● 모자, 양산, 레쉬가드를 이용하여 자외선을 차단한다 		
			
옥시벤존의 유해성을 알리기 위한 홍보 활동	올바른 자외선 차단제 사용을 위한 가이드라인 회의	올바른 자외선 차단제 사용법 탐구일지에 적기	





4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 자외선 차단제와 물이 잘 섞이지 않음

자외선 차단제는 기름성분이 포함되어 있어, 수조에 넣었더니 덩어리가 되어 떨어졌다. 자외선 차단제를 넣은 첫날, 블루담셀은 이 덩어리가 먹이인 줄 알고 입에 넣었다가 뱉기도 하였다. 이 문제를 해결하기 위해 유화제의 역할을 할 성분들과 혼합해 보기도 하고 여러 가지 방법을 시도해 보았다.

(유화제: 서로 혼합되지 않은 물과 기름 성분을 안정된 혼합물의 상태로 만드는 물질)

첨가 물질	물 2ml	우유 2ml	주방세제 2ml	코코넛오일 2ml
관찰	아주 작은 알갱이가 물에 떠다님. 물고기가 먹는 먹이 크기와 비슷함	같은 색이라서 섞임이 잘 안보일 것 같았는데 오히려 잘 섞이는 모습이 신기했음.	뽀얗게 섞임 가장 잘 섞임	뽀얗게 잘 섞임. 그렇지만 물 위에 기름기가 떠다님
사진	 <p>대조군 (물)</p>	 <p>우유</p>	 <p>주방세제</p>	 <p>코코넛 오일</p>



결과 : 물만 넣은 것(왼쪽)에 작은 입자들이 보이고, 코코넛 오일과 함께 섞은 것(오른쪽)은 우유처럼 뿌얇게 잘 섞임.

- 가. 물에 자외선 차단제를 마구 흔들어서 넣기 : 자외선차단제 덩어리가 생김.
- 나. 물에 자외선차단제와 코코넛오일을 함께 섞은 것 : 자외선차단제 덩어리가 생기지 않지만 코코넛오일이라는 물질이 들어가기 때문에 실험에 다른 영향을 줄 수 있을 것 같음.
- 다. 나무막대에 자외선차단제를 발라서 수조에 넣어 놓기 : 나무막대에 자외선 차단제가 흡수되고 나무막대가 해수물에 썩을 수 있다는 생각을 하게 됨.
- 라. 우드락에 자외선차단제를 발라서 수조에 넣어 놓기 : 매일 조금씩 자외선 차단제 성분이 물속으로 들어갈 수 있을 것으로 생각되어 이렇게 실험을 진행하기로 결정함.

○ 알게 된 점

- 가. 옥시벤존 성분이 있는 자외선 차단제가 마트에서 판매되고 있었다. 그리고 옥시벤존이 들어있는 자외선 차단제가 해양생물과 인체에 해롭다는 사실을 모르는 사람들이 많았다. 앞으로 더 많은 사람들에게 이 사실을 알려 주고 싶다.
- 나. 학교 과학실에는 실험하면서 지켜야 할 주의사항이나 pH 농도, 오존층 파괴에 의한 피해 등이 그림으로 쉽게 설명되어 있어서 도움이 되었다.
- 다. 해수 수조를 설치하면서 바닷물과 같은 농도의 소금물을 만들기 위해 얼마의 소금을 넣어야 하는지 배웠다. 그리고 수조를 깨끗하게 유지하기 위해 매일 여과 박테리아를 넣었다. 박테리아는 세균이어서 해로운 거라 생각했는데 수조에 넣는 여과 박테리아는 더러운 물질을 분해해 물을 깨끗하게 해주는 역할을 한다.
- 라. 산호, 튜브웜, 블루담셀, 흰동가리, 바다포도와 같은 바다 생물에 대해 알게 되었다. 특히 산호는 동물이면서 광합성을 하는 조류와 공생하고 있다는 것과 블루담셀의 비늘이 스트레스를 받으면 검게 변한다는 것이 흥미로웠다. 그리고 해초는 미역이나 다시마 정도만 알고 있었는데 바다포도라는 해초를 처음 알게 되었다.
- 마. 실험을 통해 옥시벤존이 들어있는 자외선차단제가 해양생물에 많은 피해를 준다는 것을 눈으로 직접 관찰할 수 있었다. 뉴스에서만 보았던 산호초의 백화현상을 직접 볼 수 있어서 신기하면서도 안타까웠다.
- 바. 똑같이 자외선차단제를 투입하였지만, 해초(바다포도)가 있는 수조에서 해양생물이 더 건강하게 오래 사는 것을 보고 해초의 소중함을 느끼게 되었다. 육지도 나무가 많으면 건강한 자연환경이 되듯이, 바다에도 해초가 많으면 해로운 물질이 들어와도 나쁜 영향을 줄여주는 것으로 생각된다.
- 우리는 지금 서울지역에 살고 있지만, 이번 해양생물 탐구활동을 통하여 바다자원

과 바다환경에 대해 깊은 관심을 갖는 계기가 되었다. 또한 여러 실험을 하면서 자외선 차단제뿐만 아니라 다른 화학물질을 사용할 때에 바르게 선택하고 사용하여 바다 환경보호에 도움이 되어야겠다는 다짐을 하게 되었다.

5. 참고문헌

○EBS 어린이 지식e

○과학동아 8월호

○「하와이주, 해양생물 보호 위해 자외선차단제 제한」, 『연합뉴스』, 2018-05-03

○[연합뉴스]

<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/02/25/0200000000AKR20170225025100075.HTML>

○[강찬수의 에코 파일] 2100년 바다 산호가 모두 사라진다

<https://news.joins.com/article/22616619>

○[유튜브] <https://youtu.be/qcuTqiw2924>

○[뉴월드] <http://maskofzo001.tistory.com/94>

○SBS뉴스

http://news.sbs.co.kr/news/endPage.do?news_id=N1004788311&plink=COPYPASTE&cooper=SBSNEWSEND

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	기벌포 마린보이		
학생명	신준석, 조창연	학교	서남초등학교
지도교사명	이주현	학교	서남초등학교

항목	내용
탐구주제	‘생선껍질 목’ 제조 방법으로 생선 껍질 천연접착제 만들기
탐구기간	2018년 5월 28일 ~ 2018년 8월 27일
탐구목적	우리 지역에서 흔히 먹는 ‘생선껍질 목’ 제조 방법을 응용하여 생선껍질을 재료로 천연접착제를 만든다.
탐구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○생선껍질 목의 재료로 사용되는 어류의 특징 조사하기 (박대, 홍어, 북어, 꼼장어의 구조 및 서식환경 등) ○어류별 생선껍질 목 만드는 방법 탐구하기(공통점 및 차이점) ○천연접착제의 종류 및 제조 방법 탐구하기 ○생선껍질 천연접착제 제조 방법 토의하여 제조하기 ○기존 접착제와의 접착력 및 실용성 비교 실험하기
탐구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○생선껍질 목으로 사용되는 어류의 특징을 살펴본 결과, 대부분 측편형이고, 퇴화한 방패형 비늘 또는 굳비늘이 대부분임 ○생선껍질 목을 만드는 방법은 모든 지역이 동일함 ○천연접착제는 아교, 부레풀, 밀가루와 옥수수풀, 마늘풀이 있음 ○부레풀 만드는 방법을 참고하여 박대껍질 천연접착제를 제조함 ○기존 접착제보다 접착력과 실용성면에서 많은 보완점이 필요함
결론 및 의의	우리가 쓸모없다고 버려는 생선껍질을 목으로 만들어 먹는 우리 선조들의 지혜와 민어 부레풀로 세계 최고의 각궁을 만들어 사용했다는 기록을 통해 ‘생선껍질 목’ 만드는 방법을 활용하여 천연접착제를 만들어 사용하고자 하였다. 그러나 시판된 천연접착제나 일반 접착제보다 접착력과 실용성면에서 부족하기에 이에 따른 보완이 이루어진다면 우수한 천연접착제가 만들어질 것이라 생각된다.



 국립해양생물자원관 <small>MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA</small>	<h2>제3회 해양생물 탐구대회 최종보고서</h2>
---	------------------------------

탐구 주제	‘생선껍질 묵’ 제조 방법으로 생선 껍질 천연접착제 만들기
팀명	기별포 마린보이

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 우리 지역의 음식점에 들어가면 상차림 메뉴 중에 ‘박대껍질로 만든 묵’ 이 거의 빠지지 않고 11월~3월이 되면 나온다. ‘박대묵’ 은 어른들이 좋아하시는 음식이며 날씨가 더워지면 녹아내려 먹을 수 없다고 하신다. ‘박대묵’ 을 무엇으로 만드는지 여쭙었더니 ‘박대 껍질’ 을 이용하여 만든다고 하셨다. 방법을 여쭙니 박대 껍질을 벗겨 햇빛에 말린 후 뜨거운 냄비에 녹여 생강즙을 넣어 만든다고 하셨다. 아무 쓸모없는 생선 껍질이라고 생각했는데, 우리가 먹을 수 있는 음식으로 사용된다는 것에 놀람을 금치 못했다. 박대 말고도 묵으로 만들어 먹을 수 있는 생선이 있을까? 그리고 생선껍질 묵으로 만든 원리를 이용한다면 천연접착제도 만들 수 있지 않을까라는 생각이 들어 탐구하게 되었다.




○ 탐구 목적

- 첫째, ‘생선껍질 묵’ 으로 만들어지는 어류의 종류 및 특징을 조사하는 것이다.
- 둘째, 어류별 생선껍질 묵 제조 과정을 알아보는 것이다.
- 셋째, 천연접착제의 종류를 조사한 후 박대껍질 천연접착제 제조 방법에 대해 토의하여 제조방법을 결정한다.
- 넷째, 박대껍질 천연접착제와 기존에 시판되는 접착제와의 접착력 및 실용성에 대해 비교 실험하여 우수성과 보완할 점을 탐구한다.

2. 탐구 내용 및 결과

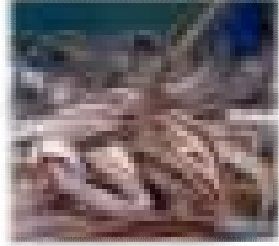
○ 내용

- 탐구과제 1. 생선껍질로 만들어지는 묵 종류 알아보기

			
박대껍질 묵 서천, 군산, 인천	홍어껍질 묵 전남 목포	북어껍질 묵 강원도	꼼장어 묵 전남 목포



- 탐구과제 2. ‘생선껍질 목’ 으로 만들어지는 어류의 종류 및 특징 조사하기

			
박대	홍어	명태	꼼장어

- 탐구과제 3. 어류별 생선껍질 목 만드는 방법 탐구하기(공통점, 차이점)
- 탐구과제 4. 천연접착제 종류 및 제조 방법 탐구하기
- 탐구과제 5. 생선껍질 천연접착제 제조 방법 토의하여 정한 후 제조하기
- 탐구과제 6. 기존 시판되는 접착제와의 접착력 및 실용성 비교 실험하기
- 탐구과제 6-1. 접착력 비교 재료: 색종이, 두꺼운 도화지, 빵빵이, 아이스크림 막대, 천)
- 탐구과제 6-2. 실용성 기준: 제조 시간, 재료비, 휴대성, 유효기간

○ 방법

- 프로젝트 진행을 위한 정기 모임 및 BAND활용하기



- 시골학교기에 서로 만나기가 힘들어 밴드나 메신저를 통해 서로의 의견을 묻고 다음 주제를 정하여 인터넷 자료 및 관련 서적을 찾아보거나 현장답사를 한 후 탐구일지를 작성하였음



- 현장방문을 통해 어류 관찰 및 실험 재료구입



- 서천의 지리적 위치상 바닷가에 위치하고, 신선한 수산물을 가까이에서 볼 수 있다는 좋은 점이 있음
- 서천에 거주하면서도 서천특화시장을 가보지 못한 친구가 있어 방문을 결정함
- 팀원들끼리 일정을 맞추어 현장을 방문함
- 매월 첫째 주 화요일은 특화시장 휴무이기에 이 점을 참고하여 현장방문 일정을 조율함
- 현장조사를 위해 필요한 준비물과 관찰할 내용을 미리 정하여 방문
- 특화시장에 방문하여 살아있는 박대와 홍어, 말린 박대, 박대껍질을 보고 말린 박대 껍질만 구입하여 돌아옴
- 말린 박대껍질은 한 군데에서만 판매하고 있었음

- 관련 서적 및 인터넷 조사, 동영상 시청

- Why 물고기, 어류도감 등 학교 도서관에서 읽기 쉬운 관련 서적을 찾아 활용
- 관련 서적에서 찾기 어려운 정보는 테블릿 PC를 활용하여 조사함
- 학급 인원이 적어 관련 동영상을 볼 때에는 같이 보며 친구들의 의견도 들어보는 시간을 갖게 됨

- 관찰 및 실험, 토의하기

- 박대 껍질을 먼저 오감을 통해 관찰한 후 더 자세한 관찰을 위해 현미경을 사용
- 천연접착제의 종류를 알고 마늘풀은 인터넷으로 구매하였으며, 밀가루와 옥수수 전분풀은 인터넷으로 제조 방법을 조사한 후 직접 제조해 봄
- 다양한 천연접착제 제조 방법을 조사한 후 박대껍질 천연접착제 제조에 필요한 재료 및 방법을 토의한 후 결정하여 직접 만들어봄
- 박대껍질 천연접착제와 기존 접착제의 접착력 및 실용성 비교 실험
- 접착력 비교 실험에 사용할 접착제의 종류 및 재료 선정도 토의를 통해 결정함
- 실용성의 기준도 토의를 통해, 설문조사를 통해 결정함
- 모든 실험 실시 전에 안전사항에 대해 알고 유의하여 실험을 진행함






○ 결과

- 생선껍질로 만들어지는 목 종류 조사하기

			
박대껍질 목	홍어껍질 목	북어껍질 목	꼼장어 목
서천, 군산, 인천	전남 목포	강원도	전남 목포

- 박대껍질 목을 ‘별별이 목’ 또는 ‘별버리 목’ 이라고 부름
- 별버리목은 영종도 근해에서 많이 잡히는 박대생선의 껍질을 이용해서 만든 목으로, ‘별별이’란 이름은 칼로 썰어 접시에 담아 놓으면 힘없이 별별 떠다그 해서 붙여졌음(농업기술포털 홈페이지 참고)

- ‘목’ 으로 만들어지는 생선 종류 및 특징 조사하기

			
이름	박대	홍어	명태
분류	가자미목 참서대구과	홍어목 홍어과	대구목 대구과
분포 지역	우리나라의 서해, 동중국해 등 아열대	일본, 동중국해, 오호츠크해 서식	한국 동해, 북부 오호츠크해, 베링해, 알래스카에 걸친

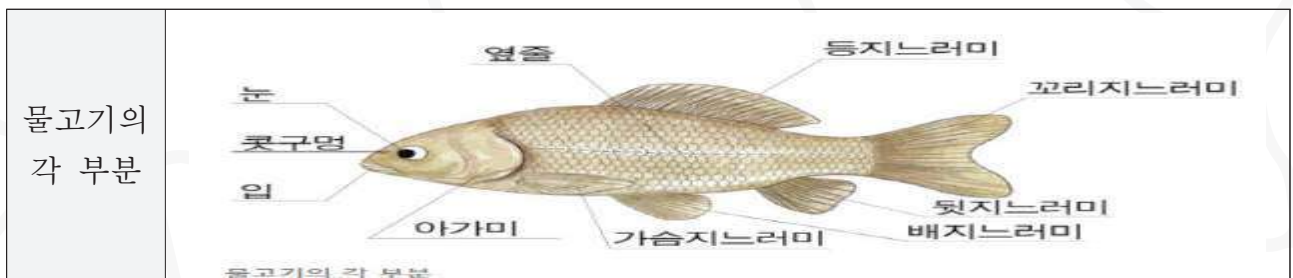


	해역 서식		북태평양 해역
서식 장소	가까운 바다의 진흙바닥, 기수역, 민물	수심 10-100m내외의 연안에 개펄 바닥 서식	연안 또는 대륙사면
생김새	<ul style="list-style-type: none"> - 몸과 머리는 옆으로 매우 납작하며, 폭은 넓고 길이가 길어 위에서 보면 체형이 긴 타원형 - 눈이 있는 쪽은 흑갈색, 눈이 없는 쪽은 흰색 	<ul style="list-style-type: none"> - 모양은 마름모꼴로 가오리와 비슷하나 더 둥글고 가로로 퍼져 있음 - 주둥이가 비교적 짧고 가슴지느러미 기부에는 둥근 반점과 반점안에 흑갈색 점이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 몸은 가늘고 길며, 전체에 특이한 무늬가 덮여 있고 머리가 큰 편 - 배쪽은 흰색이며 등쪽으로 갈수록 갈색으로 변함
크기	최대 57.1cm	1.5M	몸길이 30~90cm
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 10여 년 전까지만 해도 군산을 비롯한 전북 연안에서 참서대와 함께 저서성 어류의 우점종으로 많은 양이 출현 - 어린 새끼들까지 잡아들이는 불법 어업과 연안에서 이루어지고 있는 개발 사업 등으로 해마다 그 수가 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 무척추동물을 먹음 - 교미에 의해 수정되며 난생이고, 산란기는 늦가을부터 초봄 	<ul style="list-style-type: none"> - 명태는 상태에 따라 생태, 동태, 북어(건태), 황태, 코다리, 백태, 흑태, 깡태 등으로 불림 - 잡는 방법에 따라 그물로 잡은 것은 망태, 낚시로 잡은 것은 조태라 이름



		크기	50~60cm
이름	뱀장어(뽀장어, 곱장어)	특징	<ul style="list-style-type: none"> - 뱀장어라는 명칭은 바다 밑에 살다 보니 눈이 멀었다고 해서 붙여진 것 - 빨판 모양의 입술을 이용하여 물고기나 오징어에 달라붙어 살과 내장을 빨아먹고 삶 - 특별한 생식기관은 없으며 몸 안에 정소와 난소를 모두 지니고 있어서 암컷, 수컷 모두 될 수 있음
분류	뱀장어목 피장어과		
분포 지역	우리나라의 제주도 근처 남해, 일본 중부 이남에 걸친 북서태평양 지역		
서식 장소	연안의 얕은 바다 밑		
생김새	<ul style="list-style-type: none"> - 뱀장어와 비슷한 생김새 - 턱이 없어 입이 둥근 원구류(圓口類)에 속하며 칠성장어와 유연관계 - 몸이 가늘고 기다란 원통형 		

★ 물고기의 구조에 대해 알고 싶어요!



눈	사물을 볼 수 있다. 물고기 중에는 시력이 좋은 것이 많다.
콧구멍	숨을 쉬는 데에는 이용하지 않고 오직 냄새를 맡는 데 이용한다.
입	물을 들이마셔 아가미로 보내고 먹이를 먹는다.
아가미	허파와 같은 역할을 하며 혈관이 풍부하게 있어 물에 녹아 있는 산소를 받아들이고 이산화탄소를 내보낸다.
가슴/배 지느러미	방향을 잡고 조정하는 역할을 한다.
뒷지느러미	몸이 기울어지지 않도록 안정되게 유지한다.
꼬리 지느러미	몸을 앞으로 나가게 하는 힘을 낸다.
등 지느러미	몸이 기울어지지 않도록 안정되게 유지한다.
옆줄	구멍이 뚫린 비늘이 한 줄로 늘어서 있는 것이다. 물속의 진동을 느껴 물의 흐름이나 다른 동물의 움직임을 느낀다.

· 네이버 ‘천재학습백과 초등 과학 3-2’의 내용 중 물고기의 구조와 기능 부분에서 비늘에 대한 내용이 포함되어 있지 않았다. 그래서 Why 물고기 책과 경기도해양수산자원연구소의 내용을 참고하여 비늘에 대해 조사하였다.

- ‘목’으로 만들어지는 생선의 비늘의 종류와 특징 탐구하기

비늘의 종류	
방패비늘	상어 등의 연골 어류에서 볼 수 있는 이빨과 같은 구조로 되어있으며, 가오리류는 거의 퇴화된 형태의 방패비늘을 가진다.
균비늘	다이아몬드 모양으로 맞붙어 있는 것이 특징이다. 동갈치에서 볼 수 있고, 외층과 내층의 2층으로 구성되어 있으며 섬유질로 연결되어 있어 매우 질기다. 둥근비늘은 일반적으로 경골 어류가 가지는 비늘로 코스민비늘에서 유래한 것으로 알려져 있는데, 보통 둥글고 작으며 납작한 것이 특징이다.
빗비늘	빗 모양으로 된 비늘로 보통 가시줄기가 있는 경골 어류에서 많이 볼 수 있으며, 유영력을 높이는 데 효율적인 비늘로 농어, 송어, 등에서 볼 수 있다.
둥근비늘	비늘 부위가 뚜렷하여 연령이나 계군 분석에 이용되기도 한다. 송어, 청어, 정어리 등에서 볼 수 있다.



★ 박대, 홍어, 명태, 떡장어는 어떤 비늘을 가지고 있을까?



- 물고기 비늘엔 끈끈한 점액이 묻어 몸을 보호함.
- 물고기의 몸을 덮고 있는 비늘은 피부 중에서 진피가 변화된 것
- 홍어: 방패비늘(순린)
- 명태: 둥근비늘
- 박대: 둥근비늘(명태 및 홍어와 비슷하지 않을까 생각함. 전문가의 도움이 필요)
- 꼼장어: 붕장어, 갯장어, 떡장어 등은 비늘이 없음
- 비늘을 육안으로 구분하고 자료를 찾는 것이 어려웠음

- 어류별 '생선껍질 목' 제조 과정 탐구하기



<박대껍질 목 만드는 과정>



· 박대껍질 목 뿐만 아니라 홍어, 명태, 꼼장어 목도 같은 방법으로 만들.

- 그러나 생강 대신에 다른 것을 넣기도 함
- 우리는 박대껍질을 벗기고 말리는 과정이 어려워 서천 시장에서 말려진 박대 껍질을 구입하여 실험하였음
- 학교에서 박대풀을 만드는데 물에 불리는 것부터 끓이는 것까지 냄새가 심하게 나서 친구들에게 미안했음

- 천연접착제 종류 및 제조 방법 탐구하기

			
아교	민어부레 풀	밀가루풀	마늘풀
동물의 가축, 힘줄, 창자, 뼈 등을 고아 그 액체를 고형화	민어부레를 물에 불린 후 끓여 망에 걸러내서 고형화	밀가루와 물을 넣고 냄비에 끓여주며 수시로 물을 넣은 후 체에 거르기	마늘의 끈끈한 접착 성분을 추출하여 제조

- 아교와 민어부레 풀 만드는 방법이 박대껍질 목 만드는 방법과 똑같음
- 박대껍질로도 질 좋은 천연접착제를 만들 수 있다고 생각함
- 마늘풀은 특허를 받은 제품으로 자세한 제조 방법은 홈페이지에 들어가도 알 수 없었음
- 아교와 민어부레풀은 실제로 비교할 수 없었음

★ 밀가루 풀과 옥수수풀 만들어보기

		
밀가루와 옥수수가루 관찰	밀가루와 옥수수가루 촉감	풀 만들기

★ 밀가루풀과 옥수수풀 관찰 결과

- 냄새: 고소한 냄새(친구들 표현으로 밥 냄새)
- 색깔: (밀가루풀) 연한 노란색, (옥수수풀) 불투명한 하얀색
- 끈적임: 체에 거른 후에 만졌을 때에는 끈적이나 시간이 흐를수록 굳어짐 (시간이 흐를수록 굳어지는 속도는 옥수수풀이 더 빠름)
- 가격: (시중판매 가격) 밀가루풀 1200g기준, 1,000원
- 접착력: 한지는 잘 붙음(자세한 실험은 탐구과제 6에서 할 계획)
- 휴대성: 휴대하기 불편함



★ 마늘풀 관찰 결과

		
마늘풀	냄새 맡아보기	끈적임 관찰하기

- 냄새: 마늘향이 조금 남
- 색깔: 연한 연두색
- 끈적임: 일반 물풀과 같은 끈적임
- 가격: 4,000원대
- 접착력: 색종이와 뽕뽕이만 붙여봤는데 접착력이 좋음(더 자세한 접착력 실험은 탐구과제 6에서 할 계획)
- 길이: 약 8.5cm, 폭: 약 3cm
- 휴대성: 어른 검지만한 크기여서 휴대하기 편함

- 생선껍질 천연접착제 제조 방법 토의하여 정한 후 제조하기



<토의한 결과>

- 민어부레풀 만드는 방법과 같은 방법으로 만들기
- 생선껍질 천연접착제 제조 방법에 대한 마인드맵
- 재료 및 실험 순서, 주의사항 등 알아보기
- 비린 냄새를 제거하는 방법과 물풀과 같은 젤 형태로 만드는 방법 생각하기

<박대껍질 천연접착제 제조하기>

		
말린 박대껍질 구입	물에 불리기	박대껍질 건지기
		
끓이기	거르기	담아두기(고형체)

- 기존 시판되는 접착제와의 접착력 및 실용성 비교 실험하기

- 실험하기에 앞서 학교 학생들에게 설문조사를 실시함
- 설문조사 3종류
 - 1) 어떤 접착제가 색종이를 잘 붙게 할까?
 - 2) 어떤 것을 보고 접착제를 살 것인가?
 - 3) 접착력, 가격, 휴대성 중 어느 것에 비중을 두어서 접착제를 구입 할 것인가?

설문지 만들기	설문 참여 유도	
설문 결과		

- 학생들은 어떤 접착제가 색종이를 더 잘 붙게 할까라는 질문에 마늘풀(16표) → 딱풀(9표) → 박대껍질풀, 목공풀(4표) 순으로 나타남
- 접착제의 어떤 조건을 보고 구입하냐는 질문에는 접착력(25표) → 가격(10표) → 휴대성(5표) → 디자인(2표) 순으로 나타남
- 5,6학년 을 대상으로 접착력, 가격, 휴대성을 놓고 봤을 때, 가격이 비싸더라도 접착력이 우수하고 휴대성이 좋은 것을 선택한다는 의견이 많았음
- 시중에 판매하기 위한 천연접착제의 조건에 대해 학교 학생들의 의견을 반영하여 제작할 필요가 있다고 생각됨

- 기존 시판되는 접착제와의 접착력 및 실용성 비교 실험하기





- 비교 실험하기 전에 어떤 접착제를 선택하여 접착제를 비교 실험할 것인지 토의하여 결정함
- 우리가 선택한 접착제: 밀가루풀, 옥수수풀, 딱풀 또는 목공풀, 마늘풀, 박대풀
- 선택한 재료: 색종이, 두꺼운 도화지, 뽕뽕이, 아이스크림 막대, 천, 플라스틱
- 접착제를 바르고 30분이 지난 후에 접착력이 살펴 결과 기록함

<접착력 비교 실험 결과>

(우수: ○, 보통: △, 나쁨: ×)

	색종이	도화지	뽕뽕이	막대	천	플라스틱
밀가루풀	○	○	○	○	○	○
옥수수풀	○	○	○	○	○	○
딱풀	○	○	○	○	○	×
목공풀	○	○	○	○	○	○
마늘풀	○	○	○	○	○	○
박대풀	○	○	×	×	×	×

- 미술시간에 선생님과 친구들의 도움을 받아 천연접착제와 시중에서 판매되고 있는 접착제의 접착력 실험을 하게 됨
- 생각과는 달리 밀가루풀과 옥수수풀에 미술시간에 사용하는 플라스틱 끈이 붙었음
- 밀가루풀과 옥수수풀의 접착력이 우수하다는 것을 느꼈으며 선조들이 한지공예를 하거나 문풍지를 바를 때 사용한 이유에 대해 알 것 같음
- 박대풀은 밀가루풀이나 옥수수풀처럼 끈적임이 없어 모든 재료를 붙이지 못했음
- 박대풀을 접착제로 만들기 위해서는 마늘풀과 같은 기술이 필요하다고 생각함

○ 팀원의 담당 역할

담당 역할	팀 원
자료 조사, 현장답사, 실험계획 및 실험 보고서 정리, PPT 작성 및 대본 등	신준석, 조창연

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 쓸모없는 생선 껍질로 무엇을 할 수 있을까 생각하며 탐구를 시작하였으나 결과적으로는 목을 만들어 먹는 것 이외에도 접착제로도 훌륭한 기능을 할 수 있다는 사실을 알게 되었다.
- 대표적으로 민어부레를 이용하여 만든 민어부레풀의 제조 과정이 박대껍질 목을 만드는 방법과 별반 다르지 않다는 것을 알게 되어 이를 활용하고자 하였으나 결론적으로 여름이라는 계절의 특성 때문인지 너무 빨리 굳어버리거나 녹아버려서 효과적이지 못했다.
- 생선껍질이라면 어떤 어류의 껍질이나를 벗어나 공통적으로 비린 냄새를 가지고 있다. 이 냄새를 맡는 사람은 불쾌한 기분이 들 수 있어서 비린 냄새를 잡을 수 있는 첨가제(박대껍질 목 만드는 방법에서는 생강을 넣어 비린 냄새를 제거함)를 넣어 남녀노소 누구나 애용하는 천연접착제를 만들어야 할 필요성을 느꼈다.

○ 의의(기대효과)

- 서천 특화시장 주변에는 생선을 손질하고 버려지는 생선껍질의 냄새로 날씨가 더운 여름이면 더욱 고약해진 악취로 시장을 방문하는 손님들의 코를 막게 한다. 흥원항이 가까워 싱싱한 해산물을 저렴한 가격에 맞출 수 있다는 것이 큰 장점이기에 버려지는 생선껍질을 활용하여 천연접착제와 같은 소산물을 만들어 낸다면 인간과 환경에 모두 혜택을 가져다 줄 것이라 생각한다.
- 박대껍질을 이용한 천연접착제는 인간에게 무해할 뿐만 아니라 환경오염을 줄이는 친환경제품이기에 비린 냄새 제거, 마늘풀과 같은 젤 형태를 유지한다면 사람들이 선호하는 천연접착제가 되지 않을까 한다.



4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 탐구 초반에는 일지를 언제, 어떻게 써야할지 알지 못해 힘들었고, 후반으로 갈수록 틀리지 않고 정확하게 써야한다는 압박감에 일지 쓰기가 더 힘들었다.
- 팀원 서로가 방과후 및 학원 수업으로 일정을 조율하기가 어려웠다.
- 물고기에 대해 잘 알지 못해 전문가의 도움을 받으려하였으나 섭외가 어려웠다.
- 테블릿 PC를 이용해서 내가 찾고자 하는 정보를 검색하는 것이 어려웠다.
- 실험을 위해 재료를 구입하고 실험 도구를 준비하는 것이 생각보다 어려웠다.
- 박대껍질을 구입하기 위해 서천 특화시장의 여러 건어물점을 돌아다니는 것이 힘들었다. 그 많은 건어물점 중에 딱 한군데에서만 팔았다.
- 현장체험을 위해 팀원들끼리 스케줄을 조정하는 것이 힘들었다.
- 박대껍질을 물에 하루 정도 불리고 2시간 정도 불 옆에서 끓이면서 비린 냄새가 온 학교에 진동해 그 냄새에 선생님과 학생들이 힘들어했다.
- 학교 내에서만 설문조사를 한 것이 조금 아쉬웠다.
- 설문조사를 위해 질문을 만들고, 앙케이트지를 꾸미는 일이 어려웠다.
- 접착력을 우선으로 했을 때 색종이조차 잘 붙지 않아서 어떻게 해야만 가능할지 생각해보는 것이 어려웠다.

○ 알게 된 점

- 박대, 홍어, 명태, 꼼장어의 생김새 및 서식환경 등 특징에 대해 알게 되었다.
- 박대와 서대를 구분하게 되었다.
- 말린 박대는 껍질 채 말리는 것이 아니라 껍질을 벗겨낸 후 말린다는 것을 알게 되었다.
- 우리 지역 서천은 박대를 다양한 방법(박대껍질 목, 말린 박대 등)으로 애용하고 있다는 것을 알게 되었다.
- 천연접착제로 마늘풀이 시중에 판매되고 있으며 접착력 또한 우수하다는 것을 실험을 통해 알게 되었다.
- 각공을 만들 때 사용하는 민어부레풀이 박대껍질 목 만드는 방법과 비슷하다는 것을 알게 되었으며 생선을 이용한 민어부레풀의 단점(한번만 발라서는 접착되지 않음, 온도가 높으면 상할 수 있음)이 곧 박대풀의 단점이 될 수 있음을 알게 되었다.
- 프로젝트 학습을 하는데 있어서 나 혼자만이 아니라 팀원과 함께 많은 대화를 나누어야 가능하다는 것을 알게 되었다.
- 나 하나쯤 쉬어가거나 빠져도 된다는 생각은 금물이라는 것을 알게 되었고, 이번 프로젝트를 통해 앞장서서 실험에도 함께 하고 설문조사에도 함께 고생해 준 우리 반 친구들의 고마움도 알게 되었다.
- 박대껍질을 삶아서 체에 걸러 그릇에 담아 만져보니 미끈거리면서 끈적임이 조금은 있었다.



○ 기타

- 생선껍질 추출 방법에 따른 중량 비교, 생강즙과 식초 등 첨가물에 따른 묵의 완성도 비교 실험 삭제: 팀원 회의에서 불필요한 탐구내용이라는 의견을 반영하여 삭제

5. 참고문헌

- 경기도 해양수산자원연구소(<http://fish.gg.go.kr/>)
- 농사로 농업기술 포털(<http://www.nongsaro.go.kr/>)
- 명정구(2013), 「바닷물고기 도감」, 보리, 서울, 대한민국
- 김남길(2008), 「Why? 물고기」, 예림당, 서울, 대한민국, p.27
- 김갑영, 「영양학자 김갑영의 우리 음식 이야기 - 박대껍질묵」, 문화일보, 2015.11.04

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	해양 생물 파이브-원		
학생명	서현경, 현준혁, 박상호, 송무영	학교	대구칠곡초등학교
지도교사명	박수영	학교	대구칠곡초등학교

항목	내용
탐구주제	비행체 원리를 통한 날치의 비행 원리 알아보기
탐구기간	2018년 6월 17일 ~ 2018년 8월 29일
탐구목적	비행체의 원리를 통해 날치의 비행 원리를 탐구하고 더 나아가 날치의 비행원리를 이용하는 분야를 알아보고자 함
탐구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○탐구의 이론 : 날치의 비행 원리는 양력을 이용하여 나는 것임 ○내용 및 방법 <ul style="list-style-type: none"> - 날치의 기본적인 내용 조사 및 아귀, 콩치 해부를 통해 날치의 특징 조사 - 날치의 비행 원리를 파악하기 위해 날치 비행체 1~4호까지 만들고 날려봄으로써 비행원리 이해 - 날치의 비행 원리를 정확하게 파악하기 위하여 비행체와 새와의 비교 탐구 진행 - 날치의 비행 원리를 적용한 위그션을 알아봄으로써 탐구 마무리
탐구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○이 실험을 통해 날개가 클수록 공기가 받는 면이 많아져서 양력의 힘이 커진다는 것을 알 수 있음 ○이 실험을 통해 추진력이 강하면 즉, 날치의 꼬리지느러미가 더욱더 힘차게 팽 차고 올라가면 더 멀리 날아간다는 것을 알 수 있음 ○날치는 새처럼 장이 짧고 장기들이 가벼우며, 뼈에 구멍 뚫려있어 날기에 적합함 ○날치는 양력, 추력, 항력, 중력 모든 것에 유리하므로 날기에 적합함 ★ 날치는 나는 것이 아니라 천적을 피해 뛰어오르는 것임(이하 보고서에서 는 나는 것이라고 표현하고자 함)
결론 및 의의	<ul style="list-style-type: none"> ○날치의 가슴 및 배지느러미가 글라이더의 역할을 한다는 것을 탐구를 통해 알 수 있었으며, 날치 비행체 1~3호에서는 지느러미를 만들 때, 우드락을 사용하거나 크기 및 무게 조절을 잘 못하여 탐구가 잘 진행되지 않아 이 부분을 4호에서 수정하여 탐구를 진행함 ○날치의 꼬리지느러미의 역할을 탐구수행을 하는 중 잘 적용되지 않아 에어펌프를 사용함으로써 해결하였고, 날치의 꼬리지느러미가 추력을 발생시키는데 중요하다는 것을 알게 되었음 ○일상에 필요한 것들을 만들 경우, 동식물 등 환경에서 그 원리를 찾으며 효율적이고 효과적인 것을 만들 수 있다는 것을 알게 됨





탐구 주제	비행체 원리를 통한 날치의 비행 원리 알아보기
팀명	해양생물 파이브-원

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 탐구할 주제가 다양하고 흥미 있는 날치!
 - 처음에 보고서를 쓰기 위해 **특징이 최대한 많은 해양생물을 생각**하다 하늘을 나는 날치라는 물고기를 생각이나 날치를 탐구 주제로 하였고, 또 날치가 어떻게 나는지 궁금해 탐구 주제로 정하였음

○ 탐구 목적

- 날치의 비행 원리 알아보기!
 - **날치 자체에 대한 궁금증을 해결**하기 위해 날치의 먹이, 천적, 사는 곳, 산란 시기 등을 조사하여 날치가 날게 된 이유에 대해 조사를 함
 - 날치에 대한 궁금증에서 더 나아가 **날치와 새 등 날 수 있는 동물과 비행체와의 공통점 및 차이점을 탐구**하고자 함. 이 탐구를 통해 날 수 있는 비행체나 동물들의 원리를 구체적으로 알 수 있고, 더불어 날치가 다른 해양생물에 비해 날기 유리한 이유까지 알고자 함
 - 모든 탐구와 연구를 바탕으로 날치가 나는 원리를 알고, 더 나아가 사람들이 **날치를 이용하고 있거나 이용할 수 있는 분야까지 조사**하여 해양 생물에 대해서 더 잘 알고, 이번 탐구를 통해 한 층 더 성장하는 계기가 되고자 함

날치야! 너는 어떻게 날 수 있는 거니?

특징이 다양한 해양 생물에는 무엇이 있을까?

날치란 생물은 도대체 어떤 생물일까?

날치 VS 비행체, 날치 VS 새 ?!

날치를 이용할 수 있는 분야는 있을까?


2. 탐구 내용 및 결과








○ 내용

- 연구의 주제 및 영역
 - 주제 : 칠곡초등학교 5학년 1반 4명
 - 연구 영역 : 날치의 비행원리
 - 기간 : 2018. 6. ~ 2018. 8. 29.
 - 탐구내용

탐구주제	탐구내용	탐구방법								
날치 알기	▷날치의 먹이, 천적, 사는 곳, 산란 시기 등	▷관련 논문 참고 ▷해양생물 관련 백과사전 참고 ▷해양생물 관련 서적 참고								
날치의 비행원리	▷날치의 비행원리 알기	▷관련 논문 참고 ▷동물 백과사전 및 서적 참고 ▷다양한 준비물로 날치 비행 원리를 반영한 비행체 만들어 날려보고 결과 확인하기 ▷날치와 비행체, 새의 비교를 통해 날치의 비행원리 알기								
단계	실천 내용	실천 기간								
		6월 1, 2주	6월 3, 4주	6월 5주 7월 1주	7월 2, 3주	7월 4주	8월 1, 2주	8월 3-5주	9월 1주	
계획	★날치에 대해서 조사하기	→	→							
	★아귀와 풍치 해부 후, 날치와 비교하기			→						
	★날치 비행 원리 활용한 비행체 만들기			→	→					
	★중간보고서 작성하기	→	→	→	→					
	★날치 비행 원리 활용한 비행체 만들기 수정 보완하기					→	→			
	★날치와 비행기, 새의 비행 원리 비교하기							→		
	★위그선 알아보기							→		
	★최종보고서 작성하기							→		
	★발표 연습하기									→
개발	실천 과제 선정									
	학년별 수학 연계과정 분석									
실천	<실천1> 날치 조사하기	날치의 먹이, 천적, 사는 곳, 산란 시기 등								
	<실천2> 아귀과 풍치 해부하기	아귀와 풍치 해부하기								
	<실천2> 날치와 비교하기	날치와 비교하기								
	<실천2> 날치의 비행원리 찾기	날치의 비행원리 찾기								
	<실천3> 비행체 만들기 및 수정 보완하기	날치의 비행 원리 적용하여 비행체 만들기 결과 확인을 통해 다음 탐구 계획 세우기								
	<실천4> 날치와 비행체, 새와 비교하기	비행기의 비행 원리를 알고 날치의 비행 원리와 비교하기 새의 비행 원리를 알고 날치의 비행 원리와 비교하기								
<실천5> 위그선 알아보기	날치의 비행 원리를 활용한 위그선 알아보기									
정리	결과 평가 및 분석									
	최종 보고서 작성 및 발표 연습하기									

○ 방법

 탐구 목적	♥ 날치에 대한 기본적인 지식을 바탕으로 탐구 시작하기
	♥ 날치와 다른 생선 비교를 통해 날치의 비행 원리 찾기
	♥ 날치의 비행원리를 알기 위해 탐구 계획 세워 비행체 만들기
	♥ 만든 비행체 날린 뒤, 결과 확인하고 다음 계획 세우기
	♥ 다른 비행체와의 비교를 통해 ‘날치의 비행원리’를 명확하게 알기

활동	활동 방법		
 <실천1> 날치 조사하기	☺ 날치의 특징을 알아내기 위해 각종 날치에 대한 책, 인터넷, 다큐멘터리에서 날치를 조사하기 ☺ 날치 실물 크기로 직접 그려보기 <div style="border: 1px dashed black; border-radius: 15px; padding: 10px;"> ♥ 날치를 직접 그린 이유 날치를 구하기 위해 노량진 수산시장에도 전화를 하고 날치를 요리해 파는 식당에도 전화를 하고 다른 수산시장에도 부탁을 해 보았지만, 모두 없거나 거절함. 그래서 직접 그려 탐구를 진행하게 됨. </div>		
	☺ 날치의 비슷한 생선인 꽂치 와, 또 날치와 전혀 다른 환경에서 살고 있는 생선인 아귀 를 직접 사서 해부해보고 그 차이점을 알아보려고 함		
탐구 진행 <실천2> 아귀과 꽂치 해부하기	활동 모습		
	 <해부를 위해 준비물 준비하는 모습>	 <탐구 과정 동영상 촬영 모습>	 <탐구 과정 동영상 촬영 모습>
	 <해부하는 모습>	 <해부하는 모습>	 <해부하는 모습>

탐
구
진
행

- ☺ 해부한 내용으로 찾은 날치의 비행원리를 바탕으로 날치 비행체를 만들고 수정 보완하여 날려본 뒤, 날치가 날 수 있는 원리 찾아내기
- ☺ 우드락, 투명 필름지, 빨대, 천사점토, 테이프, 풀, 칼, 가위, 저울, 자 등으로 날치모형을 만든 뒤 날치를 날려보기

활동 모습

<실천3>

비행체
만들기
및 수정
보완하기



<날치 비행체 만드는 모습>



<날치 비행체 만드는 모습>



<날치 비행체 만드는 모습>



<비행체 날리는 모습>



<비행체 수정하는 모습>



<탐구과정과 관련하여 토의하는 모습>

- ☺ 비행체를 직접 만들어 본 뒤, 비행기의 비행 원리를 찾고 날치와 공통점 및 차이점을 비교하여 날치의 비행원리를 명확하게 이해하기
- ☺ 새 모형을 직접 만들어 본 뒤, 새의 비행 원리를 찾고 날치와 공통점 및 차이점을 비교하여 날치의 비행원리를 명확하게 이해하기

활동 모습

<실천4>

날치와
비행체,
새와
비교하기



<비행체 만드는 모습>



<새 모형 만드는 모습>



<새 비행원리 토의하는 모습>



<비행체의 비행원리 토의하는 모습>



<양력의 원리 실험하는 모습>



<탐구 결과 정리하는 모습>



탐구진행

<실천5>
위그선
알아보기

☺- 제비날치의 비행 원리를 이용한 위그선을 만들어 보고 그 원리와 이용되는 분야 알아보기

활동 모습



<위그선 만드는 모습>



<위그선 원리 토의하는 모습>



<위그선 날리는 모습>



진행과정

- ♥ 다른 친구들에게 자신의 의견을 말하는 것을 어려워하던 학생들이 자신의 의견을 이야기하기 시작하고 다른 친구들의 이야기를 듣기 시작함
- ♥ 교사의 개입 없이도 팀원들과 협동하여 탐구를 진행하고 의견을 교류하는 모습이 보이기 시작함

○ 결과



탐구결과

활동	활동 결과	
<실천1> 날치 조사하기	☺-이름 : 날치 ☺-크기 : 25 ~ 36 cm ☺-산란시기 : 5 ~ 7월 ☺-서식지 : 연안 및 근해의 표층, 수심 30m층 사이 ☺-분포 지역 : 한국, 일본, 대만 ☺-날치의 비행 : 물위로 나와 순간 속력은 시속 50 ~ 60 km 정도이며, 최장 비행시간은 30 ~ 40초이고, 최장거리는 300 ~ 400m 정도임 ☺-먹이 : 소형 갑각류, 동물성 플랑크톤	
	궁금증	답변
	①날치가 나는 이유는 무엇일까?	Ⓐ 물속에 있는 천적 을 피하기 위해서 Ⓐ 수렴 진화로 조류처럼 날기에 유리하도록 변함
	②날치는 진화한 것인가?	Ⓜ 수렴 진화 란? 분자 간에 유사한 기능 또는 구조가 진화되는 현상 Ⓐ 실제로 나는 것이 아니라 날개 모양의 지느러미와 진동하는 꼬리로 공중을 가로질러 가는 것 임
	③날치는 실제로 나는 것인가?	Ⓐ 날치 뼈를 현미경으로 보면 조류처럼 뼈가 송송 뚫려 있고, 체중 조절 을 위해 위가 거의 없으며 다른 장기 들도 다른 물고기들에 비해 작음



초등부



활동	활동 결과					
<p>☺아귀, 풍치와 날치 비교 결과</p> <p>아귀</p> <ul style="list-style-type: none"> - 날치와 생김새, 서식지가 전혀 다르므로 선택함 - 아귀는 힘이 센 꼬리지느러미와 조금 작은 가슴지느러미, 작고 힘이 없는 배지느러미가 있음 - 아귀는 심해에서 살며, 먹이를 유인하기 위해 머리에 있는 불빛을 이용하므로 날치는 날개(지느러미)가 발달한 것에 비해 입 부위가 발달함 - 이빨과 뼈가 단단함 - 내부 장기들도 다양하였으며 무거움 - 몸집에 큰 것에 비해 가슴지느러미가 발달하지 못함 - 꼬리가 크고 무거움 <p>풍치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 날치와 생김새, 서식지가 비슷하여 선택함 - 풍치는 날렵하게 생겨 날치와 비슷함 - 풍치는 날치에 비해 가슴지느러미가 작아 날기에 부적합함 - 날치와 비슷한 꼬리지느러미와 날치에 비하면 작지만 아귀에 비하면 큰 편인 가슴지느러미, 조금 큰 배 지느러미를 가짐 <p>날치</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 50%;">가슴지느러미</th> <th style="width: 50%;">꼬리지느러미</th> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> -날기 위해 아귀, 풍치에 비해 가슴지느러미가 아주 큼 -가슴지느러미는 한 쌍으로 순간적으로 날아오를 때 사용함 </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> -아귀는 꼬리지느러미가 크고 무겁지만, 날치는 풍치와 마찬가지로 꼬리지느러미가 아귀보다 작음 -중심을 잡을 때, 사용함 - 방향을 조절할 때, 사용함 </td> </tr> </table> <div style="text-align: center;"> <p>배지느러미</p> </div> <p>아귀와 풍치는 모두 배지느러미가 작았지만 풍치는 배지느러미가 많이 발달함</p>	가슴지느러미	꼬리지느러미	<ul style="list-style-type: none"> -날기 위해 아귀, 풍치에 비해 가슴지느러미가 아주 큼 -가슴지느러미는 한 쌍으로 순간적으로 날아오를 때 사용함 	<ul style="list-style-type: none"> -아귀는 꼬리지느러미가 크고 무겁지만, 날치는 풍치와 마찬가지로 꼬리지느러미가 아귀보다 작음 -중심을 잡을 때, 사용함 - 방향을 조절할 때, 사용함 		
	가슴지느러미	꼬리지느러미				
	<ul style="list-style-type: none"> -날기 위해 아귀, 풍치에 비해 가슴지느러미가 아주 큼 -가슴지느러미는 한 쌍으로 순간적으로 날아오를 때 사용함 	<ul style="list-style-type: none"> -아귀는 꼬리지느러미가 크고 무겁지만, 날치는 풍치와 마찬가지로 꼬리지느러미가 아귀보다 작음 -중심을 잡을 때, 사용함 - 방향을 조절할 때, 사용함 				



활동

활동 결과

☺ 날치 비행체 1 ~ 4호 비교 및 날치의 비행 원리 알기

날치 비행체	1호	2호	3호	4호
날아간 거리	5m 20cm	2m 74cm	4m 35cm 2m 8cm (재실험)	10m 41cm
날아간 시간	4.91초	2.74초	2.06초 1.08초 (재실험)	0.78초
무게	13g	10g	13g	25g
재료	우드락, 빨대, 천사점토, 본드, 테이프	우드락, 빨대, 천사점토, 본드, 테이프	투명필름, 빨대, 나무젓가락, 우드락, 본드, 천사점토, 테이프	에어로켓 세트, 에어로켓 펌프, 투명필름, 글라이더 나무뼈대, 글라이더 종이, 본드





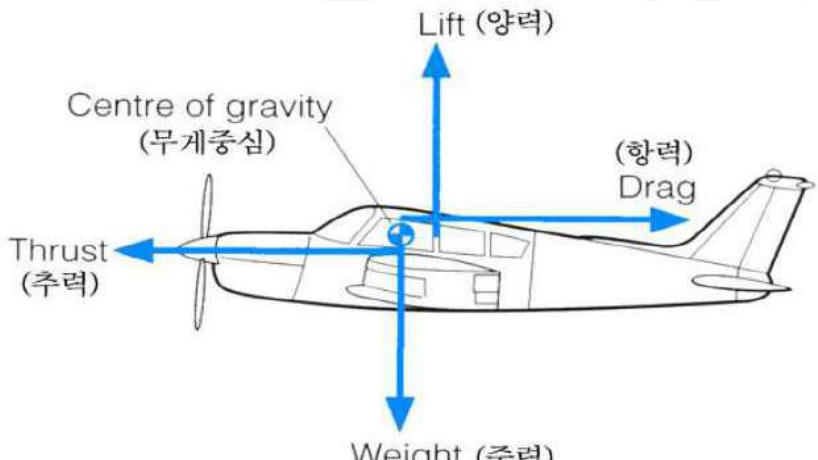
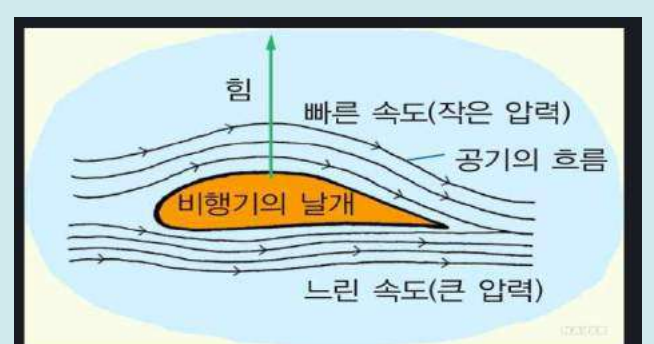
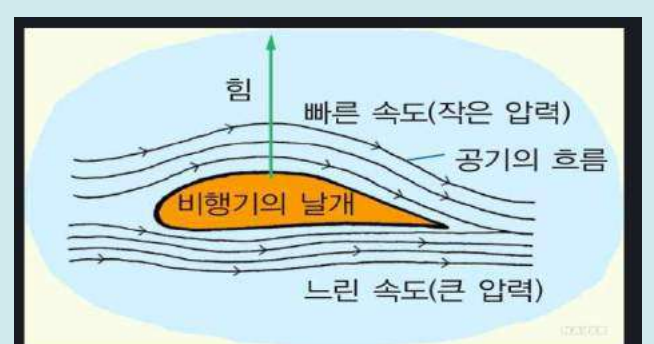
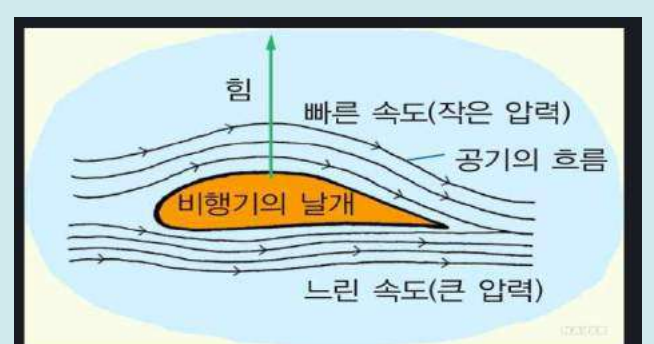
<실천3>

비행체 만들기 및 수정 보완하기

날치 비행체	실험 결과 및 수정 사항
1호	- 처음 만든 날치 비행체로 무게가 무거워 날아가는데 어려움이 있는 거 같아 2호를 만들 때는 무게를 잘 조절하여 잘 날 수 있게 만들도록 함
2호	- 날치 1호에 비해 날개 크기를 줄여 가벼워짐 - 무게가 너무 가벼우면 공기의 영향을 잘 받지 못해 멀리 날아가지 못했음 - 3호는 적당한 무게와 적절한 크기의 날개를 만들어 날리도록 함 - 뼈대가 약하여 몸체를 잘 지탱하지 못함
3호	- 1~3호까지는 만들면서 꼬리가 치고 올라가는 힘을 적용하기가 어려웠음 - 3호 역시 꼬리지느러미의 역할을 충분히 반영하지 못하여 4호에서는 수정하여 실험하고자 함 - 날치는 포물선 비행을 하는데 3호까지는 이 부분을 잘 반영하지 못하여 4호에서 수정하고자 함
4호	- 지금까지 실험에서 날치 비행체의 뼈대가 약한 것이 문제였는데 몸체를 에어로켓 통으로 만들어 보완함 - 배지느러미 부분을 크기는 크고 무게는 가볍고 얇게 만들어 글라이더 역할 을 할 수 있게 만들었음 - 날치가 물속에서 꼬리지느러미를 이용해 치고 올라오는 힘을 에어펌프로 이용해 실험하여 날치와 비슷한 힘과 포물선 비행을 완성 할 수 있었음



초등부

활동	활동 결과				
<p>☺ 날치 비행체 1-4호 모습</p> <p><실천3></p> <p>비행체 만들기 및 수정 보완하기</p>	<p>활동 모습</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><날치 비행체 1호></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><날치 비행체 2호></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><날치 비행체 3호></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><날치 비행체 4호></p> </div> </div>				
<p>탐구결과</p> <p><실천4></p> <p>날치와 비행체, 새와 비교하기</p>	<p>☺ 비행기의 비행 원리</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>비행기의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">양력</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">비행체</td> <td style="width: 60%;"> <ul style="list-style-type: none"> - 양력이란? 중력과 반대되는 힘으로 물체를 띄우는 힘임 - 비행체는 날개가 크면 클수록 양력의 힘이 강해짐 - 베르누이의 원리가 적용됨 <div style="text-align: center;">  </div> <p>☞ 베르누이의 원리란?</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공기나 물처럼 흐를 수 있는 기체나 액체는 빠르게 흐르면 압력이 감소하고, 느리게 흐르면 압력이 증가한다는 것임 · 비행기 날개의 아래 부분은 고기압이 형성되고 윗부분은 저기압이 형성되어 비행기가 뜨게 됨 </td> </tr> </table>		양력	비행체	<ul style="list-style-type: none"> - 양력이란? 중력과 반대되는 힘으로 물체를 띄우는 힘임 - 비행체는 날개가 크면 클수록 양력의 힘이 강해짐 - 베르누이의 원리가 적용됨 <div style="text-align: center;">  </div> <p>☞ 베르누이의 원리란?</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공기나 물처럼 흐를 수 있는 기체나 액체는 빠르게 흐르면 압력이 감소하고, 느리게 흐르면 압력이 증가한다는 것임 · 비행기 날개의 아래 부분은 고기압이 형성되고 윗부분은 저기압이 형성되어 비행기가 뜨게 됨
양력	비행체	<ul style="list-style-type: none"> - 양력이란? 중력과 반대되는 힘으로 물체를 띄우는 힘임 - 비행체는 날개가 크면 클수록 양력의 힘이 강해짐 - 베르누이의 원리가 적용됨 <div style="text-align: center;">  </div> <p>☞ 베르누이의 원리란?</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공기나 물처럼 흐를 수 있는 기체나 액체는 빠르게 흐르면 압력이 감소하고, 느리게 흐르면 압력이 증가한다는 것임 · 비행기 날개의 아래 부분은 고기압이 형성되고 윗부분은 저기압이 형성되어 비행기가 뜨게 됨 			



탐
구
결
과

<실천4>
날치와
비행체,
새와
비교하기

활동	활동 결과		
	비행기의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교		
	양력	날치	- 비행기의 날개가 클수록 양력의 힘이 크게 작용하여 비행기가 뜨는 것처럼 날치도 가슴지느러미가 자신의 몸만큼 커서 양력의 힘을 많이 받아 멀리 날아가게 됨 - 제비날치의 경우, 가슴지느러미 앞쪽이 12도~15도 위로 솟구쳐 있고, 배지느러미 역시 2~5도 위로 향하여 중력보다 양력이 크게 작용하여 날 수 있음
	추력	비행체	- 추력 이란? 물체를 앞으로 내보내는 힘임 - 비행기의 경우 발통을 빨리 돌려 추력을 발생 시키며 추력이 강해질수록 더 빨리 비행할 수 있음
		날치	- 날치는 물속에서 가속하여 추진력을 향상 시킨 뒤, 꼬리날개를 이용하여 딱 치고 올라가 추력을 발생 시킴 - 날치의 추진력의 힘이 강해 시속 50~60Km까지 갈 수 있음
	항력	비행체	- 항력 이란? 추력에 따르는 저항력으로 공기의 마찰을 뜻함 - 비행기의 경우 항력, 즉 공기의 마찰을 줄이기 위해 비행기 앞부분을 유선형으로 만들어 그 영향을 최소화 하고 있음
		날치	- 날치의 경우, 너무 높이 날면 '외류현상' 이 발생 하여 멀리 갈 수 없으므로 수면에서 2~3cm로 낮게 날아 항력의 영향을 최소화 함 - 낮게 날게 되면 가슴지느러미가 위로 오르기 전에 수면과 부딪쳐 저항이 줄어드는 지면효과 가 나타나게 됨 ☞ 외류현상 이란? 날치가 너무 높게 날게 될 경우, 양력으로 작용하던 가슴지느러미 아래 공기가 가슴지느러미 위로 소용돌이처럼 말려 올라오는 현상으로 공기저항을 증가시켜 멀리 날지 못하도록 방해하는 현상임 ☞ 지면효과 란? 날치가 수면 가까게 낮은 고도로 비행하면서 양력이 증가하는 효과임
	중력	비행체	- 중력 이란? 지구가 물체를 끌어당기는 힘임 - 중력이 없을 경우, 비행기는 이륙도 착륙도 할 수 없게 됨



초등부



활동	활동 결과																						
<p style="text-align: center;">비행기의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">중력</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">날치</td> <td>- 날치의 경우, 방광이 작아 배설물을 오래 저장하지 못하고 똥 속에는 구멍이 뚫려있어 무게가 가벼우므로 중력보다 양력이 크게 작용함</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">공금중</td> <td style="text-align: center;">답변</td> </tr> <tr> <td colspan="2">①비행기의 무게를 가볍게 하는 방법은 무엇인가?</td> <td>①철 합금, 비철 합금, 비금속 재료 등 비교적 가벼우면서도 각 구조 별 특징에 맞는 재료를 사용함</td> </tr> <tr> <td colspan="2">②비행기와 날치의 방향 전환은 어떤 차이가 있나?</td> <td>②비행기는 수직 꼬리 날개의 방향타를 꺾어 방향을 바꾸며 받음각을 조절하며 양력의 크기를 바꿔 방향을 조절함 ②날치는 방향을 바꾸려는 쪽의 지느러미를 기울여서 방향을 조절함</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">새의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">공통점</td> <td style="text-align: center;">차이점</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> - 소화기관이 짧아 음식물을 금방 배출함 - 뼈가 비거나 구멍이 송송 뚫려있어 무게가 가볍고 비행에 유리함 </td> <td rowspan="2"> - 새는 날갯짓을 해 장거리로 날지만 날치는 날갯짓을 하지 않아 비교적 단거리를 날아감 </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> 사람의 뼈 새의 뼈 </div> </td> </tr> </table>	중력	날치	- 날치의 경우, 방광이 작아 배설물을 오래 저장하지 못하고 똥 속에는 구멍이 뚫려있어 무게가 가벼우므로 중력보다 양력이 크게 작용함	공금중		답변	①비행기의 무게를 가볍게 하는 방법은 무엇인가?		①철 합금, 비철 합금, 비금속 재료 등 비교적 가벼우면서도 각 구조 별 특징에 맞는 재료를 사용함	②비행기와 날치의 방향 전환은 어떤 차이가 있나?		②비행기는 수직 꼬리 날개의 방향타를 꺾어 방향을 바꾸며 받음각을 조절하며 양력의 크기를 바꿔 방향을 조절함 ②날치는 방향을 바꾸려는 쪽의 지느러미를 기울여서 방향을 조절함	새의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교			공통점		차이점	- 소화기관이 짧아 음식물을 금방 배출함 - 뼈가 비거나 구멍이 송송 뚫려있어 무게가 가볍고 비행에 유리함		- 새는 날갯짓을 해 장거리로 날지만 날치는 날갯짓을 하지 않아 비교적 단거리를 날아감	<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> 사람의 뼈 새의 뼈 </div>	
	중력	날치	- 날치의 경우, 방광이 작아 배설물을 오래 저장하지 못하고 똥 속에는 구멍이 뚫려있어 무게가 가벼우므로 중력보다 양력이 크게 작용함																				
	공금중		답변																				
	①비행기의 무게를 가볍게 하는 방법은 무엇인가?		①철 합금, 비철 합금, 비금속 재료 등 비교적 가벼우면서도 각 구조 별 특징에 맞는 재료를 사용함																				
	②비행기와 날치의 방향 전환은 어떤 차이가 있나?		②비행기는 수직 꼬리 날개의 방향타를 꺾어 방향을 바꾸며 받음각을 조절하며 양력의 크기를 바꿔 방향을 조절함 ②날치는 방향을 바꾸려는 쪽의 지느러미를 기울여서 방향을 조절함																				
	새의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교																						
공통점		차이점																					
- 소화기관이 짧아 음식물을 금방 배출함 - 뼈가 비거나 구멍이 송송 뚫려있어 무게가 가볍고 비행에 유리함		- 새는 날갯짓을 해 장거리로 날지만 날치는 날갯짓을 하지 않아 비교적 단거리를 날아감																					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> 사람의 뼈 새의 뼈 </div>																							

새의 비행 원리와 날치의 비행 원리 비교		
공통점		**차이점**
- 소화기관이 짧아 음식물을 금방 배출함 - 뼈가 비거나 구멍이 송송 뚫려있어 무게가 가볍고 비행에 유리함		- 새는 날갯짓을 해 장거리로 날지만 날치는 날갯짓을 하지 않아 비교적 단거리를 날아감
사람의 뼈 새의 뼈		

탐구결과

<실천4>

날치와 비행체, 새와 비교하기

<실천5>
위그선
알아보기

☺-제비날치의 비행 원리를 이용한 위그선의 원리 알아보기



위그선



제비날치


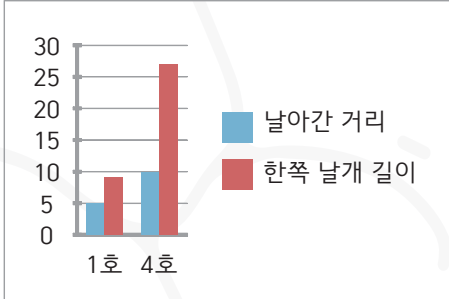
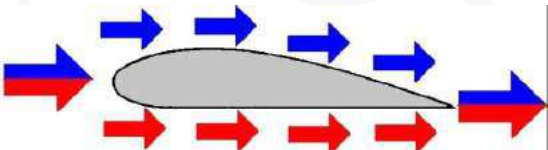
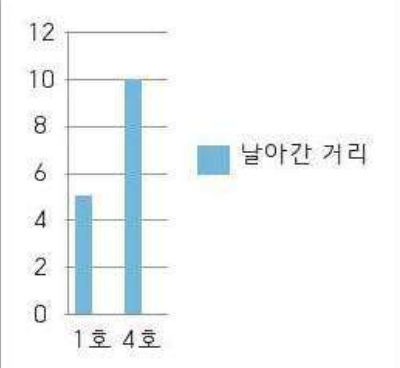

공통점	차이점
- 위그선은 생체 모방 기술로 날치의 가슴지느러미와 배지느러미의 각도의 차이로 더 양력이 많이 발생하는 원리 를 이용하여 만든 비행체임 - 지면효과 원리가 적용됨 ☞ 지면효과의 원리란? 수면에 가까워질수록 날개의 효율이 향상된다는 원리 로 익면이 지면에 접근하면 날개 밑 부분에 공기가 갇혀 양력이 증가하게 됨 - 위그선은 군사 목적이나 이동수단으로 이용되고 있음 - 항구를 만들지 않아도 어디서든 이륙할 수 있는 등의 장점이 있어 경제적인 비행체임	- 날치는 날아가는 순간 꼬리지느러미를 이용하지만 위그선은 엔진을 이용하여 이륙함

○ 팀원의 담당 역할

팀원	역할
서현경(팀장)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 탐구 과정 총괄 ▷ 팀워크 조성 ▷ 자료 조사 및 탐구 ▷ 동영상 편집 ▷ 풍치와 아귀 해부
현준혁(부팀장)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 자료 조사 및 탐구 ▷ 탐구 결과 보고서 작성 ▷ 풍치와 아귀 구입과 해부
박상호	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 탐구 관련 아이디어 제공 ▷ 자료 조사 및 자료 정리 ▷ 풍치와 아귀 구입과 해부
송무영	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 탐구 관련 아이디어 제공 ▷ 자료 정리 및 PPT 제작 ▷ 풍치와 아귀 구입과 해부

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

활동	활동 결과							
	1호와 4호의 양력차이 비교	<table border="1"> <tr> <td>날아간 거리</td> <td>한쪽 날개 길이</td> </tr> <tr> <td>1호</td> <td>5m 20cm</td> </tr> <tr> <td>4호</td> <td>10m 41cm</td> </tr> </table>	날아간 거리	한쪽 날개 길이	1호	5m 20cm	4호	10m 41cm
	날아간 거리	한쪽 날개 길이						
	1호	5m 20cm						
	4호	10m 41cm						
	<p>이 실험을 통해 날개가 클수록 공기가 받는 면이 많아져서 양력의 힘이 커진다는 것을 알 수 있음</p> 							
<p><실천3></p>								
비행체 만들기 및 수정 보완하기	1호와 4호의 추진력 비교	<table border="1"> <tr> <td>날아간 거리</td> <td>재료</td> </tr> <tr> <td>1호</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4호</td> <td>공기 펌프</td> </tr> </table>	날아간 거리	재료	1호	X	4호	공기 펌프
날아간 거리	재료							
1호	X							
4호	공기 펌프							
	<p>이 실험을 통해 추진력이 강하면 즉, 날치의 꼬리지느러미가 더욱더 힘차게 팽 차고 올라가면 더 멀리 날아간다는 것을 알 수 있었던 실험임</p> 							



활동

활동 결과

☺ 날치의 비행 원리 총정리

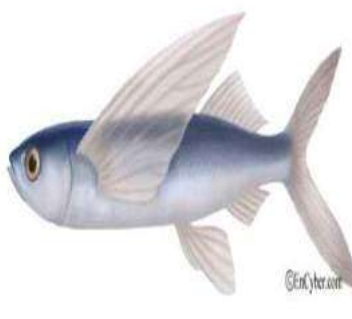
날치

가슴지느러미	꼬리지느러미
<ul style="list-style-type: none"> - 비행기가 뜨는 것처럼 날치도 가슴지느러미가 자신의 몸만큼 커서 양력의 힘을 많이 받아 멀리 날아가게 됨 - 가슴지느러미가 글라이더의 역할을 하여 비행의 도움을 줌 - 베르누이의 원리가 적용됨 <p>☞ 베르누이의 원리란?</p> <ul style="list-style-type: none"> · 공기나 물처럼 흐를 수 있는 기체나 액체는 빠르게 흐르면 압력이 감소하고, 느리게 흐르면 압력이 증가한다는 것임 · 비행기 날개의 아래 부분은 고기압이 형성되고 윗부분은 저기압이 형성되어 비행기가 뜨게 됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 날치는 물속에서 가속하여 추진력을 향상시킨 뒤, 꼬리날개를 이용하여 꽉 치고 올라가 추력을 발생시킴 - 날치의 추진력의 힘이 강해 시속 50~60Km 까지 갈 수 있음

<실천4>

날치와 비행체, 새와 비교하기

몸통	몸의 무게
<ul style="list-style-type: none"> - 항력을 줄이기 위해 비행기와 마찬가지로 유선형의 몸을 가지고 있음 <p>***자세한 설명은 보고서 9쪽 참조</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중력을 최소화하기 위해 장이 짧아 배설물의 배출이 빠르고 뼈 속에 구멍이 많아서 무게를 가볍게 함



수면에서 뜨는 정도	배지느러미
<ul style="list-style-type: none"> - 날치의 경우, 너무 높이 날면 '와류현상' 이 발생하여 멀리 갈 수 없으므로 수면에서 2~3cm로 낮게 날아 항력의 영향을 최소화 함 - 낮게 날게 되면 가슴지느러미가 위로 오르기 전에 수면과 부딪쳐 저항이 줄어드는 지면효과가 나타나게 됨 <p>☞ 와류현상이란? 날치가 너무 높게 날게 될 경우, 양력으로 작용하던 가슴지느러미 아래 공기가 가슴지느러미 위로 소용돌이처럼 말려 올라오는 현상으로 공기저항을 증가시켜 멀리 날지 못하도록 방해하는 현상임</p> <p>☞ 지면효과란? 날치가 수면 가까게 낮은 고도로 비행하면서 양력이 증가하는 효과임</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 가슴지느러미와 함께 양력의 힘을 받아 멀리 날아가는 것에 도움을 줌

초등부

○ **의의(기대효과)**

- 날치라는 해양생물의 특징 알기
 - 새처럼 내부의 장기들이 작고, 장기도 짧아 배설물을 빨리 배출하고, 뼈의 구멍이 뚫려있어 몸을 가볍게 하여 날기에 적합하도록 진화함을 알게 되어 **동식물들이 환경에 적응하면서 진화한다**는 것을 알게 됨
- 날치와 콩치, 아귀의 비교를 통해 해양생물의 특징 알기
 - 날치가 콩치, 아귀와 다르게 날 수 있는 이유를 알게 되었으며 **비슷한 류의 동식물들이 서식지에 따라 환경에 적응하며 산다**는 것을 알게 됨
- 새, 비행체 등의 비행원리를 통해 날치의 비행원리 알기
 - 날치 비행체를 4호까지 만들면서 몸체가 불안정하거나 지느러미가 우드락일 경우 글라이더 역할 잘 못한다는 것을 알게 되어 투명 필름을 통해 보완하여 지느러미를 만들어 탐구활동을 진행함. 탐구를 **진행할수록 완성도 높은 결과물을 얻을 수 있다**는 것을 알게 되었고 탐구과정의 재미를 알게 됨
- 탐구 결과를 통해 날치의 효용 가치 알기
 - 발명품이나 새로운 무언가를 만들 때, **동식물 등 환경의 다양한 모습들이나 원리들을 적용**하여 만든다면 **일상생활에 이용하기 편리한 것들을 만들 수 있음**을 깨닫게 됨
 - **자연환경에서 우리 생활에 도움이 되는 것들이 있는지에 대해 탐구하는 것의 흥미를 느끼게** 됨

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ **어려운 점 및 알게 된 점**

	알게 된 점	어려운 점
서현경 (팀장)	1. 날치와 비교하였을 때, 아귀는 납작하고 콩치는 날렵함 2. 콩치는 날치와 비슷하게 생겼지만 아귀는 전혀 다름 3. 날치가 날 수 있는 이유는 장기가 작고 짧아 소화 가 잘 되어 새처럼 날 수 있음 4. 날치는 새처럼 뼈에 구멍이 있어 가벼우므로 날 수 있음 5. 비행체 날리는 실험에서 직선이 아니라 날치 처럼 포물선으로 날려야 함 6. 날치는 수면 위로 나오니까 다음 탐구에서 에어로켓 원리는 이용해도 좋음	- 날치를 구하고 싶었지만 많은 곳을 알아보고 찾아보아도 실제로 찾을 수가 없어서 어려웠고 아쉬움 - 탐구과정의 계획을 여러 번 수정하는 과정에서 모둠원과의 의견 조율이 힘들었음

<p>현준혁 (부팀장)</p>	<p>7. 날치는 매우 큰 날개지느러미와 배지느러미가 받는 양력과 바다를 치고 올라가는 꼬리지느러미로부터 오는 추진력을 받음</p> <p>1. 날치는 유선형 모양으로 잘 날 수 있게 생겼지만 아귀는 날치보다 크고 내부의 장기 역시 크고 다양하고 무거움</p> <p>2. 아귀는 뼈가 단단하여 자르기 힘들었음</p> <p>3. 아귀는 날치와 다르게 심해에서 먹이를 유인 하기 위하여 머리에 있는 불빛을 이용하므로 날개(혹은 지느러미)보다 입 쪽이 발달함</p> <p>4. 날치 비행체가 너무 가벼우면 잘 날아가지 않음</p> <p>5. 날치는 꼬리를 쳐서 수면 밖으로 뛰어오르며 지느러미가 글라이더 역할을 하므로 다음 실험에서는 이 부분을 반영해야 함</p> <p>6. 날치의 가슴지느러미는 매우 커 글라이더의 날개 역할을 함</p> <p>7. 날치가 나는 물고기라고 알고 있었지만 탐구 과정을 통해 ★실제로 날지 않고 날개가 글라이더 역할을 하여 나는 것처럼 보인다는 것을 알게 됨</p>	<p>- 날치를 우리가 직접 실제로 보고 해부도 하고, 관찰해야 하는데 우리나라에서는 날치라는 생선을 잘 먹거나 사용하지 않아 구하기가 어려움</p> <p>- 날치의 뼈대를 만들 수 있는 방법이 잘 생각나지 않아서 어려웠음</p> <p>- 아귀와 콩치를 해부할 때, 처음에 거부감이 있고 비란내 등을 찌는 것 등이 힘들었음</p>
<p>박상호</p>	<p>1. 아귀와 콩치는 서식환경이 달라 그곳에 맞게 진화하여 콩치는 작고, 아귀는 심해에 살기 좋도록 이빨이 단단하고 날카로움</p> <p>2. 아귀의 꼬리는 크고 무거워서 날기가 어렵고 난다고 하여도 균형 잡기가 어려울 거 같음</p> <p>3. 날치의 원리를 응용해 비행체를 만들려면 날치의 큰 가슴지느러미, 진동하는 꼬리가 비행체에 잘 나타나야 함</p> <p>4. 날치가 양력을 키우기 위해서는 날개가 크고 잘 교정이 되어야 양력의 힘을 잘 받아 멀리 날아갈 수 있음</p> <p>5. 중력의 힘을 줄이기 위해 내장이 작고 방광이 작아 오줌을 빨리 배출하고 뼈 속에는 구멍이 숭숭 뚫려 있어 날치의 몸이 가벼워 날치가 잘 날 수 있음</p> <p>6. 날치는 멀리 날기 위해 첫 번째로 하늘에서 날기 전에 물속에서 가속을 하며, 날치가 더욱더 빨리 가속 할수록 더 빨리 더 긴 시간 동안 날 수 있음</p>	<p>- 날치를 그릴 때 조사를 하고 자세히 그릴 때 힘이 들었음</p> <p>- 날치를 날릴 때, 원리를 적용한 것이 아니라 우리의 힘으로만 날려서 결과가 좋지 못했음</p> <p>- 날치를 날릴 때, 비가 오고 바람이 부는 등 기상조건을 맞추는 것이 힘들었음</p> <p>- 비행체를 날릴 때, 포물선으로 날려야 하는데 일직선으로 날아가 비행시키는 것이 어려웠음</p>



송무영

1. **날치가 실제로 나는 것이 아니라 꼬리를 세계 진동시켜 높이 공중으로 솟구쳐서 큰 날개가 글라이더 역할을 하여 오래 공중에 떠있는 것이 나는 것으로 보이는 것**이라는 것을 알게 됨
2. 이웃나라인 일본은 날치를 회로도 먹고 구이로도 많이 먹고 선호도가 높지만, 우리나라에서는 날치 알만 많이 이용할 뿐, 생선으로 잘 먹지 않음
3. 날치의 날개 구조를 응용해서 물위에서 5m 정도 물위에 날아다니는 위그선에 대한 알게 되었음
4. 동식물의 신체구조를 본뜬 **생체 모방 기술을 알게 됨**
5. **날치**는 새와 비행기의 공통 비행 원리인 **양력의 원리를 이용**하여 날
6. 날치의 가슴지느러미와 배지느러미, 꼬리지느러미가 날치의 비행 시 가장 큰 역할을 함
7. **가슴지느러미와 배지느러미는 양력을 만들어** 내며 꼬리지느러미는 날치가 물속에서 가속을 하여 추력을 높여서 **꼬리지느러미로 물을 치고나와** 가슴지느러미와 배지느러미 활강하여 비행하는 방식임
8. **베르누이의 원리**에 따르면 공기의 속도가 빠르면 저기압이고 공기의 속도가 느리면 고기압이므로 **비행기 날개 밑 부분이 고기압이고 날개 위 부분이 저기압**이어서 비행기가 뜰 수 있음

- 날치를 날려 보았지만 그것은 모형만 같을 뿐 원리는 날치와 전혀 다른 우리들의 힘으로 날린 것이었음

- 날치 비행체를 원리를 적용해 만들어 날리는 것이 어려웠음

- 아귀와 썩치를 해부할 때에 역겨운 악취와 비린내도 났고 비위가 상해 해부할 때 힘들고 어려웠음.

- 날치의 뼈대를 만들 수 있는 방법이 잘 생각나지 않아서 어려웠음

- 날치가 한국에서 흔하지 않아서 도서관에 가도 자세한 정보를 조사하기가 어려웠음

○ 기타

- 날치를 해부할 계획이었으나 날치가 제철이었지만 날치가 한국에서는 조금 희귀해서 구하기 힘들어 날치와 가장 특징이 비슷했던 썩치와 특징이 가장 정반대였던 아귀를 해부한 점이 아쉬웠음

5. 참고문헌

- ✿ 등지느러미와 큰 가슴지느러미가 있으며 배지느러미는 흰색임. 꼬리지느러미는 반달형이며 큰 등근 비늘로 몸 전체를 덮고 있음
 - 비행체의 가슴지느러미와 등지느러미, 배지느러미, 꼬리지느러미를 만들 때 크기와 특징을 참고하여 비행체를 만들었음 <출처 : 두산백과>

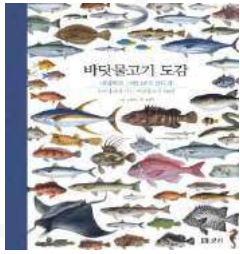
- ✿ 수면을 전속력으로 헤엄치다가 상체를 일으켜 꼬리로 수면을 타듯이 뛰어 오르고 잘 발달된 양쪽 가슴지느러미와 배지느러미를 활짝 편 채 글라이더처럼 활강하는 방식임
 - 비행체를 만들 때 날치가 나는 원리를 잘 응용할 수 있게 참고해 비행체를 만들었음(하지만 우리가 만든 비행체는 날치의 모양만 따라 만들었을 뿐 날치의 원리는 응용하지 못하고 우리들의 힘으로 비행체를 날림) <출처 : 나무위키>

- ✿ 날치 뼈를 현미경으로 보면 조류의 뼈처럼 골밀도가 낮아서 구멍이 숭숭 뚫려 있어서 뼈가 가벼움
 - 날치의 원리를 응용하여 날치처럼 빨대를 이용해 뼈가 비게 만들었음
 - 물에서 전속력으로 튀어나온 뒤 양쪽 가슴지느러미와 배지느러미를 활짝 편 채 글라이더처럼 활강하며 수 백 미터를 날아갈 수 있다고 함
 - 비행체를 만들 때 날치가 나는 모습을 응용하여 가슴지느러미와 배지느러미를 활짝 편 모양으로 만들 때 참고함



✿ 도서이름 : 하늘을 나는 배 위그선 / 출판사 : 지성사 / 저자 : 강창구
 / 시리즈 : <미래를 꿈꾸는 해양문고 제 9탄> / 등록번호 : EMW0000174883 /
 출판일 : 2009년 10월 15일

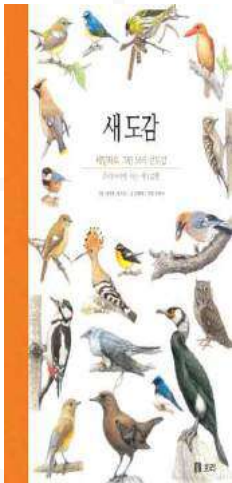
- 참고 내용 : '하늘을 나는 배'의 공식 명칭은, 유엔 산하의 국제해사기구에서 정한 '위그선'이다. 우리나라에서는 수면에 근접해 비행하는 배를 수면비행선박이라 이름 붙이고, 표면효과를 이용하여 수면에 근접해 비행하는 선박이라 정의하고 있다.



- ❁ 도서 이름 : 바다 생물 도감
- 출판사 : 보리
- 저자 : 명정구
- 출판일 : 2016년 1월 30일
- 참고 내용 : 전반적인 내용을 다 검토함



- ❁ 도서 이름 : 날아라 날치
- 출판사 : 제능교육
- 출판일 2010년
- 저자 : 재능교육 편집부



- ❁ 도서 이름 : 새 도감
- 글쓴이 : 김현태
- 그림 : 천지현
- 출판사 : 보리
- 출판일 : 2016년 4월 15일
- 책 내용: 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 새들에, 천연기념물 또는 멸종위기 종으로 지정된 새들을 곁들여 120종을 담고 있음
- 참고 내용 : 전반적인 내용을 다 검토함



- ❁ 도서 이름 : 궁금해요 비행기 여행
- 저자 : 감
- 출판사 : 시공 주니어
- 출판일 : 2014년 4월 15일
- 참고 내용 : 비행기의 내, 외부 구조 및 비행 원리

❁ 네이버 뉴스 / 2018. 08. 07

- 뉴스 내용 : 군장대학교가 바다 위를 날아다니는 '위그선(WIG SHIP)'의 상용화를 이끌 인력양성사업을 본격화한다. 군장대 새만금국제비행선박교육원은 아론사와 고용노동부, 군산시 등과 손을 잡고 미래 운송수단으로 주목받는 '위그선'을 운용할 정비사와 관리자 인력을 양성한다고 했다.

제3회 해양생물 탐구대회 최종보고서

팀명	상도야! 갯벌가자		
학생명	고정민, 양태현, 고정훈, 현정현	학교	상도초등학교
지도교사명	유승현	학교	상도초등학교

항목	내용										
탐구주제	경기 인천지역갯벌은 유네스코등재신청에서 왜 제외됐을까?										
탐구기간	2018년 6월 1일 ~ 2018년 8월 26일										
탐구목적	경기인천지역갯벌의 종류와 서식하는 생물의 특징을 살펴보고, 갯벌생물의 다양성을 변화시키는 요인을 탐구하여 유네스코등재신청에서 제외된 배경과 가치 있게 보존하는 방안을 모색하고자 한다.										
탐구내용	<p>○ 【사전자료 수집】 유네스코 한국위원회를 방문하여 경기 인천 지역갯벌의 유네스코 등재신청 제외 배경을 조사한다.</p> <p>○ 【가설설정】</p> <ul style="list-style-type: none"> - 첫째, 경기 인천 지역의 갯벌에는 생물의 중요한 종이 없어서 유네스코 등재신청이 안되었을 것이다. - 둘째, 지역 주민의 갯벌에 대한 관심과 인식 부족으로 유네스코 등재신청이 안되었을 것이다. - 셋째, 개발(간척 사업)으로 인한 퇴행성 갯벌의 증가로 갯벌이 줄어들면서 유네스코 등재신청이 안되었을 것이다. <p>○ 【탐구계획】</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">탐구과제1</td> <td style="width: 10%;">➔</td> <td>경기 인천 지역의 갯벌에 사는 중요한 생물의 종 탐사</td> </tr> <tr> <td>탐구과제2</td> <td>➔</td> <td>경기 인천 지역의 갯벌에 대한 학생 및 지역사회의 인식 조사</td> </tr> <tr> <td>탐구과제3</td> <td>➔</td> <td>개발(간척 사업)으로 인한 퇴행성 갯벌의 증가와 유네스코 등재에 미치는 영향 탐구</td> </tr> </table>		탐구과제1	➔	경기 인천 지역의 갯벌에 사는 중요한 생물의 종 탐사	탐구과제2	➔	경기 인천 지역의 갯벌에 대한 학생 및 지역사회의 인식 조사	탐구과제3	➔	개발(간척 사업)으로 인한 퇴행성 갯벌의 증가와 유네스코 등재에 미치는 영향 탐구
탐구과제1	➔	경기 인천 지역의 갯벌에 사는 중요한 생물의 종 탐사									
탐구과제2	➔	경기 인천 지역의 갯벌에 대한 학생 및 지역사회의 인식 조사									
탐구과제3	➔	개발(간척 사업)으로 인한 퇴행성 갯벌의 증가와 유네스코 등재에 미치는 영향 탐구									
탐구결과	<p>○첫째, 경기 인천 지역의 갯벌에는 중요한 생물(칠게, 흰발농게, 알랄꼬리 마도요, 검은머리 갈매기, 저어새 등)이 아주 많다.</p> <p>○둘째, 경기 인천 지역의 갯벌이 유네스코 등재신청에서 빠진 것에 대한 학생 및 지역사회 시민들의 인식조사 결과, 약 87% 이상이 모르고 있어서 관심과 인식이 부족한 것으로 나타났다.</p> <p>○셋째, 소래와 시흥 갯벌은 주변의 개발로 수로폭이 좁아지면서 퇴행성 갯벌이 되고 있으므로 후손을 위해 보호 및 보존 정책이 필요하다.</p>										
결론 및 의의	세계 5대 갯벌인 한국의 갯벌 중 경기 인천 지역의 갯벌은 탁월하고 보편적인 가치를 지니므로 유네스코 세계자연유산으로 등재하도록 노력해야 한다.										





국립해양생물지원관
NATIONAL MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA

제3회 해양생물 탐구대회 최종보고서

탐구 주제	경기 인천지역의 갯벌은 유네스코 등재신청에서 왜 제외됐을까?
팀명	상도야! 갯벌가자

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 2017년 여름, 국립생물자원관에서 실시한 ‘어린이 생물 자원학교’에 등록해서 수업을 들은 적이 있다. 평소 갯벌에 가서 동물들을 관찰하는 것이 재밌어서 갯벌과 관련된 수업과 박물관 견학이 있으면 가족과 함께 꼭 가는 편이었다. 여러 가지 수업 중에서 멸종위기 생물, 고유종, 외래종에 대한 수업을 들으면서 내가 살고 있는 경기인천지역 갯벌에 대한 호기심이 생겼다. 그리고 저어새와 흰발농게가 멸종위기 동물이라는 내용을 듣고 우리가 살고 있는 이 지역의 갯벌을 잘 유지해서 멸종위기 동물을 보호해야겠다는 생각을 했다.

[그림1] 어린이생물자원학교 학습



어린이생물자원교실

갯벌에 대한 수업

국립생물자원관 수료증

- 올해 1월 뉴스를 보다가 문화재청에서 ‘한국의 갯벌’을 유네스코 세계자연유산으로 등재를 신청했다는 소식을 들었다. 갯벌이 좀 더 보호되고 유지될 것이라 생각에 마음이 뿌듯하고 무척 기뻐했다. 그런데 등재를 신청한 ‘한국의 갯벌’에는 내가 관심을 갖던 경기 인천지역은 포함되지 않았다. 가족과 평소 자주 가는 안산 갯벌과 시흥 갯골, 소래갯벌은 정말 아름답고 생물들도 많이 살고 있다고 생각되는데 말이다. 얼마 지나지 않아 3월, 세계자연유산 신청서가 유네스코로부터 반려되었다는 슬픈 소식도 들었다. 유네스코에 등재되려면 완전성, 진정성, 탁월한 보편적 가치, 보호 관리제도 등을 포함하고 있어야 된다고 하였다. 너무 아쉽고 속상했다.
- 나는 ‘왜 경기인천지역의 갯벌은 우리나라에서 두 번째로 넓은 갯벌인데도 불구하고

하고 포함되지 않았을까?’ 하는 의문이 생겼다. 그래서 인터넷도 찾아보고 책도 읽어봤는데 그 이유를 찾기 쉽지 않았다. 왜 그럴까? 경기인천지역의 갯벌은 보호 관리가 잘 안되어서일까? 아니면 갯벌이 잘 유지되고 있지만 다른 이유가 있는 것은 아닐까? 특히 퇴행성 갯벌인 소래갯벌은 점차 육지화가 되고 있는 갯벌이라서 유네스코 등재 신청지역에서 제외된 것인지 궁금해졌다.

- 우리는 먼저 경기인천 지역 갯벌의 형태 및 우리나라 서해지역과 남해 지역 갯벌의 형태를 알아보고, 경기 인천 지역 갯벌에 대한 인식도를 조사하면서 경기 인천 지역 갯벌의 생물을 조사할 계획이다. 그리고 인위적 퇴행성 갯벌로 인한 육지화를 예방할 수 있는 방법과 경기인천지역 갯벌을 가치있게 보호하고 관리하기 위해서는 어떻게 해야 하는지를 알아보고, 나중에 유네스코 등재 신청을 하게 되면 경기인천 지역 갯벌도 포함되기를 바라면서 이 연구를 하게 되었다.

○ 탐구 목적

- 우리가 살고 있는 부천과 가까운 곳에 위치한 경기 인천 지역의 갯벌은 우리나라에서 전남지역 갯벌에 이어 두 번째로 넓은 갯벌이다. 그런데 ‘천년의 자원’이라고 불리는 인천 갯벌에 가보면, 그 이름에 맞게 어떤 생물이 있는지 쉽게 알지 못했다.
- 그래서 우리 팀은 경기 인천 지역 갯벌의 종류를 알아보고, 갯벌 환경에 따라 서식하는 생물을 살펴보고자 한다. 학교 친구들과 지역사회 주민의 경기 인천 갯벌 인식도를 알아보고 서해, 남해 지역, 그리고 북해 연안, 캐나다 동부해안, 아마존강 하구, 미국 동부해안 갯벌을 알아보고 세계자연유산으로 등재된 독일의 갯벌에 대해 알아보고자 한다. 환경오염, 서식지파괴, 외래종 유입 등으로 인해 갯벌이 퇴행화 되는지, 아니면 다른 요인으로 갯벌이 퇴행화 되는지를 탐구할 것이다. 그래서 우리 지역의 소중한 자원인 갯벌을 가치 있게 보존하려면 어떤 방안을 모색해야 하는지 정리할 것이다.

첫째, 갯벌의 개념과 종류를 알아본다.

둘째, 경기 인천지역의 갯벌, 우리나라 서해, 남해 지역 갯벌들을 알아보고 학교 및 지역사회 주민들의 갯벌 인식을 알아본다.

셋째, 퇴행성 갯벌에 대해 알아보고, 퇴행성 갯벌에서 서식하고 있는 생물을 알아본다.

넷째, 세계 5대 갯벌인 북해 연안, 캐나다 동부해안, 아마존강 하구, 미국 동부해안 갯벌을 알아본다.

다섯째, 경기 인천지역의 갯벌을 가치 있게 보호하고 지켜나갈 수 있는 방향을 모색한다.

○ 탐구주제 관련 사전자료 수집

- 탐구 주제에 앞서 인터넷 기사 검색 및 유네스코 한국위원회 방문 예약 신청
- 팀원들과 유네스코 한국위원회 방문 인터뷰 질문 사전 토의
- 유네스코 한국위원회 방문 및 인터뷰(김은영 청년과학 팀장)
- 인터뷰 후 소감 정리
- 탐구주제 가설 설정 및 연구 방향 모색

[그림2] 유네스코 한국위원회 방문



유네스코 한국위원회 방문

유네스코 청년과학 팀장님 인터뷰

○ 탐구주제에 대한 가설 설정

- 첫째, 경기 인천 지역의 갯벌에는 생물의 중요한 종이 없어서 유네스코 등재신청이 안되었을 것이다.
- 둘째, 지역 주민의 갯벌에 대한 관심과 인식 부족으로 유네스코 등재신청이 안되었을 것이다.
- 셋째, 개발(간척 사업)로 인한 퇴행성 갯벌의 증가로 갯벌이 줄어들면서 유네스코 등재신청이 안되었을 것이다.

2. 탐구 내용 및 결과

탐구과제 ①	경기 인천 지역의 갯벌에 사는 중요한 생물의 종 탐사
--------	-------------------------------

○ 내용

- 가. 갯벌의 개념과 종류를 살펴보기
- 나. 경기 인천 지역 갯벌에 대한 사전 연구와 자료를 탐구하기
- 다. 경기 인천 지역 갯벌에 서식하는 생물을 조사하기

○ 방법

- 가. 인천 경기 지역 갯벌에 서식하는 생물에 대해 연구된 논문과 책, 자료 수집 등 배경 지식을 습득한다.
- 나. 경기 인천 지역 갯벌(영종도 A지역 갯벌: 인천대교 하단)에 가서 갯벌의 형태를 알아보고 생물들을 채집하고 관찰한다.
- 다. 경기 인천 지역 갯벌(영종도 B지역 갯벌: 영종도역사관 인근)에 가서 갯벌의 형태를 알아보고 생물들을 채집하고 관찰한다.
- 라. 경기 인천 지역 갯벌(소래 갯벌: 소래습지생태공원 인근)에 가서 갯벌의 형태를 알아보고 생물들을 채집하고 관찰한다.
- 마. 경기 인천 지역 갯벌(백미리 갯벌: 경기도 화성시 서신면 소재)에 가서 갯벌의 형태를 알아보고 생물들을 채집하고 관찰한다.
- 바. 소래갯벌 생태공원 전시관을 방문하여 갯벌 생태와 형태를 알아본다.

○ 결과

- 가. 갯벌의 개념과 종류 결과
 - 1) 갯벌의 개념
 - ① 바닷가의 평평하고 물의 흐름이 완만한 곳에 물속의 흙 알갱이들(퇴적물)이 내려 앉아 만들어진 곳
 - ② 밀물 시에는 바닷물로 덮여 있으나 썰물 시에는 육지로 드러나는 연안가로서 바닥이 모래와 펄로 이뤄진 평평한 지역
 - ③ 갯가의 진흙이 깔린 별판 간조와 만조 차가 큰 해안지형, 개흙땅
 - 2) 갯벌의 종류

갯벌의 종류에 따른 서식생물은 다음과 같다.

[표1] 갯벌의 종류와 서식생물

종류	형태	서식생물
펄갯벌	펄(진흙)이 많은 갯벌 육지에 가까운 움푹 들어간 지형에 발달	칠게, 농게, 방게, 가무락, 갈색 새알조개, 민챙이, 갯우렁이, 고둥
모래갯벌	모래로 된 갯벌	달랑게, 연낭게, 봄게, 맛조개, 백합조개, 비단고둥, 빛조개, 검은 갯지렁이
혼합갯벌	펄과 모래, 작은 돌등이 섞여있는 갯벌	무늬발게, 풀게, 민꽃게, 바지락, 개맛, 털군부

- 3) 갯벌의 기능
 - ① 오염정화기능-바다로 유입되는 영양염류나 오염물질을 미생물과 동,식물에 의해 정화시킴. 갯지렁이 500마리가 사람의 배설물 2kg을 정화

- ② 자연재해와 기후조절 기능-홍수 때는 많은 양의 물을 흡수하고 저장할 수 있어 물의 흐름 완화. 태풍이나 해일 발생 시 일차적으로 에너지 흡수하여 육지에 대한 피해 감소
- ③ 갯벌 생물의 생태적 서식지로서의 기능-게, 고둥, 조개 등 어류들의 먹이가 많아 알을 낳고 키우는 보금자리 역할, 또한 새의 먹이가 많아 철새들이 머물다가는 휴식처
- ④ 어민들의 삶의 터전인 동시에 교육적, 관광적 기능
- ⑤ 경제적 가치로서의 기능- 농사를 짓는 농경지의 가치보다 갯벌의 생태적 가치가 100배 이상이라고 평가(1997, 영국의 과학 전문지, 네이처)

- 나. 경기 인천 지역 갯벌 탐구하기

· 1) 영종도(A, B 지역) 갯벌 탐사(인천광역시)

① 탐구계획

- 영종도A 지역과 영종도 B지역의 갯벌 종류를 알아본다.
- 영종도A 지역과 영종도 B지역의 갯벌의 생물에 대해 알아본다.

② 탐구방법

- 장화나 검은색 양말을 신고 선생님 뒤를 조심해서 걷는다.
- 생물이 밟아 죽지 않도록 조심한다.
- 갯벌 채집 후 사진 촬영과 관찰을 한 후 갯벌에 다시 놓아준다.

· 2) 소래 갯벌 탐사(인천광역시)

① 탐구계획

- 소래갯벌의 갯벌 종류와 서식하는 생물에 대해 알아본다.

② 탐구방법

- 갯벌에 사는 생물을 채집하고 관찰한다.
- 갯벌 생물 채집 후 사진 촬영한다.

· 3) 백미리 갯벌 탐사(경기도 화성시)

① 탐구계획

- 백미리 갯벌의 갯벌 종류를 알아본다.
- 백미리 갯벌에서 서식하는 생물에 대해 알아본다.

② 탐구방법

- 갯벌에 사는 생물을 채집하고 관찰, 도감을 통해 생물을 확인한다.
- 갯벌 생물 채집 후 사진 촬영한다.
- 갯벌 생물을 관찰하고 갯벌에 다시 놓아준다.

· 4) 영종도 갯벌(A, B)과 소래 갯벌의 탐사 결과

경기 인천 지역의 갯벌인 영종도 갯벌(A, B지역)과 소래 갯벌, 백미리 갯벌의 탐사 결과는 다음과 같다.

[표2] 영종도 갯벌(A, B), 소래 갯벌, 백미리 갯벌의 생물

갯벌의 종류	관찰된 생물(탐사 날짜)	책에서 조사한 생물
영종도 A 갯벌 - 진흙갯벌-	밤게, 칠게, 새우, 갯지렁이, 민챙이, 꽃갯지렁이, 망둥어 (2018.6.2.토)	민챙이, 칠게, 길게, 갯지렁이, 동죽, 바지락, 피뿔고둥, 서해비단고둥, 말미잘등
영종도 B 갯벌 -혼합갯벌-	밤게, 칠게, 갯지렁이, 따개비, 굴, 망둥어, 고둥 (2018.6.23.토)	민챙이, 칠게, 길게, 갯지렁이, 동죽, 바지락, 피뿔고둥, 서해비단고둥, 말미잘등
소래 갯벌 -진흙 갯벌-	붉은발 농게, 흰발농게, 칠게, 도둑게, 칠면초, 나문재, 갈대, 나문재, 산호풀, 통통마디, 칠면초, 해당화등 (2018.6.23.토, 2018.8.4.토)	붉은 발 농게, 흰발농게, 가지게, 방게, 말뚝망둥어, 칠면초, 나문재등
백미리 갯벌 -모래, 혼성갯벌	바지락, 칠게, 갯우렁이, 왕좁쌀무늬 고둥, 참굴, 땡가리, 두토막눈썹참갯지렁이, 따개비, 풀망둑, 소라게(2018.8.1.수)	바지락, 동죽, 맛조개, 가무락(모시조개), 땡가리, 칠게, 갯우렁이, 왕좁쌀무늬고둥, 참굴, 낙지등

① 영종도A 지역 탐사 결과(2018년 6월 2일, 인천대교 하단)

이 갯벌은 인천 대교 아래에 위치한 갯벌로 1년에 한번만 개방되어 갯벌 내 생물을 보호하는 곳이다. 진흙으로 이뤄진 갯벌로 밤게, 칠게, 새우, 갯지렁이, 민챙이, 꽃갯지렁이, 망둥어가 관찰되었으며 이 중 칠게를 먹이로 하는 멸종위기 동물인 알락꼬리 마도요, 검은 머리 갈매기가 관찰되었는데 이 새들은 갯벌에 있는 칠게와 밤게를 먹이로 하기 때문에 이곳에서 관찰되었다. 이 갯벌은 1년에 한번만 개방되기 때문에 여러 종류의 갯벌 생물이 잘 유지되고 있는 것 같다.

[그림3] 영종도A 지역 갯벌 탐사



영종도A 지역 갯벌 탐사

팀원들과 잡은 칠게

영종도A 갯벌의 다양한 생물

② 영종도B 지역 탐사 결과(2018년 6월 23일, 영종도역사관 인근)

이 갯벌은 영종도 역사관이 위치해 있는 갯벌로 육지에 가까운 곳은 진흙과 작은 돌, 바위가 있는 혼합갯벌이었으며 바다 쪽으로 갈수록 진흙으로 이뤄진 갯벌이었다. 관찰된 생물로는 칠게와 밤게, 갯지렁이, 굴, 따개비, 망둥어가 있었지만 바지락이나 동죽과 같은 조개는 관찰되지 않아 아쉬웠다. 이곳은 뒤편에 산이 있었는데 파도에 의해 산이 침식되면서 자갈이나 돌 등이 쌓여 혼합갯벌이 된 것으로 생각된다.

[그림4] 영종도B 지역 갯벌 탐사



③ 소래 갯벌 탐사 결과(2018년 6월 23일, 8월 4일소래습지생태공원 인근)
 인천 남동구에 위치한 700km² 규모의 갯벌이다. 현재 폐염전과 해양탐구 자연 학습장으로 운영되고 있다. 소래 갯벌은 진흙 갯벌로 한달에 1-2번 정도 물이 들어오는 곳으로 점차 육지화(퇴행화)되는 갯벌로 바닷물이 들어오지 않아 땅이 굳어 있고 하얗게 되어 있어 맛을 보니 소금기가 많았다. 영종도 갯벌에 비해 식물(염생식물)이 많았는데 칠면초와 나문재, 갈대를 관찰했다. 관찰한 동물은 기수지역의 도둑게와 갯벌에 살고 있는 농게, 칠게였으며 단단한 땅을 파고 들어가서 서식하고 있었다.

[그림5] 소래 갯벌 탐사



④ 백미리 갯벌 탐사 결과 (2018년 8월 1일, 경기도 화성시 서신면 남양읍 백미리)
 천연굴이 많이 생산되어 굴섬, 과거 중국인들이 구리를 많이 채취하여 구리섬으로 불렸던 지역으로 갯벌에 나갈 때는 트랙터를 이용하여 1km정도 바다로 나가 채집을 했다. 해안가에서 채집활동이 이뤄지는 1km내의 갯벌은 모래갯벌과 혼성갯벌이었으며 더 해안 쪽으로 들어가면 펄갯벌로 진흙으로 이루어져 있었다. 트랙터 길을 중심으로 갯벌이 좌우로 나뉘져 갯벌체험 시 주기적으로 개방하여 갯벌을 보호하고 있었다. 관찰된 갯벌 생물로는 대부분 모래갯벌에 서식하는 바지락 조개가 대부분이었고 땡가리, 왕좁쌀무늬고둥, 갯우렁이, 칠게, 참굴, 따개비 등이 관찰되었다.



[그림6] 백미리 갯벌 탐사



초등부

<p>탐구과제 ②</p>	<p>경기 인천 지역의 갯벌에 대한 학생 및 지역사회의 인식 조사</p>
---------------	--

○ **내용**

- 가. 친구들을 대상으로 경기 인천지역 갯벌에 대한 인식도를 조사해보고 정리한다.
- 나. 지역사회 주민들을 대상으로 경기 인천지역 갯벌에 대한 인식도를 조사한다.

○ **방법**

- 가. 팀원들에게 각자 작성할 설문 내용을 미리 생각해 보고 다시 모여 설문지에 들어갈 질문을 상의하고 작성한다.
- 나. 개발한 설문지를 선생님과 상의한 후 설문지를 제작, 복사한다.
- 다. 4학년, 6학년을 대표학년으로 선출하고 6학년 3학급, 4학년 3학급 총 152명을 대상으로 설문을 하고 설문지를 수거, 정리, 결과를 낸다.
- 라. 작성된 설문지를 부천지역 송내역에서 시민들에게 설문에 대해 설명하고 협조를 구한 후 설문지를 작성한다.
- 마. 시민들이 작성한 설문지를 수거하여 정리한 후 결과를 낸다.
- 바. 영종도 갯벌을 방문할 때는 녹색연합 갯벌 해설사 선생님의 설명을, 그 외 다른 갯벌 방문할 때는 그곳에 거주하는 지역 주민과 인터뷰를 통해 갯벌인식을 알아보고 정리한다.

[그림7] 학생 인식 설문조사



<p>탐구활동 및 설문 취지 안내</p>	<p>학생 설문 모습</p>	<p>갯벌 인식 설문지</p>

[그림8] 지역시민 인식 설문조사

<p>부천 송내역에서 설문 실시</p>	<p>지역시민 설문 요청</p>	<p>지역시민 설문 모습</p>

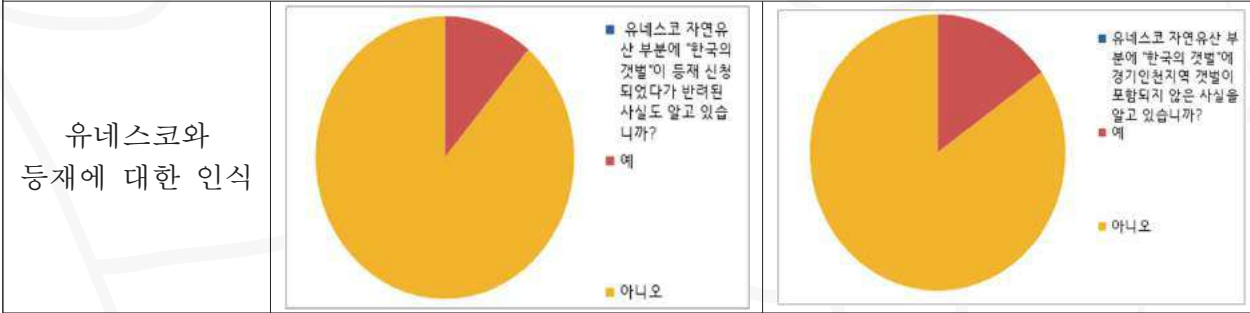
○ 결과

- 경기 인천 지역의 갯벌에 대한 학생들의 설문조사 결과는 다음과 같다.

[표3] 경기 인천 지역의 갯벌에 대한 학생 설문조사 결과

내용	설문결과 및 해석	
<p>갯벌의 개념과 역할에 대한 인식</p>	<p>■ 갯벌에 대해 알고 있습니까? ■ 예 ■ 아니오</p>	<p>■ 경기 인천 지역 갯벌에 본 적이 있습니까? ■ 예 ■ 아니오</p>

- 갯벌에 대해 알고는 있으나 갯벌에 살고 있는 생물에 대해 조개와 게(꽃게 포함)라고 45%가 대답했고 ‘잘 모름’이 20%, 갯지렁이 10%, 낙지 5%, 망둥어(작은 물고기 포함) 5%, 그 외 소수의 의견으로 고둥, 소라게, 새라고 대답했다.
- 갯벌의 역할에 대해서도 ‘잘 모름’이 약 60%로 나타났고 바다 정화(자연보호, 지구보호, 오염정화) 10%, 소수의 의견으로 생물의 집, 생태계 유지, 생물이 살아가는데 도움을 줌, 관광지, 해산물이 나오는 곳이라고 대답해 갯벌을 단순히 개념적으로만 알고 있는 것으로 나타났다.

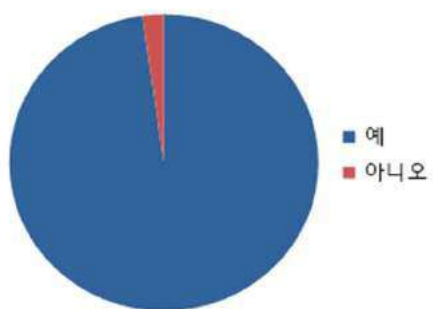
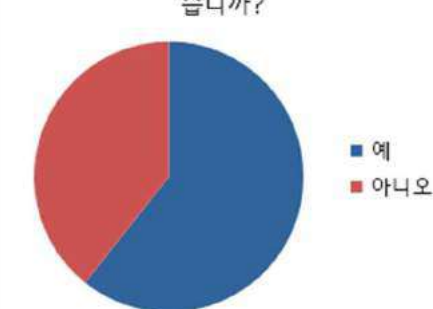
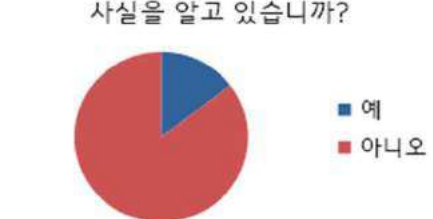



→ 유네스코에 대해서도 잘 알고 있으나 유네스코 자연유산 부분에 “한국의 갯벌”이 등재 신청된 사실을 모르는 학생은 72%, 반려된 사실을 모르는 학생은 88%, 그리고 “한국의 갯벌” 등재 신청시 경기 인천 지역 갯벌이 포함되지 않은 사실은 91%로 대부분 알지 못했다.

- 경기 인천 지역의 갯벌에 대한 지역사회 시민들의 설문조사 결과는 다음과 같다.

[표4] 경기 인천 지역의 갯벌에 대한 지역시민 설문조사 결과



내용	설문결과 및 해석	
갯벌의 개념과 역할에 대한 인식	갯벌에 대해 알고 있습니까? 	경기 인천지역 갯벌에 가보신적이 있습니까? 
<p>→ 갯벌에 대해 95% 이상 잘 알고 있었으며 갯벌에 가 본 시민들도 60% 이상 되었다. 학생 설문결과와 유사하게 갯벌에 사는 생물로도 43%가 조개와 게라고 대부분 답했으며, 낙지 13%, 망둥어 10%, 갯지렁이가 약 8%로 나타났다.</p> <p>→ 갯벌의 역할에 대해서도 ‘잘 모름’이 72%, 오염정화 19%, 소수의 의견으로는 생태계보존, 먹이사슬의 중요한 역할이라는 대답이 나왔다.</p>		
유네스코와 등재에 대한 인식	유네스코 자연유산 부분에 "한국의 갯벌"이 등재신청 되었다가 반려된 사실을 알고 있습니까? 	유네스코 자연유산 부분에 "한국의 갯벌"이 등재 신청에 경기인천지역 갯벌이 포함되지 않은 사실을 알고 있습니까? 
<p>→ 유네스코와 유네스코 활동에 대해서는 시민들이 학생들에 비해 더 잘 알고 있었으나 유네스코 자연유산 부분에 “한국의 갯벌”이 등재 신청된 사실을 모르는 시민은 70%, 반려된 사실을 모르는 시민은 85%, 그리고 “한국의 갯벌” 등재 신청 시 경기 인천 지역 갯벌이 포함되지 않은 사실을 모르는 지역사회 주민은 약 87%로 나타났다.</p>		

[표5] 경기 인천 지역의 갯벌에 대한 지역시민 인터뷰 결과



갯벌	갯벌해설사 및 바다해설사 선생님과 인터뷰 내용
영종도 갯벌	인천 영종도는 많은 철새들이 찾는 중요한 갯벌입니다. 그 중에서도 멸종위기에 처한 알락꼬리마도요는 전 세계 32,000마리중 10%가 봄, 가을로 찾아오는데 세계적으로 보호받는 희귀새와 철새들을 보호하는 동시에 많은 생태적 기능을 가진 갯벌을 보호하기 위해서라도 갯벌의 자연유산 등재는 무척 필요하다고 봅니다.
백미리 갯벌	세계 자연 유산 부분에 인천과 경기도 지역이 포함되지 않은 사실을 알고 있다. 우리 경기지역 갯벌 또한 세계자연유산에 등재되면 좋겠다는 의견이지만 생업과 주변 상업시설과의 협조 국가의 대책이 함께 논의되어지면 좋겠습니다.

탐구과제 ③	경기 인천 지역의 갯벌의 퇴행성 갯벌 관련성 조사 및 세계갯벌과의 비교
--------	---

○ **내용**

- 가. 퇴행성 갯벌에 대해 알아보고 경기인천지역 내 퇴행성 갯벌에 대해 조사한다.
- 나. 세계 5대 갯벌의 갯벌보호정책에 대해 알아본다.

○ **방법**

- 가. 팀원들 각자 경기 인천지역에 소재한 갯벌들 중에 퇴행성 갯벌을 인터넷과 책을 통해 조사하여 정리한다.
- 나. 인터넷과 책을 이용하여 세계갯벌에 대한 자료를 찾아보고 정리한다.

○ **결과**

- 가. 퇴행성 갯벌의 의미
하루에 1~2차례 바닷물이 들어오는 일반 갯벌과 달리 바닷길이 좁아져 한 달에 1~2차례 정도로 바닷물이 거의 들어오지 않아 아주 미세한 입자의 퇴적물이 쌓여 점차 육지화되고 있는 갯벌을 말한다.
- 나. 갯벌이 퇴행화 즉 육지화 되면서 천이과정이 일어난다. 천이란 어떤 지역 내에 생물의 군집이 오랜 시간에 걸쳐 생물의 수와 종이 변해가는 것을 말하는데 소래갯벌은 소래포구 주변이 개발되면서 점차 육지화되는 갯벌로 현재 1차 천이 과정 중에 있는 염생식물로 한해살이 풀인 칠면초, 나문재, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미자리가 자라고 있으며 두해살이풀, 여러해살이풀이 함께 서식하고 있다. 육지 식물인 붓꽃, 수크령, 강아지풀, 띠, 비수리등과 갯벌에는 붉은밭 농게와 흰밭농게, 칠게등 여러 생물들이 함께 어우러진 곳으로 그 의미가 크다.
- 다. 조사한 결과 소래갯벌과 시흥갯벌은 내륙 깊숙이 들어온 내만갯벌로 현재 퇴행화되어 육지화 되어가는 갯벌로 외래종의 유입이나 환경오염 등으로 인하여 생긴 것이 아니라, 주변의 개발로 수로폭이 좁아지면서 육지화되고 있다.
- 라. 경기 인천지역 내 퇴행성 갯벌

[표6] 경기 인천 지역의 퇴행성 갯벌

시흥갯벌	<ul style="list-style-type: none"> • 우리나라 유일하게 내륙 깊숙이 들어온 나선형의 내만 갯벌, 소금산지 • 물새 및 법정 보호종의 중요한 서식지로 연안습지보호지역으로 지정 • 산림청 희귀식물인 모새달 군락을 비롯, 칠면초, 나문재, 통통마디, 갯질경, 갯개미취, 갈대, 갯잔디, 천일사초, 해당화, 큰비쭉등이 군락을 형성 • 멸종위기종인 검은 머리 갈매기, 말뚝가리, 황조롱이, 잿빛개구리매, 맹꽁이 금개구리 서식
소래갯벌	<ul style="list-style-type: none"> • 소래포구 주변이 개발과정에서 매립되면서 수로폭이 좁아져 갯골까지는 하루 2차례, 갯벌까지는 한달에 2~3차례 바닷물이 올라오는 내만갯벌, 세계에서 보기 드문 사행성(뱀이 움직이는 형태) 갯골, 소금산지(1934~1996) • 염생식물인 해당화, 찔레꽃, 칠면초, 나문재, 통통마디, 모새달, 갯개미취, 비쭉, 천일사초, 갯질경, 산조풀, 갈대, 사데풀 서식 • 붉은발농게, 흰발농게, 칠게, 세스랑게, 기수우렁과 멸종위기종인 저어새, 검은 머리물떼새와 논병아리, 붉은발도요, 청둥오리, 개개미, 백할미새등의 겨울철 새들이 서식
<p>□ 염생식물의 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> • 먹이연쇄의 기초생산자로 여러 갯벌 동물들에게 먹이제공 • 오염물질 정화 : 염생식물의 뿌리에는 오염물질 분해 능력 있음 • 집단서식지 역할- 철새들의 서식지 • 문화적, 심미적, 교육적 가치 	

- 마. 세계의 갯벌 조사

[표7] 세계의 갯벌

미국동부해안	미국해안은 우리나라와 반대로 경사가 급한 서부해안에는 갯벌이 존재하지 않고 동부 해안 하구나 만 주변에 분포하고 있으며 800종의 철새중 50%이상 서식하며 넓은 해안 염습지가 발달함. 조지아주 연안은 맹그로브 숲이 발달한 갯벌임. 그러나 기관마다 갯벌에 관련된 정책이 불분명하여 습지의 반이 넘게 파괴되었으며 현재 습지를 관리하는 단일법이 없고 연방정부, 주정부, 지방정부의 특성에 맞게 법률이 제정되어있음.
캐나다동부해안	캐나다 동부 대서양 프린스 에드워드 아일랜드 연안을 따라 발달된 갯벌. 뉴브린스윅주의 샹스빌은 조수간만의 차이가 13m나 됨
아마존강하구	삼각주 형태의 갯벌로 한반도의 약 30배의 면적에 이르는 1600km에 이르며 아마존강 하구는 조수간만의 차이가 크고 강으로부터 막대한 양의 토사가 유입되어 하구갯벌이 발달하기 좋은 환경이다. 모래가 대부분이라 계절에 따른 지형변화가 심함



유럽 북해연안	<p>덴마크, 독일, 네덜란드의 북부 해안에 걸쳐 발달한 갯벌로 2/3 면적이 독일 영역에 해당한다. 철새는 1200만 종류, 2300종의 동식물이 서식하고 있음. 독일 북부에 위치한 바다를 따라 형성된 니더작센 갯벌이 세계자연유산으로 등록됨.</p> <p>독일의 갯벌 보호정책은 3단계 구역으로 나누어 보호하고 있다. 1단계 보호구역은 탐방객의 출입이 통제되며 당국에 신고해야 할 만큼 엄격히 관리되고 있으며 국립공원으로 지정하여 관리하고 있음.</p>
---------	--

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 경기인천 갯벌은 왜 유네스코 자연유산 부분 ‘한국의 갯벌’ 등재 신청에서 빠졌을까? 라는 호기심으로 시작한 탐구의 결과, 경기 인천지역의 갯벌에는 중요한 생물이 아주 많았다. 영종도 흰발 농게는 멸종위기에 있었으나 최근 개체수가 많이 발견되는 추세이며, 영종도에는 세계적으로 보호받는 희귀새와 멸종위기종인 알락꼬리마도요 등 철새들이 찾아온다. 강화도 갯벌에 서식하는 저어새는 세계적으로 개체수가 극소수인 멸종위기 1급 갯벌생물로 세계에서 유일하게 한국의 강화도 갯벌에서만 짝짓기를 하고 새끼를 낳아 키우고 있다. 또한 경기인천지역에 육지화되고 있는 갯벌은 시흥갯벌과 소래갯벌이 있었지만 현재 생태공원으로 탈바꿈하여 염생식물의 습지군락과 천이과정을 보여줌으로 교육적, 과학적 기능을 잘 유지하고 있다. 현재 우리 경기인천지역 갯벌에 대한 개발계획이 진행 중이라 앞으로 갯벌환경과 생물들에게 위협적인 요소로 작용하면 우리의 삶과도 밀접한 연관이 있기에, 환경보전을 위한 최소한의 개발과 갯벌의 중요성을 인지하고 지역사회 주민의 인식전환과 개선이 필요하며 국가적인 차원, 더 나아가 국제적인 차원에서의 갯벌의 보호와 보존이 필요하다. 다만 지역사회 주민들이 유네스코 등재 사실조차 모르는 시민들이 많았고 갯벌의 터전을 두는 주민들은 알고는 있으나 생업과 생계 부분과 관련되어 있어 국가적인 차원에서 주민과의 협조가 필요함을 알게 되었다. 이와 같은결과로 우리가 제시하는 갯벌에 대한 보다 체계적이고 적극적인 홍보와 지속적인 관심과 교육이 절실하다고 생각된다.
- 오랜 시간을 간직한 갯벌은 자연이 우리에게 최고의 선물중 하나라고 생각한다. 단순히 지저분하고 쓸모없는 땅이라 여겼던 그 곳에서 생명의 탄생이 이뤄지고 오염된 것을 깨끗하게 정화시키는 필터도 되고 멸종위기의 생물도 지켜주는 파수꾼의 역할도 감당하는 것을 알게 되었다. 특별히 경기 인천지역의 갯벌은 개발이라는 명목 하에 이뤄진 간척으로 인해 시흥갯벌과 소래갯벌 등 몇몇 갯벌은 육지화가 진행되는 갯벌도 있었고 그 외 강화갯벌, 영종도 갯벌, 백미리 갯벌 등은 멸종위기의 조류들이 중요한 서식지이며 많은 갯벌 생물들이 서식하고 있어 많은 보호와 보존이 필요함을 알게 되었다. 이렇듯 우리는 세계 5대 갯벌에 한국의 갯벌이 포함되어 있다는 사실보다도 탐구결과와 같이 다른 나라보다 탁월하고 보편적인 가치를 지닌 우리 경기인천지역 갯벌을 잘 지켜나가야 할 것이다. 자연경관의 보

호라는 의미를 넘어 지구의 건강을 지키고 생명을 순환시키며 갯벌만이 보유한 생태현상과 갯벌에서만 서식하는 생물들, 그리고 우리의 깊이 있는 인식이 필요하며 지역사회 주민의 권리와 보장, 그리고 책임의식과 방문객의 인식 전환으로 경기인천지역의 갯벌이 세계자연유산으로 등재된다면 범국가적인 보호 및 보존 정책이 함께 어우러져 후손에게는 부끄럽지 않은 유산과 현재 우리의 삶을 보다 풍요롭게 해 줄 것으로 기대된다.

○ 의미

- 첫째, 경기 인천 지역의 갯벌에는 중요한 생물(칠게, 밤게, 흰발농게, 알랄꼬리 마도요, 검은머리 갈매기, 저어새 등)이 아주 많다.
- 둘째, 경기 인천 지역의 갯벌이 유네스코 등재신청에서 빠진 것에 대한 학생 및 지역사회 시민들의 인식조사 결과, 약 87% 이상이 모르고 있어서 관심과 인식이 부족한 것으로 나타났다.
- 셋째, 소래와 시흥 갯벌은 주변의 개발로 수로폭이 좁아지면서 퇴행성 갯벌이 되고 있으므로 후손을 위해 보호 및 보존 정책이 필요하다.
- 따라서, 세계 5대 갯벌인 한국의 갯벌 중 ‘경기 인천 지역의 갯벌’은 유네스코 세계자연유산으로 등재될 수 있는 탁월하고 보편적인 가치를 지닌다. 갯벌생태환경의 파괴를 막기 위해서 지속적인 시민인식 개선과 정부의 적극적인 보호와 정책 지원이 필요하다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 형들과 친구와 함께 갯벌에 가서 갯벌 생물을 탐구하는 것은 즐겁고 재미있었는데 매번 탐구일지를 작성하는 것이 어려웠다.
- 갯벌에 가서 갯벌에 살고 있는 생물을 관찰하는 것은 설레었으나 진흙갯벌에서 발이 빠져 나오기 힘들었다.
- 갯벌에서 갯벌 생물들이 다칠까봐 조심히 걷고 설문지를 돌릴 때 사람들의 시선이 부담되고 부끄러웠다.
- 지역사회 주민에게 설문활동을 할 때 조금 축스럽고 설문지 작성을 거절할까 싶어 어려웠고 갯벌에 갈 때마다 물때 시간표를 맞추는 것이 어려웠다.
- 탐구활동을 할 때마다 탐구일지를 쓰고 정리하는 것이 어려웠다.

○ 알게 된 점

- 책이나 인터넷으로만 봤던 갯벌 생물을 직접 만지고 눈으로 확인해서 너무 신기했다. 칠게는 눈자루가 길고 밤게는 앞으로 걸어 모든 게가 옆으로 걷는 것은 아니라는 것을 알게 되었다.
- 생물을 관찰하고 탐구하는 것만 과학인 줄 알았는데 우리가 궁금한 내용을 설문지

로 만들어 친구들과 지역사회 주민들의 인식을 알아보고 자료의 결과를 분석하는 것도 과학이라는 것을 알게 되었다.

- 갯벌 생물들에 잘 몰랐던 것을 새롭게 알고 갯벌의 종류에 따라 사는 생물이 다르다는 것을 알았다. 팀원들과 함께 협력해야 한다는 것을 알았다.
- 갯벌에 대한 뉴스를 접하고 호기심으로 시작된 탐구주제가 가설, 계획, 방법, 결과가 순차적으로 이루어져 뿌듯했고 많은 사람들이 갯벌에 대한 관심이 높아질 수 있도록 노력해야겠다고 생각했다.
- 갯벌이 가진 역할이 너무나 많았는데 그 중에서 오염물질을 정화해주고 해일이나 홍수가 났을 때 갯벌이 피해를 완화시키는 역할을 한다는 것이 새로웠다.

○ 기타

순	역할 분담	팀원
1	갯벌 자료 조사 및 정리	고정민, 양태현, 고정훈, 현정현
2	갯벌 답사 및 채집활동, 인터뷰	고정민, 양태현, 고정훈, 현정현
3	인터뷰 답변 정리	고정민, 양태현
4	설문지 개발 및 설문 활동	고정민, 양태현, 고정훈, 현정현
5	설문 통계 및 결과 정리	고정민, 양태현

5. 참고문헌

- SBS 뉴스, 『한국의 갯벌 세계자연유산 도전 불발』, 1월 29일, 3월 22일
- 홍재상(2000), 『인천 갯벌의 생물의 다양성』, 국제심포지엄논문발간집
- 최중기(1997), 『인천 연안 도서 자연환경 및 자연 생태계』, 인천대학교 해양과학기술연구소
- 이대영(1999). 『인천연안의 갯벌의 현황과 보전방안』, 인천발전연구원
- 해양수산부(2003). 『인천광역시와 경기도 갯벌의 일반조사(갯벌목록)』, 해양수산부
- 홍재상(2001). 『한국의 갯벌』, 대원사
- 최진우(1998). 『서해 경기만 대부도 갯벌에서 대형저서동물의 분포』, 해양연구
- 이병구(2004). 『갯벌 생태와 환경』, 일진사
- 손민호 외(2015). 『우리바다 해양생물 갯벌에서 심해까지』, 아카데미서적
- 이학곤(2002). 『갯벌환경과 생물』, 아카데미 서적
- 고철환 외(2001). 『한국의 갯벌 환경, 생물 그리고 인간』, 서울대학교 출판부
- 백용해(2001). 『시원한 여행 갯벌속으로』, 창조문화
- 최춘일(2000). 『경기만의 갯벌』, 경기문화재단

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	관평 아라누리		
학생명	홍진기, 이해랑, 유지강	학교	대전관평초등학교
지도교사명	박상희	학교	대전관평초등학교

항목	내용
탐구주제	바다의 보석 '바다포도(우미부도)'의 생태관찰 및 활용 방법에 대한 탐구
탐구기간	2018년 6월 15일 ~ 2018년 9월 15일
탐구목적	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유용하지만 아직은 우리에게 생소한 '바다포도'라는 식물을 관찰하고 바다포도는 어떤 장점을 가지고 있는지 탐구를 통해 알아본다. ○ 바다포도를 장기간 어항에서 기르며 어떻게 자라는지 확인하여 우리나라에서도 양식이 가능한지 알아보고, 효과적으로 기를 수 있는 환경을 조성한다. ○ 바다포도를 활용하여 만들 수 있는 다양한 생활용품이나 식품을 만들어보고 만든 제품이나 음식을 직접 사용하거나 먹으며 생활의 유용함을 확인한다.
탐구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바다포도 자체 관찰하고 일지 쓰며 특징 밝히기 ○ 바다포도 활용방법 탐구 <ul style="list-style-type: none"> - 맛보고, 바다포도 샐러드, 팔빙수, 아이스크림 등 음식으로 만들기 - 바다포도 이용한 수분팩, 수분크림, 비누 만들기 - 바다포도 기를 수 있는 어항 환경 조성하고 바다포도 넣어서 기르기
탐구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바다포도를 생물로 구하는 것이 가장 어려웠다. 바다포도 양식이 최근에야 이루어졌다고 하여 왜 그런지 궁금했는데 원산지에서 다른 곳으로 이동하는 중간에 죽는 경우도 많이 있고 한 번 채취해 놓은 바다포도는 오래 가지 못한다. ○ 생각보다 이미 많은 산업분야에서 바다포도를 활용하고 있다는 사실을 알게 되었다. 사람들은 바다포도와 관련하여 화장품, 요리 등을 많이 활용하고 있었고 실제로 비누나 화장품 등을 써 보니 시원하고 당기지 않아 수분 함량이 많다는 것을 알 수 있었다.
결론 및 의의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바다포도에 대한 궁금증 해소와 관찰, 탐구 기회 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 우리나라 사람들에게는 다소 생소하지만 세계적으로 각광받고 있는 바다포도에 대해 알아보고 바다포도가 가진 여러 가지 이로운 점에 대한 궁금증을 해소하게 될 것이며, 연구결과를 발표함으로써 많은 사람들이 바다포도에 갖고 있던 궁금증을 해소할 수 있다. ○ 바다포도를 활용한 각종 상품(식품, 화장품) 개발 가능성 제시를 통해 생산성 향상 및 가치 고양 <ul style="list-style-type: none"> - 바다포도를 활용한 각종 상품의 개발 가능성을 제시하여 많은 사람이 안심하고 바다포도를 맛보고 바르며 즐길 수 있도록 한다.





탐구 주제	바다의 보석 ‘바다포도(우미부도)’의 생태관찰 및 활용 방법에 대한 탐구
팀명	관평 아라누리

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 얼마 전, 어머니께서 바다포도로 만든 화장품을 사 온 적이 있다. 바다에도 포도가 있다고 하여 ‘바닷가 근처에서 사는 포도인가 보다’ 하고 막연히 생각했는데 광고물 옆에 나온 모습을 보니 바다 속에서 자라는 해초였다. 우리에게 생소하지만 이미 일본 오키나와 등지에서는 매우 유명하고, 인터넷으로 검색해 보니 사람들이 바다포도를 먹거나 체험한 후기를 블로그에 많이 올려놓은 것이 보였다. 짭짤하고 약간 비릿하지만 포도처럼 톡 터지고, 맛은 미역과도 비슷하다고 했다. 바다 속에서 포도 같은 모습의 해초가 자란다니 신기하게 느껴졌다.



엄마가 사 오신 바다포도 크림

바다포도(출처: 아마존 green caviar)

[그림 1] 엄마가 사 오신 바다포도 화장품을 보고 검색해본 바다포도

- 조금 더 조사해보니 바다포도에는 피부에 좋은 성분과 바이러스와 균을 막는 항균, 항바이러스 효능이 있다고 하였다. 이미 바다포도를 이용하여 여러 가지 음식을 만들거나 천연화장품을 만드는 경우, 바다포도 추출물을 사용하여 향암식품을 만들거나 다이어트에 활용하는 경우 등 여러 가지 방법으로 이미 바다포도의 좋은 점을 아는 사람들은 생활 속에서 활용하고 있다는 사실을 알게 되었다.

○ 탐구 목적

- 현재 바다포도는 앞으로의 전망을 보았을 때, 옆 나라 일본을 중심으로 여러 나라에서 크게 각광 받고 있는 해양 천연물이자, 발전 가능성이 무궁무진하다고 생각한다. 바다포도는 미역과 더불어 여러 가지 효능을 가지고 있는 생물일 뿐 아니라, 국내 양식도 처음 성공한 상태이므로 바다 포도를 이용해 꾸준히 연구하고 개발하면 우리나라 해양 천연물의 시장에서 해양 천연물 사업의 선두가 되어 21세기의 새로운 사업의 원동력이 될 수 있을 것이다.

- 또 다소 슬픈 이야기이긴 하지만 아열대 바다에서 자라는 바다포도는 지구온난화의 영향으로 우리나라 인근 바다의 수온이 올라가면 곧 우리나라 인근에서도 많이 볼 수 있는 해초가 될 것이다.
- 그러므로 미리 바다포도에 대해 알아보고, 장점과 특징을 파악하여 바다포도를 이용한 새로운 제품을 다방면으로 개발하는 것이 우리 생활과 사회를 한 층 더 발전시켜 나가는 데 도움이 되므로 이 탐구의 목적을 여기에 두었다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

탐구과제 1	○ 바다포도 관찰 조사하기
	(1) 오감으로 바다포도 관찰하기
	(2) 염장 바다포도를 물에 불리면 어떻게 될까?



탐구과제 2	○ 실생활에서 활용 가능한 바다포도
	(1) 바다포도 음식 만들어 먹어보기
	(2) 바다포도 크림 만들어 사용해보기
	(3) 바다포도 비누 만들어 사용해보기
	(4) 바다포도 팩을 만들어 사용해보고, 수분측정해보기



탐구과제 3	바다포도를 기르며 관찰하기
	(1) 바다포도를 키울 수 있는 어항 만들기
	(2) 바다포도를 키우며 자라는 모습을 관찰하기

[표1] 탐구일정

절차	주요 추진 사항	7월	8월			
		4주	1주	2주	3주	4주
방향 설정	관련문헌 탐구 및 주제 설정	●				
	선행 연구 탐색	●				
계획 수립	탐구 과제 선정	●				
	탐구 계획 수립 및 탐구 준비	●	●			
과제 탐구	탐구 주제에 맞는 환경 조성					
	탐구과제 해결하기 탐구과제 수정, 보완하기		●	●	●	●
결과 정리	탐구 결과 분석 및 평가				●	●
	탐구 결과 검증				●	●
실천 보고	탐구 보고서 작성				●	●



○ 방법 및 결과

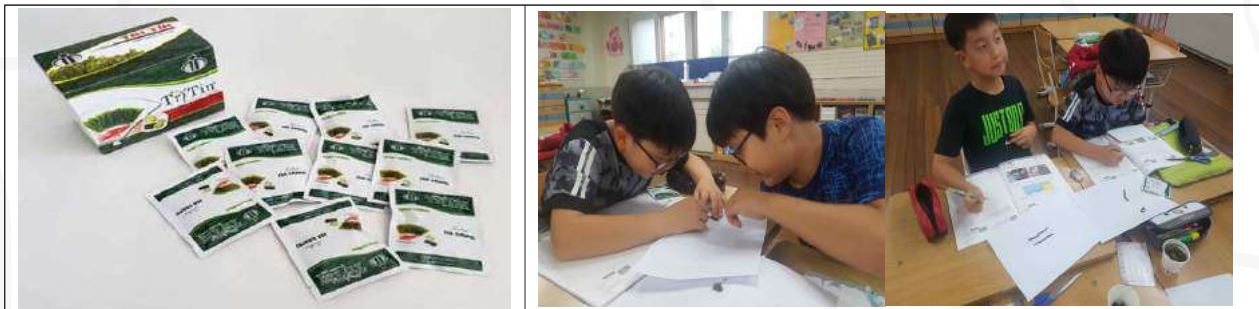
탐구과제 1	바다포도 관찰 및 조사하기
--------	----------------

◎ 오감(눈, 코, 입, 귀, 손)을 이용하여 바다포도를 관찰하였다.

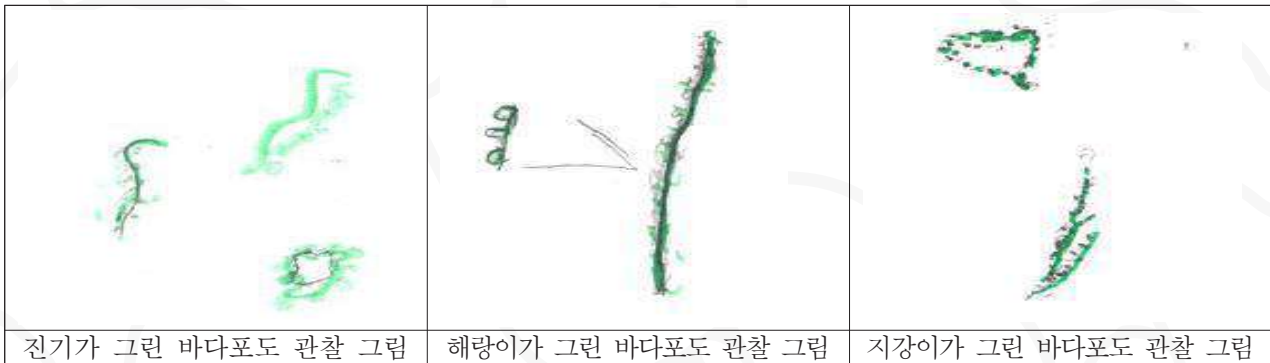
- 가. 탐구 방법
 - (1) 시중에서 구할 수 있는 바다포도를 구입하여 오감을 활용하여 관찰한다.
 - (2) 물에 불리면서 시간에 따라 관찰한다.

- 나. 탐구 결과
· (1) 시중에서 구할 수 있는 **염장 바다포도 관찰하기**

탐구를 하기 전에는 바다포도에 대해서 들어본 적이 없었다. 바다포도는 아직 우리나라 대중에게 잘 알려지지 않았고, 키우는 곳이 없기 때문에 오키나와와 같은 서식지를 가지 않으면 실제 모습을 살펴 볼 수 없다. 대신 우리나라에서는 오키나와나 베트남에서 자란 바다포도를 염장제품으로 구입할 수 있다. 그래서 시중에서 구할 수 있는 염장 바다포도를 활용하여 바다포도 자체에 대한 관찰을 실시하였다.



[그림 2] 구입한 염장 바다포도와 바다포도 관찰하는 모습



[그림 3] 구입한 염장 바다포도 관찰 그림

[표] 염장된 바다포도 관찰 내용

길이	자로 잴 길이 6~8.4cm까지 다양함, 검지 손가락 크기정도임
냄새	미역냄새가 나면서 쭉뚝 냄새
모양	말라있을 때는 검은 지네 또는 바람빠진 공모양
색	진한 초록색
촉감	스펀지 같은 느낌
혀의 느낌	미역을 먹는듯한 느낌도 남
맛	짠맛이 강함

· (2) 염장바다포도를 물에 불리면서 시간에 따라 관찰하기

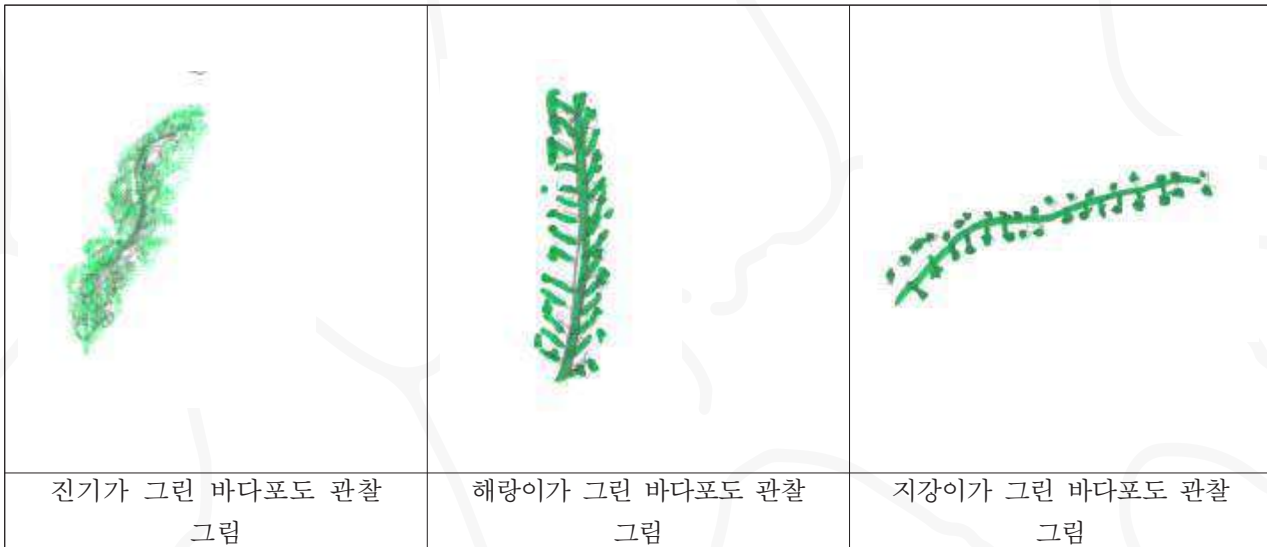
바다포도를 눈, 코, 입, 귀, 손을 이용하여 오감 관찰을 하였다. 바다포도가 갖는 특징들을 아주 자세히 기록하여 바다포도에 대해 많은 사람들에게 특징을 설명할 수 있도록 했다.



[그림 4] 시간에 따른 바다포도 관찰

[표] 물에 불린 바다포도 관찰 내용

길이	자로 잴 길이 13cm정도로 길어짐,
냄새	미역냄새가 나면서 쭉뚝 냄새
모양	작은 포도송이 모양과 비슷,
색	진한 초록색
촉감	탱글탱글함.
혀의 느낌	오돌토돌한 날치알 같은 느낌. 터지는 느낌
맛	짠맛이 강함



[그림 5] 물에 불린 바다포도 관찰 그림

탐구과제 2 실생활에서 활용 가능한 바다포도

- 바다포도를 이용하여 음식을 만들어보고, 맛을 본다.
- 바다포도 추출물을 이용한 크림을 만들어본다.
- 바다포도 추출물을 이용하여 비누를 만들어본다.
- 바다포도 추출물을 이용하여 팩을 만들고, 수분을 측정해본다.

- 가. 탐구 방법

- (1) 바다포도로 음식을 만들어 먹어본다.
- (2) 바다포도 추출물을 이용해서 크림을 만들어 사용해본다.
- (3) 바다포도 추출물을 이용하여 바다포도 비누를 만들어 사용해본다.

- 나. 탐구 결과

· (1) 바다포도 음식 만들어 먹어보기

(가) 바다포도 샐러드 만들어 먹어보기

염장 바다포도를 물에 불려서 샐러드를 만들어서 먹어본다.



[그림 6] 바다포도 샐러드 만들기 참고한 사진

[표] 바다포도 샐러드 만드는 재료와 방법

재료	신선한 바다포도 300g, 슬라이스 토마토, 다진양파 1/4컵, 채썬은 망고 1/4컵, 식초 2큰술, 생강 조금, 맛소금 조금
방법	<ol style="list-style-type: none"> ① 바다포도를 씻어서 물을 빼고 그릇에 담아둔다. ② 먹기 전에 바다포도를 냉장고에서 15분정도 보관해서 차갑게 만든다. ③ 다진양파, 망고, 식초, 생강, 맛소금을 섞어서 드레싱 소스를 만든다. ④ 바다포도가 담긴 그릇에 토마토와 드레싱 소스를 넣는다. ⑤ 맛있게 먹는다.

☞ 바다포도 샐러드는 바다포도의 툭툭 터지는 느낌이 재미있는 음식이었다. 차가워진 바다포도는 차가워지기 전의 바다포도보다 탱탱해져서 터지는 식감이 더욱 좋았다.

· (2) 바다포도 크림 만들어 사용해보기

바다포도를 활용하여 화장품을 만들어보기 위해, 북부여성가족원 내 천연화장품 만드는 법을 배워서 직접 바다포도 크림을 제조해보고, 제조하는 과정에서 주의해야 할 점이나 바다포도만이 갖는 특별한 장점 등을 파악하고 활용하면서 선호도를 조사하였다.

알로에겔과 바다포도 추출물을 혼합하여 수분 크림을 만드는 방법을 진기가 배워와서 진기를 중심으로 실제 친구들과 함께 만들어 보았다. 바다포도 화장품은 수분을 많이 머금고 있다는 것을 느낄 수 있었고 바르고 나서도 수분이 유지되었다. 하지만 알로에겔과 섞었기 때문에 정확한 실험을 위해서는 앞으로는 순수 바다포도

만으로만 화장품을 만드는 방법을 생각해 보아야 한다.



[그림 7] 바다포도 크림을 만드는 모습



바다포도를 활용한 화장품(수분 크림) 제조 장면

바다포도 추출물과 화장품 만들기 준비물

[그림 8] 바다포도 크림을 만들기 위해 참여했던 화장품 수업

[표] 바다포도 크림 만드는 재료와 방법

재료	알로에모이스트 40g, 정제수 10g, 바다포도 추출물 5g, 보존제 1g
방법	① 손을 씻고 비커와 스푼을 소독한다. ② 비커에 알로에모이스트 40g을 계량한다. ③ 비커에 정제수 10g을 추가한다. ④ 바다포도 5g과 보존제 1g을 넣는다. ⑤ 하얀색이 될 때까지 골고루 섞는다. ⑥ 소독된 통에 넣는다.

☞ 바다포도 추출액이 수분유지에 좋아서, 바다포도 크림을 바르고 나면 손이 촉촉해지는 것을 알 수 있었다.

☞ 바다포도 크림을 사용하기 전후로 실제 피부가 달라지는 확인할 수 있는 피부측정 실험이 추가되면 바다포도 크림의 수분유지를 더 잘 파악할 수 있을 것으로 보인다.

· (3) 바다포도 비누 만들어 사용해보기

바다포도 추출물을 이용한 바다포도 비누 만들기를 지강이 중심으로 연구하고 준비하여 함께 해 보았다. 추출물만 넣으면 색깔이나 바다포도 흔적이 나오지 않아서 바다포도를 믹서기로 갈아 넣은 후에 바다포도 비누를 만들었고 그 결과 비누만으로 얼굴을 씻어도 당기지 않는 좋은 비누가 만들어졌다.



[그림 9] 바다포도 비누를 만들고, 사용해보는 모습

[표] 바다포도 비누 만드는 재료와 방법

재료	바다포도, 비누베이스, 에센셜오일 천연 분말, 비누몰드, 내열컵, 실리콘 주걱, 칼, 랩, 전자레인지, 비타민 E, 식물성 글라세린, 에탄올 스프레이, 시어버터
방법	<ol style="list-style-type: none"> ① 비누베이스를 1cm x 1cm x 1cm 크기로 자른다. ② 잘라진 비누베이스를 내열컵에 넣고, 전자레인지에서 녹인다. ③ 녹은 비누베이스에 천연분말 1g., 비타민 E와 클리세린을 넣고 녹인다. ④ 바다포도를 잘게 으갠다. ⑤ 약간 식혀서 에센셜오일 1~2방울을 넣고 저어서 굳기전에 몰드에 넣는다 ⑥ 굳은 비누는 랩으로 싸서 보관한다.

· (3) 바다포도 팩 만들어 사용하고, 수분측정하기

바다포도 추출물을 이용한 바다포도 팩을 만들고, 실제 수분의 차이가 있는지를 확인해보았다. 수분의 차이를 확인하기 위해서 한손에는 팩을 바르고 10분동안 있었고, 한손에는 팩을 바르지 않았다.

[표] 바다포도 팩 만드는 재료와 방법

재료	바다포도 추출물, 밀가루, 꿀, 플레인 요구르트, 에센스
방법	① 밀가루와 꿀을 1:1로 그릇에 넣고 섞는다. ② 그릇에 바다포도 추출물을 3방울과 나머지 재료를 넣고 섞는다. ③ 팩을 붓으로 바르고 10분후 씻는다.



[그림 10] 바다포도 팩을 만들어 사용해보고, 수분을 측정하는 모습

바다포도 팩을 한손에만 바르고 10분 동안 팩을 한 후, 양손의 수분을 측정해보았다. 진기는 팩을 하지 않은 손의 수분이 54에서 70으로 증가하였고, 해량은 35에서 61로, 지강이는 57에서 88로 증가하였다. 바다포도 팩이 수분을 증가시키는 것을 확인할 수 있었다.



[표] 바다포도 팩을 사용한 후 수분측정 결과

바다포도 팩을 하지 않은 손의 수분 측정 결과	바다포도 팩 사용 한 손의 수분 측정 결과

초등부

탐구과제 3 바다포도를 기르며 관찰하기

- 바다포도를 키울 수 있는 환경을 조사하고, 어항을 직접 꾸며본다.
- 바다포도를 직접 기르면서 자라나는 모습을 조사한다.

- 가. 탐구 방법

- (1) 바다포도를 키울 수 있는 환경을 조사한다.
- (2) 조사된 환경에 따라 바다포도를 키울 수 있는 어항을 꾸민다.
- (3) 바다포도를 구해서 직접 키우며, 자라나는 모습을 관찰한다.

- 나. 탐구 결과

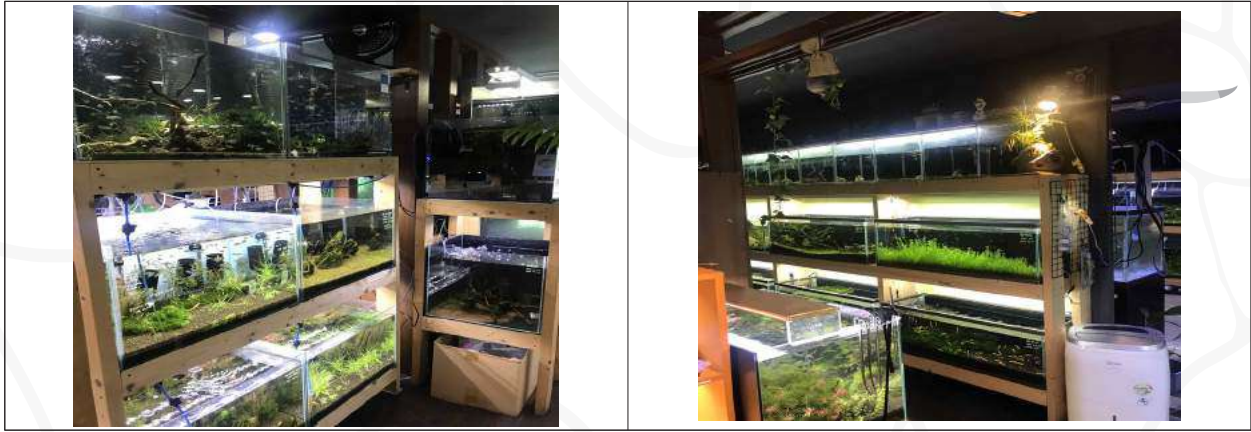
· (1) 바다포도를 키울 수 있는 어항을 만들기

(가) 환경 조사

바다포도는 수온 25~30도에서 잘 자라고, 30도 부근에서 성장이 활발하다. 염도가 있는 해수에서 자란다(담수에서는 자랄 수 없다). 그래서 아열대 바다에서 바다포도를 볼 수 있다. 국내는 겨울이 있어 해수온도가 낮아져서 바다포도가 바다에서 자랄 수 없다. 태양빛을 많이 받으면 더욱 잘 자라고, 모래나 진흙인 바다 바닥에 붙어서 자란다.

(나) 어항 꾸미기

바다포도는 해수에서 자라기 때문에, 처음 어항을 꾸미는 우리가 해수염으로 해수를 만들어서 꾸미는 것은 어려울 것이라 판단하고 대전의 해수어를 파는 수족관을 검색했다. 그 중에서 “겨리우리피쉬”는 일본 해수어를 수입하는 곳이라 오키나와에서 잘 자라는 바다포도와 유사한 환경을 만들 수 있을 것이라 생각하고 해당 수족관에서 해수를 구입하고 조언을 구하였다.



[그림 11] 겨리우리피쉬 모습

필요한 물품을 구입하여 진기네 집에 어항을 꾸몄다. 바다포도는 겨리우리에서 일본에서 수입해온 물고기와 함께 온 몇 가닥을 구할 수 있었고, 바다포도 수입 업체에서도 샘플로 가지고 온 것 중에서 하나를 받을 수 있었다.

[표] 바다포도 어항 꾸미기 재료와 방법

<p>재료</p>	<p>30큐브 어항, 해수, 모래, 바다포도가 붙을 돌, 조명, 여과기, 스키머, 어항 온도계, 염도계</p>
<p>방법</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① 어항은 깨끗하게 씻어서 준비한다. ② 돌은 삶아서 식혀두고, 모래는 어항의 바닥에 평평하게 깐다. ③ 해수는 어항에 넣어두고 온도계를 설치한다. ④ 물을 깨끗하게 해주는 여과기와 단백질을 제거하는 스키머를 설치한다. ⑤ 빛을 줄 수 있는 LED 조명을 설치한다. ⑥ 바다포도는 어항에 바로 넣지 않고, 봉지에 넣어서 어항물과 온도를 맞추어 하루 후 넣는다.



씻은 어항에 모래를 붓는다.



어항에 해수를 넣는다.



여과기와 스키머를 설치한다.



조명을 설치하고, 바다포도를 넣어준다.

- ☞ 해수는 염도를 맞추어야 해서 매일 증발되는 물의 양만큼 정수를 부어 준다.
- ☞ 정수를 붓고 나서 염도가 달라질 수 있으므로, 매일 염도를 측정하여 1.020~1.023 사이인지를 확인한다.
- ☞ 어항에 온도를 확인하여, 온도가 낮아지지 않도록 주의한다. 여름이라 문제가 없었다.

· (2) 바다포도를 키우며 자라는 모습 관찰하기

① 8월 1일 - 바다포도 어항에 넣은 날

오키나와에서 받은 바다포도 200g을 해수 어항에 넣었다. 넣기 전에 바다포도를 어항에 띄워서 물의 온도를 맞추었다.



[그림 13] 8월 1일 바다포도

② 8월 2일 - 바다포도 키운지 1일 지난 날

바다포도를 해수 어항에 넣고 하루가 지났다. 바다포도 끝부분에서 줄기가 나오고, 줄기에 하얀 실같은 부분이 나왔다. 뿌리처럼 보인다.



[그림 14] 8월 2일 바다포도

③ 8월 6일 - 바다포도 키운지 5일 지난 날

바다포도가 여전히 물에 대부분 떠있고, 작은 줄기들이 여러 가닥 나왔다. 새로 나온 줄기에서 새로운 줄기가 또 나오고 있다.



[그림 15] 8월 6일 바다포도

④ 8월 12일 - 바다포도 키운지 11일 지난 날

바다포도에서 새로 나온 줄기는 끝이 가늘고 색이 연하다. 새로 나온 줄기가 많이 길어졌고, 줄기에 새로운 바다포도송이는 보이지 않는다.



새로 나온 줄기가 길어진 바다포도



11일이 지난 바다포도 어항 모습



진기가 그린 바다포도



지강이가 그린 바다포도

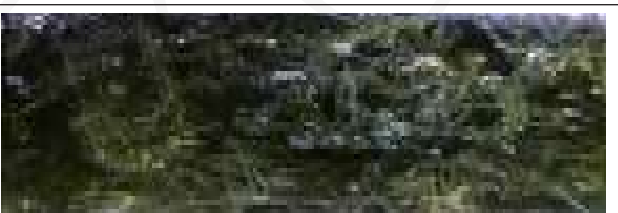


해랑이가 그린 바다포도

[그림 16] 8월 12일 바다포도

⑤ 8월 16일 - 바다포도 키운지 15일 지난 날

바다포도의 줄기가 아주 많이 생겼다. 바다포도 줄기 끝에 조그마한 바다포도가 달린 부분이 보인다. 어항의 물 끝부분에 닿을 만큼 자랐다. 바다포도가 잘 자라는 것 같은데, 줄기만 길어지고 있는 것 같다.



물에 닿을만큼 자란 바다포도



바다포도 줄기가 아주 길어진 모습

[그림 17] 8월 126일 바다포도

⑥ 8월 19일 - 바다포도 키운지 18일 지난 날

바다포도에서 자라난 줄기들이 아주 많아져서 어항 속에 줄기들이 가득하다. 줄기에서 여러 가닥의 줄기들이 새로 나오고 있다. 새로 생긴 바다포도 알맹이는 줄기 중간에 조금 보인다.

[그림 18] 8월 19일 바다포도

⑦ 8월 20일 - 바다포도 키운지 19일 지난 날

20일이 지난 바다포도는 여전히 줄기가 많이 길어지고, 어항의 흙에 잘 붙어 있다. 줄기가 길어져서 어항을 가득 채우고 있다. 줄기에 하얀 실같은 뿌리가 굉장히 많고, 줄기 끝 부분은 거의 하얀색으로 보인다.



[그림 19] 8월 20일 바다포도

[알게 된 점]

바다포도는 온도(30도 내외), 염도 1.020~1.023 ppt에서 잘 자란다. 줄기가 먼저 뻗어 나오고 하얀 실같은 뿌리들이 새로 생긴 줄기에 많이 생긴다. 새로 생긴 줄기나 알갱이들은 색이 하얗고 점점 진해진다.

☞ 제한점: 바다포도를 키운 날이 20일 정도라 바다포도 줄기가 많이 자란 것은 볼 수 있었지만, 포도송이 알갱이가 많이 생기지는 못했다.

○ 팀원의 담당 역할

- 우리는 모든 탐구를 함께 진행하였다. 다만, 서로 자료 조사 및 준비물을 역할을 분담하여 탐구의 효율성을 높였다.
- 바다포도 샐러드, 철관 아이스크림, 염장 바다포도 : 이해랑
- 바다포도 수분크림, 바다포도 짬아지, 바다포도 수분팩 : 홍진기
- 바다포도 팔빙수, 바다포도 비누, 바다포도 프레파라트: 유지강

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 이번 탐구를 통해 내린 결론은 다음과 같다.
- 첫째, 바다포도를 어항에 직접 키워본 경험을 비추어, 바다포도는 1.020정도의 염도, 온도 30도의 고온의 해수에서 잘 자라는 것을 알 수 있었다. 우리나라는 겨울이 있어서 해수온도가 낮아지지만, 비닐하우스와 같은 곳에서 연못을 만들어서 환경을 조성하면 국내에서도 효과적인 양식이 가능할 것이다.
- 둘째, 바다포도를 활용하여 만든 음식은 맛이 좋고, 식감이 특이하여 사람들에게

호응을 얻을 수 있을 것이다. 단, 바다포도에서 나는 비릿한 맛을 없앨 수 있는 방법이 고안되어야 한다. 이 방법에 대해서는 실험과 탐구를 통해 찾을 것이다.

- 셋째, 바다포도 속에 많이 들어 있다고 평가받는 후코이단의 경우에는 항균, 항바이러스 효과가 뛰어나며 인체 내에서 이와 같은 작용으로 인하여 항염, 항암효과도 있을 것이다. 바다포도 추출물이 묻은 곳에서는 곰팡이나 균, 바이러스 등이 덜 자라거나 자라고 있던 것들이 사멸될 수 있다. 여건이 가능하다면 후코이단이 함유된 사료를 만들어 일반 사료를 먹은 포유류와 비교하여 이에 대한 실험을 하고 결과 분석을 통해 효능을 확인 할 수 있다.
- 넷째, 바다포도 속에 들어 있는 알긴산이 인체나 포유류의 피부(돼지 껍데기 등)의 수분을 유지하고 노폐물은 배출하여 정화시키는 역할을 할 것이다.
- 다섯째, 바다포도를 활용하여 효과적으로 화장품이나 식품을 만들 수 있는 방법이 있다. 냄새가 비릿하지 않고 피부에 발랐을 때 촉감도 좋은 바다포도 토너 및 각종 상품을 만드는 방법을 찾아 친구나 가족, 대중들에게 알릴 수 있을 것이다
- 여섯째, 바다포도는 우리나라에서 많이 먹는 해초인 미역, 툇 등과 비교하였을 때도 손색이 없이 충분히 활용도가 높은 식물이라 앞으로 활용 가능성이 많다.

○ 의의(기대효과)

- 가. 바다포도에 대한 궁금증 해소와 관찰, 탐구 기회 증대

우리나라 사람들에게는 다소 생소하지만 세계적으로 각광받고 있는 바다포도에 대해 알아보고 바다포도가 가진 여러 가지 이로운 점에 대한 궁금증을 해소하게 될 것이며, 연구결과를 발표함으로써 많은 사람들이 바다포도에 갖고 있던 궁금증을 해소할 수 있다.

- 나. 바다포도를 활용한 각종 상품(식품, 화장품) 개발 가능성 제시를 통해 생산성 향상 및 가치 고양

바다포도를 활용한 각종 상품의 개발 가능성을 제시하여 많은 사람들이 안심하고 바다포도를 맛보고 바르며 즐길 수 있도록 한다. 앞으로의 세상은 좁고 자원의 고갈이 심화되는 육지 대신 해양을 잘 이용하는 국가가 지배하게 될 것이라는 의견이 있다. 특히, 바다 속에서 살아가는 다양한 생물들은 고유의 유효 성분들을 많이 가지고 있어 추출물 또는 식품 형태로 섭취할 경우 여러 가지 긍정적인 효과가 있다.

- 다. 바다포도의 특징 및 생육환경에 대한 학문적 데이터 축적

아직까지 우리나라에서는 다소 생소하다고 생각할 수 있는 바다포도라는 생물에 대하여 관찰 결과 및 각종 실험을 통해 탐구 결과가 기록된다. 이를 통해 바다포도에 대한 학문적 데이터를 축적할 수 있는 기회가 되며, 생육환경이나 키우는 방법 등을 다르게 함에 따라 어떤 객관적인 차이점이 생기는지 파악하여 향후 바다포도 양식 등이 이루어질 때 의미 있는 자료로 활용할 수 있다.



4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 탐구활동을 좋아하지만, 매일 관심을 주면서 직접 키우며 관찰하는 것은 정말 어렵다는 것을 느꼈다. 그리고 우리나라에서 나지 않는 바다포도라서 더 관찰해보고 싶었지만, 그만큼 생물로 구하는 것은 너무 어려웠다. 바다포도 양식이 최근에야 이루어졌다고 하여 왜 그런지 궁금했는데 원산지에서 다른 곳으로 이동하는 중간에 죽는 경우도 많이 있고 한 번 채취해 놓은 바다포도는 오래 가지 못하기 때문인 것 같다.
- 오키나와와 비슷한 수온과 환경을 만들더라도 계속해서 기르는 것이 쉽지 않다. 오키나와 현지에 가서 사더라도 바다포도는 생물이라 외부로 가지고 오기가 어렵다. 그래서 오키나와의 특산물로 불리고 있겠구나 하는 추측을 했다.

○ 알게 된 점

- 생각보다 이미 많은 산업분야에서 바다포도를 활용하고 있다는 사실을 알게 되었다. 사람들은 바다포도와 관련하여 화장품, 요리 등을 많이 활용하고 있었고 실제로 비누나 화장품 등을 써 보니 시원하고 당기지 않아 수분 함량이 많다는 것을 알 수 있었다. 인터넷에도 여러 가지 바다포도 관련 영상들이 있었는데 아이스크림을 만들어 먹거나 직접 먹어보며 신기하다고 동영상을 찍어 알리는 경우가 많이 있다. 하지만 우리처럼 체계적으로 탐구로 접근한 영상보다는 단순한 흥밋거리인 경우가 많았고 앞으로 우리가 탐구한 자료들을 모으면 우리나라에 바다포도를 소개하는 아주 의미 있는 연구 결과가 될 수 있겠다.
- 바다포도는 많은 양의 물을 흡수한다. 그래서인지 염장된 것을 물에 담가 놓으면 순식간에 부피가 늘어나면서 많은 물을 흡수한다. 이런 결과를 통해 우리는 바다포도가 인체 내에서도 미역과 같이 많은 불순물을 흡수할 수 있겠다 싶었고, 같은 해조류이자 우리나라 사람들이 사랑하는 미역과 비교할 필요가 있겠다는 생각이 들었다.
- 현재 우리나라에 유통되는 바다포도는 거의 추출물의 형태이며 추출물은 바다포도의 흔적이나 색이 남지 않아 사람들이 그냥 바다에서 자라는 포도로 생각할 것이라는 생각이 많이 들었다. 바다포도에 대한 홍보와 사람들의 인식 변화가 필요하다.
- 바다포도를 어항에 풀어 놓자 하루 만에 싱싱한 바다포도에서 뿌리처럼 보이는 하얀 물질이 나와 바닥에 자리를 잡았다. 이처럼 바다포도는 성장환경이 까다롭지만 증식이 빠르고 생명력이 높은 식물일 수 있겠다는 생각이 들었고, 바다포도를 계속해서 장기간 관찰할 수 있겠다는 희망이 생겼다.
- 이번 탐구를 통해서 우리도 바다포도에 대해서 처음 알게 된 만큼 우리 몸에 좋은 바다포도에 대해서 많은 사람들에게 알려주고 싶은 생각이 강하게 들었다. 그리고 바다포도에 대해서 친구들의 생각을 알아볼 수 있는 설문지를 만들고 인식 조사를 해보고 싶어졌다.

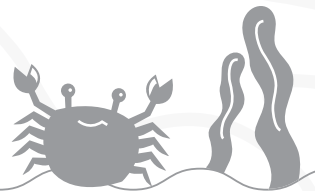


5. 참고문헌

- Green Caviar, The Latest Superfood to Try, Shape Singapore, <https://www.shape.com.sg/food/green-caviar-latest-superfood-try/>
- Caulerpa lentillifera, wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Caulerpa_lentillifera
- 「Sea grapes - green caviar」. Authentic World Food. Retrieved 14 April 2017.
- Green caviar extract, www.eradiant.co.kr



중등부 수상작



중등부 수상팀 명단

구 분		팀 명	학 교
해양수산부 장관상	대상 (1팀)	바다와 함께	조암중학교 와룡중학교 대구금계초등학교
	최우수상 (1팀)	바다의 얼굴, 해면	소현중학교
국립해양생물 자원관장상	우수상 (2팀)	S.O.S	상암중학교
		FALL IN 갯벌	인화여자중학교
	장려상 (5팀)	충무김밥	충무중학교
		마린라이프	석천중학교
		해양 어벤저스	대창중학교
		얼쭈(EARTH)	화산중학교
		세종에 바다가 있다면, 그건 양지해(海) 2018	양지중학교

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	바다와 함께		
학생명	배효주(조암중학교) 이진희, 한다현(와룡중학교)		
지도교사명	정형수	학교	대구금계초등학교

항목	내용
탐구주제	선박 매연이 바다 환경 및 해양 생물의 생태에 미치는 영향에 대한 탐구
탐구기간	2018년 6월 13일 ~ 2018년 8월 29일
탐구목적	○선박 매연이 바다 환경 및 해양 생물의 생태에 미치는 영향을 탐구하여 그 위험성을 검증하고, 선박 매연으로부터 바다를 보호할 방안을 탐색한다.
탐구내용	○선박 매연이 바다 환경 및 해양 생물의 생태에 미치는 영향을 탐구하기 위해 포항, 부산, 인천, 여수 등의 바다에 가서 직접 환경 상태에 대한 측정을 하였고, 실험을 통해 선박 매연이 생물에 미치는 영향에 대해 탐구해보았다. 그리고 선박 매연의 위험성에 대한 검증을 바탕으로 선박 매연으로부터 바다 환경을 지킬 수 있는 방안에 대해 알아보았다.
탐구결과	○선박 매연에는 생물에 해로운 성분이 많이 포함되어 있고, 바다의 대기와 수질을 오염시킨다. ○선박 매연에 노출된 바닷물 속에 사는 해양생물들은 노출되지 않은 바다에 사는 해양생물들보다 성장량이나 생존률이 낮았다. ○정책이나 법을 통해 선박 매연을 규제하여 선박 매연으로부터 바다 환경을 지켜야 한다.
결론 및 의의	○‘선박 매연 → 대기오염 → 수질오염 → 해양생물에 악영향’의 오염체계를 검증하였다. ○선박 매연의 위험성에 대한 관심을 환기시켜 향후 선박 매연에 대한 국가의 관리 및 규제를 위한 근거자료로 활용되게 한다.





탐구 주제	선박 매연이 바다 환경 및 해양 생물의 생태에 미치는 영향에 대한 탐구
팀명	바다와 함께

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 친구들과 함께 포항에 유람선을 타러 갔는데 유람선이 있는 항구에서 자동차 매연과 비슷한 냄새가 났고, 그 원인은 유람선의 배기구에서 뿜어져 나오는 시커먼 매연이었다. 그리고 이러한 매연이 사람뿐만 아니라 바다 환경이나 해양 생물들에게 해로운 영향을 끼치지 않을까 하는 생각이 들어 탐구를 하게 되었다.



<그림 1> 인천항 선박에서
뿜어져 나오는 매연

○ 탐구 목적

- 선박 매연이 바다 환경 및 해양 생물의 생태에 미치는 영향을 탐구하여 그 위험성을 검증하고, 선박 매연으로부터 바다를 보호할 방안을 탐색한다.

2. 탐구 내용 및 방법

○ 탐구 내용 1. 탐구하기에 적합한 바다 선정

- 가. 탐구 개요: 탐구 목적 달성을 위해 우리가 앞으로 직접 가서 조사 및 탐구를 수행할 바다를 아래의 기준에 따라 4곳 선정하였다.

- ① 배가 많이 드나드는 항구가 발달된 곳도 있고 배가 다니지 않는 곳도 있어서 선박 매연의 영향을 비교 탐구해볼 수 있는 곳
- ② 바닷가에 사람들이 많이 있어서 환경이 깨끗하고 안전하게 관리 되어야 하는 곳
- ③ 우리나라를 대표하는 항구 지역(대표성과 상징성)
- ④ 일반화를 위해 동·서·남해에서 각각 한 곳씩 선정
- ⑤ 대구와 거리가 가깝거나 교통이 편리해서 우리가 접근하기 용이한 곳
- ⑥ 사람들이 수산물을 많이 이용해서 수산물의 안전성에 대한 검증이 필요한 곳

	기준 ①	기준 ②	기준 ③	기준 ④	기준 ⑤	기준 ⑥
포항	충족	충족	△	충족(동해)	충족	충족
부산	충족	충족	충족	충족(동해)	충족	충족
인천	충족	충족	충족	충족(서해)	미충족	충족
여수	충족	충족	미충족	충족(남해)	미충족	충족

○ 탐구 내용 2. 선박 매연의 주요 성분 조사

- 가. 탐구 개요: 문헌 조사를 통해 선박 매연의 주요 성분과 이것들이 바다 환경 및 해양 생물에 미치는 영향에 대해 알아보았다.
- 나. 탐구 내용 및 결과
 - 1) 국내 항만에 드나드는 대형 외항선 상당수는 병커C유를 사용.
 - 2) 병커C유는 다른 연료에 비해 황산화물, (초)미세먼지 등을 다량으로 배출함.
 - 3) 또한 선박은 초미세먼지의 주요 성분인 질소산화물을 다량으로 내뿜음.
 - 4) 대형 크루즈선 1척은 자동차 350만 대에서 배출하는 수준의 이산화황을 배출함.
 - 5) 우리나라 최대의 항구도시인 부산의 경우 도시 전체에서 배출되는 황산화물의 73%, 초미세먼지의 51%가 선박에서 나온 것임.
 - 6) 황산화물의 영향
 - 인체: 호흡기 질환(만성기관지염, 천식, 폐기종 등) 유발
 - 환경 및 생물: 산성비의 주요 원인, 식물의 잎맥 손상, 성장저해 유발 등
 - 7) 질소산화물의 영향
 - 인체: 호흡기 질환 유발, 눈과 코의 점막 자극
 - 환경 및 생물: 물에 녹음, 식물세포 파괴로 인한 잎의 색깔 변화 및 반점 유발

○ 탐구 내용 3. 선박 매연 관련 법령 조사

- 가. 탐구 개요: 환경과 생물에 유해한 선박 매연을 줄이기 위한 우리나라의 법에 대해 알아보고 보완해야 할 점을 찾아서 우리 탐구가 보완의 근거가 되게 한다.
- 나. 탐구 내용
 - 1) 현직 해양경찰관(해경 경장 정XX)과의 전화 인터뷰 결과 선박매연의 배출규제에 대한 법이 「대기환경보전법」에 있기는 하나 처벌 규정이 없어서 효력에 한계가 있다고 함.
 - 2) 「대기환경보전법」 76조(선박의 배출허용기준 등)

① 선박 소유자는 「해양환경관리법」 제43조제1항에 따른 선박의 디젤기관에서 배출되는 대기오염물질 중 대통령령으로 정하는 대기오염물질을 배출할 때 환경부령으로 정하는 허용기준에 맞게 하여야 한다. <개정 2007.1.19.>

② 환경부장관은 제1항에 따른 허용기준을 정할 때에는 미리 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다.

③ 환경부장관은 필요하다고 인정하면 제1항에 따른 허용기준의 준수에 관하여 해양수산부장관에게 「해양환경관리법」 제49조 내지 제52조에 따른 검사를 요청할 수 있다. <개정 2007.1.19., 2008.2.29., 2013.3.23.>

키워드

3) 「해양환경관리법」 43조(질소산화물의 배출규제)

- ① 선박의 소유자는 해양수산부령으로 정하는 디젤기관을 「대기환경보전법」 제76조제1항에 따른 질소산화물의 배출허용기준을 초과하여 작동하여서는 아니 된다. 다만, 비상용·인명구조용 선박 등 비상사용 목적의 선박 및 군함·해양경찰청함정 등 방위·치안 목적의 공용선박에 설치되는 디젤기관은 그러하지 아니하다. <개정 2007.4.27., 2008.2.29., 2011.6.15., 2013.3.23., 2014.11.19., 2017.7.26.>
- ② 제1항의 규정에 불구하고 해당 디젤기관에 해양수산부령이 정하는 기준에 적합한 배기가스정화장치 등을 설치하여 제1항 각 호 외의 부분 본문의 규정에 따른 질소산화물의 배출허용기준 이하로 배출량을 감축할 수 있는 경우에는 그 디젤기관을 작동할 수 있다. <개정 2008.2.29., 2013.3.23.>
- ③ 제1항에 따른 디젤기관의 질소산화물 배출허용기준의 적용시기, 적용방법 등에 필요한 사항은 해양수산부령으로 정한다. <신설 2011.6.15., 2013.3.23.>

- 4) 미국, 중국, 유럽연합에서는 배출규제해역(ECA)을 지정하여 일반 해역에서는 황 함유량이 3.5%인 저품질의 연료를 써도 자국 연안에서는 반드시 0.1%이하의 고품질 연료를 쓰도록 강제함
- 5) 국제해사기구(IMO)는 2010년부터 본격적인 환경 규제를 시작해왔으며, 현재 2020년까지 황산화물 배출량을 0.5% 이하로 감축할 방침을 발표했고, 2030년 이전에 0.1%로 기준을 강화할 계획임.

- 다. 탐구 결과

- 다른 나라에 비해 우리나라가 상대적으로 선박매연의 바다 환경오염에 대한 관심과 관련 규제가 부족하므로 규정의 강화와 많은 사람들의 관심이 필요함을 알 수 있었다.

○ 탐구 내용 4. 바다 탐구

- 탐구 1. 포항 바다 1차 탐구

- 가. 탐구 개요: 경상북도 포항시에 있는 영일대 해수욕장과 해수욕장에서 약 1.5km 떨어져 있는 죽도시장 인근 항구에 가서 대기 상태와 수질 상태를 알아보았다.

· 나. 탐구 내용

- 1) 미세먼지 측정기로 영일대 해수욕장과 인근 항구의 대기 상태를 측정함.

(5회 측정한 평균값임)

※ 측정 시점에 기상청에서 제시한 공식적인 미세먼지 및 초미세먼지 농도

- 미세먼지: 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 초미세먼지: 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	영일대 해수욕장	죽도시장 인근 항구
측정 시각	14: 20	14:35
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	42	46
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	30	32

2) 죽도시장 인근 항구에서 배가 멀리서 육안으로 배가 보일 때와 배가 정박할 때의 대기 상태를 측정함(3회 측정한 평균값임)

	배가 들어오기 전	배가 정박한 후
측정 시각	16:10	16:25
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	45	48
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31	35

3) 수질 상태는 수질측정기로 측정을 하려 했으나 항구 쪽의 바닷물에는 선박이나 항구 인근 사람들이 버린 많은 쓰레기와 오물들로 선박 매연만이 수질에 미치는 영향을 측정하기가 불가능한 상태였음. 따라서 다른 항구를 선정하거나 다른 방법으로 오염원을 살펴보기로 함.



<그림 2> 영일대 해수욕장 방문

· 다. 탐구 결과

- 1) 해수욕장과 항구의 미세먼지 및 초미세먼지의 수치 차이는 실제로 있었음. (항구 쪽의 농도가 더 높았음)
- 2) 선박이 항구로 가까이 올수록 항구의 미세먼지 및 초미세먼지의 수치는 높아짐.
- 3) 선박 매연이 대기를 오염시킨다는 것을 확인할 수 있었음.

- 탐구 2. 포항 바다 2차 탐구

· 가. 탐구 개요: 경상북도 포항시에 있는 포항 운하관에 가서 유람선을 직접 타보며 대기를 측정해보았다.

· 나. 탐구 내용

1) 유람선 선착장에서 대기 상태를 측정한 후, 유람선이 가까워질수록 대기 상태가 어떻게 변하는지를 살펴보고, 직접 유람선에 타서 유람선의 매연과 그로 인한 대기 오염 상태를 측정해보았다.

2) 실험 결과

※ 측정 시점의 기상청에서 제시한 공식적인 미세먼지 및 초미세먼지 농도

- 미세먼지: $47\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 초미세먼지: $35\mu\text{g}/\text{m}^3$

	배가 들어오기 전	배가 정박한 후	유람선 탑승 후
측정 시각	16:10	16:25	17:00
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75	80	103
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	67	72	92

- 탐구 3. 부산 바다 탐구

- 가. 탐구 개요: 부산광역시에 있는 다대포 해수욕장과 해수욕장에서 약 1.5km 떨어져 있는 다대포항에 가서 대기 상태와 수질 상태를 알아보았다.
- 나. 탐구 내용
 - 1) 미세먼지 측정기로 다대포 해수욕장과 다대포항의 대기 상태를 측정함 (5회 측정한 평균값임)
 - ※ 측정 시점의 기상청에서 제시한 공식적인 미세먼지 및 초미세먼지 농도
 - 미세먼지: $59\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - 초미세먼지: $30\mu\text{g}/\text{m}^3$

	다대포 해수욕장	다대포항
측정 시각	14:00	14:15
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	110	99
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	62	56

- 2) 다대포 해수욕장보다 다대포항의 미세먼지와 초미세먼지의 농도가 모두 높았다.
- 3) 두 바다의 수질 측정도 시도해봤으나 두 바닷물 모두 오염도가 측정불가로 나왔다. 바닷물의 염분 때문으로 생각된다. 따라서 추후 수질을 비교할 수 있는 실험을 고안하여 실행하기로 했다.

- 탐구 4. 인천 바다 탐구

- 가. 탐구 개요: 인천광역시에 있는 을왕리 해수욕장과 해수욕장에서 약 40km 떨어져 있는 인천항에 가서 대기 상태를 알아보았다.
- 나. 탐구 내용
 - 1) 미세먼지 측정기로 을왕리 해수욕장과 을왕리 해수욕장에서 약 40km 떨어진 인천항의 대기 상태를 측정함. (5회 측정한 평균값임)
 - ※ 측정 시점의 기상청에서 제시한 공식적인 미세먼지 및 초미세먼지 농도



<그림 3> 을왕리 해수욕장 방문

	을왕리 해수욕장	인천항
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18	20
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	11

<측정 결과>

	을왕리 해수욕장	인천항
측정 시각	15:00	16:00
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29	33
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18	23

- 2) 인천항에 직접 들어가서 대기 및 수질을 측정하고자 했으나, 인천항은 국가1급보안시설이라 출입 거부를 당해서 인천항 바로 앞의 도로에서 대기 상태를 측정함.

- 3) 인천항 근처에는 해수욕장이 없어 부득이 인천항에서 40km 떨어진 을왕리 해수욕장과 비교하여 측정을 함.
- 4) 을왕리 해수욕장보다 인천항의 미세먼지와 초미세먼지의 농도가 모두 높았다.

- 탐구 5. 여수 바다 탐구

· 가. 탐구 개요: 전라남도 여수시에 있는 무술목 해수욕장과 해수욕장에서 약 6km 떨어져 있는 계동항에 가서 대기 상태를 알아보았다.

· 나. 탐구 내용

- 1) 미세먼지 측정기로 무술목 해수욕장과 계동항의 대기 상태를 측정함.

(5회 측정한 평균값임)

※ 측정 시점의 기상청에서 제시한 공식적인 미세먼지 및 초미세먼지 농도

- 미세먼지: $15\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 초미세먼지: $9\mu\text{g}/\text{m}^3$



<그림 4> 무술목 해수욕장 방문

	무술목 해수욕장	계동항
측정 시각	15:00	15:10
미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29	56
초미세먼지 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	21	37

- 2) 무술목 해수욕장보다 계동항의 미세먼지와 초미세먼지의 농도가 모두 높았다.
- 3) 수질 측정을 위해 두 바다에서 바닷물을 각각 500ml씩 채집했다.

○ 탐구 내용 5. 실험에 사용할 어패류 조사

- 가. 탐구 개요: 경상북도 포항시에 있는 죽도시장에 가서 실험에 사용할 어패류를 조사함.

- 나. 탐구 내용 및 결과

- 1) 죽도시장에는 다양한 어패류를 팔고 있었다.
- 2) 시장 상인과의 면담에서 시장에서 살아 있는 어패류를 구입하여 대구광역시로 가져가서 키울 수 있겠냐는 질문에 대해 상인은 어류의 경우 대구로 가져가는 과정에서 죽을 가능성이 많다고 함. 그리고 설사 살린 채로 가져간다고 해도 해수사용, 수온 조절 등 물고기가 살 수 있는 환경을 만드는 것이 까다로워 쉽지 않을 것이라 함.
- 3) 향후 바다 환경에 서식하는 어류와 습성이 비슷하면서 우리가 쉽게 키울 수 있는 어류를 조사하여 탐구를 진행해야 함을 알게 됨.



<그림 5> 포항 죽도시장 방문


○ 탐구 내용 6. 해양 전문가 전화 인터뷰

- 가. 탐구 개요: 현재 국가해양연구소에서 일하고 있는 해양 전문가(황OO 박사)와 전화통화를 하며 실험 방향에 대한 조언을 받았다.
- 나. 탐구 내용 및 결과
 - 1) 우리 탐구가 규모가 상당히 크고 연구비도 많이 드는, 쉽지 않은 탐구가 될 것이라고 하며, 전문기관의 도움이 많이 필요할 것이라고도 하였다.
 - 2) 바다에 서식하는 물고기나 해초, 플랑크톤 등을 키우고 실험을 하는데 전문적인 장비와 기술이 있어야 하므로 중학생 수준에서는 하기가 어려울 것이라 하였다.
 - 3) 그러나 바다에 사는 동식물과 민물에 사는 동식물은 비슷한 습성을 가지고 있으므로 우리가 하는 실험에서 굳이 바다에 사는 생물을 하지 않고 민물에 사는 생물로 해도 충분히 의미가 있으며, 실험 결과를 바다 생물로 일반화시킬 수 있다고 하였다.
 - 4) 처음 전화통화에서는 플랑크톤 관련 실험 시 도움을 줄 수 있고, 탐구계획서와 지금까지 해온 탐구 결과물을 가져오면 검토와 조언을 해주겠다고 하였다. 그러나 차 통화에서는 우리 탐구는 앞으로 해양 정책 수립에도 관계가 될지도 모르는 내용인데 국가연구기관이 정책 수립에 관여되는 학생들의 탐구에 도움을 주는 것은 부적절하고, 문제가 생길 수 있으므로 도움을 줄 수 없다고 하여 실제 방문으로 연결되지는 못했다.

○ 탐구 내용 7. 매연이 수질에 미치는 영향 확인 실험

- 탐구 1. 자동차 매연이 수질에 미치는 영향 확인 실험

- 가. 탐구 개요: 실험을 통해 매연이 수질에 미치는 영향을 알아보았다.
- 나. 탐구 내용 및 결과
 - 1) 실험 과정(미세먼지마스크를 착용하고 실시함)

<ol style="list-style-type: none"> ① 10L 수조 3개(수조 A, 수조 B)에 수돗물을 각각 5L씩 담기 ② 수조 A는 자동차가 없는 곳, 수조 B는 생산된 지 1년 이내의 디젤 자동차의 배기구 근처, 수조 C는 생산된 지 13년이 된 디젤 자동차의 배기구 근처에 두기(디젤 자동차는 선박 매연과 비슷한 오염물질을 배출하므로) ③ 두 자동차의 시동을 켜서 수조 B와 수조 C의 수돗물을 디젤 자동차의 매연에 일정 시간 노출시키기 ④ 자동차의 시동을 끈 후 수질 측정기로 세 수조 속 물의 수질 측정하기 	 <p><그림 6> 디젤 자동차의 매연</p>
--	---

2) 실험 결과(단위: ppm)(5회 측정한 평균값임)

	수조 A	수조 B	수조 C
매연 노출 전 측정 수치	211	211	211
매연 노출 후 측정 수치 (수조 B, C)	211	214	217

3) 알게 된 점

- 물이 매연에 노출되면 수질이 오염될 수 있다는 것을 알게 되었다. 실제로 매연의 주성분인 이산화질소는 물에 용해된다는 것도 문헌조사로 알 수 있었다.
- 엔진이 노후화될수록 유해물질을 더 많이 배출하여 수질 오염이 더 심해질 수 있다는 것을 알게 되었다.

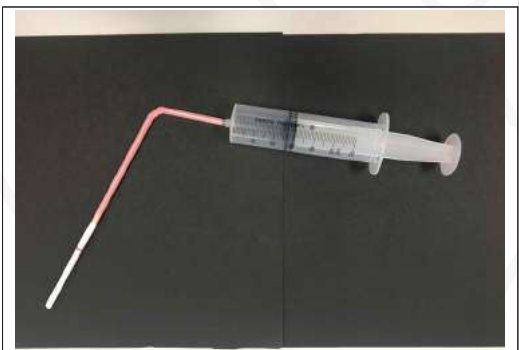
- 탐구 2. 담배연기가 수질에 미치는 영향 확인 실험

· 가. 탐구 개요: 담배연기가 수질에 미치는 영향을 알아보고, 유의미한 영향이 있을 경우 추후 실험에서는 담배연기와 디젤 자동차의 매연을 같이 사용하고자 했다.

· 나. 탐구 내용 및 결과

1) 실험 과정(미세먼지마스크를 착용하고 실시함)

- ① 10L 크기의 직육면체 수조의 한 쪽 벽에 담배가 들어갈 정도의 구멍을 뚫는다.
- ② 구멍에 담배를 끼운다.(담배가 타들어갈 수 있도록 담배를 피스톤과 연결하여 피스톤을 당겼다 밀었다 해준다.)
- ③ 플라스틱 컵에 물을 250ml 담고 수질을 측정 한 후 수조 안에 넣는다.
- ④ 담배에 불을 붙인 후 수조의 뚜껑을 닫아서 물이 담배연기에 노출되도록 한다.
- ⑤ 10분 후 수조 속의 컵을 꺼내고, 컵 속 물의 표면과 내부의 수질을 측정한다.



<그림 7> 실험장치

2) 실험 결과(단위: ppm)(5회 측정한 평균값임)

측정 시점	수질
물을 담은 직후 수질	211
10분 후 표면 수질	255
10분 후 컵의 중간 부분의 수질	235
10분 후 컵의 바닥 부분의 수질	230

3) 알게 된 점

- 담배연기도 자동차 매연처럼 수질을 오염시킨다.
- 매연에 노출된 물은 오염이 되는데, 표면일수록 오염이 심하고 깊이가 깊어질수록 오염이 덜 되는 것을 알게 되었다.
- 매연은 심해보다는 물 표면에 사는 생물에게 악영향을 더 많이 미칠 수 있음을 알게 되었다.

○ 탐구 내용 8. 매연이 수생식물의 성장에 미치는 영향 탐구

- 가. 탐구 개요: 매연이 수생식물의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위해 수초를 정기적으로 자동차매연과 담배연기에 노출시켰다.

- 나. 탐구 내용 및 결과

1) 실험 과정(미세먼지마스크를 착용하고 실시함)

- ① 주변에서 구입이 가능하고, 다른 수초들에 비해 성장 속도가 빠른 수초를 2종류 (하이그로필라, 바코바), 각 20포기씩 샀다.
- ② 수초들을 10포기씩 나눠서(그룹 A, 그룹 B) 같은 환경에 두고, 그룹 A의 수초들은 3일에 1번 디젤 자동차 매연에 10분씩 노출시킨 후 밀폐된 투명 상자 속에 넣고 불을 붙인 담배를 넣어 담배 연기에도 10분씩 노출시켰다.
- ③ 그룹 B의 수초들은 매연에 노출시키지 않았다.
- ④ 7회 노출 후(21일 후) 그룹 A와 그룹 B의 수초 성장정도를 비교해보았다.

2) 실험 결과(단위: cm)

	그룹 A	그룹 B
하이그로필라	13.0 → 17.5	13.0 → 19.5
바코바	12.0 → 15.5	12 → 18.0
평균 성장 길이	5.0	6.25

3) 알게 된 점

- 두 종류의 수초 모두 매연에 노출된 물속에 사는 수초가 매연에 노출되지 않은 물속에 사는 수초보다 평균 성장이 낮았다.(1.25cm 차이)
- 선박 매연에 노출된 바닷물 속에 사는 수초는 노출되지 않은 바닷물에 사는 수초보다 성장에 방해받을 수 있음을 알 수 있다.

○ 탐구 내용 9. 매연이 해양생물(물고기)에 미치는 영향 탐구

- 가. 탐구 개요: 매연이 물고기에 미치는 영향을 알아보기 위해 물고기를 정기적으로 자동차 매연과 담배연기에 노출시켰다.

- 나. 탐구 내용 및 결과

1) 실험 과정(미세먼지마스크를 착용하고 실시함)

- ① 금붕어(10마리), 니그로(10마리), 구피(10마리)를 구입하여 각각 5마리씩 나눠서(그룹 A, 그룹 B) 같은 환경에 두고 그룹 A의 물고기들은 3일에 1번 디젤 자동차의 매연에 10분씩 노출시킨 후 밀폐된 투명 상자 속에 넣고 불을 붙인 담배를 넣어 담배 연기에도 10분씩 노출시켰다.
- ② 그룹 B의 물고기들은 매연에 노출시키지 않고, 두 그룹들의 물고기의 상태를 살펴보았다.



<그림 8> 실험 장면

2) 실험 결과(실험 종료 후 살아남은 물고기의 수)



	그룹 A	그룹 B
금붕어	3마리	5마리
니그로	0마리	2마리
구피	1마리	5마리
총합	4마리	12마리

- 매연에 노출된 물고기들은 15마리 중 11마리가 폐사했고, 매연에 노출되지 않은 물고기들은 15마리 중 3마리가 폐사했다.

3) 알게 된 점

- 물이 매연에 노출되면 물이 오염되어 그 물 속에 사는 물고기의 생명에 악영향을 미친다.
- 선박 매연에 노출된 바닷물 속에 사는 물고기는 노출되지 않은 바닷물에 사는 물고기보다 생존에 위협을 받을 수 있음을 알 수 있다.

○ 탐구 내용 10. 매연이 플랑크톤에 미치는 영향 탐구

- 탐구 1. 플랑크톤에 대한 탐구

·가. 탐구 개요: 매연이 플랑크톤에 미치는 영향을 알아보기 위해 플랑크톤 관련 서적을 찾아보고, 플랑크톤을 수집하러 강에 다녀옴.(대구광역시 달성군 강정보)

·나. 탐구 내용 및 결과

1) 플랑크톤 관련 이론

- 플랑크톤은 해양생물의 1차 소비물로서 중요한 역할을 함.
- 햇빛이 있어야 번식을 잘하고, 거의 수면 가까이에서 생활함.
- 미세먼지 때문에 햇빛이 가려지면 플랑크톤의 번식 어려울 수 있음.
- 선박매연이 바닷물과 섞이면 바닷물의 용존산소가 줄어들어 플랑크톤에 악영향을 미칠 수 있음.

2) 강정보 강물에서 플랑크톤 채집 시도

- 강정보에서 플랑크톤네트를 이용하여 플랑크톤을 채집하려 했으나 채집이 어려웠음.
- 우리가 가지고 있는 현미경 및 장비 수준으로는 플랑크톤 식별 및 실험을 위한 관리가 어려움.
- 문헌 조사 결과 작은 새우도 플랑크톤의 일종이라고 해서 플랑크톤의 대체 실험으로 새우 알을 사서 부화시키고자 함.

- 탐구 2. 매연이 플랑크톤의 일종인 새우에 미치는 영향 탐구

· 가. 탐구개요: 플랑크톤의 대체 실험으로 새우 알을 사서 물속에 든 새우 알을 매연에 노출시키는 여부에 따라 새우 알의 부화 여부 및 부화된 새우의 상태 변화에 대해 살펴보았다.

· 나. 탐구 내용 및 결과

1) 매연 노출 여부에 따른 새우 알의 부화량 차이

<실험 과정>

- ① 다이소에서 씨몽키 키우기 세트를 2개 구입했다.(애완용 풍년새우인 씨몽키 알이 들어있음)
- ② 씨몽키 알을 10개씩 2그룹으로 분배해서(그룹 A, 그룹 B) 2개의 수조에 각각 담고, 부화환경을 만들어 줬다.
- ③ 그룹 A의 씨몽키 알은 부화환경을 만든 후 디젤 자동차 매연과 담배연기에 각각 1번(한 번에 10분 쯤) 노출시켰다.
- ④ 2일 후 두 씨몽키 알들의 부화 개수를 비교해보았다.



<그림 9> 씨몽키 키우기 세트

<부화 개수 비교>

그룹 A(매연 O)	그룹 B(매연 X)
8개	4개

2) 매연 노출 여부에 따른 새우의 성장 비교

<실험 과정>

- ① 씨몽키 키우기 세트를 2개를 준비했다.
- ② 새우를 부화시킨 후 10마리 쯤 두 수조에 나누어 담았다.(그룹 A, 그룹 B)
- ③ 그룹 A의 새우들은 자동차 매연과 담배연기에 각각 1번(한 번에 10분 쯤) 노출시켰다.
- ④ 매연에 노출시키고 다음 날 두 그룹 새우들의 상태를 살펴보았다.



<그림 10> 부화한 새우들
(새우가 작아서 잘 안보임)

<실험 후 살아남은 새우의 수>

그룹 A(매연 O)	그룹 B(매연 X)
8마리	3마리

3) 알게 된 점

- 매연에 노출된 새우알과 새우 모두 노출되지 않은 경우보다 부화량과 생존량이 적었다.
- 물이 매연에 노출되면 그 물 속에 사는 새우에 악영향을 미친다는 것을 알 수 있었고, 선박 매연은 플랑크톤에게도 악영향을 미칠 수 있다는 것을 추측할 수 있었다.

○ 탐구 내용 11. 여수 바닷물 수질 비교

- 가. 탐구 개요: 여수 바다 탐구 시 채집한 물의 수질을 비교해봤다.
- 나. 탐구 내용 및 결과
 - 1) 실험 과정

① 바다에서 채집한 물(계동항 바닷물 500ml, 무슬목 해수욕장 바닷물 500ml)의 수질을 그대로 수질 측정기로 측정하면 측정기의 측정 범위를 초과하여 측정이 불가능했다.

② 그래서 채집한 바닷물의 수질을 측정기의 측정 범위에 맞춰 실험을 했다.

③ 채집한 두 바닷물(각각 500ml)에 수돗물을 똑같이 1000ml씩 섞은 후 수질을 측정해보았다.

〈측정 결과〉

무슬목 해수욕장 바닷물	계동항 바닷물
844ppm	911ppm

· 2) 알게 된 점

- 같은 양의 수돗물을 섞어 수질 측정을 해본 결과 항구 쪽 바닷물의 수질 오염이 더 심하다는 것을 알 수 있었다.
- 즉, 항구 쪽 바닷물의 오염이 더 심하다는 것을 알 수 있었다.
- 그러나 항구 쪽에는 선박 매연 외에도 선박에서 유출되는 기름, 선박에서 배출되는 쓰레기 등 다른 요인이 있을 수도 있으므로 결과 해석에 유의해야 한다.

※ 추후 실험에서 같은 양의 수돗물 500ml을 2컵(컵A, 컵B) 준비하여 소금을 섞어 바닷물의 염도와 같게 만든 후 컵A는 자동차 매연과 담배연기에 노출시키고 컵 B는 그냥 놔둔 후 위의 실험과정과 동일하게 오염도를 낮춘 후 오염도를 측정했더니 위의 측정 결과처럼 매연에 노출된 소금물의 오염도가 더 높게 나옴.

○ 탐구 내용 12. 매연에 오염된 물의 산소량 측정

- 가. 탐구 개요: 초등학교 6학년 과학 교과서에 나오는 산소발생실험을 통해 매연에 오염된 물의 산소량을 측정해보았다.(물, 과산화수소수, 이산화망간 등을 이용)
- 나. 탐구 내용 및 결과
 - 1) 실험 과정

- ① 초등학교 6학년 교과서에 나오는 산소발생실험장치 2개를 세팅했다.
- ② 실험장치 1의 삼각플라스크에는 매연과 담배연기에 노출시킨 수돗물 100ml을 넣고, 실험장치 2의 삼각플라스크에는 오염되지 않은 수돗물 100ml을 넣고 나머지 조건은 모두 같게 했다.
- ③ 실험 실시 후 집기병에 모이는 산소량을 측정했다.



〈그림 10〉 산소발생실험장치

<측정 결과 - 5회 측정한 평균값>

	실험장치 1(매연에 노출된 물)	실험장치 2(오염되지 않은 물)
모인 산소량	65ml	68ml

2) 알게 된 점

- 매연에 노출된 물보다 노출되지 않은 물에서 산소가 더 많이 발생되었다.
- 즉, 바닷물이 매연에 오염되면 물 속 산소량을 줄게 하여 바다 속 생물에 악영향을 미칠 수 있음을 알게 되었다.

○ 탐구 내용 13. 선박 매연으로부터 바다 환경을 보호하기 위한 대책 탐구

- 가. 탐구개요: 다른 나라의 사례와 관련 자료를 검토를 통해 우리나라에서도 실행이 가능한 바다 환경 보호를 위한 대책을 알아본다.
- 나. 탐구 내용 및 결과
 - 1) 미국, 중국, 일본, 홍콩, 유럽 등에서는 선박 매연으로 인한 바다 환경오염을 예방하기 위해서 몇 가지 대책을 시행하고 있다.
 - 육상전원공급설비(Alternative Maritime Power, AMP): 선박이 항만에 정박하는 동안에 필요한 동력을 육상으로부터 공급받는 방식. 선박에 육상전원을 공급하기 위해서는 육상측과 선박측의 설비가 모두 갖춰져야 전원공급이 가능하므로 설치비용이 매우 많이 든다. 그러나 일단 설치를 하면 최대 90%까지 매연 배출량을 줄일 수 있다.
 - 연안 해역에서는 고품질 연료 사용
 - 노후 선박 엔진 교체 등
 - 2) 우리나라에서는 2012년 9월에 목포항 국제여객부두에 AMP를 설치하였으나 선박의 대기시간이 짧고 이용선박의 대부분이 AMP가 설치되어있지 않아 AMP를 이용하는 선박이 거의 없고, 전기기본요금 등 유지관리비용이 많이 들어 AMP운영을 중단한 상태이다. 현재 국내에 설치되어 있는 AMP는 관공선 및 해경선박 등 소형 선박을 위한 것이 전부이다.
 - 3) 선박 매연으로부터 바다 환경을 보호하기 위해서는 국가만 노력을 해서도 안되고, 선박 회사만 노력해서도 안 되며, 두 주체가 함께 노력을 해야 함을 알게 되었다.
 - 4) AMP 사용, 고품질 연료 사용, 노후 선박 엔진 교체 등 모든 방법들은 상당한 예산이 필요한데 이는 선박 회사만이 부담할 수는 없고 국가가 함께 부담해야 한다는 것도 알게 되었다.
 - 5) 위의 방법들을 선박 회사들이 반드시 지키도록 법적 강제력이 필요하다는 것을 알게 되었다.



○ 팀원의 담당 역할

	개별 역할	공통 역할
배효주(팀장)	<ul style="list-style-type: none"> - 환경 서적 및 관련법 조사 - 실험에 적합한 어패류 조사 - 필리핀 바다 환경 탐사 - 물고기 키우기 - 플랑크톤 문헌 조사 - 보고서 설계 및 작성 주도 	<ul style="list-style-type: none"> - 탐구에 적합한 바다 조사 - 바다 선정 기준 협의 - 바다 탐사 계획 수립 - 바다 탐사(대기 및 수질 측정) - 자동차 매연을 활용한 수질 오염 측정 실험 실시 - 담배연기를 활용한 수질 오염 측정 실험 실시 - 바닷물의 오염도를 낮춰 수질 측정 실험 실시 - 죽도시장 조사
이진희	<ul style="list-style-type: none"> - 선박매연에 대한 뉴스 조사 - 세계의 해양환경보호법 조사 - 시중에 판매중인 대기 및 수질측정기 조사 및 구입 - 새우 키우기 - 보고서 작성 	
한다현	<ul style="list-style-type: none"> - 해양환경관리법 조사 - 대기 및 수질오염 측정방법 조사 - 수초 키우기 - 플랑크톤 채집 기획 - 보고서 작성 	

KIO 110 과

3. 탐구를 통해 알게 된 점 및 결론

- 가. 선박 매연에는 이산화황과 같은 인체에 매우 해로운 물질이 많이 포함되어 있고, 배출량도 자동차 배기가스나 공장매연 못지않게 매우 많다.
- 나. 우리나라에도 선박 매연을 규제하기 위한 법이 있기는 하지만 엄격히 규제하는 다른 나라에 비해 법이 약하고 강제력도 부족해서 거의 지켜지지 않고 있다.
- 다. 포항, 부산, 인천, 여수 등 우리가 탐구한 모든 지역에서 항구가 있는 바닷가는 항구가 없는 바닷가에 비해 대기오염 수준이 심각했다.
- 라. 선박 매연에 노출된 바닷물은 노출되지 않은 바닷물보다 수질 오염도가 높아지고, 용존산소량은 줄어들어 바닷물 속 생물들에게 악영향을 미친다.
- 마. 매연에 노출된 물속의 수초들은 노출되지 않은 물속의 수초에 비해 성장량이 뚜렷하게 적었다. 즉, 선박 매연에 노출된 바닷물 속에 사는 해초는 노출되지 않은 바닷물 속에 사는 해초보다 성장이 안 될 수 있다.
- 바. 매연에 노출된 물속의 물고기들은 노출되지 않은 물속의 물고기보다 폐사량이 많았다. 즉, 선박 매연에 노출된 바닷물 속에 사는 물고기는 노출되지 않은 바닷물 속에 사는 물고기보다 폐사량이 높을 수 있다.
- 사. 국가의 관심 및 지원과 선박 회사들의 노력, 사람들의 관심이 있다면 선박 매연을 줄여서 바다 환경을 보호할 수 있다는 것을 알게 되었다.

○ **의의[기대효과]**

- 가. 선박 매연으로 인해 항구 지역의 바다가 비항구 지역에 비해 대기 및 수질 오염이 심각함을 밝힐 수 있었다.
- 나. 선박 매연이 항구 지역 바다에 서식하는 해양생물의 생태 및 생존에 악영향을 끼침을 밝혔다.
- 다. ‘선박매연 → 대기오염 → 수질오염 → 해양생물에 악영향’의 오염 체계를 검증하였다.
- 라. 자동차와 공장 매연, 중국발 등으로 관심이 치우쳐져 있는 현재의 미세먼지의 원인에 대해 선박 매연 역시 심각한 원인임을 사람들이 인식하게 한다.
- 마. 선박 매연의 위험성에 대한 인식으로 선박 매연 규제의 필요성에 대한 관심을 환기시키고, 우리 탐구가 선박 매연에 대한 국가의 관리 및 규제의 근거자료가 되도록 한다.
- 바. 선박 매연으로부터 바다 환경과 해양 생물을 보호할 방안을 탐색하여 실제 국가 정책이나 법률 제정에 반영될 수 있도록 한다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

- 가. 우리나라를 대표하는 항구도시인 인천, 부산, 여수 등을 탐사해야 하는데 학기 중에는 거리상의 문제로 주말에 한 번 가기가 쉽지 않고 너무 늦기 전에 대구광역시로 복귀해야 하므로 어려운 점이 있었다.
- 나. 바다에 서식하는 어류로 실험을 해야 하나, 바다 어류를 우리가 교실에서 키우면서 실험을 하기는 쉽지가 않다.(수온 조절, 해수의 지속적 공급 등의 문제) 따라서 문헌 조사를 통해 우리 실험에 적합한 어류를 선정해야 한다.
- 다. 신분을 밝혔음에도 불구하고 인천항 등 일부 항구는 국가1급보안시설이라는 이유로 접근을 할 수 없게 해서 조사에 어려움이 있었다.
- 라. 매연에 오염된 물에서 키운 어패류와 수생식물, 플랑크톤 등의 체내에 어떤 성분이 축적되고 어떤 문제가 생기는지를 알기 위해서는 각 생물들의 성분분석이 필요한데 연구기관에서 협조해주지 않아서 할 수가 없었다.
- 마. 연구비가 부족하여 실험장비(측정도구, 여러 생물 등)를 충분히 살 수가 없어 실험 사례를 많이 하는데 한계가 있었다.
- 바. 실험 과정에서 일부 물고기들이 희생될 수밖에 없었다. 우리 때문에 생명이 희생된 것 같아 죄책감이 들었다.

○ **기타[달라진 점]**

- 가. 해양연구기관 몇 곳에 협조 요청을 했지만 협조를 해주지 않아서 물고기와 수초의 성분 분석을 할 수 없었다.
- 나. 해양생물들을 관리하고 키울 수 있는 장비가 없었고, 민물에 사는 생물로 실험을 해도 해양생물에 실험을 한 것과 같은 결과를 얻을 수 있다는 전문가의 조언에 따라 민물에 사는 물고기와 수초로 대체하여 실험을 진행하였다.
- 다. 플랑크톤을 채집하고 키우는데 한계가 있어 플랑크톤의 일종인 새우로 실험을 진행하였다.

5. 참고문헌

- 국토해양부 정책자료집 GPR(2012).
- 김용서(2007). 『바다의 방랑자 플랑크톤』, 상지사.
- 김용서(2016.) 『플랑크톤도 궁금해하는 바다상식』, 지성사.
- 나규환 외(2007). 『수질오염학』, 신광문화사.
- 대기연구회(2017). 『대기오염개론』. 도서출판 화수목.
- 서정민·박정호(2004). 『대기오염개론』. 두양사.
- 정문식 외(2015). 『대기오염개론』. 신광문화사.
- 채널A뉴스(2018.3.29.). “선박 1척이 트럭 50만대 미세먼지” - 숨막히는 부산
- 해양수산부 정책자료집 GPR(2016, 2018).
- KBS 뉴스(2018.5.23.). 미세먼지 기승 - 선박 대기오염 저감 대책은?
- MBC 뉴스데스크(2018.4.7.). 한국 선박만 검은 연기 - 규제 없이 평평
- Peter Castro, Michale E. Huber(2011). 「Marine Biology」, McGrawHill.
- SBS 뉴스(2018.4.22.). ‘전국 최고’ 부산 초미세먼지 주범은 항만 선박·산업단지
- 국가법령정보센터(www.law.go.kr)
- 청와대 국민청원(www.president.go.kr)

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	바다의 얼굴, 해면		
학생명	이수현, 임지후, 김지영, 김예빈	학교	소현중학교
지도교사명	김연희	학교	소현중학교

항목	내용
탐구주제	스폰지밥의 모델인 해면을 실생활에 적용 시키는 방법
탐구기간	2018년 6월 20일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	○연구율이 낮은 해면을 연구하여 사람들에게 알리고 이를 응용할 수 있는 방안을 찾기 위해서이다.
탐구내용	○해면의 흡수력을 사용 하여 해면 생리대를 제작한다. 또한 이에 대한 사람들의 인식을 조사하는 설문조사를 통해 해면 생리대의 단점으로 보완하고 도안을 완성시켜 실제 제품으로 만드는 것이다. 또한 해면의 정화 능력을 사용하여 간이 정수로 사용가능한지 그 여부를 파악하는 것이다.
탐구결과	○해면 생리대에 대한 사람들의 설문조사 결과 위생적인 부분과 비용의 문제가 크다는 것을 알게 되었다. 이를 통해 1회용으로 사용하면 비용이 커지니 해면 탈부착을 쉽게 하여 세탁을 하기 쉽게 만드는 방안을 고려해 냈다. 또한 물 정화 실험을 통해 육안으로 드러나는 변화는 해면이 가장 컸다는 사실을 알게 되어 이를 정수에 응용 할 수 있다는 결론을 얻었다.
결론 및 의의	○물 정화 실험 속에서 육안으로 만이 아닌 시약을 사용하여 이들의 수질 정도를 구분해야 하는 실험을 진행하였다. 그러나 5일이 걸리는 시간 때문에 보고서 마감일까지 결론을 내지 못하는 상황에 있어서 이에 대한 결론은 최종 발표때 결론을 낼 수 있을 것이다.





탐구 주제	스펀지밥의 모델인 해면을 실생활에 적용 시키는 방법
팀명	바다의 얼굴. 해면

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 스펀지밥에서 나오는 생물들은 모두 바다생물이다. 유일한 육지 생물인 다람이는 우주복 같은 옷을 입으며 바다 속에서 숨을 쉬며 살아간다. 그러면 스펀지밥은 무슨 생물일까. 이런 호기심을 가지고 있다가 스펀지밥이 해면이라는 사실을 알게 되었다. 그래서 스펀지밥의 모티브가 된 해면에 대해 관심을 가지게 되었고 이에 대해 자세히 알아보고 싶어서 탐구를 진행하게 되었다. 또한 이로 인해 해면에 대해 관심을 키워가고 있을 때쯤, 여성의 필수용품인 생리대에 발암물질이 검출되며 사회적인 파장을 불러 일으켰다. 발암물질이 들어있는 생리대로 언급된 생리대들은 모두 순수하고 깨끗한 이미지로 생리대를 광고하였고, 주변 친구들이 본인이 사용 중에 있는 생리대 또한 발암물질이나 유해한 화학성분이 있을지에 대한 불안감을 호소했다. 해면이 흡수력을 가지고 있다는 것을 이용해 모든 사람들이 유해한 화학성분에 대한 신체의 부작용이나 발암물질에 대한 걱정을 덜어내고 사용할 수 있는 생리대를 개발하고 싶어, 실험을 진행하게 되었다.

○ 탐구 목적

- 해면은 현재 세면용, 세안용으로만 쓰이고 있다. 현재 알려진 바로는 의약품이나 이외의 다양한 방면으로 쓰기 위해 연구 중에 있으나, 실생활에 적용이 되는지에 대한 여전한 미지수이며, 여전히 실생활에 해면을 적용시키기엔 연구가 부족하다. 그래서 이러 해면을 사람들에게 해면을 연구해야 하는 이유와 해면의 능력 등을 알리고, 실생활에서 응용 할 수 있는 방법을 찾아보기 위해 이 주제를 선정하였다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 1. 해면이란 무엇인가

- 해면을 가지고 실험을 하기 전 해면이 무엇인지 기초적인 지식을 쌓기 위한 조사이다. 조사 바탕으로 해면의 특징을 가지고 이를 응용하여 앞으로 진행 할 실험에 사용할 예정이다. 단순히 해면조사만이 아닌 현재 쓰이고 있는 용도 또한 알아보

는 것이다. 또한 전문서적을 통해 해면에 대해 전문적인 지식을 얻는 것이 목표이다.

- 2. 해면의 흡수력 실험

· 해면을 시중에서 파는 생리대와 비교를 해서 흡수력이 어느 정도인지 알아보는 실험이다. 이 실험을 통해 해면을 가지고 생리대를 만들 수 있는지 알아보고 생리대로 만들기 위해 보완해야 할 점을 찾아본다.

- 3. 해면에 대한 인식조사

· 사람들이 해면에 대해 얼마나 알고 있는지를 알아보고, 해면을 사용한 품목이 제시 되었을 때 사용할 의향이 있는지에 대한 사람들의 인식도 조사를 목적으로 한 설문조사이다. 또한 사람들에게 해면이라는 생물이 있다는 것을 알리는데에도 큰 효과를 줄 것이다.

- 4. 해면의 물 정화 실험하기

· 해면의 흡수능력 외의 물 정화 능력 알아보는 것을 목적으로 한 실험이다. 해면에 관한 첫 조사를 하던 도중 해면이 바다의 수질을 정화한다는 사실을 알게 되었다. 해수를 정수시킨다면 강이나 계곡물 또한 정수시킬 수 있는지 확인한다. 물의 질이나 성분 차이는 눈으로 보기 어려우니 수질 분석 키트를 사용 하여 색깔 변화에 따른 물의 성분을 알아볼 것이다. 그 후 해면을 사용한 정수 이를 응용하여 한 때 큰 문제였던 미세먼지 정화에 응용 할 수 있는지 알아보는 것이 이 실험의 궁극적인 목표이다.

- 5. 해면의 구조 파악하고 이를 응용하기

· 해면에는 골편이라는 조직이 있다. 이 조직은 눈으로 볼 수 없을 만큼 굉장히 작은 조직이다. 해면의 골편을 보기 위해선 해면을 잘게 잘라서 바로 현미경으로 본다 해서 보이는 것이 아니다. 복잡한 과정으로 거쳐 해면의 골편의 모습을 볼 수 있다.

- 6. 해면 생리대 사용 가능 여부 실험

· 지난번 실험으로 해면 하나만을 가지고는 생리대로 활용하기 어렵다는 사실을 알게 되었다. 그 뿐만 아니라 해면 특유의 꺼칠꺼칠한 촉감 때문에 피부와 바로 접촉시키 기엔 문제가 있었다. 이런 문제를 천이나 솜 아니면 이 외의 것들을 사용하여 촉감과 흡수력에 대한 문제를 해결하려는 실험이다.

- 7. 해면에 대해 연구원님과 함께 인터뷰하기

○ 방법

- 1. 해면이란 무엇인가

· 역할분담:

김예빈	김지영	이수현	임지후
해면의 사용 조사	해면 관찰 보고서	해면의 외,내적 특징 조사	해면의 서식지 조사

전문서적의 내용과 사전 조사했던 해면에 대한 지식을 융합하여 사용한다. 우리가 조사했던 사실에 전문서적 내용을 덧붙여 더욱 자세하고 정교한 연구를 한다.

- 2. 해면 흡수력 실험 방법

· 준비물: 해면, 스포이드, 생리대, 비커, 받침대

· 탐구과정:

- (1) 비커에 물을 400ml 정도 담고 색소를 물에 푼다.
- (2) 받침대 위에 가로 세로 4cm로 자른 해면과 생리대를 둔다.
- (3) 작은 비커에 20ml 씩 넣고, 해면과 각종 생리대를 넣어 흡수한 양을 본다.
- (4) 해면과 생리대가 최대로 흡수한 양의 차이를 확인한다.
- (5) 실험 결과를 가지고 해면을 생리대로 사용 가능하게 할 수 있는지 알아본다.

- 3. 해면 인식에 대한 설문조사

· 준비물: 우드락, 매직, 스티커, 사진

· 탐구과정: 설문지 내용

- (1) 질문 1: 해면이 무엇인지 알고 있다. (O / X)
- (2) 질문 2: 다음 중 진짜 해면은 무엇일까요? (해면, 스펀지, 스펀지밥, 현무암)
- (3) 질문 3: 해면이 실생활에 어떻게 이용되는지 알고 계시나요? (O / X)
- (4) 질문 4: 해면이 사용된 물건이 만들어진다면 사용할 의향이 있나요? (O / X)

- 4. 물 정화 실험

· 준비물: 2L페트병, 해면, 자갈, 모래, 돌, 휴지나 거즈, 가위

· 탐구과정:

		
<p>1. 2L 페트병을 2/3 크기로 자른 뒤 밑에 휴지나 거즈를 깐다.</p>	<p>2. 그 뒤 해면을 깐다.</p>	<p>3. 위에 자갈, 모래, 돌 순서로 페트병을 채운다.</p>

키오미과



<p>3. 순서대로 배치한 후 자르고 남은 부분을 받침대로 사용하여 여러 이물질 등이 섞인 3급수의 물을 붓는다.</p>	<p>4. 받침대로 흘러나온 물의 색깔과 이물질의 양을 비교하고 정화도를 각각 측정한다.</p>

- 5. 해면의 구조를 알아 보고 구조를 응용하기&천연 스펀지와 화학스펀지 구조 비교
 - 준비물: -예쁜이 해면 조직, 마이크로 튜브, 볼텍스믹서, 원심분리기, 락스, 스포이드, 광학 현미경, 프레파라트, 덮개 유리(해면의 구조 알아보는 실험)
 - 화학스펀지가 있는 프레파라트, 천연 스펀지가 있는 프레파라트, 광학 현미경(천연 스펀지와 화학 스펀지 비교 실험)
 - 탐구과정:
 - (1) 마이크로 튜브에 작은 예쁜이 해면 조직을 넣는다.
 - (2) 그 후 락스를 넣어 해면 조직을 녹인다.
 - (3) 잘 녹이기 위해 볼텍스믹서기 위에 올려놓고 해면이 사라질 때 까지 기다린다.
 - (4) 그 후 원심분리기 안에 마이크로 튜브를 넣는다.
 - (5) 꺼낸 후 마이크로 튜브의 윗부분의 락스물은 버려준다.
 - (6) 프레파라트에 남은 용액을 붓고 덮개유리로 덮은 후 관찰한다.
- 6. 해면 생리대에 대한 사람들의 인식 조사&어린이들에게 해면 알리기
 - 준비물: 하드보드지, 2절지, 질문지, A4용지, 찌꺼기
 - 탐구과정:
 - (1) 해면 생리대 홍보물 기획하기
 - (2) 홍보물 인쇄한 뒤 인근 중학교, 여성회관 등에 홍보물 부착 가능 여부 확인





(2) 허가가 된 장소에 인쇄된 홍보물을 인근 중학교, 초등학교, 여성회관에 전시

학생 대상의 스폰지밥, 해면 홍보 종이	해면생리대 홍보물	해면과 관련된 도서 홍보물
<p>초반에는 해면의 재생 과정에 대해 스폰지밥과의 대화하는 형식으로 기획하였다. 그러나 학생들의 이목을 끌기 위해서는 재미있는 요소들이 필요하다 판단되어, 인기가 많은 웹툰의 한 컷에 있는 대사를 지우고 해면과 관련된 대사를 넣었다.</p>	<p>간단하고 사람들에게 이목을 끌 수 있어야하기 때문에 글을 최소화하고 시각적인 자료를 사용하였다. A4 용지의 경우에는 일반적인 종이 크기이므로 사람들의 이목을 끌지 못할 수 있기 때문에 큰 용지인 A3 용지에 파일을 프린트하여 홍보물이 눈에 띄었다. 해면 생리대의 장점을 부각시키기 위해 일반 생리대와 대조시켜 일반 생리대의 단점을 작성했다.</p>	<p>도서를 선정한 기준은 해면에 대한 객관적인 자료가 많이 주어져야 하며 실제로 해면 자료조사 할 때 이용한 책들을 선정하였다. 도서의 수준은 유아가 읽을 수 있는 책부터 전문적인 내용을 담고 있는 대학 서적을 소개했다. 학생들의 수준이 다양하다는 의견에서 다양한 수준의 도서를 소개하게 되었다.</p>

키워드

- 7. 인터뷰 자료

·〈노충환 박사님과 함께 실시한 인터뷰〉

· 1. 우리나라에서 해면의 연구도가 다른 나라에 비해 굉장히 저조하다고 알고 있습니다. 그러한 이유를 알 수 있을까요?

- 해면에 대한 연구가 다른 나라보다 저조하다고 할 수는 없습니다. 단지 우리나라보다 일부 해양 선진국가에서 우리나라보다 적극적으로 연구를 하고 있습니다. 하지만 해면 연구를 우리나라에서도 많이 하고 있습니다.

· 2. 우리나라에서 해면의 구조와 서식지 같은 연구는 하고 있으나 실생활에 어떻게 사용할지에 대한 연구는 외국에서 주로 하고 있다고 압니다. 외국에서 그리고 한국에선 각각 해면을 어느 분야에까지 적용시키고 있나요?

- 해면은 해양생물 면에서 하등한 편에 속하지만 해면이 가진 생리 활성 물질을 이용해 질병 치료로써 의학 분야까지 적용시키고 있습니다.

· 3. 사람들이 해면에 대해 관심을 가지게 할 수 있는 획기적인 교육 프로그램이나 캠페인 같은 것이 있나요? 있다면 어떤 식으로 진행되나요?

- 아쿠아리움에 불가사리랑 물고기랑 해면이 있는데 이러한 방법으로 해면을 소개하는 정도의 교육 프로그램은 있으나 해면에 대해 국민들이 관심을 가지도록 할 프로그램은 없습니다.

- 4. 해면을 식용으로 사용 가능할까요? 그렇다면 어떤 음식과 함께 활용하고 먹었을 때 어떤 효능이 있나요?
- 해면을 식용으로 사용하지는 않습니다. 아마 맛이 없기 때문이 아닐까요.
- 5. 구체적으로 해면의 구조를 어디에 활용할 수 있을까요?
- 물속에서 좌우로 흔들리거나 파도에 부딪히는데 이 때 이 접착능력과 압력을 견디는 그런 구조를 밝혀낼 수 있다면 파도를 견딜 수 있는 구조물이나 바다 속에서 붙을 수 있는 접착제 같은 걸 개발할 수도 있지 않을까 싶습니다.
- 6. 해면을 따로 배양할 수 있는 시설이 우리나라에 있나요?
- 아쉽게도 해면을 배양하는 것이 매우 힘들어서 생리 활성 물질의 대량 생산을 위해서 배양이 필요하지만 외국과 국내에서 잘 되고 있지는 않습니다.
- 7. 해면을 생리대에 적용시키려 하는데요, 흡수력이 되게 중요하다고 생각합니다. 그래서 해면을 어떻게 활용해야 더 좋은 상품이 될까요?
- 해면의 구조를 잘 살려서 펄프나 면을 만들면 흡수력이 좋아지기 때문에 이러한 방식을 고려해보아야 할 것 같습니다.
- 8. 해면이 잘 자랄 수 있는 환경은 어떤 환경인가요?
- 해면은 어떠한 환경에도 잘 적응하기도 하고 다양한 해면이 여러 다양한 환경에서 살기 때문에 ‘특정 환경이 좋다’ 라고 확정지어 말할 순 없습니다.
- 9. 해면의 급증이나 감소로 일어날 수 있는 문제점은 무엇인가요?
- 해면도 생태계의 일부이니까, 해면을 벽돌이라 하면 해양 생태계를 담이라 할 수 있는거죠. 해면이 어떠한 불분명한 이유로 급증하거나 감소하면 해면이 속한 생태계도 무너지게 됩니다.
- 10. 해면을 ‘강력한 생물 펌프’ 라고도 하잖아요, 해면을 정화 관련 시설에 활용해볼 수도 있지 않을까요?
- 해면이 플랑크톤과 바닷물을 흡수해서 플랑크톤을 남기고 바닷물을 내보내잖아요, 그래서 이런 구조를 밝혀내서 응용할 수 있다면 충분히 부유물질을 정화하는데 도움이 될 것이라고 생각합니다.
- 11. 저희가 접한 기사에 의하면, 해면의 의약품 개발을 진행 중에 있다고 하는데, 의외로 의약품 개발이 더디며 실생활 활용이 어렵다는 소식을 일산 킨텍스의 과학창의 축전에서 국립 해양생물 자원관 부스로부터 들었습니다. 이유는 무엇인가요?
- 가장 중요한 것은 우선 새로운 물질이 사람한테 잘 맞아야 하고, 그 벽으로 넘는다 하더라도 약으로 사용하려면 굉장히 많은 해면을 키워서 거기서 추출을 해

야하는데 해면을 대량으로 배양하고 키우기가 어렵기 때문에 새 물질을 발견해도 약으로 생산되기까진 굉장히 오랜 시간이 걸립니다.

○ 결과

- 1. 해면이란 무엇인가

해면의 구조	해면의 생식 방법	해면의 종류
해면동물 통과하는 물의 흐름을 많이 요구하여 깃세포의 표면적이 넓어짐. 성장하며 구조적 지지가 필요해 투명 규산질 혹은 석회질 골편을 지님	무성생식과 유성생식 둘 다 가능. 무성생식은 분지 혹은 출아에 의해 분리 성장함. 유성생식은 깃세포와 유주세포가 변형하여 배우자 역할을 함	얇거나 바위나 죽은 산호 위에 사는 피복해면동물, 심해에 사는 유리 해면, 탄산칼슘으로 이루어진 곳에서 사는 천공 해면 등등이 있음

· 전문서적 내용: 해면동물은 특수화된 세포의 집합이라 할 수 있다. 해면동물은 세포 수준으로 구성되는데 이것은 세포가 대체로 서로서로 독립적이어서, 참된 의미의 조직과 기관을 형성하지 않음을 의미한다. 해면동물은 다세포 동물중 구조적으로 가장 간단하다. 그래서 원생동물도 후생동물도 아닌 측생동물로 분류되고 있다. 해면은 표면에 있는 많은 작은 구멍 혹은 소공으로 들어온 물속의 플랑크톤과 유기물 입자들을 여과 섭식하는 일련의 수관계를 형성한다.

해면의 세포 구조	해면의 구조	해면의 생식 방법	해면의 종류
- 해면의 세포는 편평세포, 소공세포, 깃세포로 이루어져 있다. 외부 표면은 편평세포라는 납작한 세포로 덮여 있으며 관 모양의 소공세포로 pore cell의 현미경적 구멍들을 통하여 물이 들어 올 수 있다. 또한 물은 깃세포 혹은 choanocyte들로 줄지어진 큰 섭식 방으로 들어온다.	- 물은 하나의 대공을 통과하지 않고 여러 대공을 통과한다. 이렇게 구조가 복잡해지는 것은 면적 증가와 관련이 있고 물의 흐름이 증가된 복잡성은 해면동물을 통과하는 물의 흐름을 더 많이 요구함으로써 깃세포의 표면적을 더 넓혔다. 성장하면서 해면은 구조적 지지가 필요해진다. 대부분은 지지체로서 여러 모양과 크기의 투명 규산질 혹은 석회질 골편을 가진다.	- 해면은 유성과 무성생식 둘 다 가능한 동물이다. 실제 많은 해면동물이 분지 혹은 출아에 의해 원래 개체와 같은 해면동물로 분리 성장하는 무성 생식을 한다. 또한 배우자를 생성하는 유성생식도 한다. 대부분의 동물과 달리, 해면동물 배우자는 생식소에서 만들어지지 않는다. 대신 특수화된 깃세포 혹은 유주세포가 배우자로 발달한다.	- 해면에는 얇고 때로는 바위나 죽은 산호 위에서 자라는 피복해면동물, 심해지에 박혀 사는 유리해면, 굴껍데기나 산호 같은 탄산칼슘으로 된 얇은 길을 뚫는 천공해면 등등 다양한 해면의 종류가 있다.

키오 미노 파

- 2. 해면의 흡수력 실험

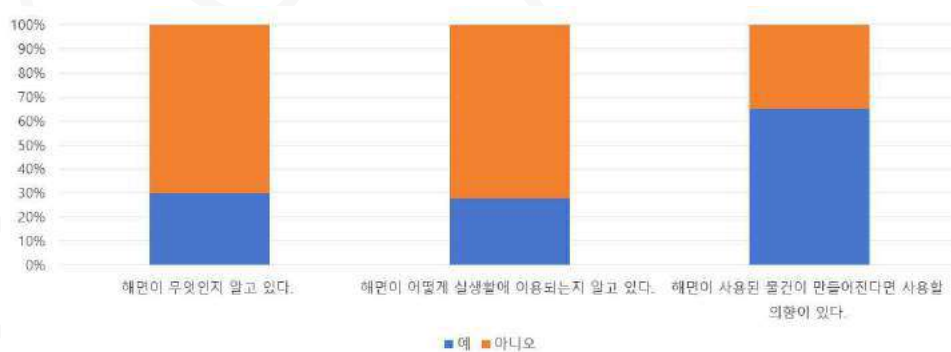
종류	흡수한 물의 양		
해면	4ml	4ml	4ml
오씨본(생리대)	30ml초과	30ml초과	30ml초과
좋은느낌	6ml초과	6ml초과	6ml초과
바디피트	11ml	9ml	8ml
이츠미	10ml	17ml	17ml
화이트	8ml	5ml	4ml

· 해면이 같은 면적의 생리대보단 흡수력이 낮다는 사실을 알 수 있었다. 해면 하나만을 가지고는 생리대의 역할을 개체하기 힘들고, 젖기 전의 촉감은 매우 곱끄러워 바로 사용하기엔 힘들다는 점을 알 수 있었다. 면과 다른 재질들을 가지고 해면과 결합하여 사용한다면 흡수력이 상승하고 해면의 촉감을 보완 할 수 있을 것이다.

- 3. 해면에 대한 설문조사 (1)

· 사람들에게 해면이라는 것을 알리고 이것에 대한 쓰임새와 해면을 활용한 물품 사용 여부를 물어보는 실험을 했다. 결과는 다음과 같다.

- Q1. 해면이 무엇인지 알고 있다. (O/X)
- Q2. 다음 중 진짜 해면은 무엇인가요? (해면, 스펀지, 스펀지밥, 현무암)
- Q3. 해면이 실생활에 어떻게 이용되는지 아시나요? (O/X)
- Q4. 해면이 사용된 물건이 만들어진다면 사용할 의향이 있으시나요? (O/X)



- 4. 인근 중학교, 용인시 여성회관, 용인 자원봉사센터 등에 붙인 홍보지



- 5. 핵심 인터뷰 내용

- 3. 사람들이 해면에 대해 관심을 가지게 할 수 있는 획기적인 교육 프로그램이나 캠페인 같은 것이 있나요? 있다면 어떤 식으로 진행되나요?
 - 해면을 소개하는 정도의 교육 프로그램은 있으나 해면에 대해 국민들이 관심을 가지도록 할 프로그램은 없습니다.
- 5. 구체적으로 해면의 구조를 어디에 활용할 수 있을까요?
 - 물속에서 좌우로 흔들리거나 파도에 부딪히는데 이 때 이 접착능력과 압력을 견디는 그런 구조를 밝혀낼 수 있다면 파도를 견딜 수 있는 구조물이나 바다 속에서 붙을 수 있는 접착제 같은 걸 개발할 수도 있지 않을까 싶습니다.
- 7. 해면을 생리대에 적용시키려 하는데요, 흡수력이 되게 중요하다고 생각합니다. 그래서 해면을 어떻게 활용해야 더 좋은 상품이 될까요?
 - 해면의 구조를 잘 살려서 펄프나 면을 만들면 흡수력이 좋아지기 때문에 이러한 방식을 고려해보아야 할 것 같습니다.
- 10. 해면을 ‘강력한 생물 펌프’ 라고도 하잖아요, 해면을 정화 관련 시설에 활용해볼 수도 있지 않을까요?
 - 해면이 플랑크톤과 바닷물을 흡수해서 플랑크톤을 남기고 바닷물을 내보내잖아요, 그래서 이런 구조를 밝혀내서 응용할 수 있다면 충분히 부유물질을 정화하는데 도움이 될 것이라고 생각합니다.



· 11. 저희가 접한 기사에 의하면, 해면의 의약품 개발을 진행 중에 있다고 하는데, 의외로 의약품 개발이 더디며 실생활 활용이 어렵다는 소식을 일산 킨텍스의 과학창의 축전에서 국립 해양생물 자원관 부스로부터 들었습니다. 이유는 무엇인가요?

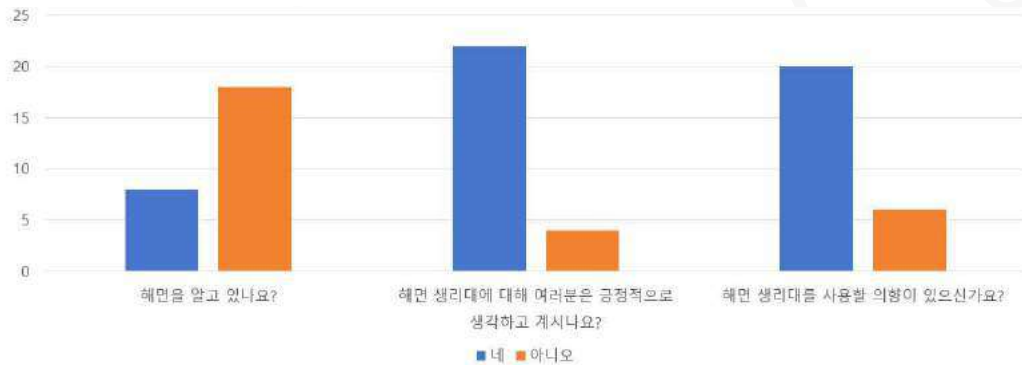
- 가장 중요한 것은 우선 새로운 물질이 사람한테 잘 맞아야 하고, 그 벽으로 넘는다 하더라도 약으로 사용하려면 굉장히 많은 해면을 키워서 거기서 추출을 해야하는데 해면을 대량으로 배양하고 키우기가 어렵기 때문에 새 물질을 발견해도 약으로 생산되기까지 굉장히 오랜 시간이 걸립니다.

- 해면에 대한 인식 조사

Q1. 해면이 무엇인지 알고 있다. (예, 아니오)

Q2. 해면 생리대에 대해 여러분은 긍정적으로 생각하고 계신가요? (예, 아니오)

Q3. 해면 생리대를 사용할 의향이 있으신가요? (예, 아니오)



- 물 정화 실험 결과

· 수지도서관 쪽에 위치한 3급수 정도의 탄천의 물을 사용하여 해면의 물 정화 능력을 테스트하였다. 테스트 결과 해면의 물 정화기능 실험을 하였다. 육안으로 보았을 때 해면으로 정수한 물의 색깔이 다른 것들로 실험했을 때 보다 맑다는 것을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 물에 있던 이물질도 다른 것들에 비해 많이 걸러내었다는 것을 알 수 있었다.

- 해면 생리대 사용 가능 여부 실험

· 해면의 흡수력을 다른 물건들과 합하여 실험해보는다면 흡수력이 증가한다는 사실을 알게 되었다. 면 생리대와 해면을 같이 사용하면 흡수력이 일반 생리대와 비슷하다는 사실을 알게 되었다. 최근 생리대에서 발암 물질이 나와 사람들이 생리대에 관한 안전성 문제를 심각하게 여기고 있다. 면 생리대에는 전혀 발암물질이 없으며 해면 또한 바다에서 나온 천연 생물이다. 면 생리대는 해면의 저조한 흡수력을 올려주는 역할을 하며 이뿐만 아니라 해면의 꺼칠꺼칠한 표면을 보완해 줄 수 있다. 심지어 발암물질이 나오지 않기 때문에 사람들의 건강상에 큰 문제를 일으키지 않을 수 있다. 이런 면을 보아 해면 생리대는 만들 수 있다고 결론지었다.



· 결론 도출에 이어 해면 생리대에 대한 사람들의 생각을 물어보았다. 해면 생리대에 관한 설문조사를 한 결과 해면의 구조를 보는 실험을 하였는데 이 실험을 통해 선 천연 해면 즉, 천연 스펀지와 화학 스펀지의 차이를 구분하였다. 단순히 화학적으로 만들고 천연이라는 것이 아니라 화학 스펀지는 구조가 촘촘한 반면, 천연 스펀지는 화학 스펀지에 비해 촘촘한 구조가 아니라는 것을 알게 되었다. 이를 통해 사람들에게 화학 스펀지와 천연 스펀지의 확실한 차이를 보여 줄 수 있었다. 또한 해면의 구조 중 하나인 곱편을 눈으로 직접 보아 해면의 구조에 대해 더욱 자세히 알 수 있었던 계기가 되었다.

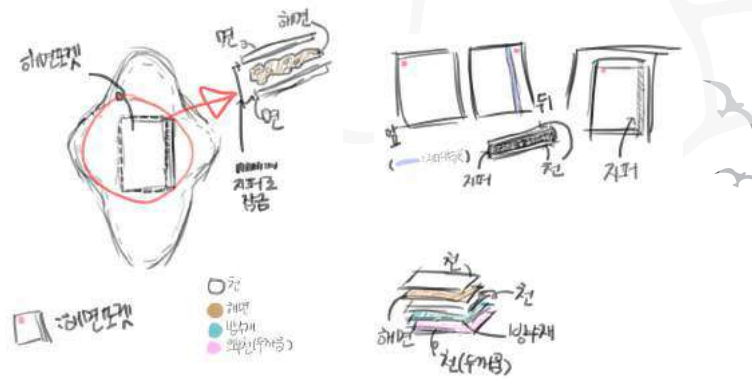
○ 팀원의 담당 역할

- 임지후: 총무, 답사, 실험 준비물 준비, 실험 진행, 통계 정리, 대본정리, 실험 사진 촬영, 인터뷰 실시
- 이수현: 답사 장소 사전조사, 답사, 보고서 작성, 설문조사 진행, 통계 정리, 보고서 작성, 실험 진행, 인터뷰 질문 기획
- 김지영: 실험 준비물 준비, 답사, 실험 진행, 발표 대본 준비, 파워포인트 기획, 설문조사 진행, 인터뷰 질문 기획
- 김예빈: 활동 사진 촬영, 답사, 각종 일정 및 담당 역할 정리, 설문조사 진행, 보고서 작성, 파워포인트 제작, 인터뷰 일정 잡기

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 설문조사를 하면서 사람들의 의견을 들어 보았다. 많은 사람들이 “1회용이면 비싸지 않을까 그렇다고 계속 사용하자니 손으로 직접 빨기도 애매하다” 라는 말씀을 남겨 주셨다. 또한 해면 생리대와 일반 생리대의 차이를 명확히 알려 주지 않아서 설문 하는데에서 어느 정도 한계가 있었다고 하셨다. 우리는 이런 점을 바탕으로 하여 기존 면 생리대는 빨기가 힘들지만 해면이 흡수를 도와주기 때문에 이 전보단 세탁이 쉬울 것이라는 결론을 도출해 냈다. 결국 해면과 생리대를 분리해서 물에 씻은다음 삶거나 건조대에 넣어놓는 형식으로 살균을 해내면 될 것이다. 또한 분리해 낼 수 있게 뒷부분을 지퍼 형식으로 하여 해면 살균하기 쉽게 꺼냈다 뺐다 하는 용도로 만들어 냈다.



(해면 생리대 도안)

○ 의의(기대효과)

- 해면을 활용하여 생리대와 같이 일상생활에 꼭 필요한 물품을 만들어 내면 사람들이 해면에 대한 거부감이 줄어들 것이다. 또한 추후에 해면의 성분을 이용한 의약품이 나올 수도 있다는 사실을 홍보하여 실제 제품이 나왔을 때 구매 유도를 할 수 있을 것이다. 이와 같이 이번 연구를 통해 사람들에게 해면을 알리고, 해면을 이용한 다양한 상품개발 및 사람들의 인식 변화를 고대하고 있다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 가장 어려웠던 점은 해면에 대한 실질적인 연구 등이 다른 해면 생물과 상대적으로 덜 이루어지다 보니, 대회에 필요한 정보를 얻을수 있는 기회가 현저히 적었다. 해면에 대한 정보를 얻기 위해 해면생물학의 전공 서적을 구매하였으나, 해면에 관련된 내용은 약 두 장 남짓했으며 해면에 대한 내용이 기재가 되지 않은 전공 서적들도 있었다. 또한 해면을 조금 더 알아보기 위하여 박사님과 연구원님들께 도움을 청했으나 전문적으로 해면동물을 연구하는 기관들이 없었으며 연락이 닿은 연구사 분들께서 ‘해면동물’을 해수면, 즉 바다의 표면으로 이해하셔서 심층적인 해면에 대한 연구를 할 수 없었다. 이 뿐만 아니라 국내 연구원분들이 적어 여러 곳에 도움을 구하기 힘들었다.

○ 알게 된 점

- 첫 조사 때는 해면이 원생동물이라는 것을 알았다. 그러나 지금은 해면이 원생동물이며 원생동물의 구조와 해면의 구조에 대해 더 자세히 알게 되었다. 뿐만 아니라 우리 일상속에서 쓰이는 그래스, 실크 파인 과 같은 해면 뿐만 아니라 예쁜이 해면 같이 모양이 다양하고 사람보다도 큰 해면이 있다는 것을 알게 되었다. 또한 해면을 다른 물건들과 같이 사용한다면 흡수력이 높아진다는 사실을 알 수 있었다. 또한 면생리대와 해면을 결합하여 흡수력이 더 좋고 해면의 촉감도 보완하고, 발암물질도 나오지 않는 생리대를 만들어 낼 수 있다는 사실을 알게 되었다.



○ 기타

날짜	견학 장소&할 내용	
7/24	2차 실험 계획 보고서 작성	해면 자체로는 생리대 역할을 하기에 힘들다는 점을 보완하기 위해 다른 재료들과 융합해서 실험을 할 계획 세우기



날짜	견학 장소& 할 내용	바뀐 내용& 이유
7/16	실험 계획 보고서 작성	해면의 2차 흡수력 실험이 물 정화 실험으로 바뀌었다. 바뀌게 된 이유는 뒤에 해면 생리대에 관해 설문조사를 할 예정이어서 묶어서 하기로 결정하였다.

8/1	경기도 해양 수산 자원 연구소	해양 수산 자원관에 견학을 가서 다양한 해면의 종류들을 보고 그 외의 다양한 생물들 탐구
-----	------------------	---



8/2	해면의 흡수력 비교 실험	경기도 해양 수산 자원 연구소에 가서 실험을 할 예정이었지만 연구원분들께서 해면을 해수면으로 착각하셔서 다른 실험을 준비하셔서 일정을 취소하고 남은 흡수력 비교 실험을 하게 되었다.
-----	---------------	---

8/10	해면의 정화 기능 알아보기	해면에도 정화 기능이 있는지 알아보고 이를 응용할 수 있는지 확인하기
------	----------------	--

8/16	해면의 정화 기능 실험&보고서 작성	더러운 물을 정수시킬 수 있는 능력이 있는지에 대한 실험 실시 하여 정화 기능 살펴보기 그 결과를 보고서 작성
------	---------------------	---



8/11	일산 킨텍스 과학 창의 축전	해면의 정화기능을 앞부분에 끝낸 후 일산 과학 축전에 참가해서천 해양생물자원관엿 운영하는 해면에 관한 부스에 참석하여 해면의 구조와 쓰임새를 연구하고 음
------	-----------------	---

&

키워드



8/16	설문지 조사	해면을 생리대로 실험 가능한 지에 관한 실험을 하며 만들었던 해면 생리대를 활용하여 사람들에게 해면 생리대에 대한 인식 조사하기
------	--------	---

8/25	활동 홍보	그동안 해면 연구 하면서 알아냈던 점과 해면의 유용성에 대해 사람들에게 홍보하기
------	-------	--



8/24	전문적인 수질 성분 검사	물 정화 실험을 하며 같이 할 예정이었지만 예정보다 실험키트가 너무 늦게 도착. 실험 결과를 도출해 내기까지 5일이 걸리는 상황이므로 결론은 최종 발표 때 참가 가능
------	---------------	--

5. 참고문헌

- 해양생물학 Marine Biology 8th Edition - Peter Castro, Michael E. Huber (2015년 2월 1일)
 『해양생물학 Marine Biology 8th Edition』 해양생물학교재편찬위원회 옮김, 홍성윤 감수, 서울, 대한민국, p. 138~141

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	S.O.S (Save Organisms of Sea)		
학생명	강준석, 이제현, 최찬경	학교	서울상암중학교
지도교사명	류미나	학교	서울상암중학교

항목	내용
탐구주제	자연 친환경적 EM효소로 적조현상 개선 방안 연구
탐구기간	2018년 6월 18일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	○적조현상을 없애기 위해 친환경적으로 알려져 있는 EM이 발생시킬 수 있는 부작용을 사전 검증하기 위해, 해양생물을 이용하여 EM과 촉매제에 의한 해양생물의 생태학적 변화를 관찰함으로써 해양환경이 개선 될 수 있다는 것을 증명하고자함.
탐구내용	○적조와 비슷한 오염수 만들기 ○적조해결을 위한 가장 효과적인 EM종류와 투입 비율정하기 ○EM으로 해양수질개선 최적화 조건 탐구- 다양한 촉매제를 첨가하여 실험 관찰 ○EM과 촉매제로 해양생물의 생태학적 변화 탐구-활동도, 개체 수, 외부 형태변화
탐구결과	○최종적으로 가장 효과적인 EM의 종류는 EM원액 0.5%였고, 가장 적합한 촉매제는 황토로 결정됨. ○수질개선수치검사 결과 (PH, 용존산소량, 인산성인) 수조1 EM+황토(촉매제) >> 수조2 EM >> 수조3 투입물질없음 순으로 수질개선됨. ○해양생물의 생태학적 변화 결과 수조1 EM+황토(촉매제) >> 수조2 EM >> 수조3 투입물질없음 순으로 해양생물이 건강함.
결론 및 의의	○적조를 해결하는 기존의 황토를 뿌리는 일시적인 방법이 아닌, 친환경 미생물을 투입하여 플랑크톤의 시체들을 분해함으로써 장기적으로 2차 피해를 막을 수 있을 것으로 예상됨. 친환경 미생물 (EM)과 촉매제를 투입하여 장기적으로 해양환경 개선에 영향을 줄 수 있다.





탐구 주제	자연 친환경적 Effective Micro-organisms(EM)효소로 적조현상 개선 방안 연구
팀명	S.O.S (Save Organisms of Sea)

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 화학적 성분이 아닌 친환경 제품인 EM의 유익한 미생물들이 적조로 인해 죽은 플랑크톤 사체들을 분해하여 플랑크톤 사체들의 부패로 인한 2차 해양 환경오염으로 홍합과 전복양식장에 있던 어패류들이 먹을 수 없는 상태가 되어 많은 어부들이 생계유지에 위협을 받고 또한 해양생태계까지 나쁜 영향을 끼친다는 것을 알고, 적조현상이 왜 그런 위협을 주는지, 그리고 적조현상이 왜 발생하는지 등에 대한 것과 이 적조현상을 막을 수 있는 방법도 알아보고 싶었습니다.
- 적조현상에 대한 좀 더 효과적인 방법을 고민하던 중 EM을 생각했습니다. 이미 강, 호수의 오염된 물을 정수하는 EM이 사용되고 있었기에 바다의 적조현상에도 효과가 있을지 궁금했습니다. 화학적 성분이 아닌 친환경제품인 EM의 유익한 미생물들이 적조로 인해 죽은 플랑크톤 사체들을 분해하여 플랑크톤 사체들의 부패로 인한 2차 해양환경오염을 최대한 막을 수 있고 충분히 오염 물질들을 충분히 없앨 수 있다고 생각했습니다.

○ 탐구 목적

- 적조현상을 없애기 위한 친환경적으로 알려져 있는 EM이 발생시킬 수 있는 부작용을 사전 검증하기 위해, 해양생물을 이용하여 EM에 의한 생태학적 변화를 관찰함으로써 건강한 해양생물 살리기를 할 수 있다는 것을 증명하고자 합니다.
- EM은 Effective Micro-organisms 의 약자로 ‘유용한 미생물 군’ 이라는 의미로 효모, 유산균, 광합성 세균 등 인류가 오래전부터 식품의 발효 등에 이용해왔던 80여종의 미생물이 들어있어 천연유기농비료, 악취제거, 식품산화방지, 수질정화, 독성제거 등에 탁월한 효과가 있다고 검증되어 우리 일상생활에서 세제 대용이나 샴푸 대용 등 다양하게 사용되고 있습니다. EM은 미생물이기 때문에 플랑크톤 사체나 오염된 환경물질들을 분해하여 환경오염의 악순환을 막을 수 있을 것으로 기대해봅니다. 때문에 EM을 활용하고 EM을 활성화 할 수 있는 친환경 성분의 촉매제를 찾아서 적조 문제 해결방안을 찾아 해양생물과 환경개선에 영향을 주는지를 탐구해보고자 합니다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 이론적 배경 및 사전 조사

- 1. 적조현상에 대하여

- 여름철만 되면 적조가 발생하여 물고기들이 떼죽음 당하는 것을 막기 위해 황토를 뿌린다는 기사를 종종 접하게 된다. 적조는 단어 그대로 ‘붉은색 조류’이다. 조류는 식물성플랑크톤과 해조류를 뜻하는데, 여기에서는 식물성플랑크톤을 말한다. 결국 적조란 ‘붉은색 식물성플랑크톤’이다.
- 식물성플랑크톤은 광합성을 하기 위해 햇빛과 영양분이 풍부한 환경을 좋아한다. 장마철에 비가 많이 오면 육지에 있는 영양분이나 생활하수를 비롯한 각종 오염된 물이 강을 통해 바다로 흘러들면, 바다는 영양 과다 상태가 되어 식물성플랑크톤이 필요 이상으로 많아진다. 이처럼 식물성플랑크톤이 급증하여 바다의 색이 변하는 현상을 적조라고 한다.
- 적조가 발생하면 물속의 산소농도가 낮아져 물속의 산소로 호흡하는 어패류들이 떼죽음을 당하고 플랑크톤들이 물고기의 아가미를 막아 질식사시키기도 한다. 또한 독성이 있는 플랑크톤의 독성으로 인해 해양생물들이 죽기도 하는데, 이렇게 죽은 물고기나 조개를 인간이 먹으면 인간도 독성물질에 노출될 수밖에 없다. 때문에 적조는 어업과 양식업에 큰 영향을 미친다.
- 바다에 황토를 뿌리면 적조 현상을 어느 정도 없앨 수 있다. 미세한 황토에 식물성 플랑크톤이 달라붙어 무게로 인해 가라앉게 하거나, 황토에 포함된 광물이 식물성 플랑크톤의 세포를 터뜨려 죽이는 것이다.

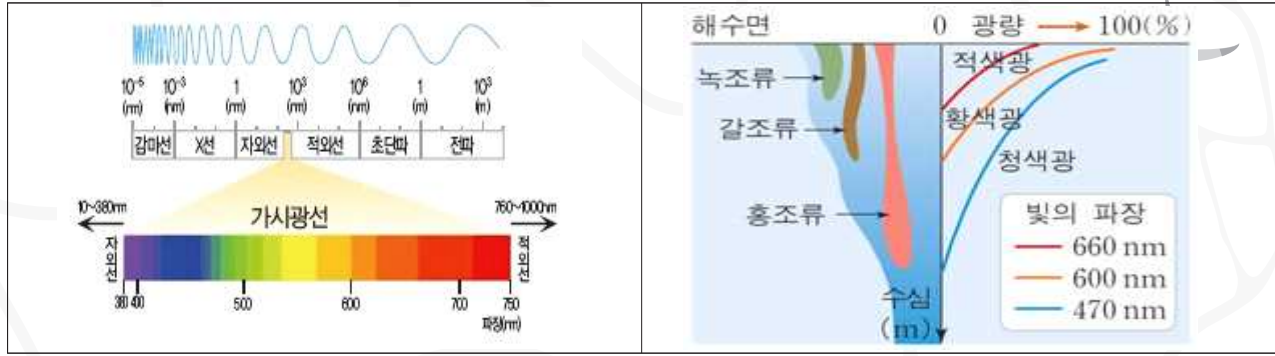
- 2. EM이란?

- EM은 Effective Micro-organisms 의 약자로 ‘유용한 미생물 군’이라는 의미로 효모, 유산균, 광합성 세균 등 인류가 오래전부터 식품의 발효 등에 이용해왔던 80여종의 미생물이 들어있어 천연유기농비료, 악취제거, 식품산화방지, 수질정화, 독성제거 등에 탁월한 효과가 있다고 검증되어 우리 일상생활에서 세제 대용이나 샴푸 대용 등 다양하게 사용되고 있다.

- 3. 수질오염수치에 관한 조사

- pH (산성도): 용액 속의 녹아있는 이온 농도로, 용액 1L 속에 존재하는 수소 이온수를 말한다. pH 7이 중성이다. pH가 7 초과인 것을 염기성 pH 7 미만인 것은 산성이다.
- 용존 산소량: 수중에 용해되어 있는 분자 상태의 산소를 말한다.
- 화학적 산소 요구량 : 물속의 미생물이 산소가 존재하는 상태에서 유기물을 분해, 안정시키는데 요구되는 산소량이다.
- 인산염: 합성세제에는 인(P)이 포함되어 있다. 세제가 하천으로 흘러가게 되면 산소와 결합해 인산염(PO_4^{3-})가 된다. 즉 인산염이 많을수록 오염도가 높은 것이다.
- 질산염: NO_3^- 는 산화·환원되는 과정 중에 발생하므로, NO_3^- 는 폐수 등에서 찾을 수 있다. 즉, NO_3^- 가 많을수록 오염도가 높은 것이다.

- 4. 자외선과 빛의 파동의 원리



· 빛의 파장이 짧을수록 수심 깊이까지 영향이 미친다. 자외선으로 갈수록 파동이 짧아지는 것을 볼 수 있다.

○ 탐구실험 진행 방법

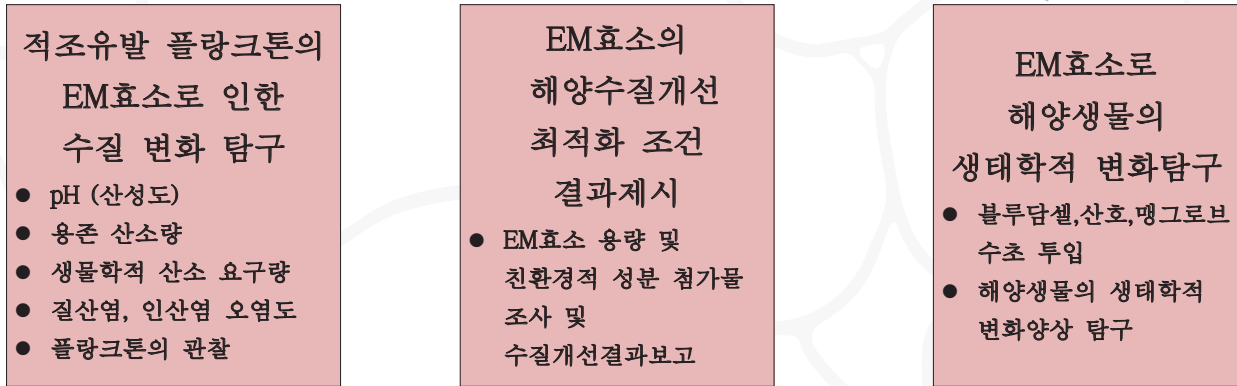
- ① 적조유발 플랑크톤의 EM효소로 인한 수질변화 탐구
- ② EM으로 해양수질 개선 최적화 조건 탐구
- ③ EM과 촉매제로 해양생물의 생태학적 변화 탐구

● 수조를 3가지로 나누어 실험함






○ 내용 <탐구 목표 및 탐구방향과에 관한 모식도>

자연 친환경적 Effective Micro-organisms(EM)효소로
적조현상 개선 방안 연구





















자연 친환경적 EM효소를 이용한 적조현상 정화로 건강한 해양생물 살리기

○ 과정

1차 실험							
목 적	■적조와 비슷한 오염수 만들기 ■빛의 종류에 따른 적조물의 수질 변화 비교						
준비물	■수조3개 (수조1: 자외선노출, 수조2:LED전등, 수조3:실내조명) ■플랑크톤, 라이브락, 수온조절기, 박테리아						
실험 내용 및 결과	수조3개를 준비하여 자외선과 LED전등, 실내등에 노출시키고 플랑크톤과 라이브락, 박테리아를 투입하고 산소를 차단시켜 적조와 비슷한 오염수를 만든다.						
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">수조1: 자외선에 노출</td> <td style="width: 33%;">수조2:LED전등에 노출</td> <td style="width: 33%;">수조3: 실내등에 노출</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	수조1: 자외선에 노출	수조2:LED전등에 노출	수조3: 실내등에 노출			
수조1: 자외선에 노출	수조2:LED전등에 노출	수조3: 실내등에 노출					
							
	자외선에 노출된 수조가 가장 빠르게 붉은 빛을 띄면서 변했고 그다음은 LED전등의 수조가 변했다. 실내등에 있던 수조는 거의 변화가 없다.						

KIO MIO 과

2차 실험													
목적	<ul style="list-style-type: none"> 수질측정 비교- pH, 인산성인, 용존산소량, 화학적산소요구량, 질산염, 암모니아 비교 												
준비물	<ul style="list-style-type: none"> pH, 인산성인, 용존산소량, 화학적산소요구량, 질산염, 암모니아 수질키트, 시험관, 스포이드, 페트리디쉬 												
실험 내용 및 결과	<table border="1"> <tr> <td>pH 산성도 측정</td> <td></td> <td>질산염 측정</td> <td></td> </tr> <tr> <td>용존산소량 측정</td> <td></td> <td>인산염 측정</td> <td></td> </tr> <tr> <td>화학적산소요구량</td> <td></td> <td>암모니아성 질소 측정</td> <td></td> </tr> </table>	pH 산성도 측정		질산염 측정		용존산소량 측정		인산염 측정		화학적산소요구량		암모니아성 질소 측정	
	pH 산성도 측정		질산염 측정										
	용존산소량 측정		인산염 측정										
화학적산소요구량		암모니아성 질소 측정											
<ul style="list-style-type: none"> 측정결과 실험1»실험2»실험3 순으로 오염도가 심하게 나옴 pH산성도 측정결과 세분화된 키트가 필요함 													



키오 파

3차 실험																	
목 적	<ul style="list-style-type: none"> ■ 적조해결을 위한 가장 효과적인 EM종류와 투입 비율정하기 ■ pH, 인산성인, 용존산소량 비교 후 결정함 																
준비물	<ul style="list-style-type: none"> ■ pH, 용존산소량, 인산성인 수질검사키트, 시험관, 스포이드, 페트리디쉬 																
실 험 내 용 및 결 과	<p>EM투입량 정하기 - 가장 효과가 좋은 비율을 알아보기 위하여 EM분말, 활성액, 원액을 투입하여 0.1%,1%,10%의 적조와 비슷한 오염수를 만든다.</p> <p>- EM투입 직후, 6시간, 12시간, 18시간, 24시간 간격으로 pH, 인산성인, 용존산소량 측정</p>																
																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">인산성인</th> <th style="width: 25%;">원액</th> <th style="width: 25%;">분말</th> <th style="width: 25%;">활성액</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10분후</td> <td>약1.5</td> <td>약0.7</td> <td>약0.8</td> </tr> <tr> <td>3시간후</td> <td>약0.5</td> <td>약0.7</td> <td>약0.1</td> </tr> <tr> <td>변화량</td> <td>약1 감소됨</td> <td>변화없음</td> <td>약0.7 감소됨</td> </tr> </tbody> </table>	인산성인	원액	분말	활성액	10분후	약1.5	약0.7	약0.8	3시간후	약0.5	약0.7	약0.1	변화량	약1 감소됨	변화없음	약0.7 감소됨
	인산성인	원액	분말	활성액													
	10분후	약1.5	약0.7	약0.8													
	3시간후	약0.5	약0.7	약0.1													
변화량	약1 감소됨	변화없음	약0.7 감소됨														
<p>*원액의 수질변화 수치가 가장 좋았으므로 EM원액으로 실험 결정</p>																	
<p>EM원액으로 실험하기 위해서 0.1%,0.5%,1%,3%,5%로 나눈 후 10분후, 6시간, 12시간, 18시간, 24시간 측정하여 효율적인 비율찾기</p>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 45%;"> <p>용존산소량</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p> </td> <td style="width: 55%; text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td> <p>pH측정</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p> </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td> <p>인산성인</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p> </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	<p>용존산소량</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p>		<p>pH측정</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p>		<p>인산성인</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p>												
<p>용존산소량</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p>																	
<p>pH측정</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p>																	
<p>인산성인</p> <p>* 0.5%, 1%, 3%의 수치가 가장 안정적으로 변화했다.</p>																	
<p>* 결과- 0.5%,1%,3%의 EM원액비율 첨가한 오염수에 촉매제투입결정</p>																	

4차 실험

목적

■EM으로 해양수질개선 최적화 조건 탐구- 다양한 축매제를 첨가하여 실험 관찰 후 최적의 EM활성 축매제를 찾는다.

준비물

■ 달걀껍질(탄산칼슘), 커피찌꺼기(카페인), 황토, 숯(탄소), 수질검사키트 (pH, 용존산소량, 인산성인) 시험관, 스포이드, 페트리디쉬

■EM투입량 정하기 - 가장 효과가 좋은 비율을 알아보기 위하여 0.5%, 1%, 3%의 EM원액을 투입하였다.

■필요한 적조와 비슷한 오염수 - 오염수 + EM 비율 (0.5%, 1%, 3%)

〈 실험수의 양 〉 EM비율 맞추어 실험수 만들기

인산성인 측정에 필요한 실험수 - 10mL
 용존산소량 측정에 필요한 실험수 - 16mL
 pH 측정에 필요한 실험수 - 약 10mL
 각 시험관에 총 40mL 의 실험수 필요



〈 축매제의 양 〉

- 실험수 40mL에 1M, 10%의 축매제를 사용하기로 했다.
 (※ 1M = 100g/L , 1=10g/100mL < 10%의 농도 >)
 → 짧은 시간 동안 최대의 효과를 비교 실험하기 위함이다.
 - 1M=10%이므로 40mL의 10%인 축매제 4g씩을 각각 측정하여 투입하였다.



실험
방법
및
결과

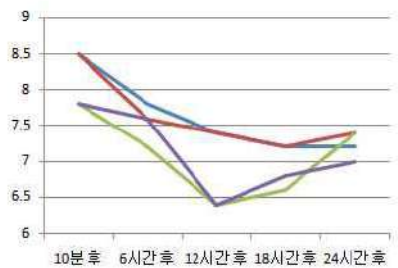
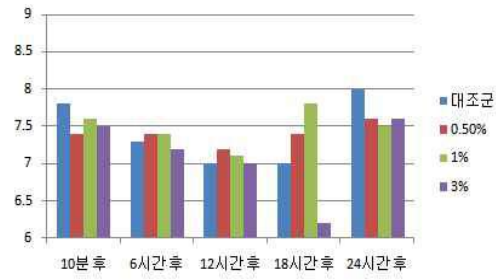
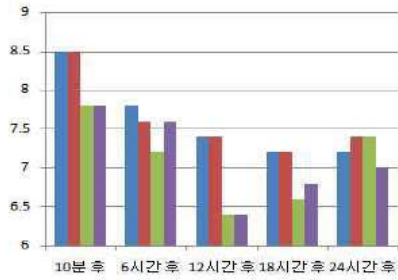
〈 시험관의 개수 〉

축매제 4가지와 EM비율 4가지 → 16개의 시험관 필요
 인산성인 검사에 각 축매제에 4개씩 필요 → 총 16개
 용존산소량 검사에 각 축매제에 4개씩 필요 → 총 16개
 → 총 48개의 시험관으로 나누어 실험함.



pH						pH					
커피찌꺼기(카페인)						황토					
	10분후	6시간후	12시간후	18시간후	24시간후		10분후	6시간후	12시간후	18시간후	24시간후
0%	약8.5	약7.8	약7.4	약7.2	약7.2	0%	약7.8	약7.3	약7	약7	약8
0.5%	약8.5	약7.6	약7.4	약7.2	약7.4	0.5%	약7.4	약7.4	약7.2	약7.4	약7.6
1%	약7.8	약7.2	약6.4	약6.6	약7.4	1%	약7.6	약7.4	약7.1	약7.8	약7.5
3%	약7.8	약7.6	약6.4	약6.8	약7.0	3%	약7.5	약7.2	약7	약6.2	약7.6

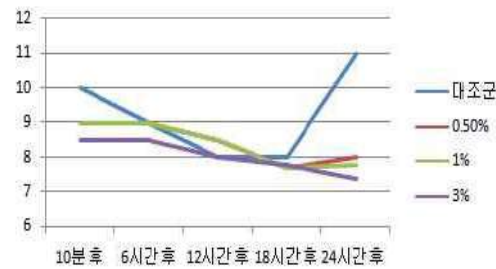
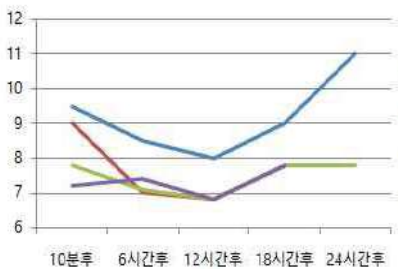
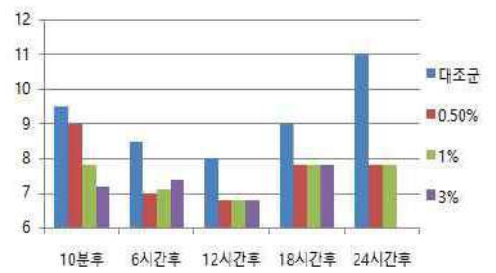
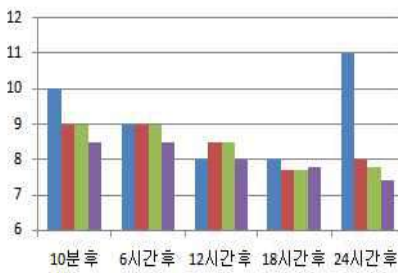
인산성인결과 - 축매제 색상을 참조하여 측정함 (측정단위:ppm)



PH					
달걀껍질 (탄산칼슘)					
	10분 후	6시간 후	12시간 후	18시간 후	24시간 후
0%	약9.5	약8.5	약8	약9	약11
0.5%	약9	약7	약6.8	약7.8	약7.8
1%	약7.8	약7.1	약6.8	약7.8	약7.8
3%	약7.2	약7.4	약6.8	약7.8	약11

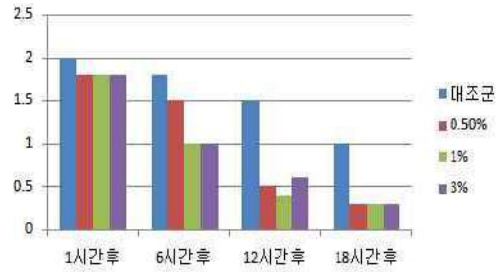
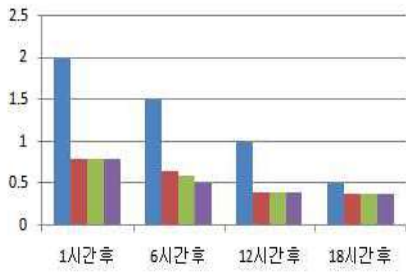
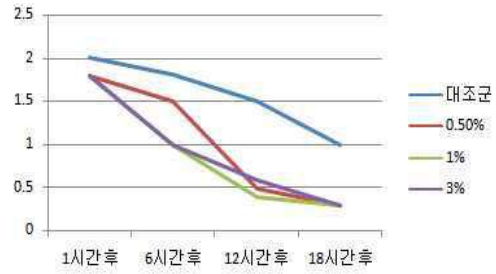
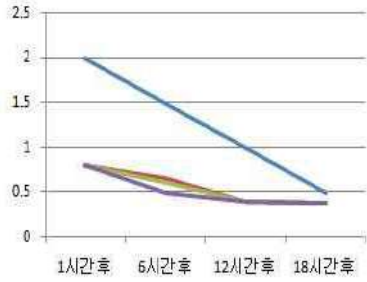
Ph					
숫(탄소)					
	10분 후	6시간 후	12시간 후	18시간 후	24시간 후
0%	약10	약9	약8	약8	약11
0.5%	약9	약9	약8.5	약7.7	약8
1%	약9	약9	약8.5	약7.7	약7.8
3%	약8.5	약8.5	약8	약7.8	약7.4

실험 방법 및 결과





실험
방법
및
결과

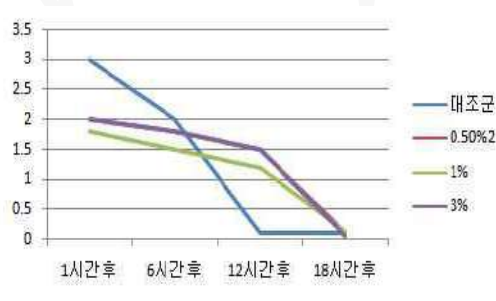
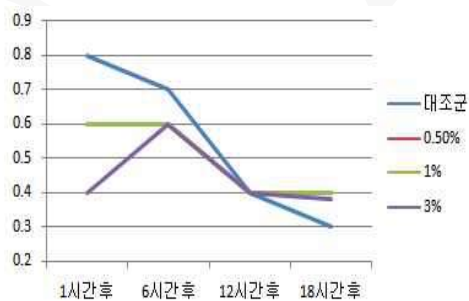
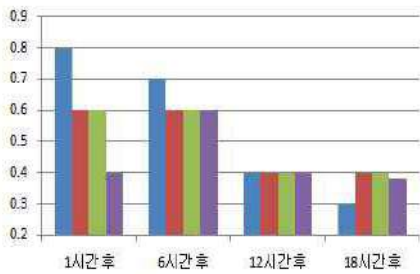


인산성인					
달걀껍질(탄산칼슘)					
	1시간	6시간	12시간	18시간	
0%	약2.0	약1.5	약1.0	약0.5	
0.5%	약0.8	약0.65	약0.4	약0.38	
1%	약0.8	약0.6	약0.4	약0.38	
3%	약0.8	약0.5	약0.4	약0.38	

인산성인					
커피찌꺼기(카페인)					
	1시간	6시간	12시간	18시간	
0%	약2.0	약1.8	약1.5	약1.0	
0.5%	약1.8	약1.5	약0.5	약0.3	
1%	약1.8	약1.0	약0.4	약0.3	
3%	약1.8	약1.0	약0.6	약0.3	

인산성인					
황토					
	1시간	6시간	12시간	18시간	
0%	약0.8	약0.7	약0.4	약0.3	
0.5%	약0.6	약0.6	약0.4	약0.4	
1%	약0.6	약0.6	약0.4	약0.4	
3%	약0.4	약0.6	약0.4	약0.38	

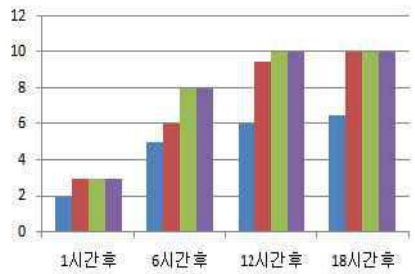
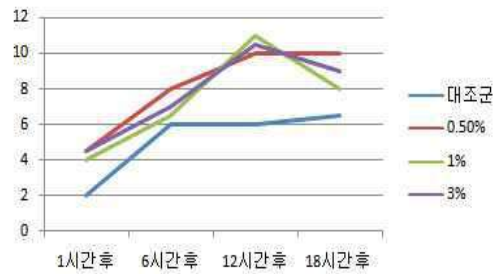
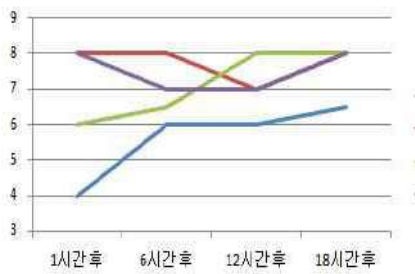
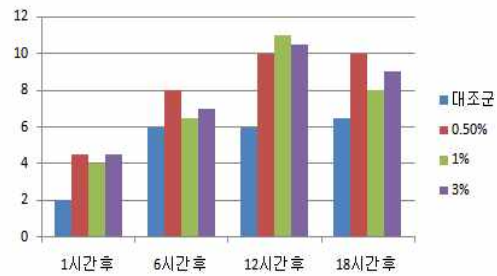
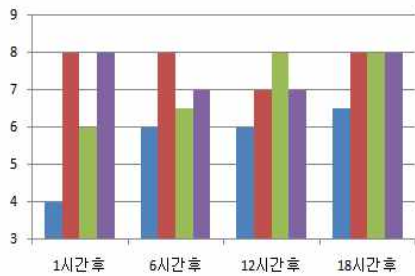
인산성인					
숯(탄소)					
	1시간	6시간	12시간	18시간	
0%	약3.0	약2.0	약0.1	약0.1	
0.5%	약2.0	약1.8	약1.5	약0.1	
1%	약1.8	약1.5	약1.2	약0.15	
3%	약2.0	약1.8	약1.5	약0.05	



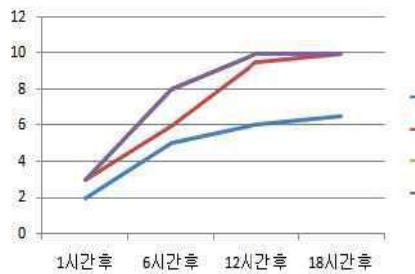


용존산소량					용존산소량				
황토					달걀껍질(탄산칼슘)				
	1시간	6시간	12시간	18시간		1시간	6시간	12시간	18시간
0%	약4	약6	약6	약6.5	0%	약2	약6	약6	약6.5
0.5%	약8	약8	약7	약8	0.5%	약4.5	약8	약10	약10
1%	약6	약6.5	약8	약8	1%	약4	약6.5	약11	약8
3%	약8	약7	약7	약8	3%	약4.5	약7	약10.5	약9

용존산소량					용존산소량				
숯(탄소)					커피찌꺼기(카페인)				
	1시간	6시간	12시간	18시간		1시간	6시간	12시간	18시간
0%	측정불가				0%	약2	약5	약6	약6.5
0.5%					약3	약6	약9.5	약10	
1%					약3	약8	약10	약10	
3%					약3	약8	약10	약10	



숯은 유기, 무기물질등을 흡착하여 정화시키는 성질이 있어 EM과 상관없이 대조군의 실험수가 정화되는 것으로 판명되어 촉매제로 사용은 못하는 것으로 결정함.



pH, 인산성인, 용존산소량 측정

EM과 촉매제 투입 후 수질검사를 위하여 10분후, 6시간, 12시간, 18시간, 24시간 간격으로 pH, 인산성인, 용존산소량 측정

→ EM의 투입 0.5%, 1%, 3%, 0%의 실험수에 달걀껍질(탄산칼슘, 커피찌꺼기(카페인), 황토, 숯(탄소) 촉매제를 10%씩의 비율로 넣는다.

→ 촉매제의 각각의 고유한 색상을 참고한다. EM 0%의 대조군색상을 기준값으로 정하여 인산성인과 용존산소량 값의 변화를 측정한다.



측정결과 인산성인과 용존산소량은 재료가 가지고 있는 뚜렷한 색상으로 구분이 매우어려웠고 사진상으로는 구분이 더욱 어려웠다. 하지만 색상의 차이로 변화가 분명있었고 대조군을 참조하여 수치를 기록함. 가장 분명하게 보이고 생물이 살아가는데 제일 중요한 pH수치를 참조하여 촉매제를 선정함.

촉매제 선정 - pH, 용존산소량변화, 인산성인의 오염수치가 좋아졌고 수질 환경이 가장 안정적으로 변화하였다. 최종 촉매제로 황토로 결정됨




- pH와 인산성인, 용존산소량 측정 결과를 비교해본 결과 생물이 물속에서 사는데 가장 중요한 것은 pH이므로 비교해본 결과 커피찌꺼기와 황토가 pH 결과가 가장 좋았다. 하지만, 커피찌꺼기의 경우 인산성인과 용존산소량 측정 결과가 황토보다는 약간 불안정했기 때문에 촉매제에서 제외됨.



5차 실험

목적	<p>■EM과 촉매제로 해양생물의 생태학적 변화 탐구-활동도, 개체 수, 외부 형태변화</p> <p>■수조1(EM과황토), 수조2(EM), 수조3(투입물질없음) - 수조의 수질변화</p>
준비물	<p>■황토, EM원액, 블루담셀, 산호(버튼), 라이브락, 멥그로브수초, 수질검사키트(pH, 용존산소량, 인산성인) 시험관, 스포이드, 페트리디쉬</p>
	<p>▶내용1 - 해양생물 수조 만들기 - 3가지의 수조를 제작해서 각각 해양생물들을 투입하고 일어나는 변화를 관찰한다.</p> <p>수조의 부피 = 20cm(가로) x 20(세로) x 20(높이) = 8000mL(8L)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수조 1 : 오염수 + EM 0.5%(40mL) + 황토 0.5%(40g) - 수조 2 : 오염수 + EM (40mL 0.5%) - 수조 3 : 오염수 + 투입 물질 없음

실험방법 및 결과

▶내용2 - 해양생물 투입(활동도, 개체 수, 외부형태변화 관찰)

생물투입 48시간 후의 산호의 상태		
수조1-산호의 촉수의 개체 수가 무성함	수조2-산호의 촉수가 건강하지만 개체수가 줄어듦	수조3-산호의 촉수의 개체 수가 거의 없어지고 힘이 없고 죽은 듯 보임
		


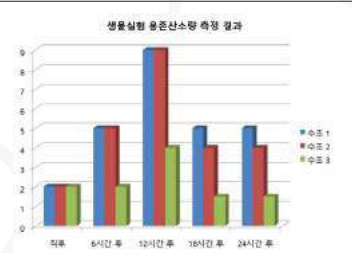
생물투입 48시간 후의 블루담셀의 상태		
수조1	수조2	수조3 - 모두 사망
블루담셀의 활동이 활발하고 선명한 푸른빛을 띄고 있음. 개체수 변화없음	수조1의 블루담셀과 비교하여 활동성이 비교적 적고 55시간 후 1마리 사망	
		

■맹그로브 수초는 수조1,2,3에서 모두 적응 못하고 죽음(해수와 담수에 모두 적응 하는 수초라서 실험군으로 선택하였지만 수초관찰실험에 적합하지 못함.

▶내용3 - 수질오염 변화 수치 관찰

pH	용존산소량	인산성인
		

실험방법 및 결과

pH	용존산소량	인산성인
		

■동일한 오염수에 황토와 EM을 함께 넣은 수조1의 pH와 용존산소량, 인산성인의 오염도 측정 결과가 가장 좋았으며 EM만을 넣은 수조2에서도 수조1보다는 덜하지만 수질이 개선되는 것이 확인됨. 수조3는 점점 오염도가 심해짐.

6차 실험

목 적 ■ 황토에 들어있는 효소가 EM의 축매제로써 작용하는지에 대한 실험
준비물 ■ 황토, EM원액, 온도계, 아이스박스, 수질검사키트(pH, 용존산소량, 인산성인) 시험관, 스포이드, 페트리디쉬

실험방
 법 및
 결과

▶ 내용1 - 효소가 작용하는 온도가 20도 이므로 수조의 온도를 20도 이하로 유지시키며 수질변화반응을 관찰한다.
 오염수 + EM 0.5%(40mL) + 황토 0.5%(40g) + 수온 20도 이하로 유지
 (효소가 작용하는 온도가 20도 이상 이므로 20도 이하로 수온을 맞추어 황토의 효소가 EM의 축매제로 작용하는지에 대한 실험)

수온 20도 만들기 - 적조(오염수)황토, EM투입



수온을 20도 이하로 만들기 위해 얼음주머니를 이용하여 수온을 낮춘 후 아이스박스에 수조를 넣어 오염수의 수온을 20도 이하로 유지시키며 실험함.


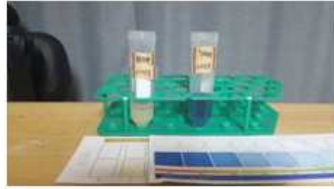



▶ 내용2 - pH의 변화측정(수온 20도씨 유지하여 측정함)

pH		
적조(오염수)황토, EM투입 전 pH	적조(오염수)황토, EM투입 6시간 후 pH	적조(오염수)황토, EM투입 12시간 후 pH
적조(오염수)황토, EM투입 18시간 후	적조(오염수)황토, EM투입 24시간 후	

■ 20도를 넘지 않도록 수온을 유지시키며 pH를 검사한 결과 오염수의 pH수치에 변화가 없었다.



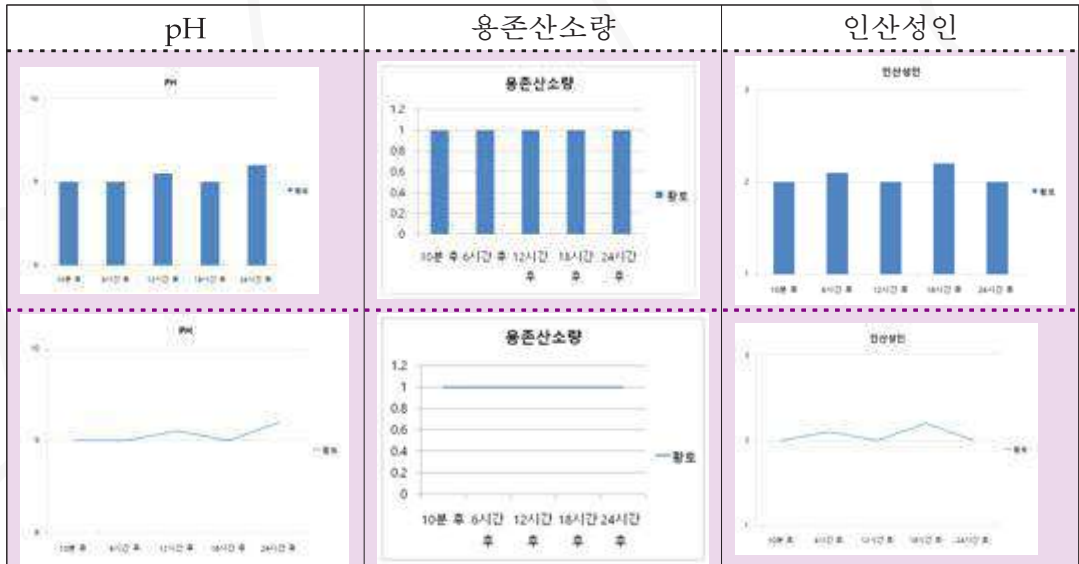
실험방
법 및
결과

용존산소량, 인산성인		
적조(오염수)황토, EM투입10분후	적조(오염수)황토, EM투입 6시간후	적조(오염수)황토, EM투입 12시간후
		
적조(오염수)황토, EM투입 18시간후		적조(오염수)황토, EM투입 24시간후
		

▶내용3 - 용존산소량과 인산성인 변화 측정변화측정(수온 20도씨 유지 하여 측정함)

■용존산소량은 약1, 인산성인은 약2가 넘는 측정수치를 나타내며 색상의 변화가 거의 없었음

▶내용4 - 결과 그래프



실험방
법 및
결과

결과

■ 용존산소량과 인산성인 측정결과 색상으로 구분하여도 변화가 거의 없이 똑같았다. 용존산소량은 약1, 인산성인은 약2가 넘는 측정수치를 나타내었다. (용존산소량은 측정값이 5이하에선 생물이 살 수 없다. 인산성인의 측정값은 푸른빛이 진하게 나타날수록 오염이 심하다는 표시다. 측정값이 2를 넘었다는 것은 생물이 살 수 없는 물이란 뜻이다.)

키오리과

오염수 + 황토+ 20도 유지를 했을 경우 수질오염수치의 변화가 없으므로 적조”(오염수)해결을 위하여 EM의 촉매제로서 황토의 효소가 작용을 했음을 증명 할 수 있는 실험결과가 나왔다.

○ 팀원의 담당 역할

팀원명	담당 역할
강준석	기초자료 제공, 실험 설계
이제현	실험 총괄, 실험장소 섭외
최찬경	탐구보고서 작성 및 총괄, 인터뷰 섭외

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 이번 탐구를 통하여 첫째, 우리가 실생활에서 흔히 사용하는 친환경 미생물 EM으로 우리 바다환경에 막대한 피해를 주는 적조현상을 해결할 수 있다는 것을 알게 되었습니다. 우리가 쉽게 구할 수 있는 미생물 효소인 EM으로 실험을 하였지만 꼭 EM이 아니더라도 미생물을 이용한 플랑크톤 사체를 친환경적으로 분해시켜 사체로 인한 2차 오염을 막을 수 있는 방법을 찾을 수 있을 것이라 확신합니다.
- 둘째, EM의 투입량을 무작정 바다에 많이 뿌리는 것은 효율적이지 않습니다. 양식장은 공간이 정해져있으므로 비율을 맞추기가 비교적 쉽지만 바다의 경우는 경계가 없으므로 적조가 생긴 경계에서부터 EM투입의 합리적이고 경제적인 비율을 찾아야 한다는 것을 알게되었습니다. 무작정 EM의 투입량을 넣는 것 보다는 우리가 찾은 0.5%의 비율로 24시간마다 투입하는 것이 효율적이라는 결론을 얻었습니다.
- 셋째, 기존의 적조 해결방식으로 황토를 뿌리는데 EM의 촉매제로 황토를 사용할 경우 기존의 황토의 양을 줄일 수 있고 EM의 미생물의 활성을 촉진시켜 적조해결에 더 좋은 방법이 될 것입니다.
- 넷째, EM과 촉매제로서의 황토투입이 해양환경 개선에 도움이 되는 것이 확인되었습니다. 기존의 적조해결 방안으로 황토를 적조가 일어난 바다에 뿌려왔지만 EM의 촉매제로서의 황토를 사용하면 EM의 미생물을 촉진시켜 적은양으로도 적조해결에 효과적으로 사용할 수 있을 것이라 예상됩니다.
- * EM의 수질개선의 효과가 약24시간마다 수질측정 수치의 절대값이 같아지므로 양식장이나 바다의 적조현상이 생기면 24시간마다 요즘 농업에서 사용되는 드론을 이용하거나 EM과 황토의 발효액이 자동으로 분사되는 로봇을 개발하고 싶습니다.

○ 의의(기대효과)

- 바다에서 일어나는 적조현상을 EM과 촉매제 황토를 사용하여 친환경적으로 해결할 수 있을 것입니다. 적조 제거에 EM과 촉매제 황토가 적조를 해결 할 수 있는 방안으로 사용되어 적조를 보다 친환경적이고 장기적으로 막을 수 있을 것이라 기대됩니다.

- 이번 실험의 주된 내용은 친환경적 미생물인 EM을 활용하여 해양환경을 개선 할 수 있음을 확인하였습니다. 우리는 EM을 이용하였지만 플랑크톤의 사체를 분해 할 수 있는 강력한 친환경적 미생물을 발견한다면 플랑크톤사체의 부패로 인한 2차 오염을 막고 깨끗한 바다를 만들 수 있을 것으로 기대됩니다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 실험 초반, 적조와 비슷한 오염수를 만들기 위해 수조를 설치하였지만 장마와 기온이 높지 않은 날씨 탓에 적조와 비슷한 오염수를 만드는 시간이 생각보다 오래 걸렸습니다. 무엇보다 제일 힘들었던 점은 EM의 비율과 촉매제를 찾는 실험에서 정해진 시간마다 수질개선 수치를 측정하는 것이었습니다. 수질검사키트의 약물도 부족하여 추가로 구매해야 했고, 정확한 값을 측정해주는 기계를 사용했으면 보다 정확한 값을 얻을 수 있었겠지만, 색상을 비교하여 눈으로 관찰한 수치를 갖고 비교해야 했기 때문에 정확한 측정값을 얻을 수 없었던 점이 아쉬웠습니다.

○ 알게 된 점

- 생활하수, 강, 호수의 수질 개선을 위해 흔히 사용되고 있는 EM이 적조를 제거하는데에도 효과가 있다는 사실을 알게 되었고, 특히 우리가 지금 적조 제거에 사용하는 황토를 EM의 촉매제로 함께 사용할 경우, 그 효과가 더 좋아진다는 사실을 알게 되었습니다. 해양생물들이 물속의 인산성인 수치가 나빠져도 어느 정도 생존한 반면, pH와 용존산소량은 그 수치가 조금만 기준치를 넘으면 바로 폐사하여 해양생물들이 살아가는데 pH와 용존산소량이 매우 중요한 영향을 끼친다는 사실도 알게 되었습니다. 또한 EM이 미생물이기 때문에 물속의 유기물질들을 모두 분해하여 해양생물들의 환경에 좋은 영향을 주지 아니면 오히려 안좋은 영향을 주지 실험내내 호기심을 갖고 관찰하였습니다. 결과는 해양생물들에게 해를 끼치는 유기물질들을 없애고, 해양생물들이 더 잘 생활할 수 있도록 pH, 용존산소량, 인산성인의 수치가 개선되었습니다.

○ 기타

- 해양생물의 생태학적 변화 탐구를 위해서 담수어지만 해수어의 특징과 가장 흡사한 제브라피쉬를 실험대상으로 선정하여 해양 환경변화에 영향을 받는 모습을 관찰탐구를 하려는 계획이었습니다. 하지만 우리가 만든 오염수에서는 제브라피쉬가 해수 환경에 적응하지 못하고 바로 폐사하고 말았습니다. 그래서 생태관찰을 하기 위해서는 담수어에 맞는 오염수를 다시 만들어야했습니다. 오염수를 다시 만든다는 것은 시간적으로 낭비이기도 했고 해양생물의 생태학적 변화 탐구를 위해서 이미 만들어져있는 오염수를 이용하여 실험했습니다. 그래서 흔하게 수족관에서 구입 할 수 있는 블루담셀 (해수관상어)을 이용한 실험을 하였습니다.
- 해양생물학자를 만나서 실험에 관련된 질문을 하고 싶어서 메일을 여러번 보냈지만 답변이 없어서 인터뷰가 이뤄지지 못한 점이 너무 아쉬웠습니다.

5. 참고문헌

- 김경호, 김상규, 허철구, 이민규, 「양돈장 분뇨의 부숙 과정에서의 변화와 EM의 첨가에 따른 오염물질 및 악취 저감효과의 비교」(제주대학교 토목환경공학전공, 부경대학교 응용화학공학부-한국환경과학회지 제15권(16호))
- 김영규, 진성현, 최승대, 이경동, 라관, 「유류에 오염된 토양의 정화에 미치는 EM의 효과」(한국환경기술학회지 논문, 제12권 제3호, pp. 176~181(2011))
- 강원대학교대학원 농화학과 이예진, 석사학위논문 「염류집적 토양의 과포화, 포화, 물포화 수분조건 별 염류도 평가」
- 학습용어 개념사전, 아울북
- 강효진, 「해양생태계와 양식업을 파괴하는 적조」
- 『생명과학대사전』 도서출판 여초
- 『독성학자가 알려주는 첨단 독성평가의 비밀』, 이지사이언스 시리즈6 (안전성평가 연구소 발간)
- 오염원을 정화시켜주는 EM에 관하여, EMFarm 블로그

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	FAI IN 갯벌		
학생명	구자우, 김하늘, 이소이, 최연주	학교	인화여자중학교
지도교사명	서혜원	학교	인화여자중학교

항목	내용
탐구주제	갯끈풀에 의한 피해상황 파악 및 해결방안 연구
탐구기간	2018년 6월 26일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	<ul style="list-style-type: none"> ○갯끈풀에 의한 갯벌의 피해상황 파악 ○갯끈풀 제거에 대한 방안을 조사하고 초기 진압을 위해 갯끈풀의 피해와 위험성을 대중에게 홍보
탐구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○강화도 동막 갯벌에 직접 방문하여 갯끈풀에 의한 피해상황과 서식 분포 현황 파악 ○염생식물의 서식분포에 영향을 미치는 환경요인인 토양의 함수율과 전기전도도, pH등의 측정 및 분석 ○갯끈풀에 관한 ucc와 홍보물을 제작하여 교내에서 홍보하고 정책관련자에게 심각성을 알리는 이메일 보내기
탐구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○강화도 동막 갯벌에서 1년 전 갯끈풀 제거작업이 이루어졌으나 올해 다시 갯끈풀이 자라고 있음을 관찰 ○확산속도가 빨라 토종 염생식물인 칠면초 군락을 몰아내고 있음 ○갯끈풀 군락의 토양 함수율이나 전기전도도, pH값과 높은 상관관계는 보이지 않음 ○사람들의 갯끈풀에 대한 인식이 부족하고 관련 정보도 부족
결론 및 의의	<ul style="list-style-type: none"> ○단순한 1회성의 물리적인 방법으로는 제거가 쉽지 않음 ○이런 확산속도라면 기존 갯벌환경에 큰 변화를 가져올 것으로 생각되고 어류나 철새에도 영향을 미칠 것으로 예상 ○체계적이고 장기적인 정부단위의 계획이 세워져서 지속적인 모니터링과 연구를 통해 소중한 갯벌의 관리가 필요한 시점 ○해양생태계 보전·관리정책 수립 시 기초자료로 활용되기를 기대함



탐구 주제	갯끈풀에 의한 피해상황 파악 및 해결방안 연구
팀명	FALL IN 갯벌

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 학교에서 다녀온 현장체험학습에 대한 조사를 하다 우연히 갯끈풀이라는 해양생물에 대해 알게 되었다. 갯끈풀을 처음 알았을 때는, 그냥 단순히 갯벌에 사는 풀이라고 생각했다. 그러나 생각과는 달리 갯끈풀은 염생식물과 패류의 서식처를 훼손해 갯벌을 초원화(=사막화)시키는 생물로 주민들이나 어민들에게 피해를 주는 존재였다. 심지어 외래종이라 다른 생물에 비해 정보도 적고 뛰어난 적응력과 높은 번식력을 가지고 있어 정확한 퇴치 방안을 찾기가 어렵다. 가장 큰 문제점은 지금 상황에 대한 사람들의 인식이 부족하다는 것이다. 그래서 우리는 우리 지역의 관광명소인 갯벌에 더욱 관심을 가지고 조사해 보면서 갯끈풀로부터 갯벌의 생태계를 지켜야 한다고 생각했다. 강화도에 서식하고 있는 갯끈풀의 피해지역을 조사하고 갯벌이 파괴되면 생태계에 어떤 영향을 미치는지, 갯끈풀로 인해 발생하는 문제를 해결하는 방안은 없는지 조사하고 싶어졌다. 무엇보다 아직 갯끈풀에 대한 인식이 부족한 상황에서 이의 심각성을 알려야겠다는 생각이 들었다.

○ 탐구 목적

- 우리는 인천의 관광명소인 갯벌을 지키고자 한다. 갯벌은 갑작스러운 홍수나 태풍의 피해를 막아 주기도 하며 다양한 바다 생물을 관찰할 수 있는 해양 생태 관광지역 역할을 하는 등 우리 생활에 많은 영향을 미치고 있지만 그 중요성에 대해서는 사람들의 인식이 부족한 듯하다. 갯벌 생태계는 한번 파괴되면 그 복구가 매우 어려울 것이다. 현재 정부와 지자체 및 유관기관에서 갯끈풀 제거를 위해 예산을 투입하여 제거하는 작업을 진행하고 있지만 완벽하게 제거되지 않고 다시 자라는 과정이 반복되고 있다고 한다. 또한 제거 성공 사례도 있으나 친환경적인 방법인지 아닌지에 대한 검증이 아직 이루어지지 않았다. 그래서 우리는 직접 현장에 가서 현재 상황을 파악하고 피해 지역을 조사할 필요성을 느꼈다. 또한 관련 전문가와의 인터뷰를 통해 갯끈풀의 특성과 제거작업의 효율성을 파악해보고자 한다. 더 나아가 간단한 실험활동을 통해 갯끈풀 제거에 대한 해결방안을 모색해보고 우리 학교 학생들이나 갯벌 인근 주민들 및 정책관련 관계자들을 대상으로 갯끈풀에 대한 심각성을 알리는 활동을 하고자 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 탐구주제 1: 갯끈풀이란 무엇일까?

- 갯끈풀의 이론 사전 조사(서적, 논문, 인터넷)
 - 강화 동막 갯벌에 서식하는 ‘영국 갯끈풀’은 만조와 간조 사이에 지면이 드러나는 갯벌에서 자라는 벼과 식물로, 잎은 두텁고 다소 넓은 긴 칼날 모양을 하고 있다. 이에 따라 국제자연보전연맹(IUCN)은 영국갯끈풀을 ‘가장 악성의 침략적 외래종’ 100종 가운데 하나로 선정하고, 미국과 중국을 비롯한 전 세계에서 퇴치 프로그램 대상이 되고 있다(정수영 등 2015). 또한 갯끈풀은 갯줄풀이 다른 *Spartina* 속의 식물과 교잡하여 생겨난 것으로 번식력이 왕성하다. 1차적으로는 뿌리를 통해 흡수한 지하수에 의존하지만 필요한 경우에는 주위 바닷물로부터 담수를 추출해내는 능력을 가짐으로서 기후 변화에 대한 적응력 또한 매우 강력하다. 일단 갯벌에 뿌리를 내리면 뛰어난 적응력과 높은 번식력으로 염생식물과 패류의 서식처를 훼손하고 이로 인해 갯벌 고유의 생물 다양성이 줄어드는 등 갯벌 생태계를 초토화시키는 생태계 교란종이다(<http://benthos.snu.ac.kr/>).
 - 길이가 길며 튼튼한 지하 및 지상부 줄기로 인하여 파랑 에너지를 감소시키고 미세 퇴적물을 침적시킴으로서 이들 서식처는 육화가 촉진된다. 이러한 기능은 태풍이나 해일로부터 해안 침식을 방지하고 해안선을 안정화 시키고 조간대 갯벌의 육화 기능을 도모함으로써 영국, 중국, 미국, 뉴질랜드 등에서 의도적으로 식재를 한 경우가 많았다(해양수산부, 2015).
 - 갯끈풀은 약 214cm 까지 자라고 매년 1m 이상 분포를 확대한다. 튼실한 지하경과 잔뿌리는 토양을 묶고 계속해서 퍼져 나가면서 새로운 싹을 발아시킨다(해양수산부, 2015).
 - 살아 있는 갯끈풀은 거의 대부분이 소화가 되지 않는 셀룰로오스로 되어있어 일부 고등이나 게, 곤충류를 제외하곤 이들을 직접 먹는 생물은 많지 않다. 그래서 이들이 죽은 후엔 곰팡이류나 박테리아가 식물체 조직 속의 셀룰로오스를 분해하고 유기 영양염류를 방출함으로써 연안습지 생태계의 소비자들에게 도움을 준다. 이들 균류나 박테리아들은 그 자신이 갯벌 생태계의 여과식자와 소형 동물들에게 주요한 먹이원이 된다(해양수산부, 2015).



본 탐구팀이 강화도 갯벌에서 직접 채집한 갯끈풀(*Spartina alterniflora*)(2018년 7월)

○ 탐구주제 2: 염생식물은 어떻게 생겼을까??

- 탐구내용

- 염분이 많은 갯벌, 사구, 암석의 염습지에는 육상식물이 서식할 수 없는데, 염생식물은 오히려 염분이 풍부한 땅에서 잘 자라는 식물이다.

염생식물은 토양의 수분함량에 따라 두 가지로 구별하는데 갯벌과 같이 수분이 많은 지역에서는 습염생식물이 사구나 암반 같이 토양의 수분이 적은 곳에서는 건염생식물이 서식한다(군산대학교, 2011).

- 갯벌에 피해를 주는 갯끈풀은 습염생식물로 다른 염생식물과 구별하기 위해서 동막해수욕장 인근에 분포하는 염생식물의 생김새를 관찰하였다.

- 탐구방법

- 사전조사를 실시하여 강화도 동막해수욕장 인근에 분포하는 염생식물을 확인한 후 인터넷과 염생식물 도감을 이용하여 생김새를 확인하였다.
- 현장조사 시 염생식물 전문가와 갯벌생태 전문가와 함께 염생식물을 관찰하고 분류하였으며, 주요 염생식물에 대한 촬영을 통해 사진자료를 획득하였다.



전문가 자문을 통한 염생식물 분류 및 염생식물 생김새 확인

- 탐구결과

- 강화도 동막해수욕장에서 확인된 염생식물은 4과 6종으로 확인되었다. 명아주과는 칠면초(*Suaeda japonica*)와 해홍나물(*Suaeda maritima*), 벼과는 갈대(*Phragmites communis*)와 갯끈풀(*Spartina alterniflora*), 지채과는 지채(*Triglochin maritimum* Linnaeus), 사초과는 천일사초(*Carex scabrifolia*)가 확인되었다.
- 칠면초와 해홍나물은 비슷하여 구분하기 어려웠으나 현장조사에 다른 색을 띠고 있어서 구별할 수 있었고, 갯끈풀, 갈대, 지채, 천일사초는 비슷한 지역에서 섞여 자라서 구별하기 어려웠으나 잎과 잎이 나오는 마디가 달라 구별이 가능하였다.



1000과

사진	이름	특징
	칠면초 (<i>Suaeda japonica</i>)	· 칠면초처럼 색이 변한다고 해서 칠면초라는 이름을 가짐 · 처음에는 녹색이지만 점차 붉은빛이 도는 자주색으로 변함 · 우리나라 갯벌에서 흔히 볼 수 있는 염생식물로 해홍나물과 비슷함.
	해홍나물 (<i>Suaeda maritima</i>)	· 칠면초와 비슷하여 구별하기 어렵지만 잎을 절반으로 자르면 칠면초와는 다른 모양으로 확인 · 처음에는 녹색이지만 점차 붉은 기운을 띠는 녹색으로 바뀌다가 가을철에 붉은색으로 변함
	지채 (<i>Triglochin maritimum</i> Linnaeus)	· 해수가 유입되는 수로주변이나 담수가 유입되는 해안선 부근에 분포 · 여러 개체가 모여 움덩이 같은 모양을 이루며, 잎의 생김새는 부추와 비슷 · 꽃은 자주빛이 도는 녹색으로 피고 꽃줄기에 여러 개가 열림
	갯끈풀 (<i>Spartina alterniflora</i>)	· 저조선에서 만조선까지 넓은 분포에서 자람 · 개체로 발생하지만 점차 원형군락을 형성하고, 대형 단일군락으로 발달 · 확인된 염생식물 중에서 유일한 외래종으로 갯벌을 사막화시킴
	천일사초 (<i>Carex scabrifolia</i>)	· 고조위 부근에서 갈대나 칠면초와 혼생하며 분포 · 땅속줄기가 옆으로 길게 뻗으면서 줄기가 나오며 길은 녹색으로 잎이 딱딱함
	갈대 (<i>Phragmites communis</i>)	· 저조선에서 만조선까지 가장 넓게 분포하는 것으로 알려져 있음 · 줄기는 마디가 있고 속이 비어있으며, 꽃줄기는 수많은 꽃이삭이 달린 깃털모양으로 발달 · 갯끈풀과 가장 비슷하게 생김

※ 각 종의 사진은 본 탐구팀이 직접 촬영하였으며, 각 종의 종명과 특징은 해안식물곤충가이드북(군산대학교, 2011)을 참고하였음.

○ 탐구주제 3: 염생식물은 어떤 환경에서 자랄까??

- 탐구내용

- 염생식물의 서식분포에 미치는 주요 환경요인으로는 조수, 토양의 함수량과 염분 농도 등의 요인이 있으므로(이 등, 2006), 서식환경에 대한 과학적 분석을 위하여 전문가의 자문을 받아 염생식물 분포에 영향을 미치는 지온(Soil temperature), pH, 전기전도도(E.C), 함수율(Water content)을 분석항목으로 선정하여 현장조사를 실시하였다.

- 탐구방법

- 조사 시기 - 2018년 7월 14일
- 조사 지역 - 강화도 동막해수욕장 일대
- 측정 지점은 해로드(해양수산부) 어플을 이용하여 위치좌표를 기록하였으며, 각 염생식물 군락별로 총 8개의 정점을 선정하였다.



구분	위도	경도
갈대1	37° 35' 35.82"	126° 27' 07.58"
갈대2	37° 35' 35.63"	126° 27' 06.96"
갯끈풀1	37° 35' 36.11"	126° 27' 09.36"
갯끈풀2	37° 35' 35.84"	126° 27' 08.42"
갯끈풀3	37° 35' 35.46"	126° 27' 08.19"
나지	37° 35' 35.68"	126° 27' 08.06"
천일사초	37° 35' 35.76"	126° 27' 09.06"
칠면초	37° 35' 35.49"	126° 27' 09.23"

<염생식물 별 퇴적환경 조사 정점>

- 지온(Soil temperature), 전기전도도(E.C) - 토양EC측정기(HANNA, HI98331)를 이용하여 각 염생식물 식생별로 3회 이상 측정하였으며, 전기전도도는 보다 정밀한 실험결과를 위해 전문가의 도움을 받아 실험실 분석(THERMO Orion Star A214) 자료를 획득하였다.



<토양EC측정기를 이용한 pH 측정>

- pH - 토양산도측정기(SP-T-300)를 이용하여 군락 내 3회 이상 측정하여 평균값을 적용하였으며, 보다 정밀한 실험결과를 위해 전문가의 도움을 받아 실험실 분석(THERMO Orion Star A214) 자료를 획득하였다.



<토양산도측정기를 이용한 pH 측정>

- 함수율(Water content) - 현장에서 채집한 퇴적물을 과학실로 옮겨서 건조 전과 후의 무게를 각각 측정한 후 토양 함수량 차에 의한 수분함량을 백분율로 환산하여 구하였다. 처음에는 페트리접시에 퇴적물 샘플을 담고 오븐에 넣어 건조시켰는데 열에 의해 일부 페트리접시가 금이 가거나 깨졌다. 그래서 열에 강한 알루미늄 호일을 이용하여 실험을 다시 수행하였다.

$$\text{함수율} = \frac{\text{건조 전 퇴적물의 질량} - \text{건조 후 퇴적물의 질량}}{\text{건조 전 퇴적물의 질량}} \times 100$$



퇴적물 채취

퇴적물 건조 전 질량 세팅

오븐을 이용한 건조

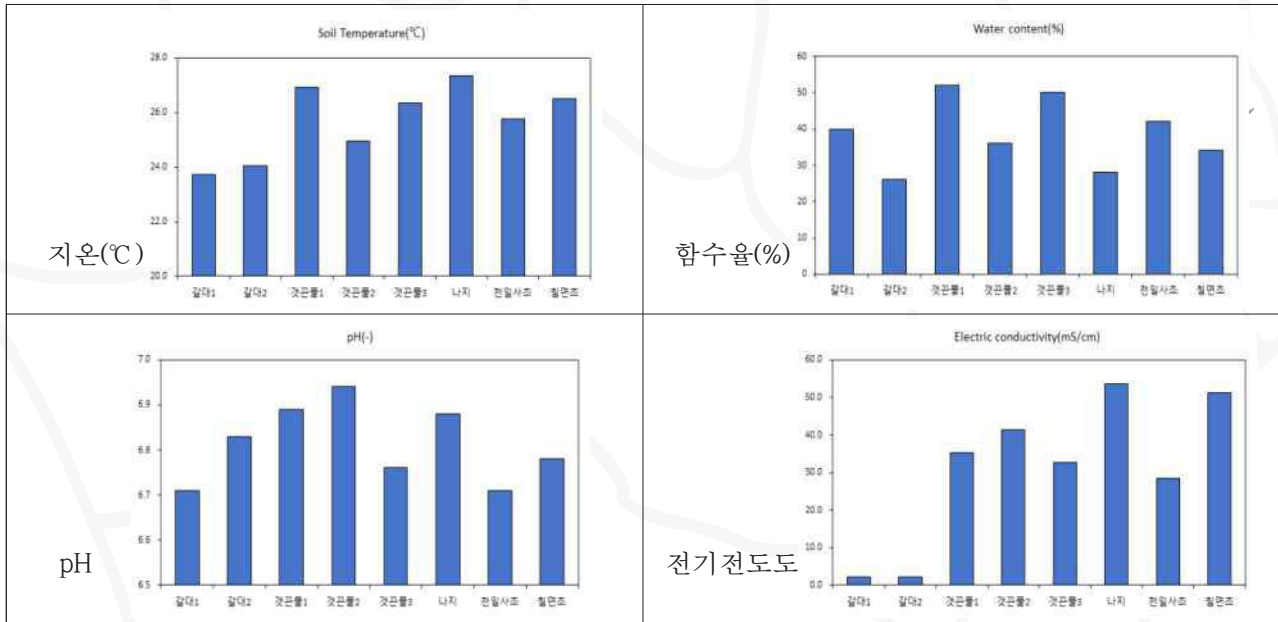
<함수율 분석>

- 탐구결과

- 강화도 동막해수욕장 인근에 서식하는 염생식물은 군락별로 토양환경에 차이를 보이고 있었으며, 염생식물이 분포하지 않는 나지는 지온, 전기전도도는 높고 함수율은 낮은 것으로 확인되어서 동일한 지역이라고 해도 각자 다른 환경에서 자라는 것으로 확인되었다.
- 특히, 갯끈풀 군락의 토양환경은 다른 염생식물과의 토양환경 비교 결과 함수율(46%)과 pH(6.90)는 가장 높았고 전기전도도(36.4mS/cm)는 갈대 군락과 천일사초 군락보다는 높았던 반면 칠면초 군락보다는 낮았다.

구분	지온(℃)	함수율(%)	pH(-)	E.C(mS/cm)
1 갈대1	23.7	40	6.71	2.12
2 갈대2	24.1	26	6.83	2.28
갈대 평균	23.9	33	6.77	2.2
3 갯끈풀1	26.9	52	6.89	35.26
4 갯끈풀2	25.0	36	6.94	41.39
5 갯끈풀3	26.3	50	6.76	32.68
갯끈풀 평균	26.1	46.0	6.90	36.4
6 나지	27.3	28	6.88	50.68
7 천일사초	25.8	42	6.71	28.56
8 칠면초	26.5	34	6.78	46.78

<퇴적물(8곳) 퇴적환경 측정 결과 1>



<퇴적물(8곳) 퇴적환경 측정 결과 2>

· 지온(Soil temperature)

- 측정된 지온 중에서 갈대1 군락에서 가장 낮은 23.7°C를 보였고, 나지에서 27.3°C로 가장 높게 나타났다. 현장조사에서 확인된 기상은 26°C이었으나 지열로 인하여 아무것도 자라지 않은 나지에서 가장 높은 것으로 보여지며, 각 군락별로 지온이 달랐는데 특히, 갈대군락에서는 차가운 물이 유입되고 있어 더 낮은 지온이 나타난 것으로 생각된다.

- 갯끈풀 군락의 지온은 평균 26.1°C로 염생식물이 서식하지 않아 직접적으로 대기에 노출되어있는 나지에 비해 낮았으나, 다른 염생식물 군락과의 큰 차이는 없었다.

· pH

- 갈대1 군락에서 6.78로 가장 낮았고, 갯끈풀2 군락에서 6.94로 가장 높게 나타났다.

- 갯끈풀 군락의 pH는 평균 6.90으로 가장 높았으나, 다른 염생식물 군락과의 큰 차이는 없었다.

· 함수율(Water content)

- 갈대2 군락에서 26%로 가장 낮았고, 갯끈풀1 군락에서 52%로 가장 높게 나타났다. 함수율이 가장 낮았던 갈대 군락의 토양에는 모래와 돌이 섞여 있었으나 함수율이 가장 높았던 갯끈풀2 군락에서는 진흙이 많이 포함되어 있어서 토양에 있는 진흙, 모래, 돌의 양에 따라 차이를 보이는 것으로 생각된다.

- 또한, 갯끈풀 군락의 함수율(평균 50%)이 가장 높았으나, 갯끈풀1과 갯끈풀3은 50%와 52%라는 2%의 차이를 보인 반면에 갯끈풀2는 36%로 갯끈풀1과 갯끈풀3과 확연히 눈에 띄는 차이를 보여주었다. 우리는 이것을 통해 함수율은 갯끈풀의 서식에 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 판단했다.



샘플 지역	호일 질량 (g)	시간별 질량(g)					줄어드는 물의 양 (g)	함수율 (%)	
		건조전	1차건조 (10:10 ~11:11)	2차건조 (11:40 ~12:40)	3차건조 (12:52 ~13:52)	4차건조 (14:07 ~15:07)			5차건조 (15:23 ~16:23)
갈대1	0.8	5.0	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.0	40
갈대2	0.5	5.0	4.3	3.9	3.8	3.7	3.7	1.3	26
갯끈풀1	0.5	5.0	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.6	52
갯끈풀2	0.6	5.0	3.7	3.2	3.2	3.2	3.2	1.8	36
갯끈풀3	0.9	5.0	3.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	50
나지	0.6	5.0	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	1.4	28
천일사초	0.6	5.0	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.1	42
칠면초	0.5	5.0	3.8	3.4	3.3	3.3	3.3	1.7	34

<퇴적물(8곳) 함수율 측정 결과>

- 전기전도도(E.C)
 - 전기전도도는 담수가 유입되는 지역에 분포하는 갈대 군락은 평균 2.20 mS/cm으로 매우 낮았던 반면, 염생식물이 서식하지 않은 지역인 나지에서는 50.68 mS/cm로 매우 높은 값을 보였다.
 - 갯끈풀 군락의 전기전도도(36.4mS/cm)는 갈대 군락과 천일사초 군락보다는 높았던 반면, 칠면초 군락보다는 낮았다.

○ 탐구주제 4: 염생식물은 어떻게 분포하고 있을까??

- 탐구내용
 - 염생식물은 특수한 환경조건 때문에 뚜렷한 대상구조(Zonation)를 유지하는데(이 등, 2006), 이는 염생식물 별로 좋아하는 환경이 다르고, 조수간만에 따라 바닷물이 들어오고 나가는 조석의 영향인 것으로 확인되었다.
 - 염생식물 서식환경이 다른 것처럼 강화도 해수욕장에서 각각의 염생식물이 어떻게 분포하고 있는지 조사를 실시하였으며, 특히, 갯벌을 훼손시키고 있는 갯끈풀의 분포를 중점적으로 조사하였다.
- 탐구방법
 - 조사 시기 - 2018년 7월 14일
 - 조사 지역 - 강화도 동막해수욕장 일대
 - 식생도 작성 - 도보로 이동하면서 식생의 경계와 종류를 구분하여 우점하는 염생식물을 대상으로 예비 식생도를 작성하였다. 학교로 돌아와 드론으로 촬영한 위성사진 지도위에 예비 식생도와 비교하면서 직접 제작하였다.



<식생도 작성 모습>

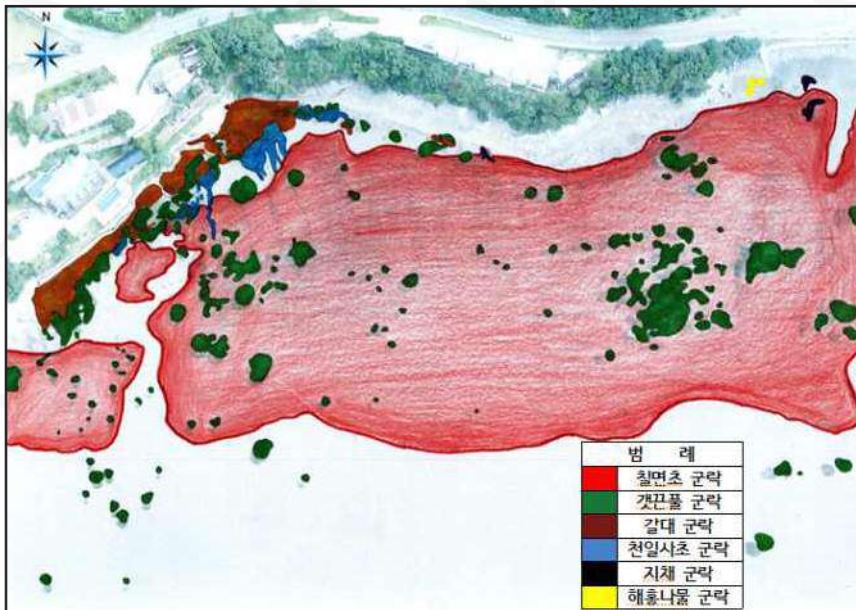
- 드론 촬영 - 강화도 동막해수욕장 부근의 항공사진을 확보하기 위하여 전문가의 자문을 받아 서식지 일대에 대한 드론 촬영을 실시하였다.



<드론을 활용한 서식분포 분석>

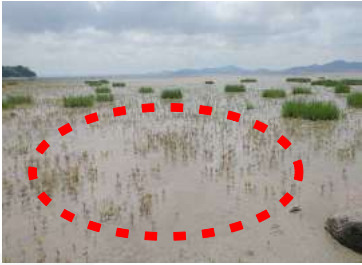





- 탐구결과

- 현장조사에서 확인된 염생식물 중 가장 넓은 범위에 분포하는 염생식물은 칠면초로 확인되었다. 다음으로 많은 분포양상을 보인 염생식물은 생태계를 훼손하는 갯끈풀이었으며, 그다음은 갈대, 천일사초, 지채, 해홍나물 순으로 확인되었다.
- 갈대, 천일사초, 지채, 해홍나물은 해안선 라인을 중심으로 서식하고 있는 반면, 칠면초와 갯끈풀은 넓은 범위에 서식하고 있었는데 이는 다른 염생식물들과는 다르게 일정시간 이상 물에 잠겨도 살 수 있기 때문이었다. 그렇기 때문에 갈대, 천일사초, 지채, 해홍나물은 조위에 따라 조간대 상부에 분포하는 반면, 칠면초와 갯끈풀은 조간대 하부에까지 분포하고 있었다.
- 칠면초는 일년생식물로 작은 개체들이 듽성듬성 서식하고 있는 반면, 갯끈풀은 다년생식물로 여러개체가 촘촘히 서식하여 칠면초에 비하여 조밀한 군락을 유지하는 특징을 보였다.



<드론을 이용한 항공사진에 작성한 염생식물 생식도(2018년 7월)>



		
칠면초 군락	갯끈풀 군락	갈대 군락
		
천일사초 군락	지채 군락	해홍나물 군락

<주요 염생식물 군락의 분포(2018년 7월)>

○ 탐구주제 5: 갯끈풀은 동막해수욕장에서 얼마나 늘어나고 있을까??

- 탐구내용

· 실제로 갯끈풀이 서식하고 있는 강화도 동막해수욕장에서 갯벌 생태계에 어떤 영향을 미치고 있으며, 다른 염생식물 군락에 얼마나 영향을 미치는지 조사하였다.

- 탐구방법

· 과거 강화도 동막해수욕장에 서식하는 갯끈풀을 포함한 염생식물 관련 자료를 수집하여, 이번 조사에서 실시한 염생식물 현황자료와 비교함으로써, 갯끈풀의 유입으로 인한 염생식물 군락 변화를 파악하였다.

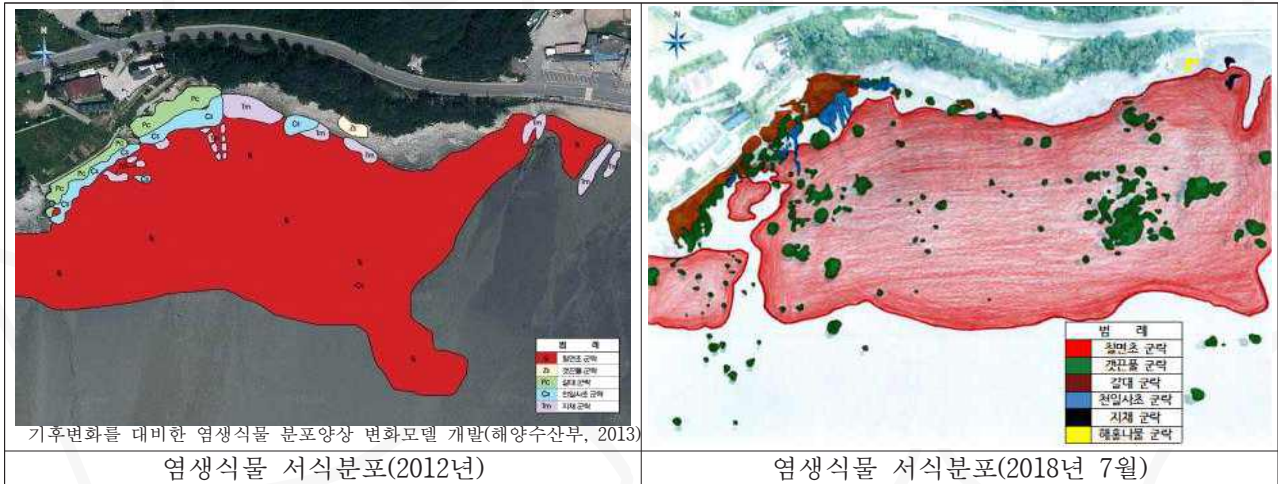
- 탐구결과

· “기후변화를 대비한 염생식물 분포양상 변화모델 개발” (해양수산부, 2013)의 동막해수욕장 인근의 염생식물 서식분포를 조사한 결과, 갯끈풀은 2012년에는 다른 염생식물에 비하여 소형 패치로만 존재하여 서식분포현황에서는 보이지 않은 정도로 적은 규모인 것으로 확인되었다.

· 하지만 2015년에는 항공사진으로 확인될 정도로 군락을 이루었으며(해양수산부, 2015), 본 연구팀이 실시한 2018년 7월 조사에서는 칠면초 다음으로 가장 넓은 범위에 분포하는 것으로 확인되었다.

· 특히, 2012년도의 동막해수욕장에 비해서 2018년 7월에는 천일사초과 지채 군락이 줄어들었으며, 2012년에 조간대 중하부에는 칠면초만 분포하고 있었으나, 시간이 지남에 따라 갯끈풀이 점차 칠면초의 분포공간에도 침범하고 있는 것으로 확인되어 빠른 속도로 군락을 늘려가고 있었다.

· 강화도 남단 갯벌의 한 개체군은 배증 시간이 0.49년으로 추산되어 6개월에 현재 면적의 2배가 증가하는 엄청난 번식력을 보여주어 신속한 대응이 요구되는 상황이다(부산대학교 산학협력단, 2016).



<염생식물 서식분포 변화>



<염생식물 군락 변화>

○ 탐구주제 6: 갯끈풀은 제거하기가 어렵나요??

- 탐구내용

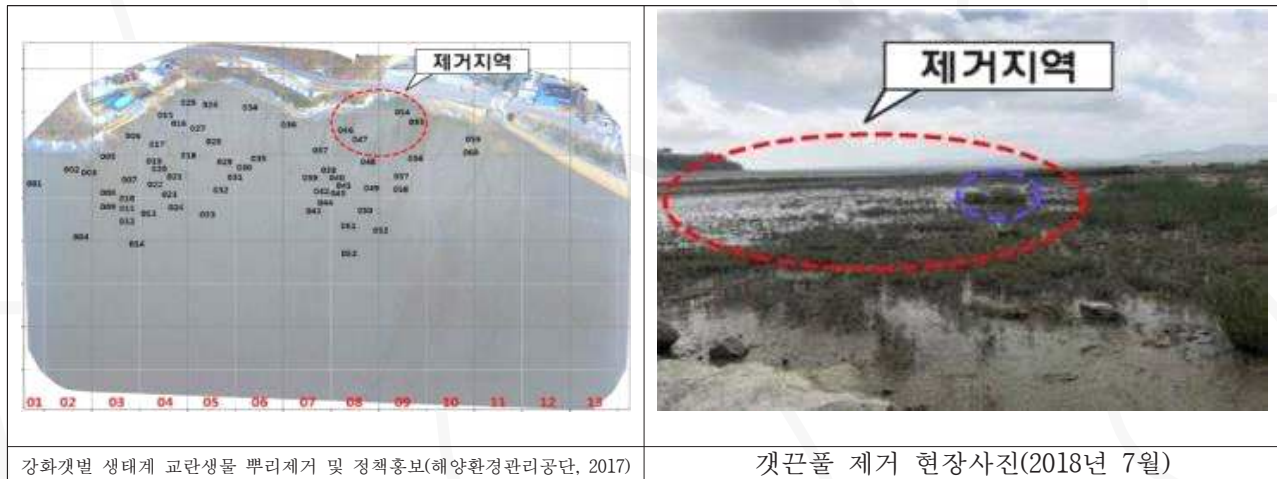
- 갯끈풀은 세계자연보전연맹(IUCN)이 세계 100대 침략적 외래종 목록에 포함시키고, 유입되는 즉시 위해생물로 지정하고 관리해야 하는 생물종으로 우리나라에서는 갯끈풀이 서식하는 강화도에서 갯끈풀 제거사업을 실시하고 있어 갯끈풀 제거가 이루어진 동막 해수욕장에서 조사를 실시하여 제거여부를 확인하였다.

- 탐구방법

- 조사 시기 - 2018년 7월 14일
- 조사 지역 - 강화도 동막해수욕장 일대
- 강화도 동막해수욕장에서 실시한 갯끈풀 제거사업(2017년) 위치를 찾아가 갯끈풀이 모두 제거 되었는지 확인하였다.

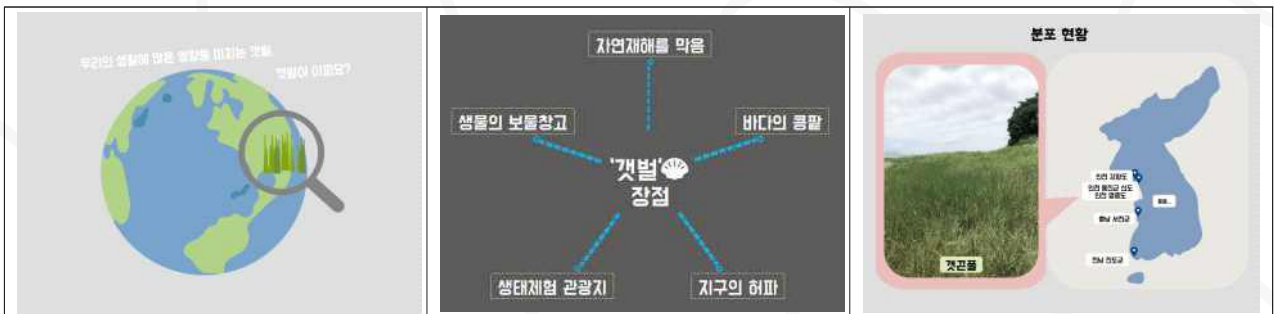
- 탐구결과

- 2017년에 갯끈풀이 제거된 지점은 염생식물이 제거되어 확인은 어렵지 않았으나 포크레인으로 갯끈풀 뿌리를 제거하여 대부분의 갯끈풀은 제거되었다.
- 하지만, 갯끈풀이 다년생식물로 뿌리가 완벽하게 제거되지 않으면 다시 생육하는 특성 때문에 갯끈풀이 제거된 지역에 일부 뿌리가 남아서 2018년도에도 자라나는 것을 확인하였다.
- 이처럼 갯끈풀이 자라나게 되면 제거하기도 어려울 뿐만 아니라 다른 염생식물도 훼손되기 때문에 유입되는 즉시 신고를 하여 빨리 제거하는 것이 가장 효과적일 것으로 생각된다. 따라서 활발한 대국민 홍보 활동을 통해 갯끈풀의 위험성을 알리고 발견부터 제거, 나아가 지속적 모니터링에 이르는 효과적이고 신속한 “갯끈풀 신고체계 구축”이 무엇보다 시급하다 하겠다.



○ 탐구주제 7: 갯끈풀의 위험성을 홍보하자!!!!

- 사람들의 갯끈풀에 대한 인식이 매우 낮고 관련 정보도 부족한 실정이라 홍보의 필요성을 느꼈다.
- ucc제작
 - ucc 주요장면들



- 교내 홍보 활동

- 홍보물을 만들어 교내 급식실 앞에서 교사와 학생들을 대상으로 홍보활동을 하였다. 갯끈풀에 대한 간단한 설명과 발견 시 신고방법 등에 대한 내용으로 구성하였으며 마지막에는 관련 퀴즈문제를 상품과 함께 준비하여 큰 호응을 얻었다.

KIO MIO 과



- 정책관련자에게 편지쓰기
 - 갯끈풀의 심각성과 함께 제거에 힘써달라는 내용의 이메일을 정책관련자(해양수산부 해양생태과 부서)에 보냈다.

<p>이메일 보내는 과정</p>	<p>이메일의 내용 일부</p>
-------------------	-------------------

○ 탐구주제 8: 갯끈풀 관련 전문가의 의견은?

자문 전문가	자문 형태	자문 내용
해양환경공단 취사무엘 (갯끈풀 제거사업 주체)	전화 면담	1. 갯끈풀 관련 자료 문의 2. 갯끈풀 신고방법 (신고방법 5가지 확인사항)
열우물 이세용 대표 (갯끈풀 제거전문가)	전화 면담	1. 액상천일염에 대한 설명과 효과 2. 갯끈풀과 중금속과의 관계
세광종합기술단 정준희 선임연구원 (갯끈풀 생태 전문가)	현장조사 동행	1. 염생식물의 형태, 생태적 특성, 분포 패턴 2. 염생식물 서식지도 작성 방법
한국종합환경연구소 안형진 상무 (갯벌 저서생태 전문가)	현장조사 동행	1. 갯벌에서 염생식물과 저서동물의 상호 관계 2. 염생식물 분포와 저서환경의 상호 관계



○ 팀원의 담당 역할

학생명	담당내용	역할
이소이	영상촬영, GPS 좌표확인, 퇴적물 분석, 외부기관과의 연락, 식생도 제작, 홍보물 제작, 자료수집	팀장
최연주	퇴적물 채취 및 분석, 홍보물 제작, UCC제작, 사진촬영, 자료수집	총무
구자우	야장기록, 퇴적물 분석, 외부기관과의 연락, 식생도 제작, 홍보물 제작, 자료수집	팀원
김하늘	퇴적물 측정 및 분석, 홍보물 제작, 사진촬영, 자료수집	팀원

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 갯끈풀은 단순한 일회성의 물리적인 방법으로는 제거가 쉽지 않음을 알 수 있었다.
- 강화도 동막 갯벌의 갯끈풀은 토종 생물을 빠른 속도로 몰아내고 있으며 이를 통해 우리 갯벌이 위협에 직면하고 있음을 알 수 있다. 나아가 어류나 철새에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.
- 최근 연구에 따르면 외래종 침입으로 약 1조 4000억 달러의 손실이 발생하는 것으로 추정하고 있는데, 세계 국민 총생산 (GNP)을 31조 달러 정도로 보면 세계경제의 약 5%를 차지하여 외래종 침입으로 인한 생물 다양성 파괴가 크다는 것을 알 수 있다(해양수산부, 2015).
- 갯끈풀 군락의 토양의 온도, 함수율, 전기전도도, pH값을 다른 토종 염생식물 군락과 비교하였을 때 높은 상관관계를 보이지 않는 것으로 보아 갯끈풀은 다양한 환경에서 번식할 수 있는 높은 적응력을 가진 생물로 판단되며 앞으로 서해안 일대에서 더 많은 갯끈풀이 발견될 것으로 예상된다.

○ 의의(기대효과)

- 본 탐구를 통해 2018년 현재 강화도 동막 갯벌에 서식하는 갯끈풀의 분포현황을 파악하였다. 그리고 기존 조사 자료와의 비교 검토를 통하여 갯끈풀의 유입, 확산 분포현황을 파악하고, 갯끈풀이 분포하는 지역의 퇴적환경과 자생 염생식물이 분포하는 지역의 퇴적환경을 비교 검토하였다. 이로써 본 탐구가 **해양생태계 보전 정책을 수립하는데 기초자료로 활용**되기를 기대한다.
- 향후 예견되는 엄청난 재앙 방지를 위해 소중한 우리 갯벌의 관리가 본격적으로 필요하므로 체계적이고 장기적인 정부단위의 계획이 세워져서 지속적인 모니터링과 연구를 통해 갯끈풀의 확산을 막고 확실한 제거방법이 발견되길 기대한다.
- 갯끈풀의 존재와 위협성에 대한 홍보를 통하여 사람들의 관심을 높이면 생태계에 악영향을 미치는 외래종들을 제거할 수 있는 실험과 작업이 더욱 빨리 진행되지 않을까 생각된다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 갯끈풀을 직접 채집하는 것이 어려워 갯끈풀을 이용한 실험을 학교에서 못 해서 아쉬웠다.
- 갯끈풀을 직접 채집할 수 없자보니 탐구의 범위가 줄어들어 계획을 전반적으로 수정해야했다.
- 갯벌에서 걸어나다니며 관찰 및 토양 채취 하는 것이 어려웠다.
- 예선이 끝난 뒤가 시험기간이라 학업과 탐구를 병행하는 데 어려움이 있었다.
- 어촌 주민들과 면담을 하지 못해 인터뷰의 내용은 얻지 못했다.
- 갯끈풀과 지채, 갯끈풀과 갈대의 생김새가 비슷해 구별하기가 어려웠다.
- 갯끈풀이 아직 사람들에게 많이 알려지지 않은 외래종이라 자료를 수집하고 모으는 부분에서 어려움이 있었다.
- 전문적인 내용이다보니 논문을 찾아 읽고 해석하고 정리하는 것이 복잡했다.

○ 알게 된 점

- 강화도 동막 해수욕장 현장에서 작년 이맘때쯤 포크레인을 이용해 제거를 한 두 지점 중 한 지점만 제거가 되었고 다른 한 지점은 다시 갯끈풀이 자라 있었다. 또한 갯끈풀이 점점 성장하면서 갈대 군락을 침범하여 갈대의 번식을 방해하였다.
- 갯끈풀이 섬유질이 질겨서 영국에서는 갯끈풀로 양궁 과녁판을 만들기도 했다.
- 갯끈풀은 성장이 다 끝나기 전에는 지채와 생김새가 비슷하고 성장이 끝났을 때는 갈대와 비슷하게 생겨서 잘 알지 못하는 일반인들은 구분하기 어려울 것이다.
- 갯끈풀이 퍼진 범위는 다른 염생식물 보다 매우 넓게 퍼져있었다.
- 갯끈풀은 다년생 식물이다.
- 갯끈풀을 비롯한 다른 외래종으로 인한 피해가 세계경제의 5%를 차지하고 있다.
- 칠면초는 다년생이 아닌 일년생 식물이며, 색깔이 보라색 빨간색 등으로 바뀐다.
- 칠면초와 해홍나물은 꽃이 피는 식물이지만 사람들이 잘 알지 못한다.

○ 기타

- 갯끈풀이 벼과 식물이라는 점에 착안하여 우리 조상들이 벼짚을 엮어 물건을 만들듯이 갯끈풀을 건조시킨 후 엮어 간단한 물건을 만들어 보기로 하였다. 채집한 갯끈풀을 식품건조기에 넣고 저온에서 2시간정도 건조시킨 결과 많이 수축되고 바삭 말라 부스러지는 경향을 보였다. 이것으로 보아 건조시킨 갯끈풀을 벼짚처럼 엮는 것은 어렵다고 판단하였다.



식품건조기

건조 후 갯끈풀

부스러진 갯끈풀

5. 참고문헌

- 군산대학교(2011), 『해안식물 · 곤충 가이드북』
- 김은규, 길지현, 주영규, 정영상(2015), 「미기록 외래잡초 영국갯끈풀의 국내 분포와 식물학적특성」, Weed & Turfgrass Science Vol.4 No.1 65-70.
- 부산대학교 산학협력단(2016), 「갯끈풀 생물환경조절(안전성)에 관한 컨설팅 및 연구」
- 이점숙(2014), 『한국의 염생식물』, 도서출판선인, 11-12.
- 이형근(2006), 「강화 동검도 염습지 식생의 분포와 저서환경조건의 시공간적 변화」. 한수지 39(특집호), 180-188
- 정수영, 박수현, 이강협, 양종철, 장계선, 정재민, 최경, 신창호(2015), 「국내에 유입된 *Spartina* 속 (Poaceae) 외래식물 현황 및 잠재적 위험성」, 한국식물분류학 정기 학술발표회 P31: 49.
- 충남기후정보브리핑 13호. 「갯벌 환경을 위협하는 갯끈풀 확산 피해 현안과 충청남도의 대책」
- 해양수산부(2015) 「2015년 국가 해양생태계 종합조사」 / 긴급조사.
- 해양수산부 고시 제2013-186호, 『해양환경관리법에 따른 해양환경기준』
- 해양수산부(2013), 「기후변화를 대비한 염생식물 분포양상 변화모델개발 및 보존기술개발」
- 환경부(2006), 「우리나라 서·남해안 염습지 염생식물 군락의 생태적 현장 보존 및 관리기술 개발」
- 환경정책·평가연구원(2000), 「수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구」



○[네이버 지식백과] 염생식물 [halophyte, 鹽生植物]

○[두산백과] <https://terms.naver.com>

○[서울대학교 해양저서생태학연구실] <http://benthos.snu.ac.kr/?p=10544>

○[K-water와 함께하는 물정보포털]

https://www.water.or.kr/encyclopedia/encyclopedia/encyclopediaiview.do?seq=527&p_group_seq=526&menu_mode=4¤tPageNo=15&search_Hangulindex=%E3%85%8C&search_Engindex=&TERM_SEQNO=4937&HANGULTERM=&ENGLISHTERM=&COMM_CODE=&ATTFILE_SEQNO=&language=h&searchTextBefor=&searchText=

○[일광BT blog]

<https://blog.naver.com/ilgwbt?Redirect=Log&logNo=220777173675>

○[(주) STA 코퍼레이션 공식 블로그]

https://blog.naver.com/sta_corp?Redirect=Log&logNo=221081163129

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	총무김밥		
학생명	조성훈, 정성민, 최도영	학교	총무중학교
지도교사명	이충영	학교	총무중학교

항목	내용
탐구주제	총무김밥의 반찬재료가 주꾸미에서 오징어가 되기까지 통영바다에서는 무슨 일이 있었을까?
탐구기간	2018년 6월 17일 ~ 2018년 9월 15일
탐구목적	○주꾸미에서 오징어와 어묵이 되기까지의 과정을 탐구함으로써 총무김밥의 역사를 재조명하고, 통영바다의 변화를 알리는 자료로 삼고자 한다.
탐구내용	○통영시의 총무김밥집 안내 지도(그린맵)를 작성한다. ○과거 총무김밥의 주재료로 주꾸미가 사용된 이유를 찾는다. ○총무김밥의 재료가 주꾸미에서 오징어 및 어묵으로 변화된 과정을 찾는다. ○과거와 현재 통영바다에서 잡히는 어족 자원에 대한 자료의 비교로 통영바다의 생물상의 변화를 밝힌다.
탐구결과	○통영의 대표적인 항구인 강구안에는 총무김밥집 수 28개로, 통영의 대표음식이 총무김밥임을 알 수 있었다. ○과거 통영의 앞바다 갯벌에서 주꾸미가 많이 잡혀 손쉽게 총무김밥의 반찬 재료로 사용할 수가 있었다. ○총무김밥의 주재료인 주꾸미에서 오징어 및 어묵으로 대체된 시기는 대략 1970년대 후반 주꾸미의 어획량이 줄어들면서 값이 비싸졌기 때문이었다. ○통영 바다의 생물상 변화는 1970년이후 어업생산량은 1992년도부터 꾸준히 감소하고 있으며, 양식생산량은 2000년대 초반부터 어업생산량을 넘어서고 있다.
결론 및 의의	○총무김밥의 재료는 지역의 해산물을 이용하였으나, 값이 비싸져 구하기 쉬운 재료로 대체되고 있으며, 통영바다는 잡는 어업에서 기르는 어업으로 변화되어 가고 있음을 알 수 있었다.





탐구 주제	충무김밥의 반찬재료가 주꾸미에서 오징어가 되기까지 통영바다에서는 무슨일이 있었을까?
팀명	충무김밥

1. 탐구 동기 및 목적

가. 탐구 동기

- 과거에 충무김밥에 쓰인 재료와 현재 사용되는 재료에는 차이가 있다. 과거에는 충무김밥에 주꾸미가 주로 사용되었던 반면에 지금은 오징어, 어묵이 주요 반찬이 되었다. 과거 1950~60년도에는 교통편과 음식물 저장 능력이 좋지 않았던 것으로 보아 우리 지역 통영의 해산물로 반찬을 만들었다고 본다면, 우리 지역 통영의 주해산물 중에는 주꾸미가 있었던 것으로 여겨진다. 그러나 요즘 수산물 시장에 가 보면 우리 지역에서 채집한 것 중에 주꾸미는 거의 보이지 않는다. 주꾸미는 어디로 간 것일까?

나. 탐구 목적

- 주꾸미에서 오징어와 어묵이 되기까지의 과정을 탐구함으로써 충무김밥의 역사를 재조명하고, 통영바다의 변화를 알리는 자료로 삼고자 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 탐구 내용 및 방법

- 탐구활동 1. 통영시의 충무김밥집 안내 지도(그린맵)를 작성한다.
 - 탐구방법 : 통영시의 대표적인 충무김밥집을 그린맵 형태로 제작하여 우리지역 관광 지도로 활용할 수 있도록 한다.
- 탐구활동 2. 과거 충무김밥의 주재료로 주꾸미가 사용된 이유는 무엇이였을까?
 - 탐구방법 : 주꾸미가 주 재료로 사용된 이유를 충무김밥 관계자와의 인터뷰를 통해 알아낸다.
- 탐구활동 3. 충무김밥의 반찬재료인 주꾸미에서 오징어 및 어묵으로 변화된 과정을 탐구해 보자.
 - 탐구방법 : 주꾸미가 충무김밥의 재료에서 사라지게 된 배경은 무엇이며, 오늘날 충무김밥의 주 재료가 오징어와 어묵으로 변화게 된 시기를 알아본다.
- 탐구활동 4. 과거와 현재 통영바다에서 잡히는 어족 자원에 대한 자료의 비교로 통영바다의 생물상의 변화를 밝힌다.

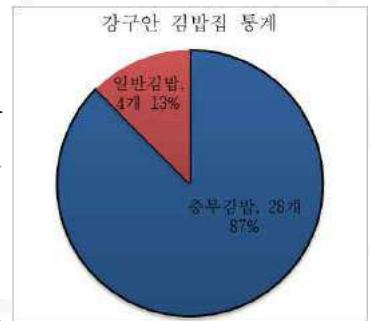
- 탐구방법 : 과거의 통영 어족 자원에 대한 자료를 찾는 활동과 통영의 수산시장 탐방을 통해 통영의 바다에서 잡히는 수산물의 종류를 조사하여 비교한다. 또한, 다른 지역의 자료와 비교하여 충무김밥의 주재료와의 관계를 파악한다. 그리고 충무김밥에 사용되는 오징어의 운반 경로를 알아봄으로써 충무김밥의 가치를 재조명해 본다.

○ 결과

- 1) 통영시의 충무김밥 집 그린 맵을 작성한다.



- 강구 안 충무김밥집 수 : 28개 / 강구 안 김밥집 수 : 4개
강구 안에 충무김밥집이 많이 모여 있었고, 오랜 역사를 가지고 있는 충무김밥집이 많이 있기 때문이고 이곳에는 주변에 여객선 터미널이 있어 사람들이 많이 찾아오기 때문이다.



○ 충무김밥의 역사 : 이 통영의 명물로 등장한 것은 80년대 초부터이다. 통영이 충무라고 불리던 시기, ‘국풍 81’에서 어두이(魚斗伊) 할머니가 판 김밥이 매스컴의 주목을 받으면서 유명해지기 시작했다. 국풍 81이 어디서 무엇을 했는지 찾고 조사한다.

충무김밥의 유래에 관한 이야기 중 하나는 해방 이후 남해안의 충무(현 통영)항에서 고기잡이를 나가는 남편이 고기 잡느라 식사를 거르고, 술로 끼니를 대신하는 모습을 본 아내가 남편이 안쓰러워 김밥을 만들어준 것에서 시작되었다는 것이다. 처음에 아내가 싸준 김밥은 잘 쉬어서 못 먹게 되는 일이 많았고, 그래서 밥과 속(반쯤 삭힌 꼴뚜기무침과 무김치)을 따로 담아 주었는데 그 후에 다른 어부들도 점심 및 간식을 밥과 속을 따로 담은 김밥으로 해결하게 된 데에서 유래된 향토 음식이다.

또 하나의 이야기는 통영은 해상 뱃길의 중심지였기 때문에 지금의 문화마당 자리에 있던 구 통영여객선터미널(‘뱃머리’라고도 불림)에는 많은 사람들의 왕래가 있었고, 이 사람들을 상대로 팔기 시작한 것이 충무김밥이라는 것이다. 뱃머리 근처에는 배를 타는 사람들을 상대로 주전부리를 파는 행상들이 많았는데 따뜻한 남쪽의 날씨에 상하기 쉬운 김밥은 밥과 반찬을 분리해서 팔았다. 당시 멸치어장에서 잡히던 주꾸미와 호리기 그리고 홍합과 무김치를 대나무 꼬치에 끼워서 김밥과 함께 종이에 싸서 팔았는데 배도 채울 수 있고 맛도 좋아서 인기가 좋았다. 이후 주꾸미는 구하기 쉽고 도시 사람 입맛에 맞는 오징어로 대체되어 지금까지 이어져 오고 있다.

○ 충무김밥의 종류 : 충무김밥에 대한 예비조사를 하던 중 충무김밥에는 2종류가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 대부분은 반찬인 오징어와 어묵이 버무려져 나오는 형태이지만, 오징어, 어묵, 주꾸미가 꼬챙이에 끼워져 나오는 형태의 충무꼬지김밥집 1곳을 찾을 수 있었다.

- 충무김밥의 구성(1인분 기준)

충무김밥 8개	반찬		석박지	시래기된장국
	오징어	어묵		
166g	70g	32g	140g	약간
				

- 옛날충무꼬지김밥

통영에 유일한 꼬지김밥집에서 찍었던 사진이며, 특징으로는 꼬지에 오징어와 어묵이 꽂혀있어서 양념이 있어서 맛있었다.



충무김밥과 같이 1인분에는 김밥 8개(200g 정도, 석박지, 시래기된장국이 제공됨. 꼬지김밥의 특징은 주꾸미 1줄, 어묵 2줄, 오징어 3줄로 약 103g 제공됨.

식감은 주꾸미가 오징어보다 부드럽고 쫄깃한 맛이 있어서 좋음.

2달 전까지 충무꼬지김밥에는 홍합도 들어있었던 것으로 여겨짐.



- 2) 과거 충무김밥의 주재료로 주꾸미가 사용된 이유는 무엇이였을까?

과거 충무김밥 반찬으로 주꾸미 외에 호리기(꿀뚜기), 홍합, 문어, 갑오징어가 사용되었다고 한다. 가장 오래된 김밥집 중 하나인 달인충무김밥의 김향자 사장님은 ‘통영에서 생산된 자연산 해산물은 맛있어서 모두 충무김밥 반찬 재료가 되었다. 근래에 와서는 자연산을 찾기도 어려워지고 값이 비싸져서 재료가 한정되어 있다.’ 또, ‘통영의 앞바다 갯벌에서는 주꾸미가 많이 잡혀서 손쉽게 주 재료로 사용할 수가 있었다. 식감 또한 씹는 느낌이 좋아 선호도가 높았고, 특히 주꾸미 알은 독특하게 씹히는 맛이 일품이다.’ 라고 하였다.



원조에 해당하는 두 충무김밥집의 김밥 1인분의 가격이 달랐다. 그 이유는 국산을 사용한다는 집은 5,500원(1인분) 포클랜드산 오징어를 사용하는 집은 5,000원(1인분)으로 재료비에 의해 충무김밥의 가격이 결정되는 것 같았다. 따라서 주꾸미는 수요에 따른수지를 맞추기 어려워 사용되지 않는다는 결론을 내렸다.

○ 주꾸미란?

주꾸미를 알기 위해 통영중앙어시장을 탐방하였으나 찾지를 못함. 봄철에 조금씩 잡아오는 경우가 있다고 함. 고대구리작업하는 과정에서 나온다고 함.

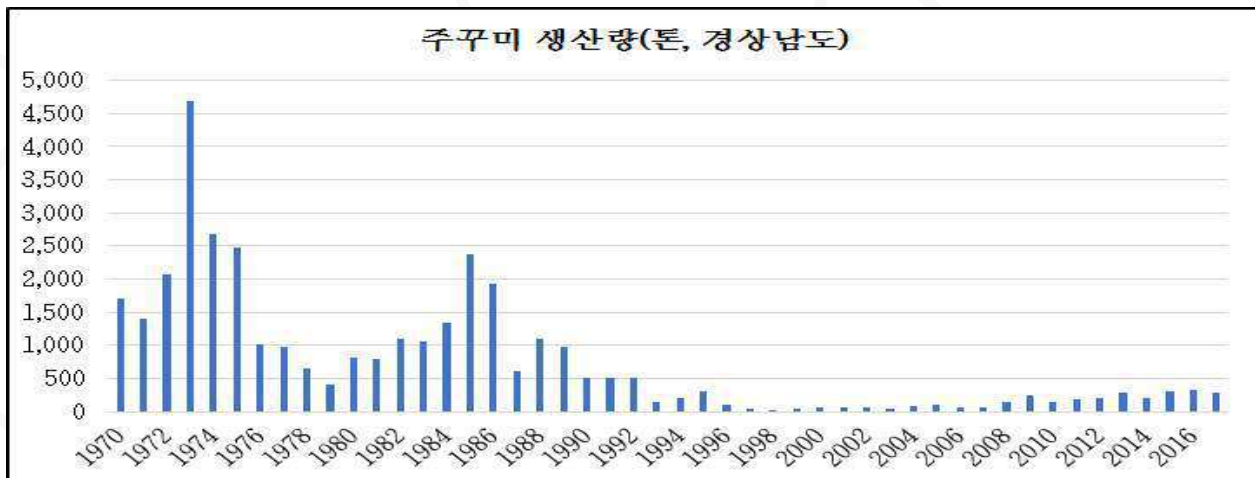
	<p>주꾸미</p> <p>문어과 Family Octopodidae 문어과 Subfamily Octopodinae</p> <p>학명 <i>Octopus membranaceus</i> Gray, 1849 영명 Webfoot octopus 일명 Kotsubiidako 일본 죽거리, 쓰구미, 근테문어</p>	<p>형태적 특징 몸통은 주머니모양으로 길며, 두부와 팔이 미세 조그마하여 조그만 듯한 원형의 부리가 있다. 두 눈위에 각각 2개의 유점물기가 있다. 팔은 8개의 길고 단단하며, 수컷 오른쪽 3번째 팔이 교원기화되어 있다. 교원기는 가늘고 긴데 끝은 미끄러 4-6% 정도이다. 아가미에는 2-3쌍의 아가미판이 있다.</p> <p>생태적 특징 생태 : 연안저층으로 수심 60m 깊이까지 서식한다. 대개 바닷의 구멍 등에 붙어있어 숨어서는 몸으로 12-2월 사이에 산란을 한다. 성장 : 최대 체무중 8kg, 최대 인장 30cm 중량 : 최대 중량 0.5kg 분포지역 : 인도-태평양(일본령, 중국해, 호주 남부해) 어획량 : 일본의 내만과 중국연안에서 지역적인 주요 어업대상종이나 어획량보고는 없음.</p>
<p>통영중앙어시장 탐방</p>	<p>세계 유용 두족류 도감(해양수산부 국립수산물과학원)</p>	

김밥과

- 3) 주꾸미에서 오징어 및 어묵으로 변화된 과정을 탐구해 보자.

똥보할매김밥집의 사장님 인터뷰 : 주꾸미가 오징어로 바뀌기 시작한 때는 대략 1970년대 후반으로 기억하였다. 주꾸미 값이 비싸져서, 그 당시 값이 저렴했던 오징어와 어묵으로 대체하였다고 한다. 고객들도 오징어와 어묵 반찬에 대한 평가도 좋은 편이어서 이후로 전해져 왔다고 한다. 그렇지만 그 당시 충무김밥을 주문을 받는 경우에는 고객이 원하면 주꾸미, 홍합 등의 반찬으로 만들기도 했다고 한다. 1970년대 후반 경 주꾸미 값이 비싼 이유는 아래 표에서 찾을 수 있었다. 주꾸미의 생산량이 줄어들던 시기로 판단할 수 있다.

생산년도	생산량(톤)	생산년도	생산량(톤)	생산년도	생산량(톤)
1970년	1,712	1986년	1,917	2002년	54
1971년	1,401	1987년	603	2003년	43
1972년	2,078	1988년	1,103	2004년	84
1973년	4,690	1989년	965	2005년	103
1974년	2,686	1990년	502	2006년	63
1975년	2,474	1991년	515	2007년	51
1976년	1,023	1992년	515	2008년	152
1977년	967	1993년	145	2009년	241
1978년	640	1994년	212	2010년	137
1979년	406	1995년	296	2011년	187
1980년	821	1996년	100	2012년	208
1981년	783	1997년	45	2013년	277
1982년	1,098	1998년	17	2014년	196
1983년	1,057	1999년	50	2015년	304
1984년	1,341	2000년	63	2016년	325
1985년	2,369	2001년	64	2017년	287



○ 주꾸미가 줄어든 이유는?

첫 번째, 주꾸미를 대량으로 잡는 어업에 문제점이 있다. 산란기 때 소라껍질을 밧줄에 대량으로 묶고 넣으면 주꾸미가 알을 낳기 위해 오면 잡는다. 즉 주꾸미가 알을 낳는 습성을 이용해 잡음으로서 번식의 기회를 없애버리는 것이어서 남해안 특히 통영바다에서 주꾸미를 보기 어려워졌다.(경상남도 수산자원연구소 이정태박사님 인터뷰).



주꾸미 단지 - 통영시립박물관



주꾸미 소호 - 거제어촌민속전시관



통발
(주꾸미소호)
어업

(어법번호: 통발 [주꾸미소호], 연안복합어업/266)

일반 통발과 마찬가지로 통발대신 소라껍데기를 긴 모릿줄에 일정한 간격으로 달린 아릿줄의 끝에 매달아 대상 생물을 잡는다. 주꾸미는 수심이 얇고 저질이 사니질인 곳에서 소라껍데기 같은 조개껍데기에 숨어서 서식 또는 산란하는 습성이 있으며, 이러한 습성을 이용하여 모릿줄에 일정한 간격으로 소라껍데기를 달아 투승하였다가 껍데기 속에 들어간 주꾸미를 잡으며 미끼는 사용하지 않는다. 소라껍데기 입구에 구멍을 내고 PP φ 2~3mm의 아릿줄을 꿰어 PP φ 9~12mm의 모릿줄을 약 50cm 간격으로 달아 투승한 다음 양 끝에 명과 부표로 고정시킨다. 정조시에 어장에 도착하여 이미 투승된 어구를 사이드 드럼으로 양승을 하면서 소라껍데기 속에 든 주꾸미를 잡고 제자리에 또는 어장을 이동하여 다시 투승한 다음 귀항한다. 어획이 좋을 때는 1일 1~2회 양승을 하나 어획이 좋지 않을 때는 2~3일만에 양승하기도 한다. 어선규모에 따라 사용 어구수는 다르며, 보통 1톤급내외 어선에서는 총 3천~4천개를, 5톤급 내외 어선에서는 총 7천~8천개를 200~300개씩 여러 곳에 분산 투승하나 최고 5만~6만개를 사용하는 경우도 있다.

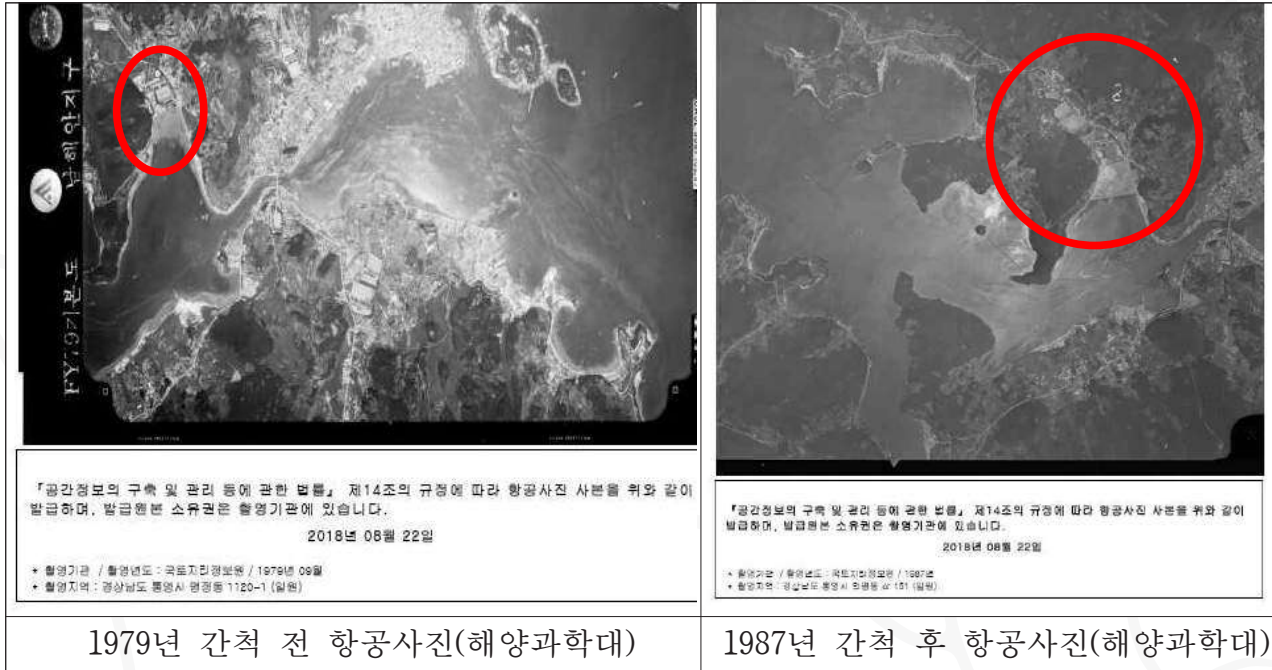
※어선규모 : 목선, FRP 1~5톤급 내외

※대상어종 : 주꾸미 약 100%

연안복합어업에 포함되는 어법

어구어법정보 및 수산물 방언 정리, 2010 충남지방통계청 보령사무소.

두 번째, 갯벌을 많이 매립함으로써 주꾸미가 살 수 없는 환경을 만들고 있다. 특히, 1980년대에 경상대학교 해양대학 앞 갯벌에 주꾸미가 많이 서식했었으나, 갯벌매립으로 인해 주꾸미가 줄어들었다.(사진의 원 안 비교, 경상남도 수산자원연구소 이정태박사님 인터뷰).



1979년 간척 전 항공사진(해양과학대)

1987년 간척 후 항공사진(해양과학대)

세 번째, 고대구리를 어부들이 사용하여서 주꾸미를 잡아버렸다. 그래서 주꾸미의 어획량이 줄었다.(고대구리 : 코(그물사이의 간격)가 작은 그물로 불법어로를 하는 방식, 또는 그러한 배)

- 4) 과거와 현재 통영바다에서 잡히는 어족 자원에 대한 자료의 비교로 통영바다의 생물상의 변화를 밝힌다.

아래 표는 1970년부터 2017년까지 경남 지역 어업생산량 및 양식생산량을 나타낸 것이다. 어업생산량은 1992년도부터 꾸준히 감소하고 있으며, 양식생산량은 2000년대 초반부터 증가하는 양상을 보인다.

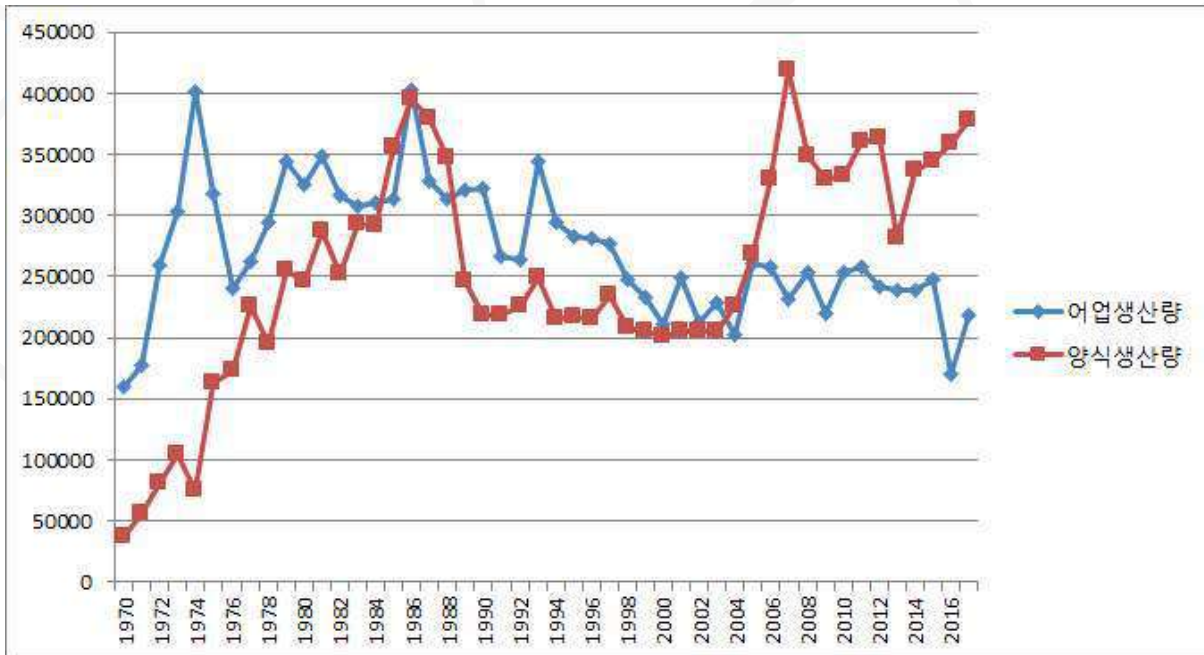


그림 25 통계청, 경남어업생산동향조사*단위: 톤(ton)

따라서 통영 바다는 과거 잡는 어업에서 현재는 기르는 어업으로 진행하고 있다는 것이었다. 1970년에는 양식생산량이 아주 적었지만 현재는 어업생산량을 넘어서서 약 2배에 가까운 생산량을 보이고 있다.

통영시 양식어업 현황(2018)으로는 가두리, 우렁챙이, 미더덕, 해삼, 패류로는 굴수하식, 굴바닥식, 피조개, 홍합, 전복 바닥식, 전복 가두리, 새고막, 가리비, 바지락, 진주조개, 해조류에는 미역 등을 하고 있다.

○ 통영의 해양생물 관련 연구소 탐방



○ 경상대학교 해양과학대학 수산가공관



김정균 교수님 연구실 방문



해양대학 수산가공관은 통조림 같은 것을 만들고 있었다.

교수님이 하는 말씀이 일부 충무김밥자체에도 조미가 되어 있다고 하였고, 충무김밥 특허가 있고, 그 특허는 김밥을 싸는 특허가 있다고, 그리고 김을 싸는 이유가 김에 단백질 성분이 많아서 라고 하셨다.

○ 경상대학교 해양과학대학 국립수산물과학원 수산자원연구소

주목표 : 대한민국 배타적경제수역(EEZ)의 수산자원에 대한 조사하는 기관

키워드

  <p>정재목박사님과</p>	주된 일	하는 일
	근해어업자원조사	먼 바다에서 잡혀오는 어업자원을 조사하고 통계하며 분석한다.
	연근해특정해역정밀자원조사	연근해 지역에서 나는 어족자원을 보다 자세하게 조사한다.
	수산자원조사선의 운영 지원	어족 자원을 잡으러 가는 배들을 돕고 운영한다.
	수산자원 빅데이터 확보	수사 자료에 대한 거의 대부분의 자료를 수집하고 보관한다.
	한미 한러 한중 국제협력	미국, 러시아, 중국과의 협력을 도와준다.

A. 알게 된 점

- ◆ 주꾸미가 더 이상 잡히지 않는 이유 중 하나는 옛날 사람들이 산란기 때 잡아 먹어서이다.
- ◆ 오징어는 한국 일본을 제외한 거의 모든 나라가 잘 먹지 않는다.
- ◆ 오징어의 종류가 도감으로 나올 정도로 아주 많다.
- ◆ 충무김밥에 들어가는 재료는 대부분이 통영에서 나는 재료가 아니다.

B. 느낀 점

- ◆ 처음으로 대학교를 견학하여서 모든 게 다 신기해보였다.
- ◆ 바다 환경이 옛날에 비해 많이 안 좋아졌다고 하니 조금 무섭기도 하고 슬프다.
- ◆ 통영이 수산자원연구에 있어 중요하다는 것을 알게 되었다.

○ 국립수산과학원 남동해수산연구소

남동해수산연구소는 국립 수산 과학원의 일부 연구소이다. 위치는 통영시 산양읍 영운리에 위치한 곳이다.

<현재 국립 과학원에서 하고 있는 실험이나 계획>

- 1) 이동식 가두리
- 2) 질병방재연구
- 3) 오징어 양식 연구



<오징어가 잘 잡히지 않는 이유>

- 1) 중국 어선들이 오징어를 모두 잡아간다.
- 2) 지구온난화로 인해서 수온이 낮은 곳에서 사는 오징어가 수온이 높아지자 수온이 낮은 곳으로 이동하였다.

<양식장의 단점>

- 1) 먹이를 계속 바다에다 주면 바다가 오염이 될 수도 있다.
- 2) 부표가 바다에 떠내려가 분해되어 스티로폼 조각을 물고기가 먹어서 우리에게 악영향을 끼칠 수 있다.




	조직	하는 일
	양식기술실	양식을 하는 방법을 새롭게 만드는 곳. 테스트를 거쳐서 어느 정도 실용성이 있으면 개발한 양식 기술을 사용한다.
	양식생리실	양식을 할 때 주는 먹이를 연구하는 곳이며 플랑크톤을 주로 연구하고 있는 곳이다.
	어장환경연구실	양식을 할 때 어장이 깨끗하고 청결해야 하기 때문에 조금 더 좋은 환경을 제공하기 위해 연구하는 곳이다.
	유해생물연구실	양식하는 것을 유해생물로부터 보호하기 위하여 연구하고 보호방법을 찾는 곳이다.
	방역센터	양식하는 것이 전염병이나 병이 걸리기 전에 미리 조치를 취해서 걸리지 않게 하는 곳이다.
	남해양식연구센터	양식 연구와 조개류 연구를 담당하는 곳이다.
	연구지원실	위에 여러 연구를 위해 지원해주는 곳이다.(비용, 실험 물품 등등)

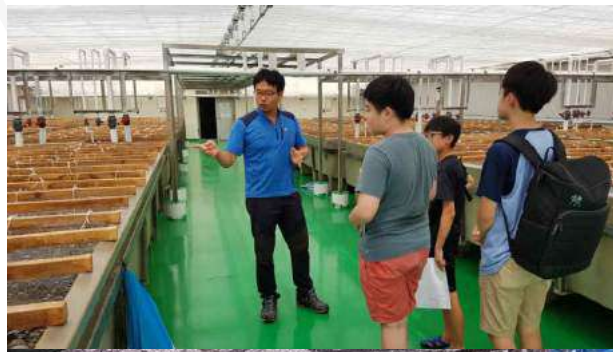
도용현박사님의 설명

- 통영에서 양식하는 것 : 굴, 우럭, 쥐치, 참돔 등등
 굴은 전국 생산량의 80%가 경상남도이며, 그중 통영과 거제에서 가장 많은 비율을 차지한다.
 우럭은 전국에서 2만톤을 양식하는데 그중 49%가 경상남도에서 양식된다.

○ 경상남도 수산자원연구소

	<p>-하는 일)치패나 치어 등을 키운 뒤 바다에 방류를 한다. 그리고 그 생물에게 맞는 것을 찾아서 먹이를 주고 생선들을 조사 하는 일이다. 그리고 수산자원연구소는 참다랑어도 양식을 해서 조사를 하고 그리고 해외 물고기인 자이언트 그루퍼라는 물고기도 있다. (그 길이 약2미터이고, 몸무게는 120kg이다. 어마무시 한 무게이다.) 그런 해외 물고기 같은 것도 조사를 한다.</p>
---	--

이정태박사님과



-가서 배운 점)주꾸미는 왜 점점 사라지는가에 대해 조사를 하였는데 박사님 말씀이 사람들이 주꾸미 산란기 때 잡아서 먹고 우리가 땅이 필요로 해서 땅을 만들어서 주꾸미가 알을 낳을 곳을 못 찾아서 사라진다고 말씀해주셨다.

우리가 질문으로 주꾸미는 같은 두족류 생물은 양식이 안 되냐고 물어보았는데 두족류 같은 문어, 낙지, 주꾸미 등은 양식이 지금으로써는 안 된다고 하셨다. 대신에 문어 같은 것은 조금 자란 것을 잡아서 키우는 것은 보았다.

-가서 느낀 점)우리가 주꾸미를 잡는 것도 문제지만 잡는 방식도 문제가 있다고 본다. 우리를 위해서 땅을 만드는 것도 좋지만 그렇게 한다고 해서 우리가 미래에 먹을 한 종류의 생물이 사라지는 것은 차마 볼 수가 없을 것이다. 우리 후손들을 위해서 주꾸미를 이제부터라도 보호해야한다고 느꼈다. 우리가 할 수 있는 일은 바다에 바로 쓰레기를 버리지 않는 것 같다. 그리고 많은 우리나라 수산 연구소들이 두족류 같은 해산물이 양식하는 방법을 알아서 양식을 해야 할 것 같다. 힘들겠지만 양식하는 방법을 알아내야한다고 나는 강조하고 싶습니다.

○ 통영수산과학관



- 어류를 잡는 통발 : 비린내 많이 나는 머끼를 사용하여 물고기, 문어 등을 잡는다.
- 굴양식 방법 : 어린 굴(치패)을 바다 바닥에 풀어놓고 양식한다.(바닥식 양식)
- 수산가공업 발달과정 : 68년에는 건굴이 생겼고, 78년 이후로는 멸치냉장이 시작되었다.
- 양식업 발달 : 광복이후 혼합, 굴 등이 활발하게 양식되었다, 70년 이후로는 일본의 치어 수출과 관련하여 발달하였다.
- 바다의 특징 : 적절한 염도(33~34%)와 적절한 수온(9~26도) 적당한 수심으로 이루어져 최적의 수산지리이다.

○ 팀원의 담당 역할

- 조성훈 : 통계청과 수산정보통계포털에서 자료 조사
- 정성민 : 직접 강구안을 방문하여 인터뷰 한 것을 녹음하고 기록하였다.
통영에 있는 충무 김밥집의 개수를 조사하고 그린 맵 작성
- 최도영 : 직접 강구안을 방문하여 인터뷰를 하고, 활동사진을 찍었고, 보고서 작성.

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 통영의 대표적인 항구인 강구안의 김밥집 조사에서 충무김밥집 수 28개(87%), 일반 김밥집 수 4개(13%)로 통영의 대표음식이 충무김밥임을 알 수 있었다.
- 과거 충무김밥의 주재료가 주꾸미였던 이유는, 통영의 앞바다 갯벌에서는 주꾸미가 많이 잡혀 손쉽게 요리 재료로 사용할 수가 있었으며, 식감이 좋아 선호도가 높았고, 특히 주꾸미 알은 톡톡하게 씹히는 맛이 일품이기 때문이었다.
- 충무김밥의 주 재료인 주꾸미에서 오징어 및 어묵으로 대체된 시기는 대략 1970년대 후반 주꾸미의 어획량이 줄어들면서 값이 비싸졌기 때문이었다.
- 통영 바다의 생물상 변화는 1970년이후 기록상으로 어업생산량은 1992년도부터 꾸준히 감소하고 있으며, 양식생산량은 2000년대 초반부터 증가하는 양상을 보인다. 지금은 양식생산량이 어업생산량보다 훨씬 많다. 따라서 잡는 어업에서 기르는 어업으로 변화되어 가고 있음을 알 수 있었다.
- 통영의 바다 관련 연구소 및 기관에는 경상대학교 해양과학대학, 해양수산부 국립수산과학원 수산자원연구센터, 해양수산부 국립수산과학원 남동해연구소, 경상남도

수산자원연구소, 통영 수산과학관 등이 있었다.

○ 의의(기대효과)

- 충무김밥에 대한 자세한 정보를 최초로 기록하고 정리하는 자료가 될 것이다.
- 우리고장의 먹거리의 역사를 한 눈에 볼 수 있는 활동 자료가 될 것이다.
- 우리의 해산물 먹거리에 대한 유통 경로를 되새겨 볼 수 있는 계기가 될 것이다.
- 통영 바다의 변화를 거시적인 관점에서 재조명할 수 있는 자료가 될 것이다.
- 우리 지역의 어족자원을 이용한 충무김밥에 대한 새로운 레시피를 제안하는 자료로 활용될 수 있을 것이다.
- 관광객들이 추천을 받아 통영의 충무김밥을 더 유명하게 만들 수 있을 것이다.
- 사람들이 충무김밥에 대해 많이 알게 될 것이다.
- 이제 사람들이 서울의 충무로에서 만든 김밥이 아닌 통영에서 만든 김밥으로 이제 알게 될 것이다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 실제 질문을 했을 때 답변을 잘 안 해주었다.
- 시간이 맞지 않아 힘들었다.
- 시간이 많이 들다 보니 힘들다.
- 마음이 맞지 않아 힘들었다.
- 남동해 연구소, 수산자원연구소, 해양대학교 수산자원연구소이나 김밥 집들이 너무 멀리 떨어지다 보니 그 시간을 조금 허비한 것 같았다.
- 설명 듣는 시간이 보람이 찼지만 그 때 우리들이 질문을 별로 안 하였던 것이 너무 아쉬웠다.
- 교통비가 5000원 정도로 생각하고 있었는데 하다 보니 많이 나와서 놀랐었다.

○ 알게 된 점

- 꼬지김밥이라는 새로운 종류를 알게 되었다.
- 원래는 오징어가 아닌 주꾸미 또는 갑오징어, 문어였다는 것을 알게 되었다.
- 국풍 81년 사건 이후로 우리가 아는 충무김밥으로 모양이 변형되었다는 것을 알게 되었다.
- 충무김밥이 배를 타는 어민을 위해 만들어졌다는 점을 알게 되었다.
- 통영 앞바다에서 더 이상 갑오징어와 주꾸미가 거의 잡히지 않는다는 것을 알게 되었다.
- 양념장을 만들기가 힘들어서 어묵과 오징어를 버무려서 만들었다.
- 우리나라 오징어와 주꾸미 단가가 높아져서 외국에서 수입을 한다.
- 충무김밥집이 서호동이랑 강구안 쪽에 많이 몰려있다.

- 옛날의 비해 통영 바다의 수온이 높아졌다.(지구온난화)
- 부산 어묵을 사용하고, 김은 전라도에서 가져온다.
- 옛날에는 해산물을 모두 사용하였지만, 멍게는 향이 강해서 사용하지 못한다.
- 김을 짜는 이유는 단백질이 많고, 보기 좋기 때문이다.
- 주꾸미 잡는 방법 : 주꾸미가 소라껍질이나 바위사이에 알을 낳는 습성을 이용해서 소라껍질을 실에 꿰매서 주꾸미가 껍질 안에 들어가면 잡는 방식이다.(예: 주꾸미단지) 그리고 긴 줄을 이용해서 바닥을 끌고 다니면서 주꾸미를 잡는다.
- 평소에는 충무김밥이 왜 그런지 잘 모르고 있었는데 이 탐구활동을 통해서 여러 곳을 탐방하면서 김밥 집에서 유래를 알게 되었다.
- 오징어들이 수온이 올라가서 오징어 등이 탐방을 통해 물이 차가운 곳으로 간다는 것을 알았다.
- 김밥 집들을 탐방을 하면서 알게 되었던 정보인데 옛날에는 충무김밥집이 보통으로 있었는데 최근 들어서 충무김밥집이 많이 생겼다고 말씀해주셨다.

○ 기타

- 추진 일정
 - 매주 화요일 8교시에 탐구활동 내용을 정리하여 탐구일지를 작성하고, 이 주의 활동 내용을 계획한다.
 - 매주 주말 (9:00~) 계획대로 탐방활동을 하고 자료를 수집한다.
 - 탐구활동 1~4의 순으로 진행하며, 시간이 부족할 경우 아무 요일이나 학교가 끝난 후 만나서 한다.
 - 모든 과정은 학생이 스스로 진행하며, 가급적 선생님에게 도움을 요청하지 않는다.
 - 탐구활동 후에 각자 집에서 탐구일지를 꼬박꼬박 작성한다.
- 우리(사람)들이 잘못된 행동
 - 우리들이 살 공간이 필요해 매립, 간척을 한 것이 문제점이다.
 - 우리가 주꾸미를 잡는 방식이 문제가있다고 본다. 왜냐하면 주꾸미들이 알을 낳거나 짝짓기를 하는 습성을 이용해 잡는 것은 문제 있기 때문이다.
- 생각 한 것
 - 충무김밥에 오징어도 사라지고 주꾸미도 사라지고 다른 해산물을 넣자니 단가가 비싸지는데 앞으로는 충무김밥이 사라질 수도 있을 것이다.
 - 충무김밥에 해산물이 사라진다면 이제 어떤 해산물을 써야하는지 생각해보았다.

5. 참고문헌

<도움 주신 분>

- 김정균 교수, 경상대학교 해양과학대학 해양식품생명의학과
- 정재묵 박사, 국립수산물과학원 수산자원연구센터 해양수산연구사
- 이해원 박사, 국립수산물과학원 수산자원연구센터 해양수산연구사
- 도용현 박사, 국립수산물과학원 남동해수산연구소 해양수산연구사
- 이정태 박사, 경상남도 수산자원연구소 해양수산연구사

<참고 문헌>

- 해양수산부 국립수산물과학원(2008), 『세계 유용 두족류 도감』, p.190
- 충남지방통계청 보령사무소(2010), 『어구어법정보 및 수산물 방언 정리』
- 경상남도. 『해양수산현황(발간등록번호 76-6480000-000219-10)』, p.275

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	마린 라이프		
학생명	김강리, 김서진, 김현경, 허예은	학교	석천중학교
지도교사명	장진숙	학교	석천중학교

항목	내용
탐구주제	해양생물들의 복지
탐구기간	2018년 06월 23일 ~ 2018년 08월 25일
탐구목적	○해양생물 복지의 현재 상황을 살펴보고 필요한 점은 무엇인지 찾아봄으로써 해양생물들의 보전과 복지에 나쁜만이 아니라 다른 사람들 또한 더 많은 관심을 갖게 되기를 바란다.
탐구내용	○아쿠아리움에 방문하여 해양생물들의 상태와 복지를 직접 관찰해 보고, 여러 매체를 통해 구체적으로 비교해 보았다. ○여러 해양보호구역을 방문해 해양생물의 보존을 위한 노력을 알아보며 비교 분석해 보았다. ○관련된 영화, 책, 전시 관람과 국립해양생물자원관, 국립생태원 방문으로 탐구에 도움이 되는 여러 정보를 얻었다.
탐구결과	○아쿠아리움의 해양생물 보존의 노력은 주목할 만하나, 아쿠아리움 안에 있는 생물들의 스트레스는 개선이 필요하다. ○생태보호구역에서는 과도한 욕심을 부리기보다는 멸종위기생물을 위한 생태계 보존에 치중하였으면 좋겠다. ○해양생물의 복지를 위해서는 환경오염 개선과 친환경적 노력이 절대적으로 필요하다.
결론 및 의의	○법률 제정 등 정부의 적극적인 협조가 필요하고 국민들이 환경오염의 심각성에 대해 인지해야 하며, 현재 개발되고 있는 친환경적 신기술의 상용화 또한 실시되어야 한다. 여러 친환경적인 노력으로 자연과 인간이 조화를 이루는 공생의 도시를 만들어 해양생물이 각각의 터전에서 그들의 권리를 온전히 누리며 살아갈 때, 인간, 즉 우리 삶의 질과 복지 또한 올라갈 것이다.



탐구 주제	해양생물들의 복지
팀명	마린 라이프

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 텔레비전이나 영화 인터넷 등을 통해 해양생물을 접하다가 문득 아쿠아리움에 사는 해양생물들은 과연 행복할까 하는 생각이 들었다. 아쿠아리움 속 해양생물들에 대한 호기심을 가지고 찾아보던 중 해양생물 탐구대회를 알게 되었고 해양생물 복지를 탐구할 좋은 기회라고 생각해 참가하게 되었다.

○ 탐구 목적

- 동물원의 동물 복지에 비해 아쿠아리움 속 해양생물의 복지에는 관심이 많지 않았다. 이번 탐구를 통해 해양생물 복지의 현재 상황을 살펴보고 필요한 점은 무엇인지 찾아봄으로써 해양생물들의 보전과 복지에 더 많은 관심을 갖게 되기를 바란다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용 및 방법

- 인간과 가장 가까운 곳에서 살고있는 아쿠아리움 속 해양생물에서부터 생태계 속에 살고있는 해양생물의 보전과 복지 상황을 살펴보고 해양생물과 인간이 더불어 함께 살아가기 위해 어떤 노력이 필요한지 해결점을 찾아봄으로써 해양생물 보전 및 복지에 한걸음 다가가고자 한다.

· 1>아쿠아리움 속 해양생물의 실제와 복지에 대해 파악해본다.

- 동물을 주인공으로 한 영화와 AHA(No animals were harmed?)



해양생물의 복지에 대해 알아보기 전에 영화 ‘프리윌리’를 보았다. 이 영화는 불법 포획된 범고래 윌리가 다시 바다로 돌아가게 되는 과정이 담긴 내용으로 1993년 제작되었다. 영화가 만들어진 25년 전과 비교해 볼 때, 돌고래쇼나 물개쇼는 예전에 비해 많이 줄어들었다. 해양동물 복지에 대한 사람들의 이해가 그만큼 높아졌다는 의미로 보인다.

동물을 주인공으로 한 영화나 방송은 사람들에게 큰 즐거움을 준다. 그러나 그 이면에 영화나 방송 속 동물의 복지가 잘 지켜지고 있는지도 눈여겨보아야 한다.



미국 인도주의단체(American Humane Association,AHA)는 전미국 유일의 아동 동물보호 자선단체로 자신들이 정한 동물 복지의 기준을 준수할 경우 인증마크를 부여하는데 영상제작 물의 경우 등급 기준은 아래와 같다.



등급	기준
우수 (Outstanding)	- AHA 심사관의 제작 현장 검증을 거쳐 동물안전 가이드라인을 충족시킴. - 엔딩 크레딧에 No Animals Were Harmed? 마크 표시 가능
인증가 (Acceptable)	- AHA 심사관이 모든 동물 촬영 장면을 검증하지 못했으나 최종 편집본으로 가이드라인을 충족시켰다고 판단한 경우 -No Animals Were Harmed? 마크 사용은 불가능하나 일부 장면 에 동물학대가 발생하지 않았음을 문장으로 명시 가능
특수사항 예외 (Special Circumstance)	- AHA 심사를 거쳤으나 촬영 중 도물의 부상 혹은 사망 사고가 생겼을 경우, 부주의로 인한 사고가 아닌 것임을 확인해야 함
인증 불가 (Unacceptable)	- 제작진의 안전조치 미비로 동물이 부상당하거나 죽는 사고가 발생한 경우

우리나라의 경우, 영상물 제작시 해양동물을 비롯해 동물의 복지기준이 없는데 위의 경우처럼 영상물에서의 동물 복지기준을 마련할 필요가 있다고 생각한다.

- 아쿠아리움 속 해양생물의 복지 현황

- 현재 우리나라 아쿠아리움에 어떤 해양생물이 있는지 해양생물의 생활환경은 어떠한지 살펴보기로 하였다. 우리나라에는 서울 3, 부산, 대전, 제주, 경기 고양, 충북 단양, 경북 울진, 전남 여수시에 각 1곳이 있다. 총 10곳 중 연중무휴인 아쿠아리움이 8곳, 매주 월요일 휴관하는 아쿠아리움은 2곳이었다.
- 이 가운데 두 곳을 직접 방문해 살펴보고 질문사항은 메일로 문의하기로 하였다.

▶ L아쿠아리움



- 2018년 7월 8일 김강리와 허예은이 L아쿠아리움을 방문하였다.
- L아쿠아리움은 2014년 10월에 개관해 현재 오전 10시부터 오후 10시까지 연중무

키오 파

휴로 운영 중이다. 이곳에는 650여 종 55000여 마리의 해양생물이 살고 있다. 작고 조그만 열대어부터 돌고래, 바다거북, 벨루가 등 다양하고 신기한 해양생물을 한데 모아 놓은 듯했다. 걸으로 볼 때는 해양생물들의 상태는 좋아보였고 물도 꾸준히 관리하는지 깨끗해 보였다. 피라미나 열대어 등 작은 생물들은 야생과 최대한 비슷한 상태를 유지하는 것처럼 보였는데 비교적 큰 동물인 바다사자나 물범 등은 사는 곳이 좁아 보였다. 이 아쿠아리움의 대표적 상징 동물인 벨루가는 한눈에 봐도 꽤 큰 몸집임에도 움직일 수 있는 공간은 상대적으로 넓어 보이지 않았다.

▶... C아쿠아리움



· 2018년 7월 15일 김현경과 김서진은 C아쿠아리움을 방문하였다. C아쿠아리움은 2000년 5월 3일 개관해 현재 오전10시부터 오후 8시까지 연중 무휴로 운영 중이다. 650여 종 40000여 마리가 전시수조 183개와 사육수조 90개에 살고 있다. 국내 최대 상어 서식지로 총 15종 140마리가 서식하고 있는 곳이다. 이곳은 물의 여행을 주제로 16개의 구역으로 나누어 해양생물을 전시하고 있었다. 작은 물고기가 있는 작은 규모의 수족관의 경우, 아이들이 좋아하는 장난감을 넣어두기도 했는데 그래서인지 수족관을 두드리는 아이들이 제법 있었다. 또한 수족관이 함께 설치된 자판기가 곳곳에 있었는데 해양생물 입장에서는 바람직해 보이지 않았다. 황금쏘가리를 비롯한 몇몇 해양생물들은 크기가 30cm 가량 되어 보였음에도 움직이기조차 힘든 작은 수족관에 갇혀 있어서 안타까웠다. 전반적으로 C아쿠아리움은 해양생물의 입장보다는 사람들의 재미와 관심을 더 우선으로 생각하는 모습이 아쉬운 점이였다.



아쿠아리움을 방문한 후, 질문에 대한 답변을 기다렸는데 두 곳 중 한 곳에서만 답장을 받을 수 있었다. C아쿠아리움의 경우, 메일에 대한 답장도 받을 수 없었고, 직접 방문해 궁금한 점을 질문했을 때도 답변을 거절해 아쉬웠다.

L아쿠아리움으로부터 답변을 받았으나 해양생물의 자세한 현황을 파악하기에는

부족하다고 판단해 C아쿠아리움, L아쿠아리움, H아쿠아플라넷의 홈페이지 및 신문 기사와 사전 등을 통해 부족한 부분을 조금 더 구체적으로 살펴보았다.

	C아쿠아리움	L아쿠아리움	H아쿠아플라넷
운영시간	연중 무휴 오전 10시-오후 8시	연중 무휴 오전 10시-오후 10시	연중 무휴 오전 10시- 오후 7시
해양생물 및 전시규모	650여 종 4만여 마리 전시수량 약 3000톤	650여 종 55000여 마리 전시수량 5200여 톤	500여 종 48000여 마리 전시수량 약 1만톤 동양 최대규모
주요특징	국내최다 상어 서식지 (총15종140마리서식)	85m 국내최장수중터널 국내최장관람창(840m)	세계 최대 단일 수조 오션아레나쇼(바다표범 돌고래, 물개 공연)
해양생물 보전 노력	특별한 활동 없음	2016년 1월 서식지의 보전기관 및 해양동물 전문구조기관으로선정 2016년 6월 해양생물 연구센터오픈, 어망에 혼획되거나 서식지 파괴로 보호가 필요한 점박이 물범, 물개, 상괭이 등에 대한 보호 및 구조활동 펼침	2012년 8월 서식지의 보전기관 및 해양동물 전문구조기관으로선정. 멸종위기 점박이물범, 푸른바다거북,남방큰돌고래, 나팔고둥 등 제주대표 보호대상 해양동물의 구조 및 보전을 위해 노력
아쿠아리스트 및 직원 현황	총 19명으로 구성 센터장 1명, 종보존1파트 9명, 종보존2파트 9명	총 43명으로 구성 큐레이터2명,수의사1명, 수산질병관리사2명, LSS 9명,아쿠아리스트 (어류9명+포유류 9명), 다이버7명,교육기획5명	총 33명으로 구성 AQ 1명,수의사1명, 수의간호사1명,LSS 5명 아쿠아리스트(포유류 14명+어류 11명)
기타	어류해설 전문 봉사단 어화랑을 운영 2012년국립해양박물관과 해양생물 상호교류협정 관한 업무협약 체결	2016년전북대수의과대학및국립해양생물자원관,2017년러시아해양연구소,2018년해양경찰청과 업무협약 체결	2012년 제주고래상어 등 멸종위기해양생물학술 공동연구업무협약체결. 제주대와전문아쿠아리스트양성을위한업무협약 체결

· 2> 해양보호생물과 서식지의 보전에 관련된 상황을 파악해본다.

- 해양보호구역, 해양보호생물 및 서식지의 보전 탐구

· 우리나라에는 현재 해양생태계 보호구역 13개소와 해양생물 보호구역 1개소, 습

지보호구역 13개소, 람사르습지 6개소가 지정되어 있다. 77종의 해양보호생물이 있으며 총 13곳의 서식지와 보전기관과 8곳의 해양동물 전문구조 치료기관이 있다. 우리는 생태서식지 가운데 송도 람사르습지, 시흥갯골 생태공원, 대부도를 선택하여 탐사하였다.

▶ · 송도 람사르습지

· 2018년 1월 현재 우리나라에는 순천만, 보성 갯벌, 창녕 우포늪 등 6개소 22곳이 람사르습지로 지정되어 있는데, 송도 갯벌은 그 중 한곳으로 2014년 7월 10일 지정되었다. 람사르습지란 물새서식지로서 중요한 습지보호에 관한 협약인 람사르 협약에 따라 독특한 생물지리학적 특징을 가진 곳이나 희귀 동식물 종의 서식지 또는 물새 서식지로서의 중요성을 가진 습지를 보호하기 위해 1971년 지정된 곳을 말한다. 송도 람사르 갯벌의 경우, 국제적으로 희귀조류인 저어새를 비롯해 말뚝가리, 검은물떼새 등 멸종위기 11종이 서식해 생태학적 중요성이 인정되었다.



2014년 팀원 김강리가 아버지의 낚시를 따라갔을 때만해도 주변에 많은 해양식물들이 있었으며 어민들이 조개채취와 게, 낙지를 잡는 풍경을 볼 수 있었다. 지금은 빌딩들이 들어섰고 갯벌을 메운 벌판과 공사장들이 있었다. 그래서 습지를 직접 관찰하는 것이 불가능했다. 또한 습지 옆에 신항만도로가 위치하여 차의 소음과 매연으로부터 해양생물들이 무방비하게 노출되어 있었다. 람사르습지로 보호되어 다행이라는 생각과 함께 그 면적이 해양생물과 새들의 서식환경측면에서는 좁다는 아쉬움이 있었다.

▶ · 시흥갯골 생태공원



· 시흥갯골 생태공원은 옛날에 폐염전이었던 곳을 공원화한 곳으로, 우리나라에서 유일하게 내륙 깊숙이 들어온 나선형의 갯벌이다. 이곳에는 농게와 참방게, 붉은발사각게를 비롯해 멸종위기 2급인 맹꽂이와 금개구리 등의 생물이 살고 있고 염생식물인 모새달, 통통마디, 나문재, 칠면초 등과 저어새, 노랑부리저어새, 황조동 등 여러 새들이 서식하고 있다. 이곳에서 공원을 관리

하는 담당자를 만나 궁금한 점들을 질문할 기회가 있었다. 담당자들에 따르면 물이 썩지 않도록 주기적으로 수문을 열고 닫기, 모기가 많아질 경우 미꾸라지

· 해양보호 구역 중 직접 방문한 세 곳을 비교 분석해 보았다.

	송도 습지	시흥갯벌 생태공원	대부도 갯벌
	인천광역시 습지보호지역 제1호	해양수산부 습지보호지역 제 11호	해양수산부 습지보호지역 제13호
지정일	2009-12-31	2012-02-17	2017-03-22
위치	인천 연수구 송도동	경기 시흥시 장곡동 일대	경기 안산시 대부동
면적	6.11km ²	0.71km ²	4.53km ²
서식 생물	약2백~3백개체의 저어새 (전세계약2,700여개체, 해양보호생물 및 멸종위 기 야생생물1급, 천연기념물제205호임)	산림청지정 희귀식물인 모새달 군락 (Phacelurus latifolius) 지역	흰발농게
특징 및 중요성	국제적 희귀조류인 저어 새의 번식지이자 중간 기착지 역할	수도권일대 개발에도 불 구하고 다양한 염생식물 이 관찰됨	케이블카 건설예정으 로 해양생물 생태계에 영향
답사 후기	신항만 도로 인접 위치 로 차량 소음과 매연에 해양생물이 노출	비교적 자연그대대로를 살 려서 잘 관리되고 있으나 해양생물을 위해 관광을 최소화할 필요	곳곳에 쓰레기 방치 및 개발 예정으로 인 한 우려

키워드

▶ 이밖에 <우리나라 해양보호구역 답사기>라는 책을 읽으며 우리나라에 있는 여러 섬과 갯벌, 그곳에 서식하는 여러 해양생물을 살펴보았다. 이 책을 통해 해양생물 보호구역에 대한 역사 및 해양보호구역으로 가는 방법 등을 알 수 있었고 더불어 해양보호구역 지정 및 관리를 위한 노력을 살펴봄으로써 해양보호구역의 필요성을 다시 한 번 깨닫게 되었다.



▶ · 영종2지구 개발계획지 답사



매립이 추진되는 인천 영종2지구 개발계획 예정지에 ‘멸종위기 야생동물 2급’인 ‘흰발농게’가 대규모로 서식하는 것이 확인되었다는 보도 자료를 보고 영종도를 찾았다. 이곳은 사업성 결여 등으로 장기간 개발이 지연되어 갯벌이 방치되고 있어 해양생물의 생존이 위협받고 있었다. 갯벌의 진입이 어려워 흰발농게를 직접 찾아 볼 수는 없었지만, 한려해상국립공원과는 대조적인 모습에 너무나 안타까웠다. 한려해상국립공원에서는 법정보호종인 갯게와 흰발농게의 서식지 복원을 위해 군데군데 나누어진 서식지의 콘크리트를 제거하여 갯게의 서식지를 넓혀 주었고 콘크리트 농로와 페타이어 옹벽 등을 자



연석으로 대체하고 갯잔디를 이식하였다. 또한 해양수산부에서는 2018년 7월 갯계의 자연개체수 늘림과 서식지 복원을 위해 국내 최초로 인공증식에 성공한 갯계 500마리를 월차갯벌에 방류하였다. 인천 영종2지구 개발계획은 생태계 보전계획으로 전환되어야 할 것이다.

공사안내

○ 공 사 명 : 미단시티 생태공원 조성공사
 ○ 공사위치 : 인천광역시 중구 운북동 1270-8
 지선 일원 공유수면

○ 공사개요 :

구 분	수 량	비 고
토 안 공	518.0m	기초부 상부용
배 립 공	32,433㎡	시민사도
지반개량공	1식	배설(지중 지반개량 / 지하수보 해포부설 / 개류관리)
조 경 공	1식	남해방파 조경시설공급공사 / 포도급사

○ 공사기간 : 착 공 일 2017년 04월 10일
 준 공 일 2018년 10월 21일

▶ · 우리 다시 만날 수 있을까 (국립세종도서관)



국립세종도서관 1층에 전시중인 ‘우리 다시 만날 수 있을까’ 전시회를 찾았다. 이 전시회는 생물의 다양성의 의미와 가치에 대한 인식을 새롭게 하는 기회를 제공하고 한반도 생태계 보전을 위한 노력과 다양한 연구 성과를 알리기 위한 전시라고 한다. 이곳에서 멸종위기 종들을 보전, 연구하기 위한 노력을 살펴볼 수 있었는데 그 중 하나가 위치 추적 방법이다. 멸종 위기 거북의 경우 인공위성을 통한 추적, 피하인식칩을 통한 추적, 외부인식칩을 통한 추적 등 3가지 방법이 있다. 인공위성 위치 추적의 경우 장기적인 무선 추적에는 좋지만 신호소실로 인한 분실 및 연구 중단과 비싼 가격이 단점이고 피하인식칩은 고유번호를 생성해 혼란 발생을 최소화하고 작은 크기로 개체의 피해가 적지만 인식장치가 없어지거나 외부의 흔적이 있을 경우 추적이 불가능한 단점이 있다. 또 외부인식표는 저렴하고 부착이 용이해서 다수의 개체 활용이 가능하나 해양생물에 단기적 통증을 유발한다는 단점이 있다.



▶ · 국립해양생물자원관



국립해양생물 자원관 씨큐리움 로비에는 우리나라 해양생물의 다양성을 5천여 개의 표본병으로 연출한 상징조형물인 시드뱅크가 있다. 씨큐리움에는 상어부터 산호까지 여러 생물의 표본이 전시되어 있고 해설사들의 설명도 들을 수 있다. 개복치의 경우, 우리가 버리는 비닐봉지가 해파리와 비슷하게 보여서 개복치가 구분을 못하고 먹는다고 한다. 비닐봉지나 쓰레기가 환경오염을 일으키고 해양생물의 삶에 큰 영향을 끼친다는 사실을 새삼 깨닫게 되었다. 3층 제 2전시실에서는 미래 해양산업 관련 전시



를 하였다. 해양생물을 이용한 산업으로는 바이오 폴리머, 해양생물 유전자 코드, 유전자 변형물체 LMO를 이용한 오염농도 측정, 해양생물 유전자칩을 이용한 환경 감시 기능이 있다.

국립생태원



국립생태원은 한반도 생태계를 비롯해 열대, 사막, 지중해, 온대, 극지 등 세계 5대 기후와 그곳에서 서식하는 동식물을 한눈에 관찰하고 체험할 수 있는 생태연구 보전 교육 전시의 공간이다. 극지관의 경우, 북극곰과 펭귄, 북극여우 토끼 등을 볼 수 있었다. 이중 펭귄들은 총 2종으로 젠투 펭귄 8마리와 턱끈 펭귄 4마리가 있었다. 활동량에 비해 공간이 좁아 보였고, 물고기를 풀어 먹이활동을 하게 되면 수족관의 물이 탁해지기 때문에 직접 먹여줄 수밖에 없다고 했다. 남극의 시간에 맞추어 소등을 해주고, 관람시간 중에 펭귄수족관을 청소하는 것을 볼 수 있었다. 해양생물에게 최적화된 환경에 대해 고민해보는 시간이 되었다.



국립생태원 동물관리연구부에서 질문에 대한 응답을 받았다.

문의및제안

번호	제목	파일	작성자	작성일	조회
437	프로그램에 대한 PUSH 서비스는 계획하지 않으시나요?		김윤영	2018-08-09	7
436	어류 휴가계획중에 포함한 국립생태원		김순비	2018-08-07	28
435	[Re.] 어류 휴가계획중에 포함한 국립생태원		국립생태원	2018-08-10	5
434	사육사님께		김서진	2018-08-06	26
433	[Re.] 사육사님께		국립생태원	2018-08-10	11

국립생태원과 L아쿠아리움에서 받은 답변 중 해양생물의 복지에 대한 의견을 중점으로 비교해 보았다.

	국립생태원	L아쿠아리움
기관소개	우리나라 최대 생태 전시 교육 연구기관	사람과 자연이 더불어 사는 즐거운 세상을 꿈꾸는 아쿠아리움
해양생물	어류 약 164종, 조류 2종, 무척추동물 15종 보유	650여종 55,000여 마리 해양생물 보유
하는 일	- 각 개체가 건강한 환경에서 생활할 수 있도록 사육장을 관리하고 행동다양화 프로그램을 개발해 동물복지 증진시키기 위한 업무를	- 해양생물이 살아갈 수 있는 환경을 만들고 관리(수온, 염분, 산성도 등의 수질관리/동굴, 암반 등의 환경 조성/영양식단 짜기 등)



	<p>수행</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해양생물의 위급사항이나 질병발생을 예방하기 위하여 청결한 환경을 조성하고 외부에서 들어오는 동물의 경우, 철저히 검역하고 허가받지 않은 동물은 출입을 막아 질병을 예방함. - 질병 발생시 해당동물을 격리 시킨 후 수의사와 함께 치료하고 전염되지 않도록 철저히 관리함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 지능이 높은 해양포유류의 경우 환경변화에 대한 스트레스가 높아서 이상행동을 종종 보이는데, 이 경우 야생 환경과 비슷한 소리를 들려준다거나 스스로 먹이활동을 하도록 하는 등 자연에서의 습성을 최대한 유도하여 안정을 찾게 해주는 일을 함.
<p>복지에 대한 인식</p>	<p>해양생물에서 복지란 인간의 간섭이 최소화된 자연적 환경에서 살아가는 것임.</p> <p>해양생물은 다양한 오염원으로 생존을 위협받고 있기 때문에 환경오염에 대한 바른 의식을 갖고 행동하는 것이 중요</p>	<p>아쿠아리스트의 궁극적인 목표 역시 해양생물 복지라 밝힘.</p> <p>이를 위해 자연과 유사한 환경을 조성하고 먹이와 건강관리 그리고 다양한 생물에 대한 연구 및 멸종위기 종들에 대해 국가와 협력하여 복원이나 증식을 위해 노력함.</p>

· 3> 해양생물의 복지와 생태계 환경 개선을 위한 노력에 대해 살펴본다.

- 해양생물 복지를 위한 생태계 환경 개선 노력

· 해양생물의 복지와 환경오염은 깊은 연관 관계를 가지고 있다. 해양생물의 삶의 터전인 바다가 오염된다면 해양생물들도 안전하고 건강하게 살아가기 힘들기 때문이다. 친환경적 생태는 인간을 위해서도 바람직한 현상으로 인간과 해양생물의 복지를 위해 중요한 요소라 할 수 있다.

해양생물 복지를 위해 사용될 수 있는 친환경적 기술 및 제도들은 어떤 것이 있는지 살펴보았다.

· 1. 해양, 녹조류로 만드는 친환경 플라스틱 개발 : 녹조류 미세조류 등에서 쉽게 채취할 수 있는 지방 및 지방산을 원료로 발전시켜 전자기기, 시계부품, 항공기 구조재 등에 사용되는 엔지니어링 플라스틱 원료생산에 활용된다.

· 2. 친환경 선박 : 선박을 대형화하고 선형을 개선해 예전보다 기름을 2~30%정도 덜 쓰고도 같은 효율을 내도록 만든 선박으로 LNG연료 추진선박이 대표적이다.

· 3. 친환경 생물보안 양식시스템 기술 : 담수 또는 해수를 전기분해 처리해 해로운 바이러스를 사멸시킴으로써 안전한 멸균양식수를 제조하는 시스템으로 항생제 및 백신을 사용하지 않고 어류의 폐사율을 줄인다. 바이오플락 기술은 미생물을 이용해 물고기의 배설물이나 사료찌꺼기를 제거한 사육수 사용으로 물의 순환주기를 줄일 수 있다.



- 4. 생태도시 : 해안지역을 중심으로 다양한 생물들이 서식하는 환경을 추구하고, 생태계에 미치는 부담을 최소화한 건축, 교통, 폐기물 처리 등 친환경적인 방식을 채택하여 자연과 인간이 공생하도록 만든 도시를 말한다. 미국의 데이비스·오스틴, 독일의 베를린·슈투트가르트·함부르크, 덴마크의 스투르스탐, 네덜란드의 델프트, 일본의 고베·기타큐슈, 브라질의 쿠리치바 등이 있으며, 우리나라에는 순천시, 신안군 증도 등이 있다.
- 5. 블루벨트지역 : 그린벨트와 비교되는 용어로 연안지역에서 배출되는 오염으로부터 수자원 및 해양생물의 환경을 보전하기 위해 지정한 지역을 말한다. 우리나라는 현재 한려수도와 서해안 일부 지역이 해당된다. 최근 해양수산부, 환경부, 국토교통부가 통합하여 법규를 개정, 개발제한 및 엄격한 하수처리, 유조선의 동행제한, 양식업 포함 어획금지 등을 시행하고 산호군락을 만드는 등 생태계 복원을 위해 노력하고 있다.

○ 결과

- 영상매체 속 해양생물의 복지

- 동물을 주인공으로 한 영화나 방송의 경우, 동물의 복지가 잘 지켜지고 있는지도 함께 살펴보아야 한다. 영상물에서의 동물 복지기준이 마련된다면 해양생물의 복지도 긍정적인 영향을 끼칠 것이다.

- 아쿠아리움 속 해양생물의 복지 현황

- 해양수산부 선정 서식지의 보전기관 및 해양생물 전문구조치료 기관으로 선정된 아쿠아리움의 해양생물 보전활동은 주목할 만했다. 또한 아쿠아리스트들 역시 궁극적으로는 해양생물의 복지를 위해 노력하고 있음을 알 수 있었다. 그러나 상대적으로 큰 물고기들이 좁은 수조에서 활발하게 움직이지 못하는 점이나 연중 무휴로 운영하고 있는 것은 해양생물들의 복지 및 스트레스 해소를 위해 바람직하지 못하다고 생각한다.

- 해양보호구역과 해양보호생물 및 서식지의 보전을 위한 노력

- 우리가 찾은 송도 람사르습지는 천연기념물인 저어새, 시흥갯골 생태공원은 희귀 식물인 모새달, 대부도 갯벌은 흰발농게의 주요 서식지이다. 시흥갯골 생태공원의 경우 비교적 자연 그대로의 모습으로 잘 관리되고 있었으나 송도의 경우 신항만도로와 인접하고 개발을 앞두고 있어 서식지의 피해가 예상되었다. 대부도 갯벌 역시 케이블카 설치로 인한 서식지의 피해가 우려되었다. 갯벌이나 습지가 잘 보전되어야 생태계가 살아나고 해양생물의 다양성과 안정에도 긍정적인 영향을 끼치게 된다. 시흥갯골 생태공원 관리자의 이야기처럼 자연생태 보전과 관광레저 두 마리 토끼를 다잡으려는 욕심을 부리기보다는 생태계 본연의 모습을 잘 간직하도록 현명한 선택이 필요해 보인다.

- 해양생물 복지를 위한 환경개선 노력

- 해양생물의 삶의 터전인 바다가 오염된다면 해양생물들도 안전하고 건강하게 살아가기 힘들다. 따라서 해양생물의 복지를 위해 환경오염은 반드시 개선되어야

한다. 이와 더불어, 친환경적 기술을 적극 개발하고 친환경 생태도시 육성, 블루벨트 지역 확대 및 생태계 보전 관련 법률 개정 등에도 힘써야 할 것이다.

○ 팀원의 담당 역할

- 김강리 : 답사, 사진촬영, 해양보호구역 실태조사, 인터뷰, 메일관리
- 김현경 : 답사, 해양생물 영상관련조사, 아쿠아리움 관련조사, 해양보호구역 관련조사, 인터뷰 비교분석, 보고서정리
- 김서진 : 답사, 해양보호구역 실태조사, 환경개선 관련조사, 자료정리, 보고서 및 발표자료정리, 메일관리
- 허예은 : 답사, 사진촬영, 해양보호구역 실태조사, 인터뷰, 자료조사

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 우리는 해양생물의 복지를 탐구하기 위해 아쿠아리움의 현황에서부터 해양보호구역 및 서식지 보전을 위한 노력, 해양생물의 환경개선을 위한 노력 등을 살펴보았다. 해양생물의 복지를 탐구하여 내린 결론은 다음과 같다.

· 1. 아쿠아리움 속 해양생물들의 복지를 위해 현재 연중 무휴로 인한 스트레스 증가 및 휴식시간 부족을 개선해야 한다. 또한 최대한 자연과 유사한 환경에서 살아갈 수 있도록 인간 중심의 흥미유발 공간에서 벗어나 각 해양생물의 크기와 움직임에 적합한 수족관 및 환경을 제공해야 할 것이다.

· 2. 해양생태계를 자연그대로 보전하는 것 역시 해양생물을 위한 복지와 연결된다. 해양보호구역과 해양보호생물 및 서식지의 보전을 통해 해양생물의 복지를 높이기 위해서 개발이나 관광사업화를 시작하기 전 해양수산부 및 해양생물 전문가가 함께 참여해 환경실태를 정확하게 파악하는 일이 필요하다고 생각한다. 그리고 생태계 보전의 가치가 높은 지역은 해양보호구역이나 서식지로 지정해 무분별한 개발로부터 보호해야 한다.

· 3. 해양생물의 복지를 위해 환경오염을 최소화해야 한다. 이를 위해 녹조류로 만든 친환경 플라스틱, 해양오염물질 배출량을 줄이는 친환경 선박, 멸균해수로 항생제를 사용할 필요가 없는 친환경 양식기술 등을 더욱 개발하고 확대 실시해야 한다.

또한 사람과 자연환경 및 문화가 조화를 이루는 환경 친화적 생태도시 건설에 관심을 높이고 블루벨트 지역 등을 선정해 무분별한 개발이나 훼손 등을 엄격히 규제해야 할 것이다. 무엇보다 해양보호구역 범위의 확대, 강화 및 레저와 개발제한, 어획 금지 구역 선정 등 생태계를 보전시키고 복원시키기 위한 정부의 노력이 필요하다.

우리와 가장 가까이에 있는 해양생물부터 넓은 바다에 있는 해양생물에 이르기까지 모든 해양생물은 소중한 각각의 삶의 터전에서 행복하게 살 권리가 있다. 우리가 해양생물의 보전과 복지를 이루어나갈 때 해양생물 뿐 아니라 우리의 삶의 질 즉 복지도 한 단계 나아갈 것이다.



○ 의의 (기대효과)

- 이 탐구로 우리 가까이에 있는 해양생물에 대한 보전과 복지에 대한 관심이 높아질 것이다. 아쿠아리움이 해양생물 복지에 장점과 단점을 모두 가지고 있다는 것을 알게 될 것이다. 우리나라 해양보호구역과 해양보호생물에 대해 더 자세히 알게 되고 서식지의 보전기관의 노력에 대해서도 잘 알게 될 것이다. 갯벌이나 습지의 경우 해양생물을 위해 중요하게 보전되어야 하지만 실제로는 개발과 관광화에 밀려 점점 사라지고 있다는 점을 알게 되었다. 해양생물들의 복지는 우리가 침해해서는 안 되는 그들의 당연한 권리임을 깨닫고, 인간의 간섭이 최소화된 환경에서 살아갈 수 있도록 하는 것이 가장 중요함을 알게 되었다. 또한 해양생물을 위해 환경오염을 최소화해야 한다는 점도 깨닫게 되었다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 아쿠아리움의 경우 구체적인 정보나 인터뷰, 답변 등을 얻기 힘들었다. 해양보호구역 및 서식지의 보전 기관을 좀더 충분히 찾아보고 싶었으나 많이 찾아보지 못한 것이 아쉽다. 주제가 다소 광범위해서 깊이 있게 파고들지 못한 점이 아쉽다. 기회가 된다면 해양생물 복지와 친환경의 연관관계를 좀 더 깊이 파악해보고 싶다.

○ 알게 된 점

- 아쿠아리움이 해양생물 복지에 긍정적 부정적 역할을 모두 가지고 있다는 점을 알게 되었다. 특히 몇몇 아쿠아리움이 해양수산부 지정 해양생물 전문구조 및 치료기관이자 서식지의 보전기관으로 활동하고 있다는 점이 새로웠다.
- 우리나라 해양보호구역과 해양보호생물의 다양함을 알게 되었다. 갯벌이나 습지의 경우 보전을 위한 노력과 개발이라는 명제 하에 해양생물의 보전 및 복지를 위해서는 생태계가 보전되어야 한다는 점을 느꼈다.
- 해양생물 복지와 환경오염이 큰 연관관계가 있다는 것을 알았다. 환경오염을 줄이기 위해 친환경 플라스틱, 친환경 선박, 친환경 양식기술 등 친환경 산업의 발전이 필요하다고 생각되었다.

5. 참고문헌

- 해양수산부 관련 사이트 바다생태정보나라
- [네이버 지식백과] 생태도시 [ecological polis, 生態都市] (두산백과)
- 인천녹색연합 홈페이지
- 어린이과학동아 2018년 13호 『내 마음을 받아줘~ 농계의 프로포즈 대작전』
- 국립생태원 동물관리연구부 주종우과장님
- 롯데월드 아쿠아리움 아쿠아리스트 < byejun42@lotte.net > 님

- 시흥갯골공원 시설공단 공원레저팀 서인권님 외 직원분들
- 부산 한국환경생태기술원 진동환연구원 외 1名

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	해양 Avengers		
학생명	백종은, 김호연, 김도원, 김성욱	학교	대창중학교
지도교사명	김준한	학교	대창중학교

항목	내용
탐구주제	한반도의 사라져 가는 해양생물
탐구기간	2018년 7월 8일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	○환경적·생태적·사회적인 여러 복합적인 요소를 융합하여 한반도 해양생물의 감소 원인을 추적하고 원인에 따른 대책을 탐구해 보며 과학자로서의 자질과 인성을 함양한다.
탐구내용	○G.I 협동학습을 통해 4명이 각각 환경·생태·사회분야의 소주제를 조사하고 탐구결과를 공유하여 탐구 결과를 융합해 우리나라 해양생물의 감소원인을 종합적인 시각으로 분석해 본다.
탐구결과	○산업화 등의 원인으로 지구 온난화가 심화되며 우리해역의 표층수온은 약 1.1℃가 상승하고 한류성 어종이 감소하였다. 중국의 불법 어획은 '서해'와 '황해'에서 한반도 해양생물 어획에 큰 피해를 입히고 북한과 러시아 일본 또한 '동해'에서 우리나라 해양생물 어획에 피해를 준다. 더불어 해양쓰레기, 부영양화, 석유유출 등의 인간이 초래한 환경오염은 해양생물 감소의 가장 큰 원인 이다.
결론 및 의의	○기존의 연구와는 달리 환경, 사회, 생태적 요인들을 융합하여 분석한 결과 해양생물 감소에 대한 종합적인 원인 분석을 해본 점에서 탐구에 대한 의의가 있고 내륙지방에 살아 평소 무관심했던 해양생물에 대해 많은 관심을 가지게 됨은 물론 각자 영역에 전문가가 되어 책임감이란 것을 배움과 동시에 각자의 연구를 토의하는 과정에서 협동의 중요성을 알게 되었다. 그리고 예선에서부터 3개월간 함께한 선생님과 팀 동료들과 가진 잊지 못할 즐거운 추억이 이번 탐구 활동의 가장 큰 성과이다.





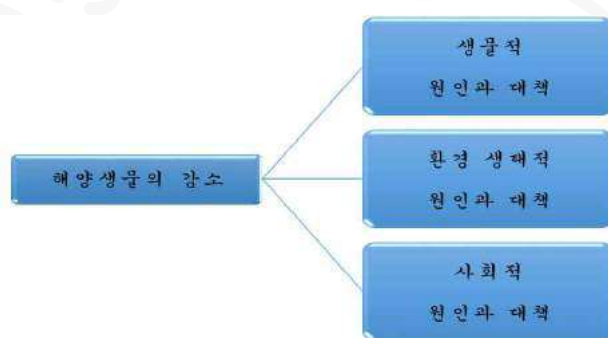
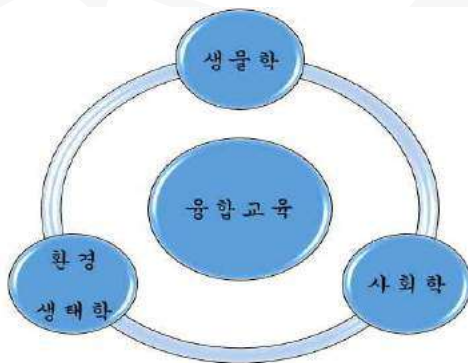
탐구 주제	한반도의 사라져 가는 해양생물
팀명	해양어벤져스

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 우리가 살고 있는 예천은 내륙지방으로 다양한 해양생물을 직접 관찰하거나 접할 수 있는 기회가 적다보니 해양생물 탐구주제를 선정할 때 어려움이 있었다. 얼마 전, 우리 가족은 횡집에서 외식을 하었는데, 오징어 회 가격이 많이 올랐다고 아버지께서 말씀하였고, 그 이유에 대해 물어보니, 수요는 비슷한데 공급이 감소했기 때문이라고 하셨다. 우리는 과학 선생님께 우리나라에서 오징어 어획량의 감소 이유에 대해 궁금하다 하였고, 선생님의 조언으로 오징어뿐만 아니라 ‘감소하는 한반도의 해양생물 종’을 탐구 주제로 선정하여, 해양 생물 종의 감소 원인이 지구온난화에 따른 환경적 요인인지? 중국 어선의 불법 어획과 같은 사회적 요인인지? 환경오염 등의 생태적 요인인지? 다양하고 융합적인 시각으로 탐구하기로 하였다. 더불어 팀원들과 어벤져스와 같이 감소하는 우리나라 해양생물을 지키기 위한 중학생으로써 할 수 있는 여러 가지 대책을 강구하여 의미 있는 탐구활동을 다짐하였다.

○ 탐구 목적



- 우리는 생태적·사회적·환경적인 여러 가지 시각으로 해양생물 감소 원인을 분석하고 대책을 마련함으로써 4차 산업혁명 시대를 대비한 창의적·융합적 문제 해결능력을 기함과 동시에 우리나라 지역별 해양생물 종의 분포와 감소를 파악하여 우리나라 해양 환경과 해양 생물의 생태학적 관계에 대해 이해하고자 한다. 또한 해양생물 감소에 의한 우리나라 경제적 손실 정도를 파악하고 어민들의 피해 정도를 조사하며 그들의 아픔을 공감하고 함께 해결해 나가려는 인성과 태도를 함양하고자 한다.




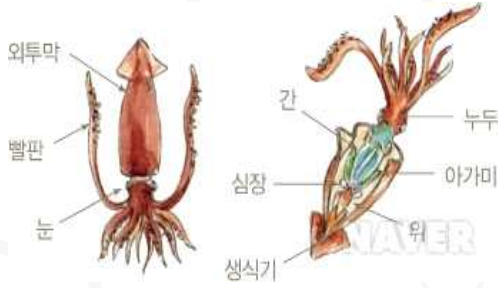


2. 탐구 내용 및 결과

탐구내용 I 해양생물 이란? 탐구란 ?	
방법	1. 학생들 스스로 해양생물에 대해 전반적인 조사 2. 교사의 강의를 통해 해양생물에 대해 구체적으로 학습 3. 해양생물 해부 실험 ① 붕어(척삭동물-경골어류-잉어과) ② 오징어(연체동물-두족과) 4. 교사의 강의를 통해 과학적 탐구 방법에 대해 학습 5. 토의를 통해 앞으로 자신들이 탐구해 나아갈 탐구 방법을 선정한다.
탐구결과	
생물	살아 있는 것, 생명활동을 하는 것 생명활동에는 소화,순환,호흡,배설,생식 등 여러 가지가 있다. 조사를 통해 학생들은 해양생물의 이러한 생명활동을 이해하고 해양생물의 감소원인을 파악해 나가야 하겠다는 계획을 수립 해양에서 생활하는 생물. 크게 표영생물과 저서생물로 구분.
해양생물	<p><표영생물> 떠다니거나 헤엄치며 생활하는 생물 표영생물은 크게 수표생물, 플랑크톤, 유영동물 구분 할 수 있다.</p> <p>①수표생물 : 물의 표면에 서식하는 박테리아 와 식물 ②플랑크톤 : 유영능력이 없는 작은 생물, 군체를 이루며 생활 ③유영생물 : 유영능력이 있어 해류의 방향과 무관하게 이동하며 생활하는 해양생물(어류, 오징어 류 등)</p> <p><저서생물> 해저에 서식하는 생물의 총칭, 저서식물과 저서동물로 구분</p> <p>①저서식물 : 녹조류, 갈조류, 홍조류 ②저서동물 :해면동물, 강장동물, 환형동물, 절지동물, 연체동물, 극피동물 등의 무척추동물과 저서어류가 있다.</p> <p>- 위의 탐구 결과를 통해 학생들은 해양생물의 종류에 대해 대체적으로 구분 할 수있게 되었고 토의를 통해 수많은 해양생물 중 중에서 연구하기 가장 수월한 유영동물에 포인트를 잡고 한반도의 유영동물의 감소를 조사해 나가기로 하였다.</p>
해부실험 (붕어)	<p>분류: 척삭동물-경골어류-잉어목-잉어과</p> <p>크기: 20~43cm 산란시기: 4~6월</p> <p>서식지: 하천의 흐름이 약한 수역, 호소 연안</p>
해부실험 (오징어)	<p>몸은 머리·몸통·다리의 3부분으로 이루어지며, 머리는 다리와 몸통 사이에 있고 좌우 양쪽에 큰 눈이 있다. 2개의 촉완과 8개의 다리가 있고 흡반이 있다. 흡반을 통해 먹이를 잡는다.</p> <p>분류: 연체동물문 - 두족강</p> <p>크기: 2.5cm ~ 15.2m</p>



키오미과



	<p>서식지: 연안, 심해 즉 모두 바다에서 산다.</p>    
<p>과학적 탐구 방법</p>	<p><탐구> : 필요한 것을 찾는 것 <과학적 탐구 방법> 1. 귀납적 탐구 -원리: 여러 가지 조건에서 A를 수없이 관찰하고 관찰된 A가 모두 B의 성질을 가질 때 모든 A는 B의 성질을 갖는다. -목적: 일반화 -방법: ①오감을 통한 관찰 ②공통성 발견 ③분류 ④위계</p> <p>2. 연역적 탐구 -원리: 보편적인 명제(이미 알고 있는 사실)로부터 특수한 사례를 설명, 예측하는 과정 -목적: 가설의 증명 -방법 ① 문제인식 : 연구 주제에 대한 문제를 인식한다. ② 가설 설정 : 과거의 경험을 통해 문제의 원인에 대한 잠정적인 답을 정한다. ③ 실험설계 : 변인 통제를 통해 실험조건과 실험과정을 설계한다. ④ 실험수행 : 실험을 수행한다. ⑤ 자료수집 및 자료 해석 : 실험을 통해 얻은 자료를 수집하고 해석한다. ⑥ 결론 도출 : 가설의 정답 유무에 대해 결론을 도출한다.</p>
<p>토의</p>	<p>토의를 통해 해양생물 감소의 원인에 대한 잠정적인 답인 3가지 가설을 세우고 이러한 가설을 증명하기 위해 연구해나가는 연역적 탐구 방법을 선정하였다.</p>
<p>성과</p>	<p>3가지 활동을 통해 학생들은 해양생물에 대한 기본적인 이해와 더불어 단순히 대회를 위해서가 아닌 해양생물 자체에 흥미와 호기심을 가지게 되었다.</p>



었다. 앞으로의 탐구 활동에 대한 방향을 잡아나가는 데에 대한 기반을 닦았다.

탐구내용 II 한반도의 해양생물 감소 원인 조사 역할 분배 및 1차 조사

방법	1. 협동학습(G.I) 방법을 지도하고 각자의 소주제를 나누어 전문가 탐구 진행 2. 자료 수집을 통해 각자의 한반도 해양생물 감소의 소주제(가설)에 대한 1차조사 진행 3. 각자 탐구한 소주제에 전문가가 되어 토론을 통해 학습결과 공유
----	--

탐구결과

G.I	<p>모둠 조사(G.I : Group Investigation)</p> <p><역할 분담> 가설① 지구 온난화로 인한 수온변화로 인해 한반도의 해양생물이 감소할 것이다. (환경적요인) - 김호연(3) 가설② 외래종의 유입, 환경오염 등 (생태적요인) 인해 한반도의 해양생물이 감소할 것이다. (생태적요인)-김성욱(1) , 김도원(2) 가설③ 주변국의 불법 포획으로 인해 한반도의 해양생물이 감소할 것이다. (사회적요인)-백종은(3)</p>
성과	<p>- ‘한반도 해양생물의 감소 원인’ 이라는 큰 탐구 주제의 범주를 학생들이 스스로 생성한 소주제(가설)으로 나누어 각자 영역에 대해 전문가가 되어 스스로 책임감을 느낌과 동시에 탐구 과를 공유함으로써 협동심과 더불어 긍정적인 상호의존성을 유도해 낼 수 있다.</p> <p>-1차 조사 결과 학생들이 스스로 자료를 수집하고 탐색하는데 에 익숙해 지지 않아 많은 어려움을 겪었다. 그러나 자신의 소주제에 대한 책임감을 느끼고 자신이 수집한 자료를 정리하는 과정에서 모두 이번 해양 탐구활동에 대한 애정이 더욱 높아졌다. 2, 3차 조사 시에는 교사와 함께 가설을 증명하기 위한 자료 수집활동을 수행하며 탐구 능력을 쌓아나갈 것이다.</p>

탐구내용 III 한반도의 해양생물 감소의 사회적 요인 연수

방법	1. 사회교사와 해양생물 감소의 사회적 원인 탐구를 위한 배경지식 강의 2. 동해,서해,황해를 둘러싼 영해와 배타적 경제수역을 그려 보기 3. 일본, 중국과의 어업협정을 학습하고 불법어선이 협정을 무시하고 불법 어획을 하는 이유를 생각해보기.
----	---

탐구결과

· 영역의 의미: 한 국가의 주권이 미치는 공간적 범위 → 영토, 영해, 영공

키워드

- 영해: 국가의 주권이 미치는 바다의 범위 → 대부분 기선에서 12해리
- 배타적 경제 수역(EEZ): 정치적 주권은 행사할 수 없으나, 경제적 주권은 행사할 수 있는 수역
- 우리나라의 영해 : 해안선의 형태를 반영하여 기선을 다르게 적용함
 - ① 동해, 제주도, 울릉도, 독도 : 통상 기선으로부터 12해리
 - ② 황해, 남해 : 직선 기선으로부터 12해리
 - ③ 대한 해협 : 직선 기선으로부터 3해리까지만 인정함
- 우리나라의 배타적 경제 수역과 어업협정

	한·일 어업 협정(1998년 체결)	한·중 어업 협정(2001년 체결)
배타적 어업 수역	동해와 남해의 일부	황해와 남해의 일부
어업 수역이 겹치는 부분	한·일 중간 수역	한·중 잠정 조치 수역
	협정 당사국들이 공동으로 어업 활동을 할 수 있도록 함	



우리나라 영해



한·일, 한·중 어업 협정 수역



성과

한반도 해양생물 감소의 큰 원인 중의 하나인 ‘사회적 요인’ 탐구를 위해 부족했던 배경지식을 학습함은 물론 스스로 지도에 우리나라 영해와 EEZ를 표시 해보며 우리나라 해양에 대한 중요성을 느끼고 가장 큰 성과로는 황해에서 불법 어획이 왜 일어나는지 중국 어선이 왜 불법어획을 하는지와 더불어 동해에서 러시아의 명태 어획이 왜 문제가 되는지에 대한 경제적인 측면까지 생각해보며 탐구 영역을 넓혀 나갈 수 있었다.

탐구내용Ⅳ 해양 환경 전문가 연수 및 독도 탐사

방법 해양 전문가(대구대학교 윤성규 교수)를 만나 실제 해양환경에 대한 이야기를 듣고 평소 탐구과정에서의 궁금증을 해소 한다.

탐구결과

1. 해양 전문가 연수



키오 미노 파

2. 독도 해양 환경 체험 (김성욱, 김호연)



<해양 전문가 연수>

1. 하천에서부터 해양까지 해양의 기원에 대해 학습
 2. 다양한 해양생물 종의 구체적인 분류에 대해 학습
 3. 강의를 통해 **해양생물은 끊임없이 재생산 가능한 자원** 이란 것을 인식하고
- 성과 큰 경제적 가치를 지닌 자원인 해양생물을 잘 보존 하자는 생각을 하였다.

<독도 해양 환경 체험>

김성욱(1), 김호연(3) 은 독도 체험을 통해 독도에 서식하는 여러 해양생물 종을 직접 보고 느끼며 지역에 따른 해양환경의 차이에 의해 해양생물 종의 분포 또한 다양하는 것을 체험.

탐구내용 V 한반도 해양생물의 감소 원인 파악 (환경적 원인)

방법	<ol style="list-style-type: none"> 1. 팀원들과 함께 한반도 해양생물 감소의 환경적 원인에 대한 가설을 설정. 2. 전문가(김호연)는 가설검증을 위해 여러 가지 방법으로 실험 및 자료 수집 3. 수집한 자료를 팀원들과 공유하고 토의를 통해 지구환경의 어떤 요인이 한반도 해양생물 감소에 영향을 미쳤는가에 대한 결론을 내고 가설을 검증
----	---

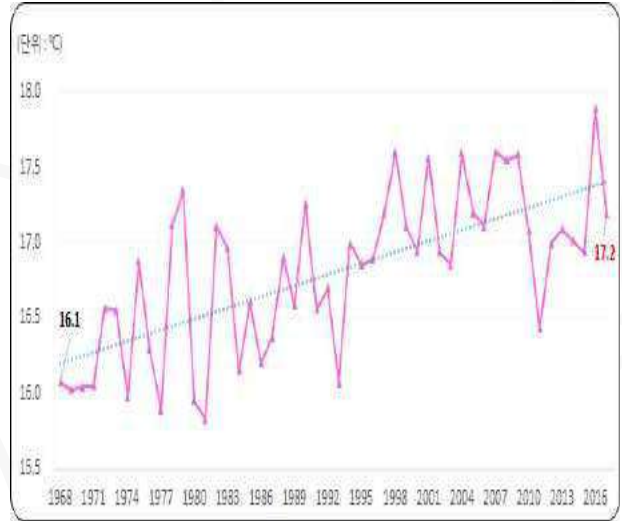
탐구결과

<가설> 한반도 해양생물의 감소원인은 지구온난화로 인한 수온 변화 때문 일 것이다.

1. 한반도 해양의 수온변화

- 1850년대부터 경제 및 인구성장 등 다양한 원인으로 인해 지구 온난화가 심화되며 약 100년 (1918-2017년) 동안 전 세계 평균기온은 1.55℃, 표층수온은 0.62℃ 상승하였다.
- 우리나라 해역의 표층수온은 전 세계에 비해 최근 50년 (1968-2017년)간 약 2.2배 높게 상승 하였다.

	상승 표층수온(℃)		
	전세계	우리나라	비교
최근 50년 (1968 ~ 2017년)	0.52	1.12	2.2(배)



- 우리나라 표층수온은 최근 50년 동안 약 1.1℃ 상승

2. 수온 변화에 따른 주요 어획량 변화

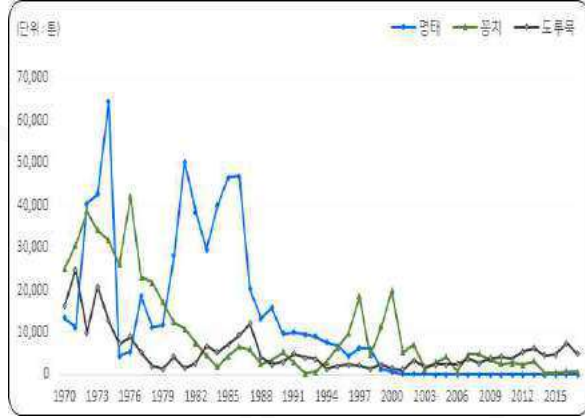
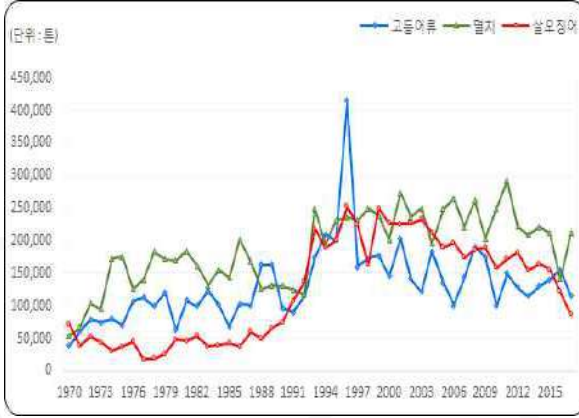
- 총체적으로 지구온난화에 의한 수온 상승으로 1990년 이후 연근해 해역의 어획량은 고등어류, 멸치, 살오징어 등 난류성 어종이 증가하고, 명태, 꽂치, 도루묵 등 한류성 어종은 감소

난류성 어종	고등어, 멸치, 오징어, 갈치, 전갱이류
한류성 어종	명태, 꽂치, 도루묵, 참조기

구 분	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2015	2017	
표층수온(℃)	16.0	15.9	17.3	16.9	17.2	17.1	16.9	17.2	
난류성	고등어류	38,256	62,690	96,297	145,908	135,596	99,534	140,623	115,260
	멸치	54,047	169,657	130,192	201,192	249,001	249,636	211,574	210,943
	살오징어	72,142	48,490	74,172	226,309	189,126	159,130	155,743	87,024
한류성	명태	13,418	28,112	9,798	766	25	1	3	1
	꽂치	25,036	12,395	5,301	19,883	4,319	2,564	574	757
	도루묵	16,110	4,348	3,137	1,571	2,401	4,236	4,762	4,965

<난류성 어종 어획량>

<한류성 어종 어획량>



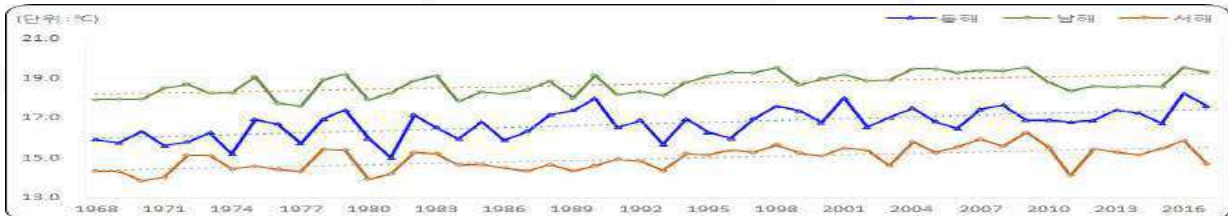
- 망치 고등어, 참 다랑어 등 아열대성 어종의 연근해 해역 발생 빈도 증가
(단위 : 톤)

구 분		2010	2015	2017
아열대성	망치 고등어	5,203	8,889	11,390
	참다랑어	293	722	743

3. 수온변화에 따른 한반도 해역별 어획량 변화

-해역별 수온은 동해 1.7℃, 남해 1.4℃, 서해 0.3℃* 상승하여 동해·남해가 서해에 비해 높게 상승

구 분	' 68	' 70	' 75	' 80	' 85	' 90	' 95	' 00	' 05	' 10	' 15	' 16	' 17	증감 수온
평 균	16.1	16.0	16.9	15.9	16.6	17.3	16.9	16.9	17.2	17.1	16.9	17.9	17.2	1.1 ↑
동 해	15.9	16.3	16.9	16.0	16.8	18.0	16.3	16.8	16.8	16.9	16.7	18.2	17.6	1.7 ↑
서 해	14.4	13.9	14.6	13.9	14.7	14.6	15.2	15.1	15.3	15.5	15.5	15.9	14.7	0.3 ↑
남 해	17.9	18.0	19.1	17.9	18.3	19.2	19.1	19.0	19.5	18.8	18.6	19.6	19.3	1.4 ↑



동해권 전갱이류 (초밥 재료) 등은 증가, 명태, 꽁치, 도루묵, 살오징어 등 감소

- 전갱이류 (' 70) 21 → (' 17) 2,373톤(11,200%↑), 명태(' 70) 11,411 → (' 17) 1톤(100.0%↓)

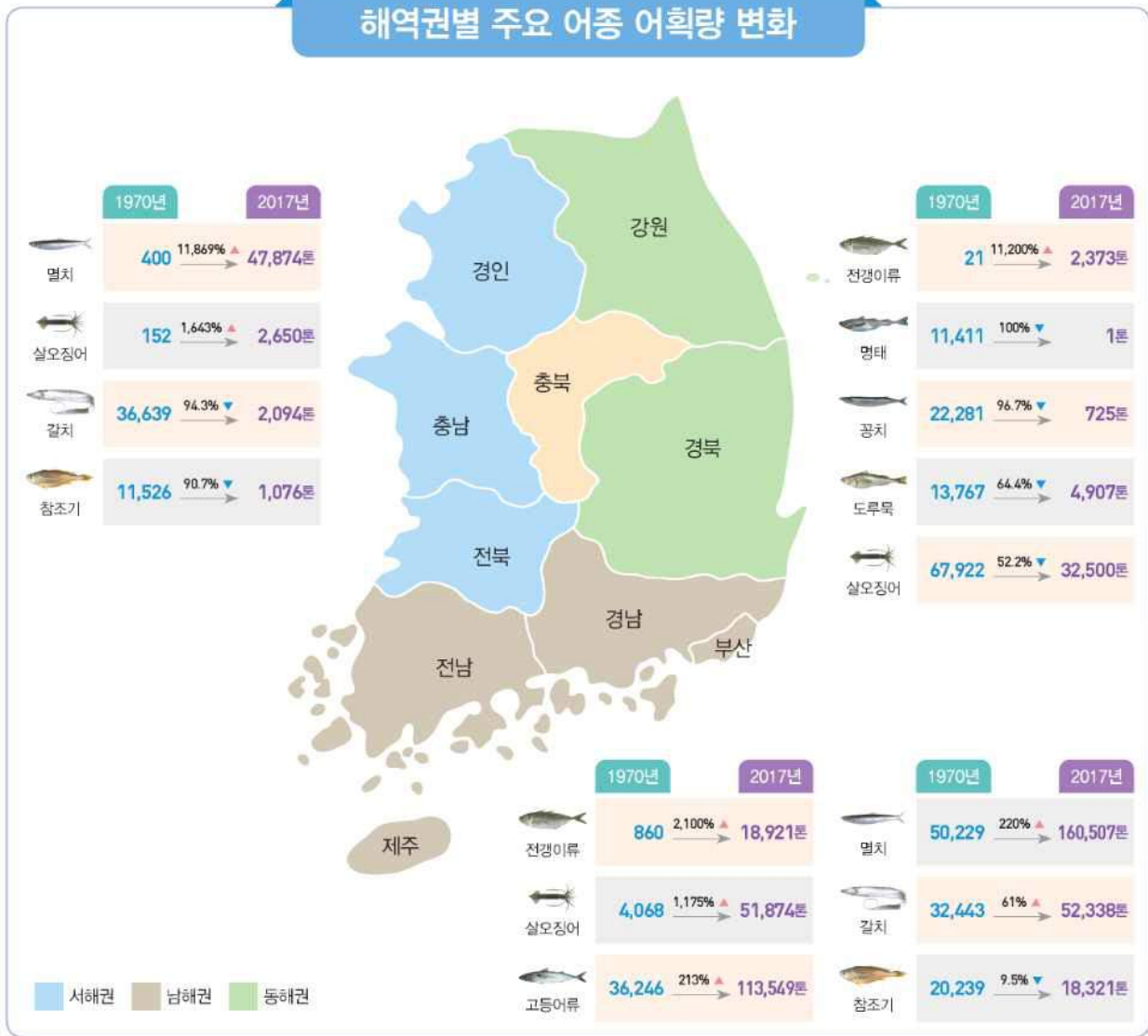
서해권 멸치, 살오징어, 꽃게 등은 증가, 갈치, 참조기 등 감소

- 멸치 (' 70) 400 → (' 17) 47,874톤(11,869%↑), 갈치(' 70) 36,639 → (' 17) 2,094톤(94.3%↓)

남해권 전갱이류, 살오징어, 고등어류, 멸치, 갈치 등은 증가, 참조기 등 감소

- 멸치 (' 70) 50,229 → (' 17) 160,507톤(220%↑), 고등어류 (' 70) 36,246 → (' 17) 113,549톤(213%↑)

해역	증가	감소
동해	전갱이류	명태, 꽁치, 도루묵, 오징어
서해	멸치, 오징어, 꽃게	갈치, 참조기
남해	전갱이류, 멸치, 고등어, 갈치	참조기



결론

먼저 한반도 해양의 수온변화가 전 세계에 비해 더 높아진 이유는 우리나라의 근 50년간의 급속한 산업화에 의한 영향으로 평균 수온이 2.2배 늘어났다고 생각한다. 더불어 전 세계적 이상기후 발생과 한반도 주변 해역의 표층수온 변화 등으로 인하여 영양염류, 먹이생물 등 어장환경이 변화하면서 우리나라 연근해 해역의 난류성 어종의 증가와 아열대성 어종의 어획량이 증가하고 한류성 어종은 감소됨이 통계 자료를 통해 증명되었다.

하지만 동해와 서해의 경우 난류성 어종인 오징어와 갈치의 어획량이 오히려 감소하였다. 이는 한반도 어획량 감소에 수온변화만이 문제가 되지 않고 다른 변인이 있다는 것을 알게 되었다.

결론적으로 지구온난화로 인한 수온변화는 확실히 한반도 한류성 어종인 해양생물 감소에 영향을 미친다. 그러나 증가해야 할 난류성 어종 중 우리의 주된



먹거리인 오징어나 갈치 등의 감소는 지구온난화에 의해 감소한다는 가설을 증명하지 못한다. 따라서 한반도 만의 어획량 감소는 지구온난화의 결과 보다는 사회적이고 생태적인 원인에서 더욱이 분석해보아야 한다고 결론지었다.

탐구내용 VII 한반도 해양생물의 감소 원인 파악 (사회적 요인)

방법

1. 팀원들과 한반도 해양생물 감소의 사회적 원인에 대한 가설을 설정.
2. 전문가(백종은)는 가설검증을 위해 신문 기자인 아버지와 함께 각종 언론사의 기사문을 스크랩하여 가설을 검증하기 위한 자료수집
3. 팀원들과 토의를 통해 주변국과의 어떠한 사회적 요인이 한반도 해양생물 감소에 영향을 미쳤는가에 대한 결론을 내고 가설을 검증

탐구결과

<가설> 주변국의 불법 포획으로 인해 한반도의 해양생물이 감소 할 것이다.

1. 일본

쿠로시오 난류와 쿠릴 한류로 인한 북서태평양의 가장 큰 어장이 있음에도 불구하고 ‘동해’에서 독도 등을 포함한 영토 분쟁을 일으키고 더불어 주변의 지하자원과 수산자원 확보를 영향력을 강화하고 있다.

2. 북한, 러시아

북한의 심각한 식량난으로 명태의 치어마저 잡는 남획과 지구온난화로 서식지 이동에 따른 러시아는 자국의 EEZ 내에서 우리나라의 명태 어획을 방해하는 등 강대국 힘의 논리를 앞세우며, 수출 위주의 정책(2017년 기준, 우리나라 수요량의 90% 이상이 러시아산)으로 인해 우리나라에서 명태의 가격이 지속적으로 상승하고 있다.

3. 중국

한반도 해양생물 감소의 가장 큰 원인인 주변국 이다. 중국은 ‘서해’와 ‘황해’에 걸쳐 불법 어획이 가장 심한 나라이다. 2001년 우리나라와 맺은 한·중 어업협정을 무시하고 지속적인 남획을 강행한다. 관련 기사를 통해 다음과 같은 사실을 증명 하고자 한다.

중국 어선 씩씩이로 동해 '오징어' 씨가 말랐다... "어획량 반토막"



중국 어선의 북한 수역 쌍끌이 조업 등으로 인해 국내 오징어 어획량이 급감한 것으로 나타났다. 중국 어선들이 북한 수역에 입어하기 직전인 2003년 한국의 오징어 어획량은 23만3천톤이 었지만 지난해는 12만2천톤으로 285나 감소했다. 반면 중국은 25만 7천톤에서 36만 9천톤으로 약 52%나 증가해 중국의 북한 동해 수역 조업이 한일양국 어획량에 큰영향을 미쳤다는 것을 알게 해줬다.

*출처: 김지현 기자, 인사이드 2017/10/17

中 불법 어선 때문에 씨 마른 오징어 '오징어' 먹기 힘들다



강원도의 오징어 어획량은 작년대비 40% 가까이 감소하였다. 중국 어선들이 북한 수역에서 무차별 조업을 하고 있기 때문이다. 중국어선은 2004년 140척 에서 2016년 1,238척으로 12년새 9배가 늘었다. 이같은 상황이 장기화 될시 앞으로는 국산 오징어 제품이 사라질 수도 있는 상황이다.

*출처: 배다현 기자, 인사이드, 17/11/26

[인사이드] 배다현 기자 - 국산수입산 오징어 어획량 급감으로 강원도 내 오징어 가공 업체들이 활로를 구하지 못해 어려움을 겪고 있다.

<p>사회 인천경기</p> <p>서해5도 중국 어선 불법 조업 '극성'</p> <p>서해5도특별경비단, 3척 나포·100여 척 퇴거 박살</p> <p>18.08.10 16:52 최종 업데이트: 18.08.10 16:52 양순열(yosang1)</p> <p>0 댓글 0 좋아요 0 공유</p> <p>중국기서원고로가기</p>	<p>남북정상회담 등으로 서해 5도에서 사라졌던 중국어선들이 또다시 대거 출몰하여 꽃게등 불법 조업을 일삼고 있다.10톤급 중국어선은 꽃게 약 50kg과 삼치20상자 오징어20상자가 확인됐다.</p> <p>*출처: 양순열 기자, 인천뉴스, 18/08/10</p>
<p>결론</p>	<p>위의 자료 이외에도 인터넷의 수많은 뉴스기사들을 수집하고 분석한 결과 한반도 해양생물 중 특히 우리의 식탁에 올라가는 해양생물의 감소에는 주변국의 무차별한 불법 어획에 있다는 것을 검증 할 수 있었다. 또한 전문가와의 지속적인 질의응답을 통해 가설에 더욱 확증을 가질수 있었다.</p> <p>결론적으로 중국의 불법 어획은 ‘서해’와 ‘황해’에서 한반도 해양생물 어획에 큰 피해를 입히고 이로 인해 오징어 등의 일부 어종의 물가가 상승하는 연속적인 악영향을 미쳤다. 또한 북한과 러시아 일본 또한 ‘동해’에서의 해양생물 감소에 일조한다는 것을 밝혀 내었다.</p> <p>따라서 주변국의 불법 해양생물 포획은 우리나라 해양생물 감소에 가장 큰 요인 중 하나이다. 라고 결론지었다.</p>

<p>탐구내용 VII 한반도 해양생물의 감소 원인 파악 (생태적 요인)</p>	
<p>방법</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 팀원들과 한반도 해양생물 감소의 환경적 원인에 대한 가설을 설정. 2. 전문가(김성욱, 김도원)는 가설 검증을 위해 직접 해양환경을 체험하고 전문가와의 질의응답을 통해 자료를 수집 3. 수집한 자료를 팀원들과 공유하고 토의를 통해 환경오염과 외래종 유입이 한반도 해양생물 감소에 영향을 미쳤는가에 대한 결론을 내고 가설을 검증
<p>탐구결과</p>	
<p><가설> 외래종의 유입, 환경오염 등 생태적요인 인해 한반도의 해양생물이 감소할 것이다.</p> <p>*생태적 요인이란? 생물을 둘러싸고 있는 환경 가운데서 생물의 생활에 직접 영향을 주는 요인</p>	
<p>1. 외래종의 유입</p> <p>기후변화로 지구 평균 기온의 상승과 동시에 인간의 욕심 때문에 외래종 유입 이러한 외래종이 국내 물고기를 무분별 하게 잡아먹음으로써 생태계가 교란. 대표적으로 베스,블루길,아마고 등이 있다.</p> <p>그러나 외래종 유입에 의한 영향은 주로 하천에서 크고 드넓은 해양에서는 그 영향이 미미해 한반도 해양생물의 감소에는 큰 영향을 끼치지 않는다.</p> <p>2.환경오염</p> <p>환경오염은 한반도 해양생물 감소에 가장 큰 영향을 준다는 결론을 내렸다. 그 이유를 나열해 보자면 다음과 같다.</p>	

<p>폭염에 고수온적조현상...해수부 "총력대응"</p> <p>주현웅 기자 2018년 08월 10일</p>  <p>폭염으로 인해 고수온 및 적조현상이 발생해 해수부까지 대응에 나섰다[왼쪽부터 주현웅(2018) 및 그린포스트코리아] [그린포스트코리아 주현웅 기자] 기록적인 폭염은 고수온과 적조 현상을 낳았다. 이에 해양수산부는 관련 피해를 최소화하고 신속한 복구를 지원하기 위해 대응체계를 유지해나갈 예정이라고 밝혔다.</p>	<p>(1) 해양생태계의 상향식 조절 파괴</p> <p>급속한 산업화로 인해 해양으로 유출된 오염물질들로 인해 식물성 플랑크톤이 감소하고 따라서 동물성 플랑크톤도 감소한다. 플랑크톤을 섭취하지 못해 상위 해양생물이 감소함으로써 해양생물들의 감소가 유발된다.</p>
 <p>태안 소백면 교항리 한리해수욕장 복구 전 모습</p>	<p>(2) 적조현상</p> <p>수온 상승과 더불어 생활하수, 가축의 배설물들이 담수를 통해 유입되어 영양염류가 증가해 인해 해수의 혼합이 잘 일어나지 않아 편모조류·규조류 등의 조류가 급증하여 해수의 용존산소량이 부족해져 어패류가 폐사한다.</p> <p>특히 우리나라의 수온이 많이 상승하는 폭염 시즌에는 특히 심해져 해양생물의 감소의 원인이 된다.</p> <p>*출처: 주현웅 기자, 그린포스트코리아, 2018/08/10</p>
	<p>(3) 석유 유출</p> <p>유조선의 전복사고나 폐유의 불법투기 등으로 인한 석유로 인한 오염은 해양생물 감소에 막대한 영향을 준다.</p> <p>구체적으로 석유는 방향족 탄화수소를 형성하여 이를 흡수한 생물은 암세포가 생길 수 있다. 또한 어류의 알에 영향을 주어 치어의 대량 폐사가 유발되기도 한다.</p> <p>대표적으로 우리나라 서해안 해양생물들에게 치명적인 피해를 주었던 '태안 기름 유출 사건'이 있다.</p>
<p>결론</p>	<p>(4) 해양쓰레기</p> <p>지속적이고도 해결되지 않는 문제이다. 특히 휴가철 이후에 우리나라 해양생물들은 계속해서 신음하고 있다. 플라스틱 끈, 철사, 깡통 등에 몸의 일부가 끼여 죽거나 성장기의 해양생물의 몸이 변화되고 산호초, 미역 등의 해조류는 삶의 터전을 잃어버리기도 한다.</p> <p>해양쓰레기는 현재 우리나라의 해양생물 감소의 큰 원인이다.</p>
<p>지구 온난화, 주변국의 불법 어획은 특정 해양생물 중에 국한되어 감소를 유발한다. 그러나 우리 주제인 '한반도의 해양생물 감소'의 가장 큰 원인은 바로 위에서 언급한 환경오염에 의한 것이다.</p> <p>결론적으로 외래종의 유입은 해양생물 감소에 큰 영향을 미치지 못했지만 환경오염은 특정 종이 아닌 우리나라 해양생물 뿐만 아닌 전 세계의 해양생물 감소에 가장 큰 원인 이라고 결론지었다.</p> <p>우리 해양Avengers는 팀 이름에 맞게 해양 생물들을 지키기 위해 이러한 환경오염을 방지하는 것을 초점으로 두고 사람들에게 해양생물의 위기를 홍보하여 환경오염으로 인한 해양생물들의 피해를 줄이는데 앞으로 노력해 나갈 것이다.</p>	

<p>탐구내용 VIII We are Sea Avengers !</p>	
<p>방법</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 설문조사를 통해 우리학교 학생들의 해양생물 위기에 대한 인식도 조사 2. 해양생물의 위기 홍보 방법 토의 3. 홍보 피켓을 제작해 학생들과 지역주민들에게 해양생물의 위기 홍보

탐구결과

1. 우리는 해양생물을 위해 무엇을 할수 있을까?

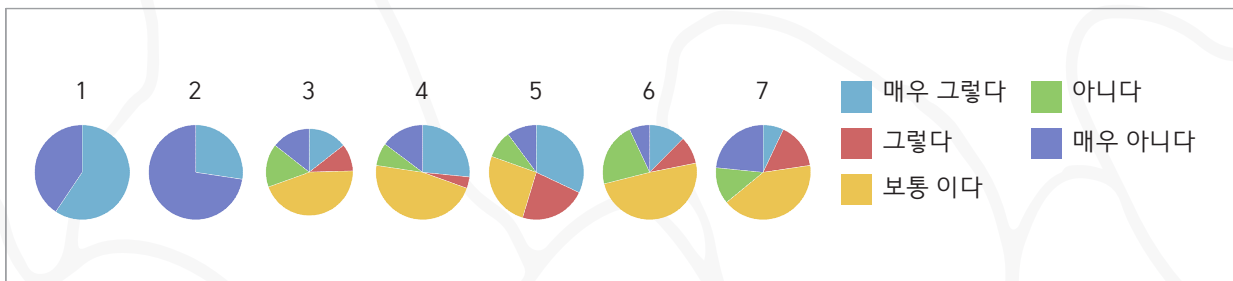
- ① 설문지 조사를 통해 학교 학생들에게 해양생물에 대한 인식도 조사
- ② 학교 학생들과 지역 주민들에게 해양생물의 감소 위기를 홍보
- ③ 학교소풍을 해양 박물관 등으로 가자고 건의해 해양생물에 대한 학생들의 관심도 높이기
- ④ 직접 해안가에 가서 해양 환경 정리하기
- ⑤ UCC 제작하기, SNS에 홍보하기
- ⑥ 예천 문화회관에서 해양생물 탈 쓰고 연극하기
- ⑦청와대 청원 게시판에 글을 올려 더욱 많은 사람들에게 알릴 수 있게 하기
- ⑧ 지역신문사에 기사 의뢰

2. 우리가 하겠다! 해양생물의 위기 타파!

(1) 해양생물의 위기에 대한 인식도 설문 조사

〈 당신은 해양생물에 대해 얼마나 알고 계신가요? 〉					
	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	아니다	매우 아니다
1. 해양생물은 물고기(어류)만 포함 한다.	76	0	0	0	52
2. 한반도 해양생물 종은 100년전 과 동일하다.	35	0	0	0	93
3. 우리나라의 특정 해양생물은 감소하고 있다.	17	12	53	19	17
4. 해양생물의 감소 원인은 지구온난화 때문이다.	34	5	60	10	19
5. 해양생물의 감소 원인은 바다의 쓰레기 때문이다.	41	29	33	12	13
6. 해양생물의 감소 원인은 중국의 불법어획 때문이다.	16	12	63	28	9
7. 우리나라 해양생물 감소가 나에게 영향을 준다.	9	20	53	16	30

*대창중학교 학생 128명 대상 설문조사





(2) 해양생물의 위기 홍보



키워드

(3) 청와대 국민청원

- 주변국의 불법 어획의 경우 중학생의 힘으로 할 수 있는 것은 거의 없었다. 그래서 작은 목소리지만 청원을 통해 국가에 도움을 청하였다.



<p>느낀 점</p>	<p><설문조사> 전체적으로 해양생물에 대해 교과서에서 다루지 않아 해양생물에 대해 잘 모름은 물론 해양생물에 대한 위기에 대해 관심도 약했다. 그리고 해양생</p>
-------------	--



물의 감소 원인에 대해서는 예상외로 중국의 불법어획 때문이라는 응답이 많았다. 이는 중학교 3학년 교과서에 ‘베타적 어업 수역’에 대해 배웠기 때문이라 본다. 따라서 학생들에게 해양생물의 위기에 대한 홍보가 절실히 필요하다란 것을 느꼈다. -3학년 김호연

<홍보활동>

우리가 대책을 계획하고 우리가 직접 만든 홍보물을 통해 우리학교 학생들과 지역사회 주민들에게 홍보함으로써 3개월간 우리의 노력의 결실이 보여서 좋았다. 홍보하는데 박수쳐주시는 주민들로 인해 정말 뿌듯하고 참가하길 잘한 대회였다는 생각이 든다. -2학년 김도원

<국민청원>

우리가 탐구한 해양생물의 문제를 국가에 건의함으로써 미약하게나마 해양생물의 보전에 도움이 된다는데 뿌듯함을 느끼고 미래에 해양생물 뿐만 아니라 우리나라 환경보전에 앞장설수 있는 과학자가 되고 싶다는 동기가 부여 되었다. -3학년 백종은

○ 팀원의 담당 역할

- 백종은: 사회적 요인 조사, 팀장, 토론 진행자, 소주제 종합 및 요약
- 김호연: 환경적 요인 조사, 보고서 작성, 홍보활동 준비물 준비
- 김도원: 생태적 요인 조사, 발표대회 대비 ppt 작성, 홍보 활동 현수막 제작
- 김성욱: 생태적 요인 조사, 홍보 활동 피켓 제작

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 해양생물은 끊임없이 재생산 가능한 자원으로써 많은 연구와 보호가 필요하다.
- 산업화 등의 원인으로 지구 온난화가 심화되며 우리해역의 표층수온은 약 1.1℃가 상승.
- 해양 수온 상승으로 인해 우리나라의 난류성 어종은 증가하였지만 한류성 어종은 감소하였다. 그러나 난류성 어종 중 특정 종은 어획량이 감소하였고 지구온난화란 환경적 원인은 한반도 해양생물 감소의 직접적인 요인이라 할 수 없다.
- 중국의 불법 어획은 ‘서해’와 ‘황해’에서 한반도 해양생물 어획에 큰 피해를 입히고 북한과 러시아 일본 또한 ‘동해’에서의 해양생물 감소에 원인이다.
- 오염물질로 인한 식물성 플랑크톤의 감소로 인한 생산자의 감소, 영양물질 유입으로 인한 부영양화, 바다로 유출되는 폐수와 석유, 버려지는 해양쓰레기 등은 우리나라 해양생물 감소의 가장 큰 원인이다.
- 종합적으로 이번 탐구 활동을 통해 한반도의 해양생물 감소의 원인은 크게 ‘주변국의 불법 어획’과 ‘환경오염’이란 것을 밝혀내었고 이러한 사실을 주변 사람들에게 적극적으로 홍보해 나가고 우리부터 해양환경 보호에 앞장서야 할 것이다.



○ 의의(기대효과)

- 기존의 연구와는 달리 환경, 사회, 생태적 요인들을 융합하여 분석한 결과 해양생물 감소에 대한 종합적인 원인 분석이 가능하였다.
- 내륙지방에 살아 평소 무관심했던 해양생물에 대해 많은 관심을 가지게 되었다.
- 처음으로 선생님과 함께 연역적인 탐구를 진행해 보면서 연구가 어떤 과정을 통해 이루어지는 것인지 알게 되었고 연구원이라는 진로를 꿈꾸게 되었다.
- 각자 영역에 전문가가 되어 책임감이란 것을 배움과 동시에 각자의 연구결과를 토의하는 과정에서 협동의 중요성을 알게 되었다.
- 가장 큰 효과로 3개월간 함께한 팀 동료들과 끈끈한 우정이 생겼다. 그리고 선생님과 잊지 못할 즐거운 추억을 만들었다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 내륙지방인 예천에서 대회준비를 하여 해양환경을 많이 접해보지 못했고 수온변화와 해양생물 변화량의 통계자료를 찾고 연결시키는 과정이 힘들었다.
- 처음 접해보는 단어들이 많아 해석이 어려웠고 여러 가지 요인을 혼합해 결론을 내는 것이 힘들었다. 팀원들과의 토의 과정이 큰 도움이 됐다.

○ 알게 된 점

- 해양생물의 종류와 해양생물은 수온에 따라 서식지가 변화해간다는 것을 알았다.
- 우리의 무분별한 쓰레기 투척이 해양생물들을 아프게 한다는 사실을 알고 더 이상 해안가에 가면 쓰레기를 버리는 것이 아닌 줍는 우리가 되길 약속했다.

5. 참고문헌

- 한국동물분류학회 「동물분류학」, 집현사
- Sherwood 「동물생리학」, 라이프 사이언스
- 강명희 「생명과학 대사전」, 여초
- 이영돈, 제종길 「우리바다 해양생물」, 다른세상
- 김웅서 「해양생물」, 대원사
- 김웅서, 김동성 「해양생물의 세계」, 한국해양과학기술원
- 이석형, 「Basic 고교생을 위한 지구과학」, 신원문화사
- 통계청 「어업생산동향조사」 「사회통계국 농어업동향과」
- 국립수산과학원 「기후변화연구과」

-도움받은 사람

- 대구대학교 생물교육학과 윤성규 교수
- 예천신문 백승학 기자
- 대창중학교 교사 노춘오
- 대창중학교 교사 이상준
- 대창 고등학교 교사 김종보
- 대창 고등학교 교사 장다금

-사이트

- 두산동아 교과서 (<http://www.dongapublishing.com>)
- 천재교육 T셀과 (<http://m.tsherpa.co.kr>)
- 해양수산부 (<http://www.mof.go.kr>)
- 통계청 (<http://kostat.go.kr>)
- 국립해양생물자원관 (<http://www.mabik.re.kr>)
- 네이버 지식백과 (<https://terms.naver.com>)

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	얼쭈(EARTH)		
학생명	온채원, 이민주, 한건희	학교	화산중학교
지도교사명	이희진	학교	화산중학교

항목	내용
탐구주제	다양한 해양생물들의 사육을 통해 구체적인 특성을 알아내고 그 생물들에 관련한 디자인 및 활용방안 고안하기
탐구기간	2018년 6월 14일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	<ul style="list-style-type: none"> ○해양생물의 사육이 많은 사람들 사이에서 보편화가 되고, 누구나 쉽게 사육할 수 있도록 가이드라인을 배출한다. ○활용할 수 있는 특징을 해양생물로부터 알아내어 생체 모방 기술을 이용하여 디자인 상품을 제작한다. 흑등고래를 모방한 서핑보드 등 여러 가지 생체 모방 기술이 우리 주변에서 사용되고 있는데, 이를 체험해 봄으로써 생체 모방의 개념을 알리고, 직접 디자인 상품도 만들어서 활용해 본다.
탐구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○복섬, 전복, 고둥, 두줄망둑, 별불가사리, 주머니귀오징어, 문어 등의 생물들을 채집하거나 사육하여 문어의 흡착, 복섬의 수영원리 등의 특징을 알아낸다. 이러한 기술을 이용하여 흡착판, 잠수 로봇 등을 제작한다. 이 과정에서 해양생물 사육 가이드라인 등을 제작하여 많은 사람들에게 해양생물 사육 체험을 접할 수 있게 한다.
탐구결과	<ul style="list-style-type: none"> ○복섬-Dorsal fin/Anal fin 전진 및 Cadual fin 방향전환 기술 ○문어-Protuberance의 수중 흡입을 이용한 흡착 기술 ○위와 같은 특징을 알아내어, 미니 잠수 로봇, 흡착판 등의 발명품을 제작하였다(나중에 변경).
결론 및 의의	<ul style="list-style-type: none"> ○미니 잠수 로봇, 흡착판 등의 발명품을 만들어 봄으로써, 인간이 생물을 통해 많은 지식과 정보, 기술을 얻는다는 점을 알 수 있었다. 실험을 진행하며 우리 학교의 많은 친구들이 실험에 관심을 가졌고, 그 친구들도 우리와 같이 해양생물 사육에 시도를 보였다. 또한 그 친구들이 미니 로봇을 가지고 노는 모습을 보며 생태 모방의 필요성을 알 수 있게 되었다(나중에 변경).





탐구 주제	다양한 해양생물들의 사육을 통해 구체적인 특성을 알아내고, 그 생물들에 관련한 디자인 및 활용방안 고안하기
팀명	일췌(EARTH)

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 204시간이 어떤 시간인지 아는가? 초등학교 5~6학년 기준 전체 이수 시간은 1,972 시간이다. 이중 우리나라 초등학교에서 요구하는 창의적 체험학습 이수시간이 바로 204시간이다. 겨우 전체 시간의 겨우 1/9이 된다는 것이다. 직접 탐구하고 만져 보는 ‘과정 중심’ 교육보다 선생님이 일방적으로 알려주고, 학생이 습득하는 방식의 ‘주입 중심’ 교육이 일어나고 있어서 학생들의 창의력에 한계를 만들어내고, 인재 육성을 막게 된다. 인재 육성을 돕기 위해 우리 팀은 바닷가에서 흔히 발견할 수 있는 해양생물들의 최적의 사육방법을 알아냄으로써 여러 학생들이 갯벌·바다체험을 하며 채집한 생물들을 직접 사육할 수 있게 도움을 주고자 한다. 이는 ‘과정 중심’ 교육에 한 단계 더 다가갈 수 있는 발판이 될 것이라 생각된다.
- 놀이공원을 갔다가 문어 모양을 모방한 놀이기구를 보았는데 이와 같이 생물의 모양, 생김새, 특징 등을 활용하면 좋을 것이란 생각이 들었다. 이를 계기로 우리가 사육하는 해양생물들에 생체 모방 기술을 적용하여 우리 생활에 긍정적인 영향을 미치는 도구를 제작해보고자 한다.

○ 탐구 목적

- 여러 가지 해양생물들의 사육방법을 알아내고 학생들에게 알림으로써 대한민국의 여러 학생들이 직접 채집한 해양생물들을 사육할 수 있게 해준다. 이를 통해 ‘주입 중심’ 교육이 아닌 ‘과정·탐구 중심’ 교육에 다가설 수 있도록 한다. 또한, 토종 담수어의 사육만큼 토종 해수어의 사육은 원활하지 않게 이루어지고 있는데, 이 사육방법을 알아내고 공개함으로써 많은 물 생활 애호가들에게 토종 해수어의 사육 기회를 줄 수 있을 것이라고 생각한다.
- 생체 모방 기술을 활용하여 우리 생활을 더 편리하게 만들 수 있는 도구를 제작할 수 있도록 한다. 또한 탐구를 진행하며 생체 모방 기술의 활용 방법을 알아내고, 이를 학생들에게 알림으로써 생체 모방 기술을 활용해볼 수 있도록 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 실험 생물 사육 환경 조성
 - 6월 초, 생물들의 사육방법 조사 및 특성 관찰을 위해 화산중학교 과학 실험실에 생물 사육용 어항을 미리 준비한다.
 - 이 사진은 우리가 어항을 세팅한 후 수돗물의 잔류염소를 제거하기 위해 민물에 여과기를 돌려놓은 모습이다. 원래 이 과정에서 여과박테리아를 활성화시키기 위해 1~6달의 긴 시간을 기다려야 박테리아가 안정적으로 정착할 수 있지만, 실험 전체 기간이 길지 않기 때문에 대부분의 물잡이 기간은 생략하고 진행한다. 박테리아가 안정적으로 정착하지 않으면 해양 생물들의 배설물로부터 생성되는 암모니아를 분해해주는 박테리아가 부족해서 암모니아 과다 문제가 일어나게 되는데, 이 문제를 방지하기 위해 환수를 통해 암모니아를 제거시킨다.



① 실험 생물들의 채집

- 사육환경이 조성된 후(6월 중) 팀원이 모두 모여 갯벌·해안을 선정하고 직접 방문하여 실험을 하기 위한 생물을 채집한다.
- 생물들은 최대한 다양성 있도록 많은 종을 채집하고, 한 종당 최소 3마리 이상 채집한다.
- 사전에 포획금지사항, 천연기념물·멸종위기생물 목록 등을 확인한다.
- 아이스박스에 담아서 낮은 물 온도를 유지시키며, 용존산소량이 낮아지지 않도록 수면을 움직이게 해준다.
- 사육과 마찬가지로 2차례에 걸쳐 진행한다. 1번째 채집은 팀원 모두 모여 정식으로 하는 채집이지만, 2번째 채집은 개인적으로 더 자세히 탐구하고 싶은 생물이나 새롭게 알고 싶은 생물을 개인적으로 채집하여 수조에 담도록 한다.



② 실험 생물들의 사육

- 채집이 끝난 바로 후(6월 17일) 생물들을 사육 어항에 옮기고, 사육을 시작한다.
- 사육 방법의 정확성을 확인하기 위해 2차례에 걸쳐 진행한다.
- 사육을 하며 일반인이 구하지 못하는 재료는 사용하지 않도록 한다.
- 화산중학교 과학실험실에서 진행하며, 학생들에게 공개하여 참여를 얻을 수 있도록 한다. 학생들이 이러한 생물을 관찰하는 체험을 할 수 있도록 하여, 해양생물학

자의 직업도 간접 체험 해보며 이와 비슷하게 배우는 방식을 선호하도록 한다.

- 사육 중, 생물들을 특징을 알아내기 위해 팀원마다 생물 1~2 마리씩 지정하여, 집중적으로 탐구하도록 한다. 논문 자료 및 서적 자료, 기사를 활용하여 우리가 직접 알아내지 못한 특징들도 알아보고, 생물을 모방/활용할 수 있도록 특징을 탐구일지에 구체적으로 적는다.

③ 생체 모방 기술을 이용한 디자인 및 활용된 물건 제작

- 생물들을 사육하며 생물들의 특성 및 구조를 탐구하고, 이 특성들을 이용하여 우리 생활에 도움이 되는 물건을 디자인 해본다.
- 기존에 있는 생체 모방 상품(전복껍질 구조를 이용한 탱크, 혹등고래를 이용한 자전거와 서핑보드 등)을 참고하여 새로운 아이디어를 생각해낸다.
- 예시 : 문어 빨판을 이용한 안경다리, 문어의 안정적인 다리 구조를 이용한 의자, 흡착력을 이용한 CD 플레이어기

④ 디자인의 실체화 및 활용

- 디자인을 모두 생각하고 일지에 그린 후, 실체화가 가능한 것은 실제로 만들어보는 과정을 거친다. 재료가 구하기 힘든 것, 공학 지식이 많이 필요한 것 등 제작이 중학생 신분으로 어려운 것은 제작하지 않는다.
- 제작이 어려운 발명품은 도면과 설명을 적은 후, 화산중학교의 학생들에게 보여주며 장단점, 피드백 등을 말하도록 한다. 학생들의 의견을 듣고 반영하여 더 우리에게 유용한 도구가 될 수 있도록 한다.
- 제작을 한 발명품들은 학생들에게 체험의 기회를 주며, 후기를 받는다. 예를 들어, 우리가 전복 껍질을 활용한 귀피를 제작하였으면 학생들에게 체험을 시켜주며, 학생들이 전복 껍질이 너무 날카롭다, 너무 무겁다 등의 의견을 자유롭게 낼 수 있도록 한다. 이후 이 의견을 반영하여 발명품을 수정할 수 있도록 한다.

⑤ 발명품 보고서 작성

- 각자 탐구일지에 자신이 개발한 발명품에 대한 구체적인 보고서를 작성한다. 이 기술이 나중에 여러 분야에서 활용될 수 있도록 자세한 기록을 남긴다. 실체화시킨 물건은 해양생물 탐구대회 발표대회에서 공개하여 소개를 시키거나, 학교 내의 학생들에게 보여주어 생체 모방 및 활용에 대해 알릴 수 있도록 한다.

○ 방법

① 실험 생물 사육 환경 조성

- 준비물 : 유리 어항, 대형 걸이식 여과기, 검은색 배경, 조명, 온도계, 비중계, 히터, 수류모터, 자갈, 돌, 은신처, 기포기, 해수염, 암모니아수, 여과박테리아 활성화제
- 유리 어항에 여과기, 배경, 조명, 온도계, 기포기, 수류 모터, 히터, 장식물을 설치한 후 1.019 ~ 1.025정도 비중의 인공 해수(비중계를 이용하여 측정)를 넣고, 여과

기에 여과박테리아 활성제를 넣는다. 여과박테리아의 먹이를 공급해서 물잡이 과정을 더 빠르게 만들기 위해서는 암모니아수를 소량 투입한다. 이후 1~2주를 기다려 여과기에 여과박테리아가 정착할 수 있도록 한다.

② 실험 생물들의 채집

- 준비물 : 채집통, 목장갑, 갯벌용 양말, 통발, 떡밥, 휴대용 기포기, 삼/호미
- 갯벌/해안에 간 뒤 준비물을 사용하여 여러 가지 해양생물들을 채집한다. 생물들을 운반할 때 걸릴 긴 시간을 위해 휴대용 기포기를 준비하고, 생물마다 각각 다른 채집통을 사용해야 하기 때문에 채집통을 많이 준비한다.
- 화산중학교에 재학중인 용하정 학생 가족분이 완도에 전복양식장을 운영하고 계시기 때문에 직접 방문하여 전복에 대한 정보를 얻어 온다. 가능하다면 전복 몇 마리를 구매하거나 받아서 사육을 시도해 본다.

③ 실험 생물들의 사육

- 채집한 생물들을 준비한 사육 어항에 물맞댐(수조의 물과 물고기의 물의 온도, 수질, 염도 등을 맞춰주는 작업)을 한 뒤 투입하고 사육을 시작한다.
- 온도, 염도, 수류 등의 조절 가능한 요인들을 조절해보며 생물에게 맞는 최적의 환경을 만들어내고, 기록한다.
- 방학 전·후의 2차례에 걸쳐 진행하여 1차 사육에는 최적환경을 찾아내는 작업, 2차 사육에는 최적환경을 확인하고 기록하는 작업을 한다.

④ 생체 모방 기술을 이용한 디자인 물건 제작

- 준비물 : 상상력, 제작하는 물건에 따라 각자 구함
- 사육 중에 팀원이 각자 선정한 생물을 관찰하며 특징을 알아보고, 이 특징들을 활용해 디자인 물건의 도면을 그리거나, 직접 만들어본다.
- 복섬의 수영원리를 이용한 잠수함, 초미세 불가사리 로봇 등의 제작이 어려운 발명품들은 도면만 그리고, 이후 다른 여러 가지 발명품에 활용할 수 있도록 만들기 로 한다.

⑤ 디자인의 실체화 및 활용

- 준비물 : 제작하는 물건에 따라 각자 구함
- 도면을 그린 디자인 중 실체화가 가능한 디자인(전복 귀찌/목걸이 등)은 부자재샵, 철물점 등에서 재료를 구한 뒤 제작한다.
- 학생들에게 체험을 시켜주거나, 전복 장식품 등은 착용을 함으로써 실생활에 활용할 수 있도록 한다.

⑥ 발명품 보고서 작성

- 준비물 : 해양생물 탐구대회 탐구일지
- 실험 이후 다양한 분야의 사람들이 활용할 수 있도록 디자인을 구체적이고 자세한 설명으로 기록하고, 많은 사람들에게 공유하여 이용이 가능하도록 한다.

○ 결과

① 실험 생물 사육 환경 조성

- 6월 14일, 화산중학교 과학실험실에 택배로 받은 유리어항 3개를 설치하였다. 위치는 실험실 앞쪽에 놓아서, 학생들이 이 수조들과 해양생물들을 보며 해양생물 사육에 관심을 가질 수 있도록 하였다. 수돗물에 호기성 박테리아 활성화제를 넣어 유해물질을 제거시키고, 수조에 넣고 2일간 여과기를 틀어 염소를 제거시키며 여과 박테리아인 nitrosomonas와 nitrobacter 박테리아를 여과재에 미량 정착시켰다.
- 문제점 : 보통 해수어항을 세팅할 때 물잡이를 2달정도 진행하는데, 우리는 2일정도밖에 하지 않아서 박테리아가 많이 정착하지 못하였다. 다만, 잦은 환수로 암모니아를 제거시켜주었기 때문에 생물들이 문제 없이 적응할 수 있었다. 우리가 채집한 바다의 염도는 코탈라이프 부력식 비중계로 측정한 결과 1.016의 값이 나왔기 때문에 이 염도로 맞추었다.

② 실험 생물의 채집

- 1차 채집 : 6월 16일 토요일, 전라북도 부안군 적벽강/채석강, 격포항에서 팀원 3명이 모두 모여 채집을 진행하였다. 4인치 뜰채를 이용하여 방게, 소라게류, 줄새우, 복섬, 주머니귀오징어, 고동류, 갯민숭달팽이류, 두줄망둑 등을 채집하였다. 낚지는 격포항수산시장에서 구입하였다. 이후 방게, 소라게류, 고동류 이외에는 온도 상승, 스트레스, 바닷물 부족으로 인해 소멸하였다. 6월 17일 일요일, 전라북도 군산 새만금 야미도에서 팀원 중 한건희만 탐어를 하면서 별불가사리, 방게, 소라게류, 고동류, 복섬, 노래미 등을 채집하였다. 복섬, 별불가사리, 소라게류, 고동류가 살아남아 이후 사육을 진행하였다.
- 2차 채집 : 일자를 확실히 정하지 않고 방학동안 팀원들이 바다로 여행을 갔을 때, 더 자세히/새롭게 탐구하고 싶은 생물들을 채집해오기로 하였다. 줄망둑, 담황줄말미잘, 돌돔 치어, 복섬 치어, 보름달물해파리, 바닥문절, 송어 치어 등을 채집하였지만 줄망둑을 제외하고 방생하거나 소멸하였다.



- 채집하면서 관찰한 생물들 : 해변말미잘, 꽃해변말미잘, 풀색꽃해변말미잘 등의 생물들은 채집하면서 흔히 볼 수 있었지만, 바위에 달라붙어서 채집이 불가능하였다.
- 문제점 : 부안 채집을 진행할 때 준비물이 작은 뜰채 하나밖에 없었다는 점이 아쉬웠지만, 팀원 중 이민주의 빠른 순발력 덕분에 두줄망둑, 줄새우 등의 생물들을 채집할 수 있었다. 또한 토요일날 채집한 생물들을 일요일 저녁까지 유지시키는 부분에서 많은 생물들이 소멸하였기에 이 부분이 매우 아쉽다.
- 채집을 진행하며 그 채집지의 염도를 알기 위하여 부력식 비중계를 이용하여 채집지 바다 및 tide pool의 염도를 측정한다.

③ 실험 생물들의 사육

- 실험실에 세팅한 3개의 어항 속에 각각 전복 5마리, 소라게류/방게/별불가사리 여러마리, 복섬 1마리씩 투입하였다. 이후 별불가사리는 복섬항으로 이동하였다. 전복 5마리는 수조 안의 높은 온도에 적응하지 못하고 소멸하였다. 소라게류와 방게들은 잘 적응하여 사육하였지만, 특별히 이용할 수 있는 특징이 없어 방학때 방생하였다. 별불가사리는 암모니아 수치에 적응하지 못하여 소멸하였고, 복섬은 잘 적응하여 실험기간이 끝날 때까지 잘 사육되고 있다. 2차 사육때 투입된 줄망둑 8마리는 복섬과 마찬가지로 사육이 끝날때까지 잘 사육되고 있다. 또, 2차 사육때 송어 치어와 담황줄말미잘이 투입되었지만 송어는 높은 온도로 인해 소멸하고, 담황줄말미잘은 물고기들과 합사 문제로 방생되었다.



- 문어에 대한 조사 : 문어는 스트레스를 받으면 진한 색에서 연한 색으로 색을 변환시킨다. 문어는 차가운 온도에 서식해야 하며 온도에 매우 예민하다. 문어 빨판은 Protuberance와 Orifice의 흡입력을 이용하여 흡착을 한다.
- 복섬에 대한 조사 : Dorsal fin과 Anal fin을 이용하여 전진하고, Cadual fin을 이용하여 방향전환을 한다.
- 전복에 대한 조사 : 운동운동을 하여 이동한다. 점액을 이용하여 흡집을 막아 접착이 더 강하다. 또한 운동운동을 나비 애벌레 등과 다르게 매우 미세하게 하기 때문에 접착이 더 강하다.



④ 생체 모방 기술을 이용한 디자인 상품 제작

- 불가사리의 운동운동을 이용한 신세대 안경 : 초미세 불가사리 로봇을 개발해 안경 렌즈에 부착한다. 불가사리 로봇은 안경 위에서 운동운동을 하며 이물질 제거시킨다. 안경 위에 거슬리지 않게 불가사리 로봇을 투명하게 제작하거나, 문어의 색 변경 원리를 이용하여 보이지 않게 한다.

- 전복의 점액과 문어의 흡입력을 이용한 전문신발 : 문어 흡착판 중심에 있는 Protuberance의 수중 흡입력을 이용하여 먼지를 흡입한다.
- 귀오징어와 복어의 수영 원리를 이용한 잠수함 또는 배 : 복섬의 Anal fin과 Dorsal fin을 이용해 전진, 주머니귀오징어의 Jet Propulsion을 이용해 전진, 복섬의 Cadual fin을 이용해 방향전환을 하는 잠수함 로봇이다.
- 전복껍질을 이용한 장식품 : 전복껍질 밑면의 화려함을 이용해 귀걸이, 귀찌, 반지, 목걸이 등의 장식품을 제작한다.

⑤ 디자인의 실체화 및 활용

- 위의 디자인 중 실체화가 가능한 [전복껍질을 이용한 장식품] 디자인을 이용하여 실제로 제작해 보았다. 사포로 전복껍질을 부드럽게 만들고, 바니쉬에 담가 광택을 만들며, 드릴을 이용해 구멍을 뚫어 귀찌, 목걸이를 제작하였다.
- 화산중학교의 여러 학생들에게 착용 체험을 하게 해주고 평가를 받았으며, 제 3회 해양생물 탐구대회 발표대회의 현장에서 정식 공개할 예정이다.

⑥ 발명품 보고서 작성

- 각 팀원의 탐구일지에 자신이 직접 발명한 발명품을 자세히 기술하였다.

○ 팀원의 담당 역할

- (대표)온채원 : 팀원들의 생각을 이끌어 낼 수 있도록 상황을 조정하며 다양한 아이디어를 구상하였다. 생체 모방 기술을 활용하는 데에서 자체적인 면을 지휘하였다. 사육한 생물의 정보를 이용해 생체 모방을 하여 아이디어를 내는 역할을 하였다. 수조들의 환수 과정에서 적극적으로 도왔다. 전복과 전복껍질에 대한 논문조사를 하고 팀원과 정보와 아이디어를 나눴다.
- 한건희 : 생물들의 사육 부분을 대표로 담당하였다. 생물에 대한 다양한 지식으로 사육을 지도하고 생물을 알아가는 과정에서 도움을 주었다. 현재 진행되고 있는 연구에 대한 사진을 찍을 수 있도록 개인 카메라로 사진을 도맡아 찍고, 사진 자료를 준비하였다. 복어, 불가사리 등에 대한 논문조사를 하고 팀원과 정보와 아이디어를 나눴다. 장식품을 제작하는 작업을 주도하였다.
- 이민주 : 팀원들이 생각한 다양한 생체 모방 아이디어를 정리하고, 그 아이디어를 다듬고 덧붙이는 역할을 하였다. 실체화하는 과정의 전반적인 기틀을 마련하였다. 생각해낸 아이디어를 직접 만들어보는 역할을 맡았다. 수조들의 환수를 주도적으로 이끌어내고 암모니아를 잘 제거시켰다. 과학일기를 도맡아 작성하였다. 구체적으로 문어의 흡착판에 대한 논문조사를 하고 팀원과 정보와 아이디어를 나눴다.



3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 학교 실험실에서 해양생물들을 사육하는 작업은 학생들에게 굉장히 긍정적인 영향을 미쳤다. 7월 4일, 사육 중에 복섬이 수조 밖으로 뛰어나가는 장면이 수업중인 학생에게 목격되었다. 그 친구는 평소에 생물들에 대한 두려움이 많은 친구였는데, 많은 시간 이 생물들과 접하면서 두려움을 잃게 되었고, 자신 있게 복어를 맨손으로 들어 수조 안으로 넣어 주었다. 이를 통해 학생들의 해양생물에 대한 적극적인 관심을 볼 수 있었는데, 이렇게 학생들의 적극적인 참여를 얻는 것은 대한민국의 과정 중심 교육 발달에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.
- 전복 껍질 밑면의 화려함을 이용한 장식품을 제작하는 작업도 마찬가지로 학생들에게 굉장히 긍정적인 영향을 미쳤다. 학생들에게 착용의 기회를 주면서, 학생들은 굉장히 마음에 들어하였고, 이렇게 생물자원을 이용하여 다양한 물건을 만들어 보고 싶은 마음이 생겼다고 하였다. 이를 통해 생체 모방 및 생체 활용의 개념을 널리 알릴 수 있고, 앞으로의 과학 기술 발달에 생물을 활용하는 사례를 늘릴 수 있을 것이라고 생각한다.
- 문어의 빨판을 이용한 신발인 전문 신발에도 학생들의 관심을 볼 수 있었다. 팀원들과 전문 신발에 대해 토론하고 있을 때 학생들은 신발에 관심을 보이며 의견을 적극적으로 알려주었다. 학생들 덕분에 우리는 더 나은 발명품을 만들 수 있었으며, 학생들은 이번 기회를 통해 각자의 발명품에 대해서 생각해보는 시간을 가질 수 있었다.

○ 의의(기대효과)

- 우선 대한민국의 주입식 교육 문제, 그리고 학생들의 직업 체험에 도움을 많이 줄 것으로 예상된다. 화산중학교 과학실험실에 우리의 수조들을 놓고 실험을 진행하면서, 많은 학생들이 관심을 가지는 모습을 볼 수 있었다. 학생들이 실험실을 지나갈 때마다 안에 한번 들러서 생물들을 보고 가는 모습을 자주 볼 수 있었는데, 생물들을 5~10분 이상 관찰하는 사람이 굉장히 많았다. 학생들의 이렇게 관심을 가지는 모습을 보면 일종의 직업체험(해양생물학자)로 볼 수 있기도 하고, 생물들을 관찰하면서 학생들은 정보를 얻을 수 있기 때문에 일종의 교육이라고도 볼 수 있다. 학생들은 또한 우리에게 생물에 대한 질문들을 자주 했으며, 사육 경험이 있는 학생들은 자신의 의견을 말하기도 하였다. 토론 방식의 교육은 학생들에게 습득이 가장 잘 되는 교육으로, 현재 대부분 이루어지고 있는 주입식, 즉 일방적 교육과 다른 교육이라고 할 수 있다. 이러한 점을 활용하여 교육과정을 개정하면 학생들의 학습능력이 굉장히 오를 것으로 예상된다.
- 우리의 ‘생체 모방을 이용한 디자인 상품 제작’ 활동은 미래 여러 가지 유용한 아이디어나 디자인을 내는 데 긍정적인 역할을 끼칠 수 있다. 우리가 생체를 모방, 또는 활용하여 제작한 상품을 학생들이 체험할 수 있도록 기회를 제공하면, 학생들은 그 상품을 보고 자신도 똑같이 제작해보고 싶은 마음이나, 생체를 활용

한 다른 아이디어를 생각하는 출발점이 될 것으로 예상된다. 어느 학생이 우리의 전복껍질 장식품들을 보고 달팽이껍질 장식품, 진주 장식품 등으로 확산해 나갈 수 있는 것이고, 어느 학생은 전복껍질을 이용하여 그릇, 컵 등의 다른 상품을 만들 수 있는 것이다. 이와 같이 우리의 작은 발명/활용을 보고 많은 사람들이 새로운 개발을 시작할 수 있는 것이다. 또한, 우리의 일부 발명품은 이후 많은 사람들이 우리의 아이디어를 보고 이것을 참고하여 새로운 발명품으로 이어질 수 있을 것이라고 예상된다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- [사육] 해양생물들을 수조에 사육하면서, 암모니아 배출로 인해 물고기들이 스트레스를 받기도 하였지만, 이민주 학생과 온채원 학생이 열심히 물갈이를 하여 최대한 물고기들이 스트레스를 받지 않도록 노력하였다. 다음에 사육을 할 기회가 있다면 각 생물들이 배출하는 성분을 미리 조사를 해야겠다고 생각을 하였다.
- [채집] 직접 채집을 진행할 장소를 찾으면서 팀원들 간의 의견이 다양하여 정하는데 시간이 꽤 걸렸다. 채집하려고 했던 생물들을 찾는데 걸린 시간이 예상했던 것보다 오래 걸려 일정이 늦춰졌었다. 말미잘을 채집하려고 하였으나 채집 불가로 인해 채집하지 못하였던 것처럼 다음 부터는 채집할 생물을 현실성 있게 계획해야겠다고 생각 하였다.
- [채집] 1차 채집 때 적벽강에서 온채원 학생이 갯민숭달팽이(Sea Slug)을 채집하였는데, 갯민숭달팽이류는 대부분 맹독성을 지니고 있다는 상식 때문에 사육을 진행하지 못했다. 대한민국의 갯민숭달팽이류에 대한 정확한 도감을 인터넷과 도서관을 통해 찾아보았는데, 2009년에 제시된 도감 이외에는 찾을 수 없었다. 그 도감 또한 우리가 채집한 갯민숭달팽이 종이 없어서 동정도 불가능하였고, 맹독성 여부도 확인할 수 없었다.
- [발명] 3개월이라는 시간이 길다고만 생각을 하였는데 막상 발명과 디자인을 연구하려니 시간이 부족했었다. 아쉽게도 완벽한 발명품은 생각하지는 못하였지만 3개월이라는 시간동안 근접하게 라도 전에는 생각해보지 못한 발명품들에 대해 생각을 할 수 있어서 뿌듯하였다.
- [발명] 생물을 사육하면서 우리는 그 생물들의 신기한 특징을 많이 찾았다. 문어와 두줄망둑의 색 변경 특징 등은 굉장히 신비롭고, 우리의 발명품에 적용시키고 싶은 생각이 강했다. 하지만 이 변경 원리는 우리의 간단한 탐구 안에서 실험해 볼 수 있는 것이 아니었다. 색변경을 우리의 물건에 적용시키 위해서는 정확한 피부 조직 검사 등이 있어야 하는데, 현재 문어의 색 변경 원리를 발견했음에도 불구하고 문어의 색변경원리를 이용한 상품이 나오지 않은 것을 보니, 자세한 조사 및 활용은 하지 못했다. 이 부분이 특히 아쉬웠는데, 나중에 문어에 대한 탐구를 더 해보게 되면 문어의 색변경원리를 더 자세히 알고 싶다.



- [진행] 처음에 우리 팀은 탐구수행계획서를 굉장히 잘 썼다고 생각하였다. 내용과 방법 부분에서 우리의 활동 내용을 굉장히 구체적이게 적었고, 원활하게 진행할 수 있도록 빠지는 부분 없이 적었다고 생각하였다. 하지만 우리가 탐구를 진행하였을 때, 많은 부분이 계획서대로 되지 않았다. 한 활동과 다른 활동 사이의 시간을 놓치고, 그날 하지 못한 활동을 미루다 보니까, 활동이 제대로 진행되지 않을 때가 있었다. 우리 팀은 화산중학교라는 기숙형 학교에서 실험을 진행하면서, 하루 일정이 정해져 있다 보니까, 활동을 할 수 있는 시간에도 제한이 있으며 기숙사에서 컴퓨터 사용 시간을 놓치거나 방과후 일정이 빡빡하게 잡혀 있으면 활동을 잘 진행할 수 없었다. 이 부분이 특히 어려웠지만 담당교사 이희진 선생님께서 이럴 때마다, 우리가 이 탐구를 진행하며 갖아야 할 정신과 태도에 대해 알려주셨고, 피드백과 많은 도움을 주셔서 그래도 진행을 완료할 수 있었던 것 같다.

○ 알게 된 점

- 사전 계획을 구체적으로 장소의 특성과 생물의 특징들을 잘 알게 된 것 같다. 또한 복어 문어 전복 등 다양한 해양생물을 키워나가는 과정에서 염도를 맞추는 방법, 호기성 박테리아를 활성화시키는 방법 등을 알게 되어서 이후 해수어를 사육하게 되면 잘 사용할 수 있는 정보를 알게 된 것 같다.
- 참새를 모방하여 제트기를 제작하는 모습, 흑등고래의 Pectoral fin을 모방하여 서핑보드를 제작하는 모습, 전복껍질 구조를 모방하여 전투용 탱크를 만드는 모습을 보면 사실 굉장히 쉽게 보였었다. 하지만 직접 생각을 하여 아이디어를 내본 결과, 아이디어를 내는 과정이 전체 실험 중에서 제일 어렵고, 이렇게 생체를 모방하거나 활용하여 발명을 하는 사람들이 굉장히 대단하다는 것을 깨닫을 수 있게 되었다.
- 시간 계획을 계획적으로 세울 수 있는 능력을 조금이나마 키울 수 있게 되었다. 탐구 일지를 매번 회의 전까지 써오고, 보고서도 서로 시간을 지키며 계속 쓴 결과 시간 개념이 확고해졌다는 것을 느낄 수 있었다.

○ 기타

- 전복을 사육해 볼 수 있도록 전복 5마리를 나눔해 주신 화산중학교 용하정 학생 부모님께 정말 감사드립니다.
- 저희의 팀을 항상 이끌어주시고, 부족한 점을 채워주신 이희진 담당선생님께 정말 감사드립니다.
- 사진들과 자세한 내용은 탐구일지에도 있으므로 참고하여 주시기 바랍니다.



5. 참고문헌

- 김보연, 「전복 껍질의 구조를 모방한 유무기 복합체 제조 및 그에 따른 특징 분석 = Fabrication of bio-inspired composites that mimic structure of naacre and its characterization」 (한양대학교 대학원, 신소재공학과), 5~9쪽
- 최인영, 「별불가사리, *Asterina pectinifera*의 생물학적 연구 = Biology of bat star *Asterina pectinifera*」 (부경대학교 대학원, 해양생물학과, 2008) 1~6쪽
- 한정복, 「양양군, 연안 해적생물 불가사리 퇴치 ‘앞장’」, 강릉뉴스
- 김진수, 「수중생태계 파괴자?...불가사리의 불편한 진실」, 제민일보
- 조홍섭, 「위장 꺼내 먹이 먹는 불가사리, 약품퇴치 길 열리나」, 한겨레 환경생태 전문 웹진
- 오성현, 「복섬, *Takifugu niphobles*의 産卵習性 및 初期生活史」 (여수대학교 대학원, 수산과학과 수산생물학전공, 2000) 1~23쪽

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	세종에 바다가 있다면, 그건 양지 해(海) 2018		
학생명	문현준, 장영재, 정하원, 문현재	학교	양지중학교
지도교사명	김수현	학교	양지중학교

항목	내용
탐구주제	중학교 교과서로 만드는 해양생물 도감
탐구기간	2018년 6월 1일 ~ 2018년 8월 30일
탐구목적	○중학교 교과서 등을 중심으로 해양생물 목록과 특징을 조사해서, 분류체계를 고려해서 해양생물 도감을 작성하고, 더 많은 중학생이 해양생물에 관심을 가질 수 있도록 탐구한 결과를 홍보
탐구내용	○다양한 해양생물 분류 방법을 관련기관 방문을 통해 탐구 ○중학교 과학 교과서 등에 수록된 해양생물 파악 ○해양생물 도감 양식의 구성 및 작성
탐구결과	○해양생물 분류에 관한 정리 - 형태, 구조, 유전적 특징 등 생물 고유의 특성에 따른 자연분류와 사람이 정한 기준에 따른 인위적 분류 - 해양생물자원관, 바다화석 박물관, 과메기 문화관 등 분류기준 조사 - 가나다 순으로 정리한 후, 분류체계는 필요시 적용토록 함 ○중학교 과학 교과서 등에 수록된 해양생물 파악 - 과학(중1, 중2) 교과서에 해양생물은 각각 20개와 4개 수록 - 교과서의 해양생물 개수가 적어서, 관련 책과 기관방문시 파악된 해양생물을 포함 ○해양생물 도감 양식의 구성 및 작성 - 책과 인터넷 등으로 주로 활용되고 있는 도감 양식을 조사 - 해양생물 도감은 생김새와 특성 위주로 작성
결론 및 의의	○교과서 등을 활용하여 작성한 해양생물 도감이지만, 흥미를 유발할 수 있고 과학 시험공부에서 도움이 되고, 해양생물에 관심을 가질 수 있는 기회 ○현재까지 작성된 해양생물 도감은 해양생물 탐구대회가 종료된 후에도 계속 보완하고 수정하겠음





탐구 주제	중학교 교과서로 만드는 해양생물 도감
팀명	세종에 바다가 있다면, 그건 양지 해(海) 2018

1. 탐구 동기 및 목적

- **중학교 과학 교과서에 수록된 해양생물을 파악하고, 다양한 해양생물 분류 파악**
 - 우리나라는 삼면이 바다이며, 더 많은 해양생물에 관심이 필요함
 - 우리가 가장 많이 접하는 책은 교과서이기 때문에 다양한 해양생물이 과학책에 수록 될수록 많은 학생이 관심을 가질 수 있음
 - 해양생물은 너무나 다양하기 때문에 모든 종류의 해양생물을 교과서에 담을 수는 없겠지만, 그래도 다양한 종류의 해양생물이 교과서에 수록되길 희망함
- **교과서에 수록된 해양생물을 도감으로 작성**
 - 중학교 학년별로 수록된 해양생물의 모두 파악하여 분류체계에 따라 분류
 - 도감에서는 해양생물의 사진과 이름, 분류, 특징을 추가로 조사하여 정리
 - 교과서로부터 만든 도감이지만, 재미있고 흥미를 유발할 수 있는 참고자료도 같이 작성해서 과학 과목에서 해양생물 분야는 시험공부에서 도움이 되고, 해양생물에 관심이 없었던 학생들에게도 관심을 갖을 수 있는 기회를 제공
- **다양한 해양생물 분류 방법을 관련기관 방문을 통해 탐구**
 - 해양생물 분류에서 누락 되었거나, 너무 많은 분류에 집중되어 있는 사항에 대한 의견을 정리하여 다양한 해양생물에 관심을 가질 수 있는 방법을 탐구
 - 국립해양생물자원관 및 관련 전시관 등에서 해양생물을 어떻게 구분하고 있는지 파악하고, 해양생물 도감을 작성할 때 참고
 - 탐구활동으로 정리된 결과물은 해양생물에 더 많은 관심을 위해 다양한 방법(학교 홈페이지, 친구 페이스북 등)으로 홍보

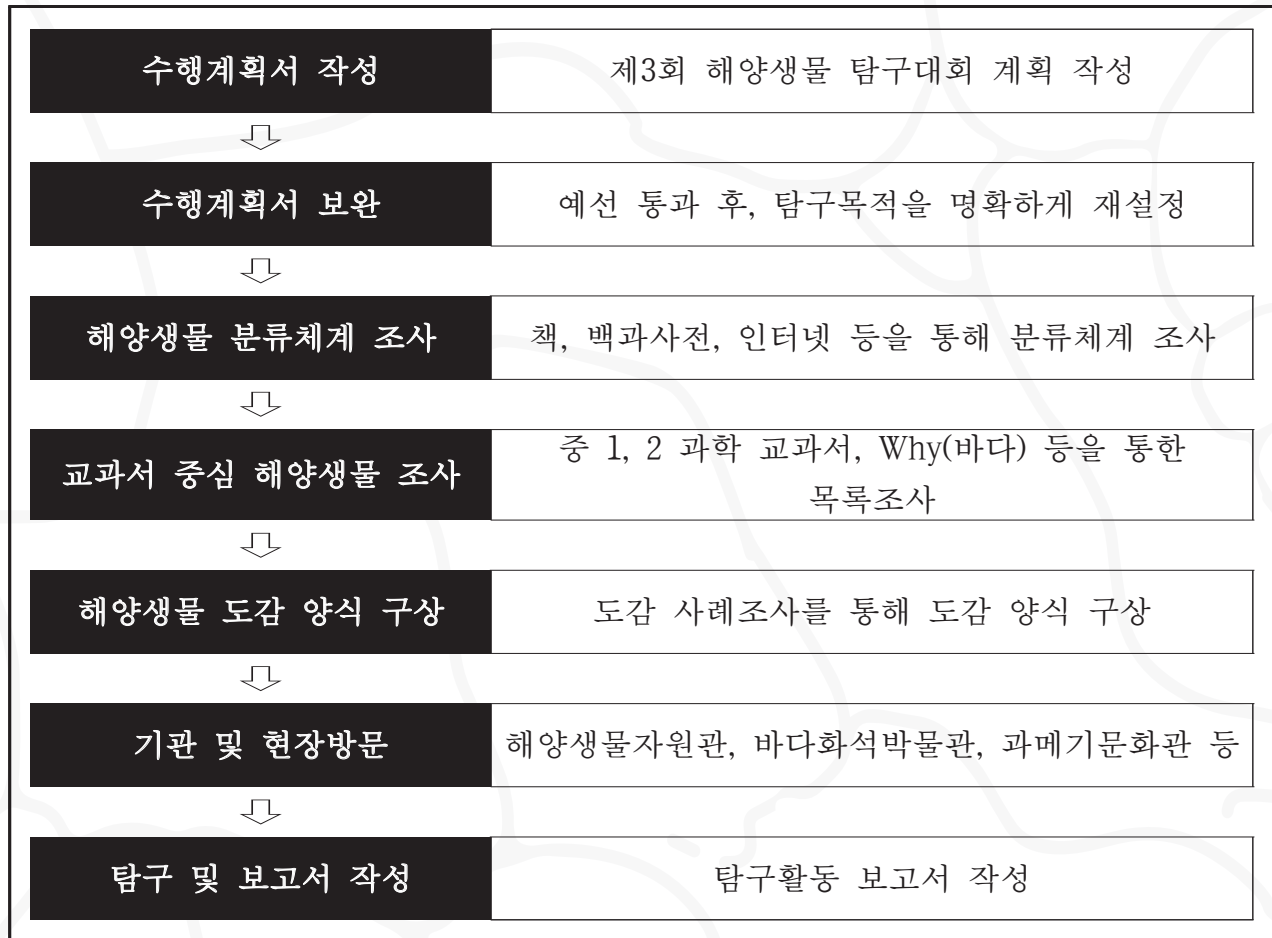
우리가 사용하는 중학교 과학 교과서 등을 중심으로 해양생물 목록과 특징을 조사해서, 분류체계를 고려해서 해양생물 도감을 작성하고, 더 많은 중학생이 해양생물에 관심을 가질 수 있도록 탐구한 결과를 홍보



2. 탐구 내용 및 결과

○ 양지해 2018, 탐구 절차

- 양지해는 탐구수행계획서를 작성하여 회의를 통해 탐구 목적을 명확하게 설정하여, 해양생물 분류체계와 과학 교과서 중심으로 해양생물을 조사하였음
- 그리고, 책과 인터넷 등을 활용한 사례조사를 통해 해양생물 도감 양식을 구상하고, 관련 기관 및 현장방문 등을 통해 탐구활동을 실시하였음



< 탐구 절차도 >

○ 해양생물에 대한 분류체계 탐구

- 국립해양생물자원관(충청남도 서천군)
 - 국립해양생물자원관은 충청남도 서천군에 위치한 해양수산부 소속기관임
 - 해양생물자원의 지속가능한 이용을 위해 중장기적 계획을 수립하고 정기적으로 보완하고, 지속적으로 모니터링하여 해양생물자원의 보전하기 위해 노력하는 기관으로 많은 연구자와 공무원이 근무하고 있음
 - 우리나라 해양생물자원에 대한 권리를 확보하고 보호하기 위해 노력하고, 고부가·고품질 해양생물자원을 확보하여 해양생물을 국민들에게 제공
 - 주요 전시관은 해조류, 플랑크톤, 무척추동물, 어류, 포유류 등으로 구분하고 있음



<p>해조류 & 플랑크톤</p>		
<p>무척추 동물</p>		
<p>어류</p>		
<p>포유류</p>		

〈국립해양생물자원관 전시관 분류〉

- 새천년기념관 바다화석 박물관(경상북도 포항시)
 - 새천년기념관은 포항 호미곶의 일출행사개최를 기념하고 한국의 통일을 기원하기 위해 건설되어 2009년에 개관하였음
 - 바다화석 박물관은 2층에 조성된 사립박물관으로 생존하는 많은 바다 생물과 그들의 조상이라 할 수 있는 화석 등 2천여점이 전시되어 있음

<p>제1전시 절지 강장동물</p> <p>절지동물 고생대 캄브리아기에 출현하여 현재까지 생존하고 있다. 삼엽충, 가재, 게, 거미...</p> <p>강장동물 무척추 다세포 동물이다. 산호, 해파리, 말미잘...</p> <p>화석 </p> <p>현생 </p> <p></p>	<p>제2전시 척추동물</p> <p>척추동물 척추동물은 동물의 모든 분류군 중에서 가장 복잡한 체계와 분화된 기능을 가진 생물이다. 어류, 파충류, 포유류....</p> <p></p> <p></p>
<p>절지동물 : 삼엽충, 가재, 게, 거미 등 강장동물 : 산호, 해파리, 말미잘 등</p>	<p>척추동물 : 어류, 파충류, 포유류 등 (가장 복잡한 체계와 분화된 기능을 가진 생물)</p>
<p>제3전시 완족 극피동물</p> <p>완족동물 바다에 사는 고착성동물로 고생대 캄브리아기에 출현하여 현재까지 살고있다.</p> <p>극피동물 전적으로 바다에서 생존한다. 성게, 불가사리, 바다나리....</p> <p></p> <p></p>	<p>제4전시 연체동물</p> <p>무척추 동물로 대부분 패각을 가지고 있어 화석 산출 역시 매우 풍부하다. 조개, 소라, 오징어....</p> <p></p> <p></p>
<p>극피동물 : 성게, 불가사리, 바다나리 등</p>	<p>연체동물 : 조개, 소라, 오징어 등</p>

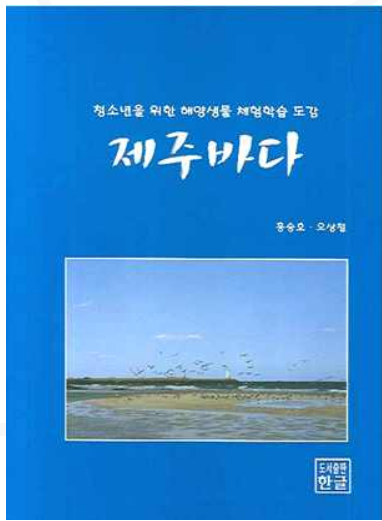


< 바다화석 박물관 전시관 분류 >

- 구룡포 과메기 문화관(경상북도 포항시)
 - 포항의 대표적 먹거리인 과메기의 체계적인 연구, 품질관리 및 홍보를 위해 건립
 - 연구센터, 홍보관, 해양체험관, 해양생태관, 체험시설을 갖춘 복합공간으로 조성
 - 해양생태관은 각종 해양생물의 다양한 특징과 삶의 모습을 알 수 있는 공간임

<p>특이한 해양생물 이야기</p> <p>바다의 피부의 의사 개목치 이야기</p> <p>바다의 육리엔탈 개목치가 죽는 이유?</p> <p></p>	<p>오징어로 만드는 맛있는 요리</p> <p>참오징어</p> <p></p>
<p>자주 접하는 해양생물과 특이한 해양생물로 구분하여 주요 특징으로 설명</p>	<p>익숙한 해양생물에 대한 요리 종류를 다양한 사진으로 제시</p>

< 과메기 문화관의 해양생태관 분류 >

- 청소년을 위한 해양생물 체험학습 도감 제주바다(책)
 - 바다와 육지 사이에 사는 해조류, 바닷가 식물, 해양 저서무척추동물 등과 함께 바다의 환경과 해양생태계 등으로 구분함
- 내가 좋아하는 바다생물(책)
 - 세밀화로 그린 도감으로 별도의 분류 기준없이 해양생물을 나열함
- 한국해양생물 사진도감(책)
 - 해양환경과 함께 해면, 자포, 기타, 절지, 극피, 피낭동물 등으로 구분함

 <p>청소년을 위한 해양생물 체험학습 도감 제주바다 홍승오 · 오성영</p>	 <p>내가 좋아하는 바다생물</p>	 <p>韓國海洋生物寫真圖鑑 GUIDE BOOK TO MARINE LIFE OF KOREA</p>
<p>제1장 바다의 환경 제2장 해양 저서무척추동물 제3장 조간대의 해조류 제4장 바닷가식물 제5장 해양생태계와 환경오염 부록 (참고문헌, 해양생물 이름찾기)</p>	<p>해면, 해파리, 부채빨산호, 바다맨드라미, 전복, 소라, 셋민숭달팽이, 가리비, 오징어, 문어, 새우, 대게, 불가사리 등</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 한국의 해양환경 2. 해면동물 3. 자포동물 4. 기타동물 5. 절지동물 6. 극피동물 7. 피낭동물 8. 어류 9. 해조류

<해양생물 관련 책 분류>

- 해양생물 분류에 관한 정리
 - 어떤 대상을 분류할 때는 보통 어떤 기준에 따라 특징이 같은 것끼리 묶고, 특징이 서로 다른 것으로 나누는 방법으로 분류하고 있음
 - 생물에 대한 분류는 사람이 정한 기준에 따라 분류하는 인위적 분류와 생물의 형태, 내부구조, 발생과정, 유전적 특징 등 생물 고유의 특성을 기준으로 분류하는 자연 분류를 할 수 있음
 - 따라서, 양지해 2018은 우선 가나다 순으로 정리한 후에 사례분석으로 파악한 분류 체계를 필요할 때마다 적용하기로 함



○ 중학교 과학 교과서 등에 수록된 해양생물 파악

- 과학(중1, 중2) 교과서에 수록된 해양생물을 파악하였는데, 중1 교과서에서 20개와 중2 교과서에서 4개로 확인되었음.
- 처음에 계획한 것에 비해 파악된 해양생물이 개수가 적어서, 해양생물을 다루는 책과 기관방문시 파악된 해양생물을 포함하기로 수정하였음

<교과서 및 관련 책에 수록된 해양생물>

구 분	수록된 해양생물
중 1 교과서	망둑어, 갯지렁이, 칠면초, 통통마디, 나무재, 산호, 점박이물범, 상괭이, 귀신고래, 오징어, 소라, 바지락, 해면, 해파리, 불가사리, 돌고래, 김, 미역, 다시마, 파래
중 2 교과서	고등어, 오징어, 갈치, 꽁치
Why(바다)	문어, 산호해마, 쥐치류, 소라고동, 성게, 개가리비, 말미잘, 말미잘게, 곰치, 청각, 가시불가사리, 악마불가사리, 파랑갯민숭달팽이, 쥐가오리, 문어해파리, 오징어, 바다뱀, 창꼬치, 비늘돔, 산호초상어, 바다거북, 털아귀, 슬로아리매통이, 셋비늘치, 심해새우, 풍선장어, 귀신고기, 심해뱀장어, 대왕오징어, 바다거미, 구멍갈파래, 잎파래, 염주말, 미역, 부챗말, 꼬시래기, 지누아리, 꼬시래기, 갯고둥, 꼬막, 툇, 당치, 바다사자, 물개, 바다표범 등
기관 및 현장방문	삼엽충, 게, 수생곤충, 따개비, 닭새우, 바닷가재, 바다소라, 판상산호, 사방산호, 산호, 사슬산호, 노랑가오리, 가시복, 거북, 고래, 갑주어, 해마, 실고기, 상어, 바다나리, 갯고사리, 불가사리, 삼천발이, 성게, 대합, 전복, 조개, 집낙지, 고동, 갑오징어, 군부, 가리비, 청어, 연어, 농어, 거미 불가사리, 가시 불가사리, 삼천발이, 가시왕관불가사리, 성게, 해삼, 바다사리, 전복, 삿갓조개, 밤고둥, 소라, 새우, 배털아이, 덩보문어, 초롱아귀, 클리오네, 마귀상어, 갑오징어, 피데기오징어, 귀오징어, 입술무늬 오징어, 흰 오징어, 화살오징어, 창오징어, 왜오징어 등

키오 파

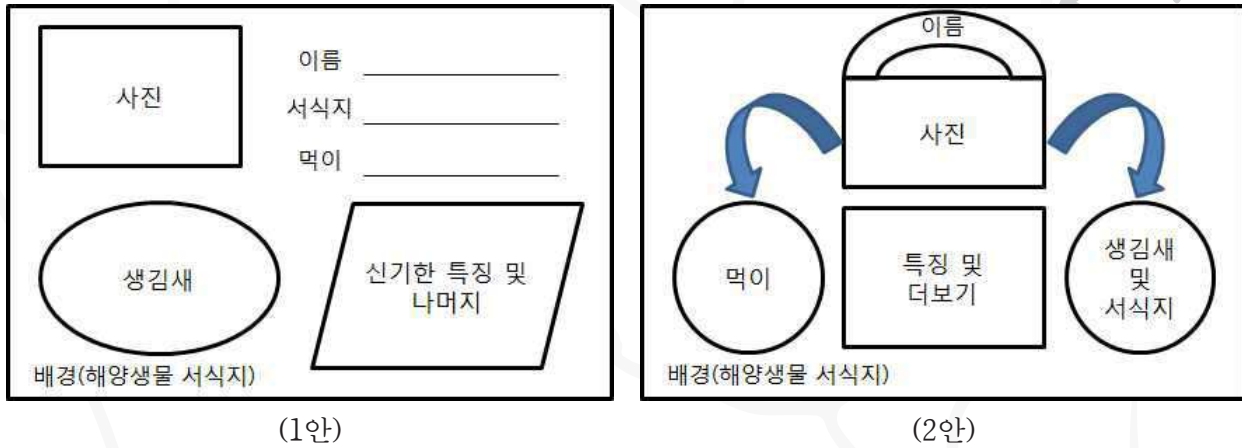
○ 해양생물 도감 양식의 작성

- 책과 인터넷 검색 등을 통해 주로 활용되고 있는 도감 양식을 조사하였고, 해양생물 도감 양식에 참고함



<어류 및 해양생물 도감 예시>

- 해양생물 도감 구성도는 생김새와 특성을 위주로 1안과 2안을 구성하여 최종적으로 1안을 선택하였음



< 해양생물 도감 구성 그림 >

○ 팀원의 담당 역할

- 탐구 활동은 모든 팀원이 함께 실시하는 것을 원칙으로 세부적인 사항은 탐구활동 모임을 통해 계획하고 수정하면서 진행함

활동계획	세부내용	담당자
1. 해양생물 분류	(1) 해양생물자원관 전시관 등 파악	현준, 현재
	(2) 관련 홈페이지, 책자 등 파악	하원, 영재
2. 중학교 과학책 파악	(1) 1학년 과학교과서 파악	현재
	(2) 2, 3학년 과학교과서 파악	하원
	(3) 다른 책에서 해양생물 조사	현재, 영재
	(4) 분류체계에 맞게 정리	현준, 하원
3. 해양생물 도감	(1) 도감에 필요한 자료 수집	현준, 하원
	(2) 도감으로 정리	영재, 현재
	(3) 책자, 홈페이지 등으로 작성	현준, 하원, 영재, 현재
4. 탐구 결과 홍보	(1) 누락된 사항 등에 대한 의견 정리	현준, 하원
	(2) 아이디어 발굴 및 제출	영재, 현재
5. 기관 방문	(1) 인터뷰 주제 선정 및 사전준비	현준, 현재
	(2) 기관 방문	현준, 하원, 영재, 현재
6. 보고서 작성		현준, 하원, 영재, 현재

- 방학 중 기간인 8.3(금)~4(토), 1박 2일동안 포항과 경주일대 해양생물 관련기관 방문 및 집중 탐구시간을 모든 팀원이 참석하여 실시함
- 특히, 정기적인 탐구활동 모임을 통해 개인이 탐구한 내용에 대해서 설명하고, 탐구 노트 작성에 관한 사항도 같이 고민함



<기관 및 현장방문 사진>



< 6.10, 탐구활동 모임 >



< 6.24, 탐구활동 모임 >



< 7.15, 탐구활동 모임 >



< 8.4, 탐구활동 모임 >

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 해양생물에 대한 분류체계 탐구
 - 국립해양생물자원관의 주요 전시관은 해조류, 플랑크톤, 무척추동물, 어류, 포유류 등으로 구분하고 있음
 - 새천년기념관 바다화석 박물관은 절지동물, 강장동물, 척추동물, 포유류, 극피동물, 연체동물로 구분함
 - 구룡포 과메기 문화관의 해양생태관은 자주 접하는 해양생물과 특이한 해양생물로 구분하고, 익숙한 해양생물에 대한 요리 종류도 제시함
- 해양생물 분류에 관한 정리
 - 생물에 대한 분류는 사람이 정한 기준에 따라 분류하는 인위적 분류와 생물의 형태, 내부구조, 발생과정, 유전적 특징 등 생물 고유의 특성을 기준으로 분류하는 자연 분류를 할 수 있음
 - 따라서, 우선 가나다 순으로 정리한 후에 사례분석으로 파악한 분류체계를 필요할 때마다 적용하기로 함
- 중학교 과학 교과서 등에 수록된 해양생물 파악

- 과학(중1, 중2) 교과서에 수록된 해양생물은 각각 20개와 4개로 확인되었음.
- 처음에 계획한 것에 비해 파악된 해양생물이 개수가 적어서, 해양생물을 다루는 책과 기관방문시 파악된 해양생물을 포함하기로 수정
- 해양생물 도감 양식의 작성
 - 책과 인터넷 검색 등을 통해 주로 활용되고 있는 도감 양식을 조사하였고, 해양생물 도감은 생김새와 특성 위주로 작성하도록 양식을 정함
- 현재까지 작성된 해양생물 도감은 해양생물 탐구대회가 종료된 후에도 팀원들이 계속 보완하고 수정해서 홍보할 예정임(올해 연말까지 계속할 예정)

○ 기대효과

- 우리가 사용하는 중학교 과학 교과서 등에서 해양생물 목록과 특징을 조사해서, 분류체계를 고려해서 해양생물 도감을 작성하여 더 많은 중학생이 해양생물에 관심을 가질 수 있도록 탐구한 결과를 홍보
- 교과서 등으로 만든 도감이지만, 흥미를 유발할 수 있는 참고자료도 같이 작성해서 과학 과목에서 해양생물 분야는 시험공부에서 도움이 되고, 해양생물에 관심을 갖을 수 있는 기회
- 탐구활동을 통해 주제를 선정하고, 결과를 찾아가는 탐구과정에서 필요한 탐구방법, 일지 작성, 팀원간 토의, 관련 기관 및 현장방문 등의 과정을 통해 탐구하는 절차 및 방법 등을 알아감

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 처음에 계획서를 작성할 때는 중학교 교과서에 해양생물이 많이 있을 것으로 예상하고 시작했는데, 실제 조사를 해보니 그렇게 많지 않은 것 같음
- 탐구활동 기간이 짧다고 생각했는데, 7월말에 기말고사가 있어서 시험준비와 병행해서 활동하기에 어려움이 많았음
- 혼자하는 탐구가 아니라서, 팀원이 함께 결정해야 하는 사항은 협의 하는데 시간이 많이 필요했음.
- 자료조사를 하려고 할 때 뒷받침할 수 있는 자료들이 무한한 것들도 있지만, 어떤 대상은 제한적인 것이 있어서 시간이 오래 걸리고 힘들었음. 그리고 내가 탐구한 내용과 자료들을 어떻게 정리해야 할지 막막할 때가 많았음



○ 알게 된 점

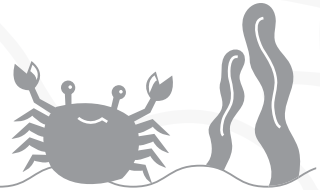
- 탐구활동을 하면서 평상시보다 해양생물에 많은 관심을 가질 수 있게 되어서, 다른 책에서 해양생물이 나오면 탐구대상이 되겠구나라는 생각이 듦
- 탐구일지 작성하는 과정이 익숙하지는 않지만, 자료조사 과정도 기록이 필요하다는 것을 알게 됨
- 팀원이 함께 고민하면서 문제를 해결해 나가고 있는 것에 대해 스스로 대견함을 느끼고 있음
- 정기적인 탐구활동 모임과 방학중 현장방문을 통해 많은 사람이 모인 공간에서 팀원과 같이 토론하는 것이 멋있게 느껴지면서 더욱 집중할 수 있는 기회가 되었음

5. 참고문헌

- 홈페이지 : 해양수산부, 국립수산과학원, 국립수산물품질관리원, 국립해양생물자원관, 국립해양박물관 등
- 문헌자료 : 국립수산과학원 참고자료, 인터넷에서 검색이 가능한 뉴스 자료 등



고등부 수상작



고등부 수상팀 명단

구 분		팀 명	학 교
해양수산부 장관상	대상 (1팀)	헤이!해양~하이하이^^	대전동신과학고등학교
국립해양생물 자원관장상	최우수상 (1팀)	라면사리	경기과학고등학교
	우수상 (2팀)	P.M.B.	포항해양과학고등학교
		Starfish and star	대전동신과학고등학교
	장려상 (5팀)	성계.Murry	대전동신과학고등학교
		자산어보	용인백현고등학교
		다이소	군산제일고등학교
		산호와 함께 사노	용인한국외국어대학교부설고등학교
해양생물모방기술팀		대전동산고등학교	

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	헤이! 해양~ 하이하이^^		
학생명	김린, 이민주, 이수민	학교	대전동신 과학고등학교
지도교사명	김숙영	학교	대전동신 과학고등학교
항목	내용		
탐구주제	해양생물의 바이오필름 제거 효율 비교 및 활용방안 탐구		
탐구기간	2018년 6월 13일 ~ 2018년 8월 29일		
탐구목적	<p>○일단 발생하면 살균 과정에서도 쉽게 사라지지 않는 바이오필름의 문제점을 인식하고 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 재료인 미역, 다시마, 연어의 알긴산 추출과 바이오필름 제거 효과를 탐구하였다. 이를 바탕으로 어항 청소제를 개발함으로써 해양 생물에 대한 접근성과 이해도를 높이고자 하였다.</p>		
탐구내용	<p>○물곰팡이를 활용한 바이오필름 제조 ○알긴산의 성질에 대한 탐구 ○Saprolegnia parasite를 이용한 바이오필름 관찰 ○알긴산을 활용한 바이오필름의 제거 정도 관찰 ○해양생물 추출물 제조 및 성분 확인 ○디스크 확산법을 이용한 항균력 관찰 ○알긴산을 이용한 천연 어항 바이오필름 제거제 제작</p>		
탐구결과	<p>○미역 및 연어와 비교했을 때 다시마 추출물이 항균력이 가장 좋았으며, 특히 천일염이랑 같이 사용했을 때 더 효과적이었다. 또한, 기존에 사용하던 베이킹소다(NaHCO₃) 보다 더 효과가 컸다.</p>		
결론 및 의의	<p>○본 탐구를 통해 제대로 알려져 있지 않았던 바이오필름 제거 방법을 알아보고, 그 효율을 비교해 보았다. 바이오필름 제거를 위해 주변에서 구하기 쉬운 미역, 다시마, 연어를 사용하였는데, 이 과정에서 해양 생물을 적극적으로 이용하여 그 유용성을 탐구하였다. 또한, 바이오필름 제거에 효과적인 해양 생물의 알긴산은 어항 청소제 등 활용범위가 넓다는 것도 확인할 수 있었다.</p>		



탐구 주제	해양 생물의 바이오필름 제거 효율 비교 및 활용 방안 탐구
팀명	헤이! 해양~ 하이하이^^

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 바이오필름이란 생체 막을 의미하며, 생활 속에서는 ‘물때’ 라는 이름으로도 알려져 있다. 바이오필름은 세균이 자신의 생식에 있어 불리한 환경에 놓일 경우, 주위에 다당체(Polysaccharide)를 생산하고 이것을 매개로 인접한 세균이 응집하여 한 덩어리가 되어 고체나 생체 표면에 세균이 막(film)을 형성하는 상태를 의미한다. 바이오필름 기존의 세균이나 곰팡이들과 비교해 보았을 때 살균제나 항생제로부터 더 큰 저항성을 가지며, 살균 과정에서 제거되지 않아 2차 오염 또는 공중위생에 심각한 문제를 초래할 수 있다는 문제가 있다.
- 그러나 이러한 바이오필름의 효과적인 제거에 대해서는 많이 알려지지 않았다. 단순한 수관 소독으로 바이오필름을 제거하려 할 경우에는 ‘물뿔’ 현상, 즉 바이오필름이 공기와 함께 튀어나오는 현상을 목격할 수 있다. 현재로서 바이오필름을 제거하는 방법에는 천연 항균제 개발이나 퀴럼 센싱(Quorum sensing)과 같은 미생물 간의 의사소통 경로를 차단하는 물질 개발을 통해 바이오필름을 제거하는 방법이 있다. 이러한 방법들은 현재 많이 발전되지 않은 상태라서 효율성이 불투명하다는 단점이 있다.
- 본 팀은 제주도 자연탐사를 앞두고 탐구 주제를 검색하던 중 바이오필름 제거에 효과적일 것이라 예상되는 해양 생물을 접하게 되었다. 이 중 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 재료에서 알긴산을 함유하고 있는 톳, 미역, 다시마와 같은 갈조류가 효과적일 것이라는 가설을 세우게 되었다. 또한 갈조류뿐만 아니라 바이오필름 제거에 효과적일 것이라 예상되는 연어에 대해서도 탐구해 보려 한다.
- 더 나아가 본 팀은 효과적인 바이오필름 제거제를 개발할 뿐만 아니라 그 활용범위를 제안하고 효과를 확인하여 해양생물의 유용함에 대해 효과적으로 알리며, 이를 통해 해양 생물에 대한 접근성과 이해도를 높이고자 한다.

○ 탐구 목적

- 실생활에서 쉽게 접할 수 있으며, 바이오필름을 제거할 수 있다고 알려져 있는 해양 생물들의 특성에 대해 조사하여 탐구 재료를 선정한다.

- 바이오필름을 제거할 수 있다고 알려진 해양 생물들에 대해서 탐구 과정을 설계하고 실험과정 수행을 통해 각각의 제거 효율을 정량적으로 비교한다.
- 일상생활과 밀접한 바이오필름 제거제의 한 종류인 어항 청소제를 제작함으로써 해양 생물에 대한 접근성과 이해도를 높이고자 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 물곰팡이를 활용한 바이오필름 제조
 - LB 배지 위에서 물곰팡이를 배양하고 이 과정에서 발생한 바이오필름을 분리한다.
- 알긴산의 성질에 대한 탐구
 - 알긴산이 어떤 용매에서 가장 효과적으로 녹는지 여러 유기용매와 알긴산을 사용하여 비교한다.
- Saprolegnia parasite를 이용한 바이오필름 관찰
 - Clean bench 안에서 실험을 진행한다.
 - 배양된 LB 배지를 개봉해 핀셋으로 cover glass를 하나 집어 바이오필름이 잘 배양된 곳에 살짝 놓는다. 이 때 손가락으로 cover glass를 살짝 눌러 바이오필름이 cover glass에 잘 묻어 나오도록 하여 프레파라트를 제작한다.
 - 광학 현미경을 이용하여 프레파라트를 관찰한다.
- 알긴산을 활용한 바이오필름의 제거 정도 관찰
 - 본 탐구의 목적은 해양생물(미역, 다시마)에서 추출한 알긴산을 활용하는 것이지만 알긴산 자체의 바이오필름 제거 효율에 대해 탐구하기 위하여 예비실험을 진행한다.
- 해양생물 추출물 제조 및 성분 확인
 - 용매 추출법을 사용하여 각 생물의 성분을 추출한 후, 감압 농축기를 통해 오메가-3와 알긴산을 추출한다.
- 디스크 확산법을 이용한 항균력 관찰
 - 해양생물에서 추출한 오메가-3(연어)과 알긴산(미역, 다시마)의 농도를 맞추고, Saprolegnia parasite를 배양한 후 디스크 확산법을 이용하여 각 물질의 바이오필름 제거 효율에 대해 탐구한다.
- 알긴산을 이용한 천연 어항 바이오필름 제거제 제작
 - 항균력 관찰 실험에서 가장 효과가 좋다고 판단한 ‘다시마의 알긴산’ 과, 원래 어항의 약육을 위해 사용되기도 하는 천연염을 주로 하여 천연 어항 바이오필름 제거제를 제작한다.

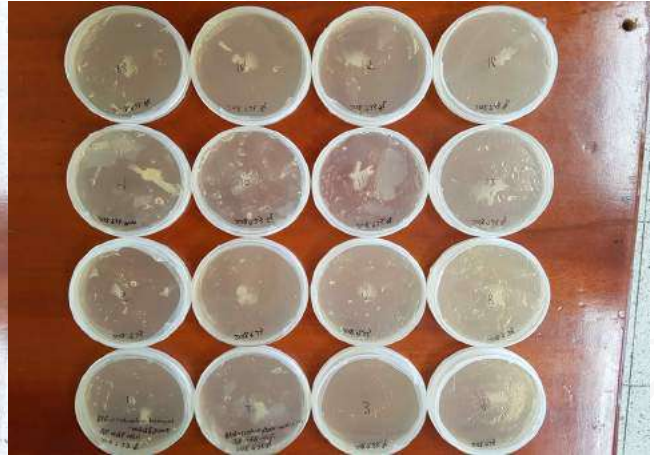
○ 방법

- 물곰팡이를 활용한 바이오필름 제조

- LB Broth와 Agar powder를 이용하여 고체 배지를 제작한다.
- 일반 Saprolegnia parasite로 현탁액을 만든 후 배지에 spreading 하여 매일 관리 하면서 바이오필름의 형성 과정을 살펴본다.



[그림 1] 8월 10일 곰팡이 관찰 사진



[그림 2] 8월 13일 곰팡이 관찰 사진



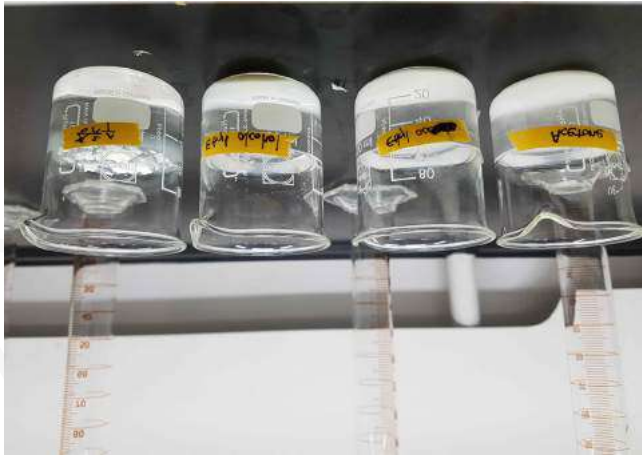
[그림 3] 8월 14일 곰팡이 관찰 사진



[그림 4] 8월 15일 곰팡이 관찰 사진

- 알긴산의 성질에 대한 탐구

- Alginic acid를 증류수와 Ethyl alcohol, Ethyl acetate, Acetone 50mL에 각각 2g씩 섞어 어떤 용매에서 가장 잘 용해되는지 알아본다.
- 이 실험에서 찾은 alginic acid를 가장 잘 용해시키는 물질을 바이오필름의 제거 정도 관찰 실험에 활용한다.



[그림 5] 알긴산 성질 탐구 1



[그림 6] 알긴산 성질 탐구 2



[그림 7] 알긴산 성질 탐구 3

- Saprolegnia parasite를 이용한 바이오필름 관찰
 - 바이오필름이 형성된 LB 배지 위에 cover glass를 올려놓고 살짝 눌러 cover glass에 바이오필름이 묻어나오도록 한다.
 - 바이오필름이 묻어 있는 cover glass를 이용해 프레파라트를 제작한다.
 - 광학 현미경을 이용하여 제작한 프레파라트를 관찰한다.
 - 광학 현미경을 이용하여 프레파라트를 관찰한다.



[그림 8] 바이오필름이 형성된 배지



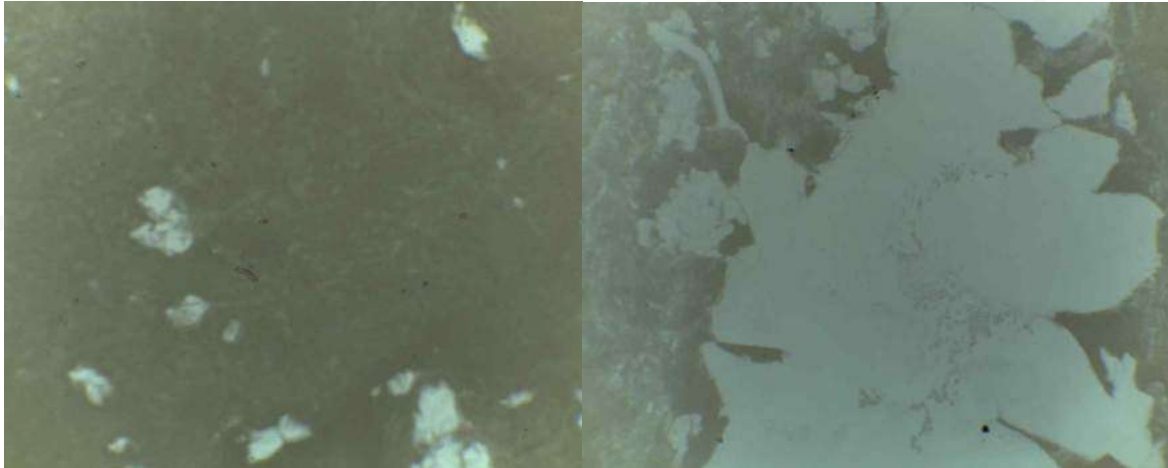
[그림 9] 직접 제작한 프레파라트

구분



[그림 10] 바이오 필름 관찰 과정

- 알긴산을 활용한 바이오필름의 제거 정도 관찰
 - 앞선 알긴산의 성질 실험에서 확인한 alginic acid를 가장 잘 용해시키는 물질에 alginic acid를 용해시킨다.
 - 바이오필름이 형성된 배지에 용액을 떨어뜨리고 spreader로 고루 편다.
 - 며칠이 지난 후 cover glass를 이용해 프레파라트를 제작하고 광학 현미경을 이용하여 프레파라트를 관찰 및 촬영한다.



[그림 11] 예비 실험 전 곰팡이 관찰 사진

[그림 12] 예비 실험 후 곰팡이 관찰 사진

- 해양생물 추출물 제조 및 성분 확인
 - 연어에서 오메가-3을, 다시마와 미역에서 알긴산을 추출하기 위해 에탄올에 담구어 놓는다.



[그림 13] 에탄올에 담구어 놓은 미역



[그림 14] 에탄올에 담구어 놓은 다시마

- 일주일 뒤 감압 농축기를 이용하여 에탄올을 증발시키고 각 추출물만을 농축한다.
- 추출물은 바이알에 담아 둔다.
- 며칠 후 다시마와 미역 추출물은 코니칼 튜브에 나누어 담아 원심분리기를 돌림으로써 색소를 분리한다.



[그림 15] 색소 분리 실험 준비



[그림 16] 질량 맞추기



[그림 17] 원심분리

- 디스크 확산법을 이용한 항균력 관찰
 - 전에 배양해 두었던 활성 *Saprolegnia parasite*를 액체 배지에 옮긴다.
 - LB 배지를 제작하고 마이크로 피펫을 이용하여 *Saprolegnia parasite*가 배양된 용액을 뿌린 뒤 고르게 spreading한다.
 - 디스크에 각각 증류수, 다시마 추출물, 미역 추출물, 연어 추출물을 묻힌 뒤 *Saprolegnia parasite*가 배양된 용액까지 뿌려져 있는 배지의 가운데에 디스크를 고정시킨다.
 - 매일 관찰하면서 각 추출물의 바이오필름 제거 효율 및 항균력을 비교한다.



[그림 18] 디스크 확산법 준비물



[그림 19] autoclave에 들어가는 준비물



[그림 20] 물곰팡이 배양



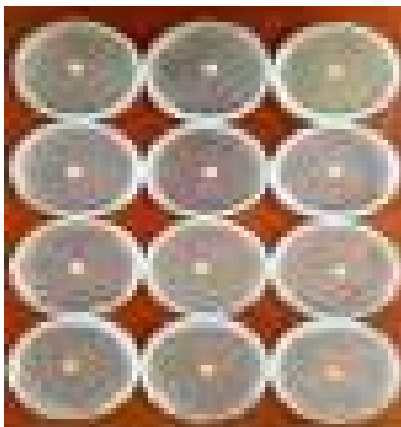
[그림 21] 관찰 사진 1



[그림 22] 관찰 사진 2



[그림 23] 관찰 사진 3



[그림 24] 관찰 사진 4



[그림 25] 관찰 사진 5



[그림 26] 관찰 사진 6

- 알긴산을 이용한 천연 어항 바이오필름 제거제 제작
 - 항균력 관찰 실험에서 가장 효과가 좋다고 판단된 다시마의 알긴산과 원래 어항의 약육을 위해 사용되는 천일염을 증류수에 용해시킨다.
 - 물때를 제거하는데 사용되는 베이킹소다와 천일염을 증류수에 용해시킨다.
 - 디스크 확산법을 활용하기 위해 두 LB 배지에 균을 접종한 뒤 한 배지에는 증류수를, 다른 한 배지에는 각각 알긴산 용액과 베이킹소다 용액을 묻힌 디스크 두 개를 배치한다
 - 매일 관찰하면서 세 물질의 항균력을 비교함으로써 천연 어항 바이오필름 제거제를 제작한다.



[그림 27] 바이오필름 제거제 실험 준비 사진

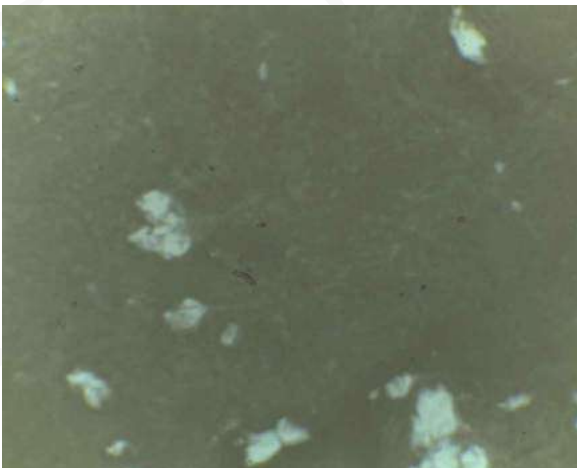


[그림 28] 바이오필름 제거제

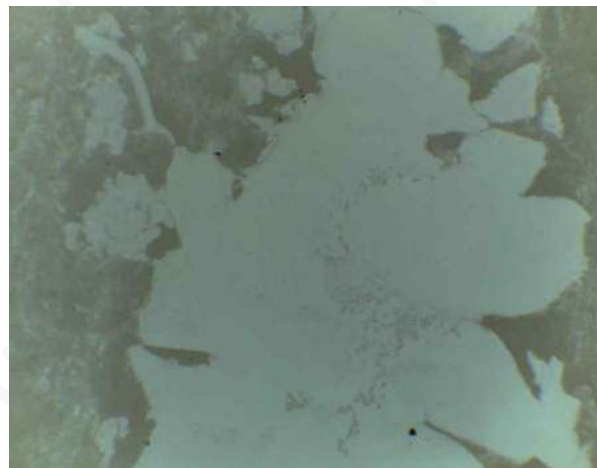
○ 결과

- 예비 실험(알긴산 효율 가능성 탐구)

- 알긴산 자체를 사용했을 때에는 두겹게 층을 형성했던 곰팡이들이 누그러드는 정도의 효율을 확인할 수 있었다. 이를 통해 미역, 다시마와 같은 갈조류에서 직접 추출한 알긴산 역시도 효과가 있을 것이라고 예상할 수 있었다.



[그림 29] 예비 실험 전 곰팡이 관찰 사진



[그림 30] 예비 실험 후 곰팡이 관찰 사진

- 해양 생물 추출물(알긴산, 오메가-3)을 이용한 항균력 비교 실험

- 디스크 항균법을 사용한 후 1주일간 곰팡이를 배양하여 미생물 배양기에 보관했으며, 1주일 후 성장저해지대를 디스크를 포함하여 원형 계측용 자로 측정하였다.
- 증류수의 경우 처음 예상과 같이 곰팡이에 대한 저항력 없이 곰팡이가 매우 잘 자란 것을 확인할 수 있다. 특히 증류수가 묻어 있어 충분한 습기를 가지고 있던 디스크에는 곰팡이가 대부분을 차지한 것을 확인할 수 있었다.
- 다시마는 1개의 페트리 디쉬(1번)를 제외하고 거의 colony를 형성하지 않았다. 1번 페트리 디쉬도 디스크 주변 3cm를 제외하고 colony가 발생하지 않았다. 성장 저해지대 바로 주변 약 직경 2cm 정도의 띠 형태로 물곰팡이가 증식한 이유는 배지 속 습기 때문이라고 판단하였다. 배지 속 습기가 많고 매일 관찰 사진



을 촬영하면서 급격한 온도 변화를 겪은 배지에서 물방울이 응결되어 배지로 물이 떨어졌으며, 이에 따라 배지 위로 생긴 물길을 따라 곰팡이가 이동하면서 증식한 것이다. 이 중에서도 디스크 바로 주변 부분에 곰팡이가 모인 것은 디스크 항균법을 진행하면서 디스크가 떨어지지 않도록 핀셋으로 누르면서 다른 부분에 비해 높이가 낮아 물이 그 쪽으로 모이게 된 것이라고 판단하였다.

- 미역도 다시마와 비슷하게 1개의 페트리 디쉬(3번)를 제외하고 거의 colony를 형성하지 않았다. 이유 역시도 다시마와 비슷하다고 판단하였다. 하지만 3가지 페트리디쉬의 성장저해지대의 평균을 낸 결과 다시마가 크기가 더 컸기 때문에 다시마가 효율이 가장 좋다고 판단하고 다음 실험을 진행하였다.



[그림 31] 증류수 디스크 항균법 결과 사진(대조군)



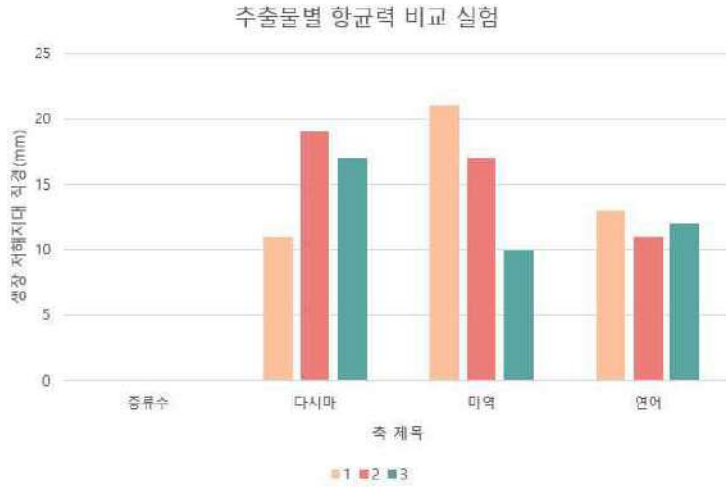
[그림 32] 연어 추출물 디스크 항균법 결과 사진



[그림 33] 다시마 추출물 디스크 항균법 결과 사진



[그림 34] 미역 추출물 디스크 항균법 결과 사진



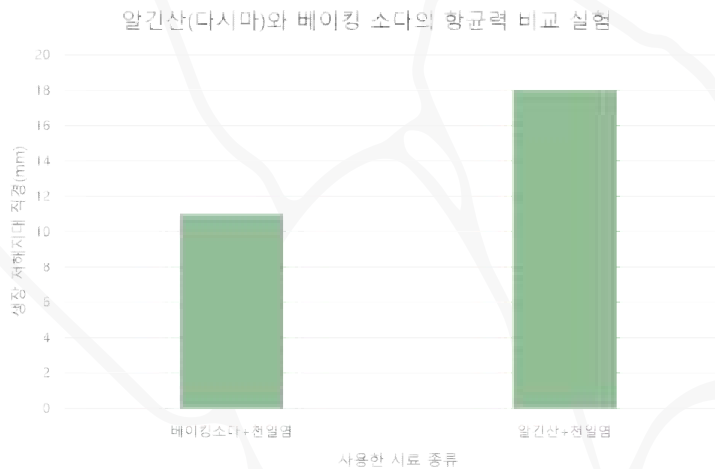
[그림 35] 항균력 비교 그래프

[표 1] 항균력 비교 데이터(칸 안 숫자=생장저해지대 직경(mm))

	증류수	다시마	미역	연어
페트리 디쉬 1	0	11	21	13
페트리 디쉬 2	0	19	17	11
페트리 디쉬 3	0	17	10	12

- 알긴산(다시마)과 베이킹소다의 항균력 비교 실험

- 처음 예상은 알긴산(다시마)과 베이킹소다가 비슷할 것이라고 생각하였으나, 같은 퍼센트 농도로 맞추고 천일염의 양 역시도 동일하게 하여 조건을 통제하였으나 알긴산 부분에 곰팡이가 더 촘촘하게 자랐음에도 불구하고 더 큰 성장저해지대를 보였다. 추출물 자체를 활용한 것보다 천일염을 같이 사용한 이 실험에서 성장저해지대가 더 크게 나타난 것을 관찰할 수 있었다. 성장저해지대가 약간 기운 것을 확인할 수 있었는데, 이 역시도 결과 2에서 본 것과 비슷하게 추출물이 이동하면서 발생한 것이라고 판단된다.



[그림 36] 알긴산과 베이킹소다의 항균력 비교 그래프

[표 2] 알긴산과 베이킹소다의 항균력 비교(생장저해지대 직경)

베이킹소다+천일염	알긴산+천일염
11mm	18mm

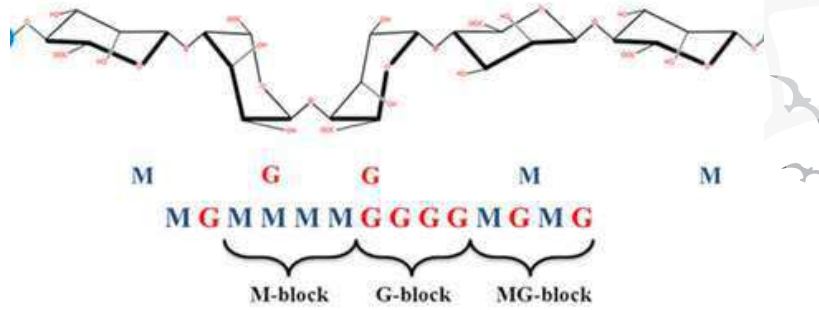
○ 팀원의 담당 역할

- 김린
 - 물곰팡이 스프레딩 및 배지 제작
 - 감압농축기 사용 방법 숙지 및 사용
 - 디스크 고정 및 배지 밀봉
 - 배지 관찰 및 기록
- 이민주
 - 곰팡이 관찰 기록, 현미경 관찰 기록
 - 용매 추출 방법 숙지 및 사용
 - 배지 제작
 - 디스크 확산법 중 spreading
- 이수민
 - autoclave 사용 방법 습득 및 배지 제작
 - 추출법 조사
 - 감압여과 방법 숙지 및 실험 주도
 - 디스크 확산법 중 pipeting

3. 탐구의 결론 및 의의

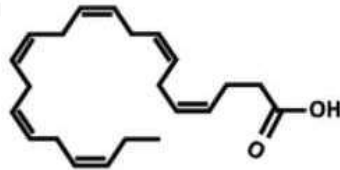
○ 결론

- 추출물의 항균력 비교 실험
 - 본 실험을 통해 다시마의 항균력이 전체적으로 가장 우수하다는 것을 알 수 있었다. 다시마와 미역을 비교해 보았을 때 효율에 차이가 있는 것을 보아 같은 갈조류라도 알긴산 함량에 있어 효율에 차이를 보이는 것으로 예상된다. 이는 알긴산의 특성 때문인 것으로 판단할 수 있었다. 알긴산의 경우에는 이성질체인 단량체 2개(α -L-guluronate(G)와 β -D-mannuronate(M))가 각각 α -1,4 또는 β -1,4 결합을 통해 고분자를 형성하면서 매우 강한 흡습성을 나타내며, 또한 알긴산이 기존보다 산성 환경을 조성함으로써 물곰팡이의 번식을 억제한 것으로 판단할 수 있었다.



[그림 39] 알긴산의 분자 구조

- 미역이나 다시마 추출물에 비해 연어 추출물의 경우는 항균력이 저조하다고 판단하였다. 이는 연어 추출물 속 오메가-3의 구조에 의해 탄소의 이중결합 개수가 다른 지방산보다 많은 구조를 바탕으로 하여 산화환원반응을 시키는 것이 알긴산 자체의 효과에 비해 저조한 것으로 판단하였다.



Docosahexaenoic Acid

[그림 40] DHA의 구조

- 예비 실험을 포함하여 실험을 진행하면서 사용했던 물곰팡이가 처음에 배송이 잘못 되어 배양을 늦게 시작하였고, 게다가 바이오필름이 생길 정도로 완전히 자라는 데 시간이 오래 걸려 예상했던 실험을 모두 진행하지 못하였다.
 - 증류수의 경우에는 곰팡이가 한쪽으로 치우쳐 퍼져 있는 모습을 관찰할 수 있었다. 실험 과정에서 증류수를 뿌렸기 때문에 배지 내부의 습도가 높아져 배지 내부에서 이슬이 응결되었기 때문이라고 생각한다. 이 때 응결된 이슬이 배지에 떨어져 이슬이 떨어진 부분을 따라 곰팡이가 배양되어서 치우쳐 배양된 것이라는 결론을 도출하였다.
- 알긴산을 이용한 천연 어항 바이오필름 제거제 제작
- 실험 결과 가정에서 일반적으로 사용되는 베이킹소다를 이용한 바이오필름 제거보다 알긴산을 활용한 바이오필름의 제거가 더욱 효율적이라는 것을 알 수 있었다.
 - 위의 결과를 통해 실생활에서 용이하게 적용될 수 있을 것이라고 예상해 볼 수 있었다.
 - 알긴산을 사용했을 때 더 효율이 좋은 것에 대한 근거는 같은 분량의 베이킹소다와 알긴산을 사용했을 경우 점도가 낮은 베이킹소다보다 비교적 겔의 형태를 띠는 알긴산의 특성 때문인 것으로 유추할 수 있다.

○ 의의(기대효과)

- 실생활에서의 적용

- 본 실험에서 탐구하고자 했던 바이오필름은 결과적으로 ‘물 때’이다. 바이오필름은 실생활에서 많이 발생할 수 있으며, 바이오필름이 많이 생성될수록 균이나 바이러스가 강해지는 반면 우리는 면역력이 약해질 수밖에 없다. 하지만 화학적으로 바이오필름을 제거하는 것은 인체 내 유익한 균들과 우리 몸 자체에도 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 어항 세정제로 활용방안을 제시하였지만 탐구과정에 이용한 알긴산과 오메가-3을 응용한다면 인체에 해를 끼치지 않으면서 진균류의 번식을 억제하는(바이오필름을 제거하는) 물질을 만들 수 있을 것이다.
- 어항 세정제 뿐만 아니라 같은 작용 기작으로 육식 세정제, 변기 세정제, 주방 세정제 등을 곰팡이로 인한 바이오필름(일명 물때)이 자주 발생하는 곳에 사용한다면 곰팡이의 증식을 억제하는 데에 도움을 받을 수 있을 것이다.
- 어류 양식장의 경우 한 마리가 감염된 경우에 알아보기 쉽지 않아 소량의 감염도 크게 번져 집단 폐사로 이어지는 경우가 허다하다. 어항 세정제에서 더 범위를 넓혀 양식장에 알긴산을 이용하여 정기적으로 항균을 해 준다면 이러한 집단 폐사를 막는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다.
- 곰팡이가 쉽게 피는 과일이나 채소의 경우 흔히 이야기하는 ‘락스’로 씻으면 된다고 이야기하지만, 화학약품 특유의 냄새와 독성으로 인한 걱정 때문에 잘 사용하지 않고 곰팡이가 피면 버리게 된다. 이러한 단점을 보완할 수 있는 알긴산을 사용한다면 천연 추출물이기 때문에 사람들 인식도 좋고 과일과 채소의 곰팡이 억제에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

- 의학적 연구로서의 도움

- 본 실험에서는 사람과 같은 환경에 서식하는 진균류에 대한 바이오필름 검증 실험을 진행하였으나, 진균류는 실제로 우리 몸에서도 병을 일으키는 경우가 간혹 있다. 진균류가 아니더라도 구강 내에 기생하거나 인체 내에 병을 일으키는 세균들 역시 바이오필름을 형성하며 우리 몸에서 더 오래 살 수 있는 환경을 만들고자 한다. 하지만 이 역시 인체에 무해한 천연 물질인 알긴산의 바이오필름 억제 및 항균 능력을 이용하여 인체에 해가 되는 병이나 증상들을 치료하는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다.

- 학습 사례로서의 도움

- 일반적으로 유용한 추출물이라고 하면 육상식물이나 동물을 떠올리게 되는데, 이번 연구를 통해 해양생물도 사람들에게 유용하고 활용범위가 넓다는 것을 알릴 수 있다. 이를 활용하여 홍보한다면 흔히 해양생물 하면 떠올리는 상어나 고래 뿐 아니라, 미역이나 다시마와 같은 흔한 해양생물들도 그 유용성을 각인시키는 데에 도움을 줄 수 있을 것이다.



· 보통 ‘물때’라고 하는 바이오필름은 생활 속에서 번거로운 존재로 인식할 뿐 ‘바이오필름’ 그 자체에 관심을 두고 제거하려고 하지 않는다. 따라서 바이오필름에 대한 문제성을 부각시키고 우리 주변에서 흔히 구할 수 있는 미역, 다시마, 연어와 같은 해양생물의 활용에 대해 새로운 방안을 제시할 수 있다. 이를 통해 식용으로만 알았던 연어 및 다른 해양생물들에 대한 관심과 연구가 증가할 것으로 예상된다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 준비 상의 문제점

- 처음에 해양 효모와 톳도 실험계획에 포함하였으나 해양 효모는 시중에서 구할 수 없었고, 톳도 비슷한 이유로 최종보고서를 쓰기 전까지 구입하지 못하여 실험을 진행할 수 없었다.
- 바이오필름을 정확히 관찰하기 위해 스테인리스 쿠폰 등을 사용하는 계획을 세웠지만 이것 역시 선행연구에 기록된 물품들과 동일하게 구매가 어려워 방향을 전환해야 했다.
- 항균법을 진행하면서 균의 농도를 일정하게 하기 위한 방법을 찾아보았으나 해외 사이트 주문이 필요했고, 시간이 오래 걸려 실험을 생략해야 했다.
- 곰팡이의 바이오필름 제거 실험을 집중적으로 다뤄보고자 화장실과 같이 집안에서 서식하는 물곰팡이를 찾아보았지만 판매하는 사이트가 없었고, 이에 따라 어항의 환경이 급격하게 변할 때 물고기에 병을 일으키는 물곰팡이를 이용하였다.

- 실험 과정상의 문제점

- 디스크 항균법을 조사하는 과정에서 곰팡이와 같은 미생물을 배지에 도말시키는 동시에 항균법을 진행해야 한다는 논문을 찾았지만, 실제로 동일한 방법으로 진행하는 데 시간이 오래 걸렸다.

○ 알게 된 점

- 처음에 액체에 포함되어있는 곰팡이를 배양하는 방법을 몰라 당황했지만 곰팡이와 함께 온 설명서를 비롯해서 여러 가지 자료를 검색해보면서 곰팡이가 포함된 vial에 0.2~0.3mL의 증류수를 넣어 현탁액을 만든 후 0.1~0.2mL씩 나누어 spreading 하면 배양할 수 있다는 사실을 알게 되었다.
- LB 배지를 만드는 과정에서 한 번의 시행착오를 거치면서 배지 1L 당 Agar Powder 15g이 들어간다는 사실과 함께 LB Broth를 이용하지 않고 Yeast extract와 Tryptone, NaCl, Agar Powder를 이용하여 직접 제조하는 경우에는 1:2:2:3의 비율로 LB 배지를 제조할 수 있다는 사실을 새롭게 배우게 되었다.

- 또한 LB 배지를 액체 상태와 고체 상태 둘 모두 만들 수 있기 때문에 습기가 많은 환경을 좋아하는 물곰팡이 특성상 액체배지를 만들어야 한다고 생각했지만, 바이오필름을 주제로 하는 상황에서 곰팡이를 더 잘 확인할 수 있도록 고체 배지를 하는 것이 옳다고 판단하는 과정에서 실험 목적에 맞는 실험 배경을 설정하는 방법을 배울 수 있었다.
- 처음 예상은 알긴산의 구조상 유기 용매에 녹을 것이라고 예측했지만, 증류수에 녹은 것으로 보아 처음 예상했던 것보다 알긴산에서 수소 이온이 더 잘 떨어져 나와 녹은 것으로 판단된다. 겔 형태는 알긴산의 특성에 의한 것으로 조사되었다.
- 중간보고서의 피드백 이후 바이오필름 제거 능력뿐 아니라 항균력 측정을 하기 위해 단순히 배지에 추출물을 뿌리는 형태가 아닌 디스크 확산법을 사용하게 되었다. 이때 디스크 확산법에 대해 새롭게 배울 수 있었으며, 실험의 목적에 맞추어 방법을 다르게 설정해야 한다는 것을 알 수 있었다.
- 연어 등 해양생물의 추출을 통해 감압 여과, 감압농축기와 같은 기기의 사용에 대해 알 수 있었다
- 미역의 경우 원심분리기를 통해 색소 분리 과정을 거쳤지만, 다시마의 경우에는 원심분리기를 통해 색소 분리 과정이 이루어지지 않았다. 따라서 감압 농축 과정을 한번 더 진행하였는데, 이때 색소끼리 엉겨 붙는 현상이 일어나 이후에는 원심분리기를 사용한 색소 분리 과정을 거치지 않았다. 또한 연어의 경우에는 밀도 차 때문에 스포이트만으로 쉽게 분리해 낼 수 있다는 것을 탐구과정을 통해 혼합물의 분리 방법에 대해서도 배울 수 있었다.

○ 기타

- 실험 과정상의 변경 내용
 - 예비 실험을 포함하여 실험을 진행하면서 사용했던 물곰팡이가 처음에 배송이 잘못 와서 배양을 늦게 시작하였고, 게다가 바이오필름이 생길 정도로 완전히 자라는 데 시간이 오래 걸려 예상했던 실험을 모두 진행하지 못했다.
 - HPLC로 알긴산과 오메가-3 함량과 농도에 대해 검증하려 했으나 이 역시도 미역과 다시마 등의 해양생물이 도착하는 데 늦어지는 관계로 전문가를 통해 HPLC를 진행할 수 없었다.
 - 처음 계획했던 것은 가장 효과가 좋은 물질들을 대상으로 가장 효율이 좋은 바이오필름 제거제의 형태(폼, 젤 등)를 찾으려 하였으나, 처음 예상했던 양보다 추출물의 양이 극히 적어 응용 형태를 찾는 과정 없이 바로 제작 단계로 넘어가게 되었다.
 - 앞에서 언급했듯이 해양 효모를 구하지 못하였고, 다른 생물들은 이미 너무 유명하기 때문에 홍보자료를 만드는 것이 무의미하다고 생각하여 3D printing을 비롯한 해양생물 홍보자료는 제작하지 않았다.



5. 참고문헌

- Shimaa E.Ali, 「Development and reproduction of Saprolegnia species in biofilms」 (ELSEVIER, 163, 2013, 133-141)
- Hanan Awad and Hassan Y. Aboul-Enein2, 「Avalidated HPLC Assay Method for the Determination of Sodium Alginate in Pharmaceutical Formulations」 (Journal of Chromatographic Science 2013;51:208-214)
- Yumiko NAKAMUR, 「Metabolism of Alginic Acid and Its Salts and Their Effects on Serum Concentrations of Na, K and Ca in the Rat」, [J. Food Hyg. Soc. Japan] Vol. 29, No. 4, 240-248
- 김수경 · 이준희, 「생물막 모델 시스템」, Korean Journal of Microbiology, (2016 Vol. 52, No. 2), 125-139
- 정현정, 「천연항균물질에 의한 식중독균 억제 및 Biofilm 형성 억제」, 636-686
- 김연희, 「세포막손상 유발로 인한 황련의 캔디다 바이오필름 형성 억제」, Korean Journal of Microbiology 2013, Vol.49 No.1, p 17-23)
- Huber Bl, Eberl L, Feucht W, Polster J, 「Influence of polyphenols on bacterial biofilm formation and quorum-sensing」, Inhibition Of Biofilm And Virulence Of Candida albicans By A Marine Bacterial Isolate From Palk Bay, 1 Apr 2017, 658.14
- Amy K. Fisher Wold and , Anne E Hershey 「Effects of salmon carcass decomposition on biofilm growth and wood decomposition」 Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,(1999, 56(5): 767-773

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	라면사리		
학생명	김민석, 김도연, 박정우, 허민혁	학교	경기과학고등학교
지도교사명	이해룡	학교	경기과학고등학교

항목	내용
탐구주제	유압 장치를 이용한 불가사리 tubefeet의 모델링
탐구기간	2018년 6월 15일 ~ 2018년 8월 29일
탐구목적	○불가사리가 바닥에 가지고 있는 tube foot이 지면을 감싸는 구조를 모방해 해저 로봇의 보행에 적용하기 위해 연구를 진행하였다.
탐구내용	○탐구를 tube foot들의 움직임, tube foot의 접촉 방식 모방, 그리고 실물에서 미비한 부분을 보완하기 위한 시뮬레이션으로 나누었다. ○tube foot들의 움직임을 구현하기 위해 다리들이 지면에서 정지하는 모델을 제작하기 위해 아두이노와 서보모터를 사용하였다. ○tube foot의 음압을 이용한 접지 기작을 기계적으로 과학상자를 이용해 구현하고자 하였다. ○tube foot 움직임을 단순화해 시뮬레이션으로 설계하고 로봇 제작시 최대 효율을 얻는 조건을 구하였다.
탐구결과	○다리 6개가 각자 유동적으로 이동할 수 있는 구조의 모델을 제작하고, 이를 아두이노와 연동할 수 있게 하였다. ○하나의 tube foot을 실리콘 튜브와 과학상자를 이용해 구현하였다. ○MATLAB을 통해 미분방정식을 구한 후 시뮬레이션을 진행하였다. ○시뮬레이션 결과의 최적해를 그래프를 통하여 확인할 수 있었다.
결론 및 의의	○tube foot 구조는 울퉁불퉁한 표면에서 효과적으로 이동하게 한다는 장점이 있으며, 우리 팀은 본 연구를 통해 tube foot들의 움직임, 지면과의 접촉 기작을 모방한 모델을 제작할 수 있었다. 이들은 향후 실제 로봇을 제작할 때에 구동부와 접촉부를 설계하는 데에 사용될 수 있다. ○시뮬레이션을 통하여 실제로 tube foot이 움직일 때 power가 얼마나 필요한지 어렵하고, 실제로 최적해를 그래프를 통해 확인하고 제시함으로써 향후 로봇 개발에 참고할 수 있게 하였다.



탐구 주제	유압 장치를 이용한 불가사리 tube feet의 모델링
팀명	라면사리

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 불가사리는 방사 대칭형 몸체를 가지고 있고, 탄산칼슘으로 이루어진 표피를 가지고 있는 해양생물이다.
- 불가사리의 다리가 움직일 때, 굴곡 있는 지면을 따라 붙어 있는 것을 관찰할 수 있었는데, 이를 통해 수중 탐사 로봇에 이러한 형태를 모방해 적용하는 것이 좋을 것이라 생각하였다.
- 조사 결과, 불균일한 지면에서도 이동이 편한 구조는 불가사리의 tube feet 구조로 인한 것이었으며, 따라서 우리는 이러한 tube feet을 모방한 구조를 제작하여 부착력 있고 안정감 있는 tube feet의 구조에 대해 탐구해보기로 하였다.

○ 탐구 목적

- 해저 해양 생물을 가까이 관찰하는 어려운 작업을 수행하기 위해 해류에 쓸려가지 않을 수 있는 해저 탐사 로봇을 제작하는 데에 있어서 필요한 구조인 tube feet을 모방하는 것이 본 연구의 목적이다.
- 세부목적은 tube feet 구조의 구동 원리를 파악하여 이와 같은 형태의 움직임을 조사 및 분석하는 것이 첫 번째 목적이다. 그 후 이를 바탕으로 tube feet을 부분적으로 모방한 실제 모델을 제작하는 것이 두 번째 목표이다. 세 번째로 실제 모델이 제대로 구현하지 못한 부분을 보완하기 위해 이를 시뮬레이션으로 제작해 구현하는 것을 세 번째 목적으로 한다. 마지막으로 시뮬레이션을 통해 실제 로봇을 제작할 때 로봇이 가질 수 있는 최적의 효율조건을 모색해 보는 것을 부수적 목표로 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

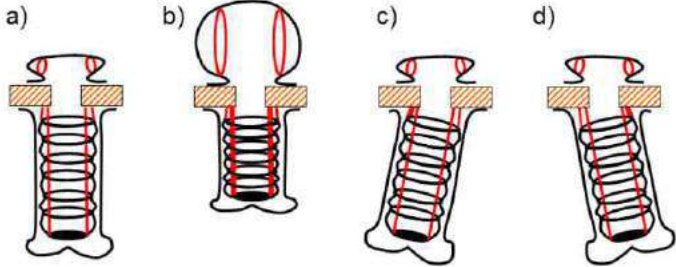
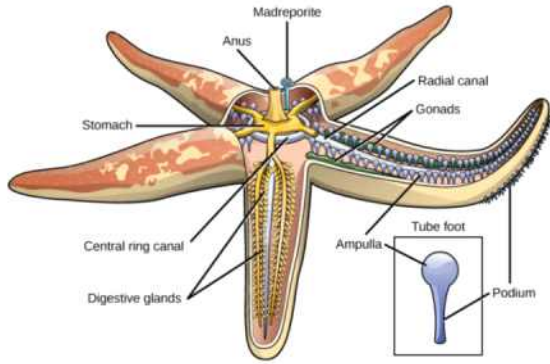
○ 내용

- 불가사리의 보행
 - 극피동물문 불가사리강에 속하는 불가사리라고 불리는 해양 생물은 독특한 보행 형태를 보이는데, 이는 방사 대칭형 몸체로부터 기인한다. 이러한 불가사리는 유압 시스템(water vascular system)으로 움직이는 tube feet을 통해 보행한다. 이

는 딱딱하고 두꺼운 표피와 대조적이다.

- Tube feet

- Tube feet은 유체가 채워진 체관으로 구성된 유압 시스템이며, 이는 극피동물의 운동과 접착에 관여한다.
- 이는 ampullae와 podia로 구성되어 있어 tube feet의 길이와 굵기를 변화시킬 수 있다. tube feet이 움직이는 원리는 다음과 같다.



그림

3

<http://newsmasters.info/anatom%EDA-interna-estrellas-de-mar#>

그림 4

http://cronodon.com/BioTech/Asteroids_hydraulics.html

○ 방법

- I. Tracker를 이용한 불가사리 tube foot의 움직임 분석

1) <https://youtube.com/watch?v=HPhAGyDceLo> 동영상 분석

위의 링크에 있는 동영상 55.0초부터 67.4초까지 다리의 움직임을 분석하였다(붉은 점으로 표시되어 있는 tube foot을 분석하였다). tube foot의 끝의 위치를 추적하는 방법으로 분석하였다.

2) <https://www.youtube.com/watch?v=8bJW7Kgbu44> 동영상 분석

위의 링크에 있는 동영상 14.467초부터 16.200초, 그리고 21.100초부터 22.767초까지 다리의 움직임을 분석하였다(붉은 점으로 표시되어 있는 tube foot을 분석하였다). tube foot의 끝의 위치를 추적하는 방법으로 분석하였다.



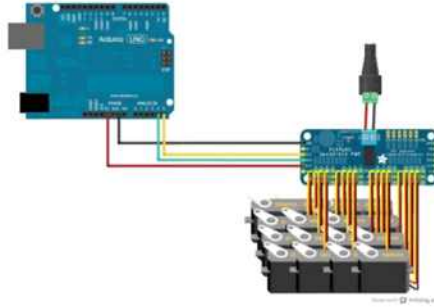
[그림 4] tracker 분석 장면 화면 캡처



- II. 아두이노를 이용한 tube foot

1) Adafruit 16-Channel 12-bit PWM/Servo Driver

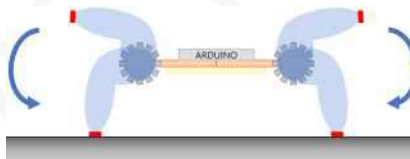
tube feet을 여러 개 구현하기 위해서는 다량의 servo motor가 필요하다. 그러나 Arduino의 pin 수는 제한되어 있고, 이에 따라 많은 servo motor를 제어하기 위해 Adafruit 16-Channel 12-bit PWM/Servo Driver를 활용하였다. Adafruit 16-Channel 12-bit PWM/Servo Driver를 아두이노와 연결하여 사용하는 그림은 다음과 같다.



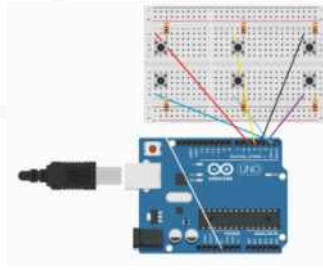
[그림 1] 아두이노와 servo motor driver, servo motor들을 연결한 그림

2) 1차원 tube feet의 제작 계획

1차원 tube feet 제작을 위해서 rack and pinion 구조로 servo motor과 연결되어 수직 방향으로 움직이는 tube feet들의 구조를 고안하였다. pinion 형태의 gear가 servo motor에 연결되어 있으며, 이와 pinion 구조의 tube feet이 연결되어 있다. 그러나 구조적인 분석을 통해 rack and pinion의 구조는 대각선 방향으로 움직이는 tube feet의 움직임을 모방하기에 불리하다 판단하여 구조를 집게식으로 움직이도록 수정하였다. 그 그림은 다음과 같다.



각 다리 아래에는 스위치가 달려 있어서 다리가 지면에 닿으면 각 다리에 해당하는 회로들이 닫혀서 Digitalread의 값이 바뀌도록 회로를 제작하였다. 회로도를 제작할 수 있는 Autodesk의 TinkerCAD로 나타낸 회로도도 다음과 같다. 설계한 회로도에서는 총 6개의 다리에 해당하는 회로도를 제작하였다.



[그림 3] 회로도를 아두이노와 연결한 그림

- III. 부가적 tube foot 제작

- 기계적 장치를 이용한 tube foot 제작

과학상자와 랙과 피니언, 그리고 일회용 주사기를 이용해 tube foot이 바닥과 잘 부착될 수 있는 모형을 제작한다.

- 준비물

- 과학상자 6호, 1 cc 주사기(외경: 3 mm), 실리콘 튜브(내경 2.5 mm, 외경 3 mm), 랙, 피니언, 글루건

- 제작 방법

- 과학상자 6호를 이용해 다음과 같이 제작한다.

① 랙과 피니언, 그리고 일회용 주사기를 연결할 기본 골격을 제작한다.

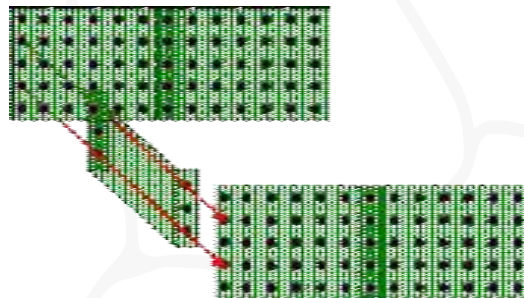


그림 9 기본 골격 제작

② 상판은 랙과 피니언을 구조를 고정시킬 수 있다. 이 때, 위에서 본 모습을 나타내면 다음과 같다.

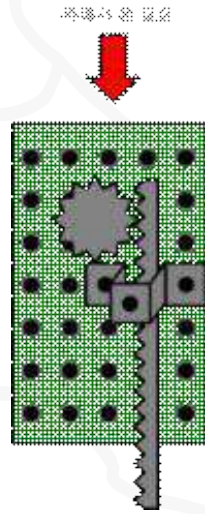


그림 10 상판 제작

- ③ 고정나사를 통해 붕이 손잡이를 당기는 방향 쪽으로 움직이지 않게 고정시켜 맨 아래 부분의 톱니와 고정나사를 연결한 부분이 떨어지지 않게 한다. 이 때 락을 고정시키는 부분을 제작하는 방법은 아래와 같다.

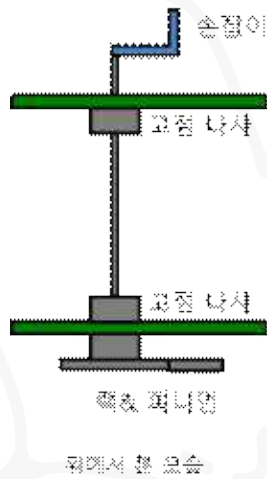


그림 11 위에서 본 상판

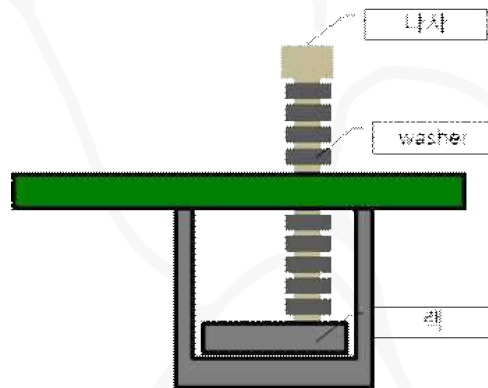


그림 12 락 고정시키는 부분

- ④ 락이 이에 들어맞지 않아 나사와 washer를 통해 락이 잘 고정되도록 도와준다.

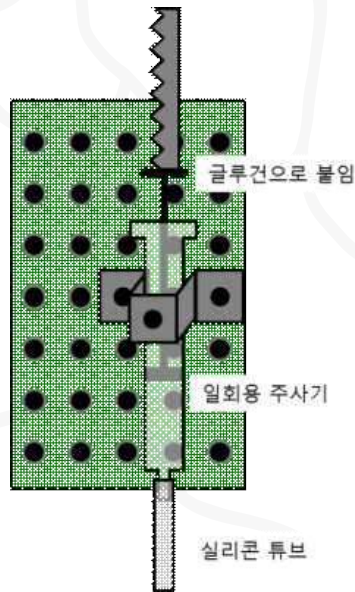
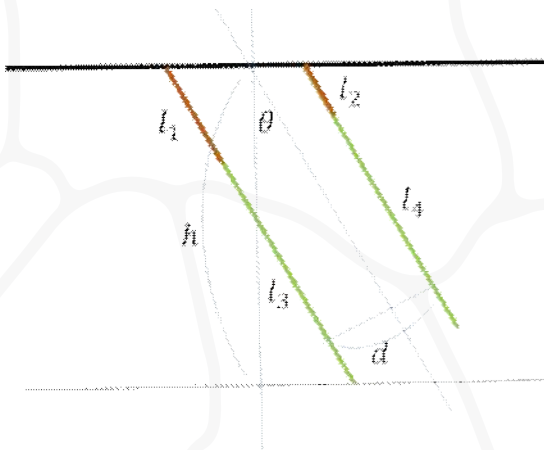


그림 13 하판 제작

- ⑤ 글루건으로 피스톤의 윗부분과 랙을 이어 붙인다. 다음 일회용 주사기를凸 모양으로 생긴 부품에 글루건으로 붙인다. 따라서 몸체가 고정된 후 손잡이를 통해 피니언을 돌리게 되면, 랙이 이동하여 피스톤의 높이가 달라지고, 따라서 주사기 내의 압력이 감소해 음압을 만들어 표면에 더 잘 부착할 수 있게 한다.

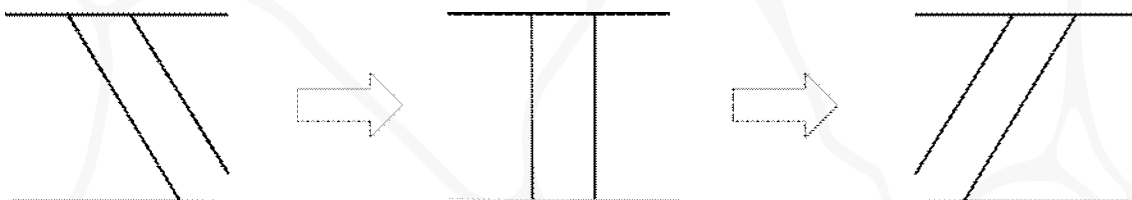
-IV. tube feet 모방 로봇 모델화

로봇 모델의 효율성을 분석하고 모델의 최적 조건을 제시하기 위해서 수학적 모델링을 진행하였다. 사용된 변수는 다음과 같다.



- h : 불가사리 다리 본체와 바닥 사이 거리
- d : tube foot 두께
- θ : tube foot의 축과 바닥과 수직한 직선이 이루는 각
- l_1, l_2 : 1차 fiber
- l_3, l_4 : 2차 fiber
- v : 불가사리가 움직이는 속력 (상수)

본 연구에서 제작한 tube feet 로봇 모델은 2차 fiber가 고정된 길이였다. 즉 tube foot의 움직임은 다음과 같다.



주어진 변수들로 tube foot의 움직임을 기술하자.

$$l_3 = l_4 = l, \quad l_1 + l = h \sec \theta, \quad l_1 - l_2 = d \tan \theta$$

$$\Rightarrow l_1 = h \sec \theta - l, \quad l_2 = h \sec \theta - d \tan \theta - l, \quad l_3 = l_4 = l \quad (\theta > 0)$$

$$v = \left| h \sec^2 \theta \frac{d\theta}{dt} \right| \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = -\frac{v}{h} \cos^2 \theta$$

$$\frac{dl_1}{dt} = h \sec \theta \tan \theta \frac{d\theta}{dt} = -v \sin \theta, \quad \frac{dl_2}{dt} = (h \sec \theta \tan \theta - d \sec^2 \theta) \frac{d\theta}{dt} = -v \sin \theta + \frac{vd}{h} \quad (\theta > 0)$$

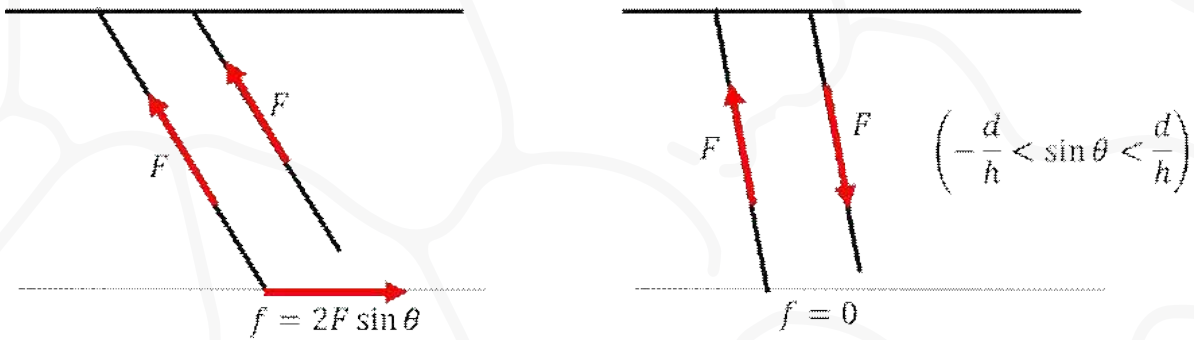
$\theta < 0$ 인 경우에는

$$l_1 = h \sec \theta + d \tan \theta - l, \quad l_2 = h \sec \theta - l, \quad l_3 = l_4 = l \quad (\theta < 0)$$

$$\frac{dl_1}{dt} = -v \sin \theta - \frac{vd}{h}, \quad \frac{dl_2}{dt} = -v \sin \theta$$

위 식으로부터 l_1 이 $\sin \theta = -\frac{d}{h}$ 일 때까지 감소하다 이후 구간에서 증가하며 l_2 은 $\sin \theta = \frac{d}{h}$ 일 때까지 감소하고 이후 구간에서 증가함을 알 수 있다.

Tube foot의 효율을 결정하기 위해 $\frac{F_{avg}}{W}$ 를 척도로 사용하였다. F_{avg} 는 tube foot이 한 번 끌어당길 때 불가사리 본체에 가해지는 알짜 합력의 평균, W 는 tube foot이 한 번 끌어당길 때 하는 총 일이다. 이 때 각 1차 fiber에 연결된 모터가 가하는 힘을 F 라고 하자. 이 F 의 방향은 각각 $\frac{dl_1}{dt}$, $\frac{dl_2}{dt}$ 와 동일하다.



Tube foot이 끌어당길 때 바닥과 붙어 있는 지점은 정지해 있으므로 힘의 평형을 생각해 주면 마찰력이 tube foot에 힘을 가해 $f = 2F \sin \theta$ 만큼의 앞으로 가게 하는 구동력을 제공한다. 이때 $-\frac{d}{h} < \sin \theta < \frac{d}{h}$ 의 구간에서는 l_1 은 감소하고 l_2 는 증가하므로 두 힘이 상쇄되어 해당 구간에서는 $f = 0$ 이다.

이제 각각 F_{avg} 와 W 를 구해보자. 힘의 방향과 길이 변화의 방향이 같으므로

$$W = F|\Delta l_1| + F|\Delta l_2|$$

$$= F \left\{ l_1(\theta_0) + l_1(-\theta_0) - 2l_1(\theta = -\sin^{-1} \frac{d}{h}) + l_2(\theta_0) + l_2(-\theta_0) - 2l_2(\theta = \sin^{-1} \frac{d}{h}) \right\}$$

$$= F \left\{ (2h \sec \theta_0 - d \tan \theta_0 - 2\sqrt{h^2 - d^2}) + (2h \sec \theta_0 - d \tan \theta_0 - 2\sqrt{h^2 - d^2}) \right\}$$

$$= F(4h \sec\theta_0 - 2d \tan\theta_0 - 4\sqrt{h^2 - d^2})$$

$$= F(4\sec\theta_0 - 2\alpha \tan\theta_0 - 4\sqrt{1 - \alpha^2})h \quad \left(\frac{d}{h} = \alpha\right)$$

각속도가 일정하지 않으므로 F_{avg} 를 f 의 시간에 대한 평균으로 계산하자.

$$F_{avg} = \frac{1}{T} \int_{\theta_0}^{-\theta_0} f dt$$

$$= \frac{1}{T} \int_{\theta_0}^{-\theta_0} f \frac{dt}{d\theta} d\theta$$

$$= \frac{2}{T} \int_{\sin^{-1} \frac{d}{h}}^{\theta_0} 2F \sin\theta \cdot \frac{h}{v} \sec^2\theta d\theta \quad \left(\theta_0 > \sin^{-1} \frac{d}{h}\right) \text{ else } F_{avg} = 0$$

$$= \frac{2}{T} \cdot \frac{2Fh}{v} \left(\sec\theta_0 - \frac{1}{\sqrt{1 - (d/h)^2}} \right)$$

$$T = \int dt = \int_{\theta_0}^{-\theta_0} \frac{dt}{d\theta} d\theta$$

$$= 2 \int_0^{\theta_0} \frac{h}{v} \sec^2\theta d\theta$$

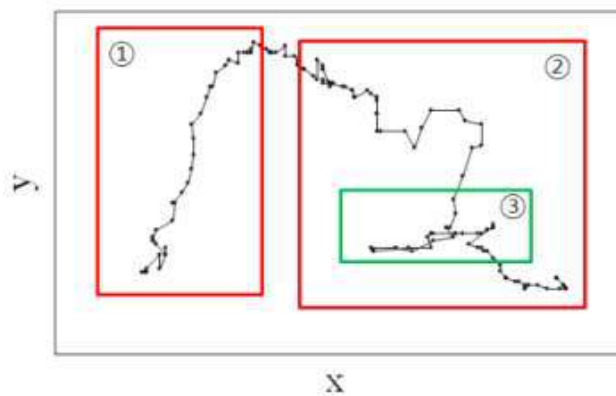
$$= \frac{2h}{v} \tan\theta_0$$

$$\therefore F_{avg} = \frac{2 \left(\sec\theta_0 - \frac{1}{\sqrt{1 - (d/h)^2}} \right)}{\tan\theta_0} F \quad \left(\theta_0 > \sin^{-1} \frac{d}{h}\right) \text{ else } F_{avg} = 0$$

○ **결과**

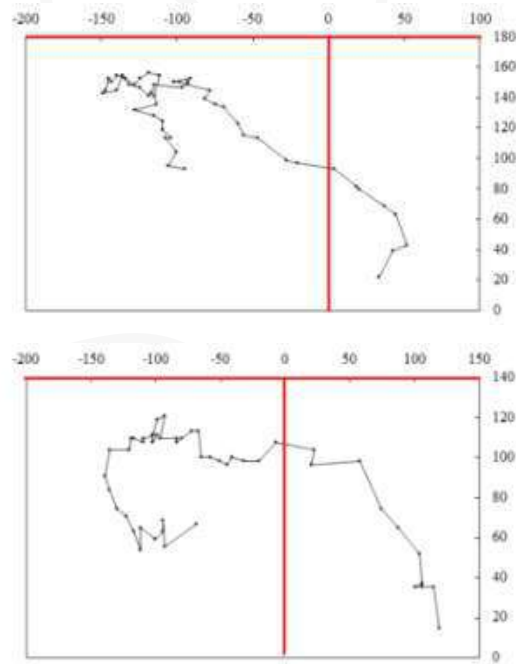
- I. Tracker를 이용한 불가사리 tube foot의 움직임 분석

1) <https://youtube.com/watchv=HPhAGyDceLo> 동영상 분석



[그림 5] <https://youtube.com/watchv=HPhAGyDceLo>의 tracker 분석 결과

① 구간에서는 tube foot이 수축하며 이를 들어올렸다. ② 구간에서는 tube foot이 팽창하며 뺏어나갔다. 이 때 ③ 구간에서 특징적인 운동을 나타내었는데, 이는 tube foot이 지면에 도달하기 전 tube foot이 지지할 곳을 찾는 과정에서 이러한 운동을 나타내었다고 예상된다.

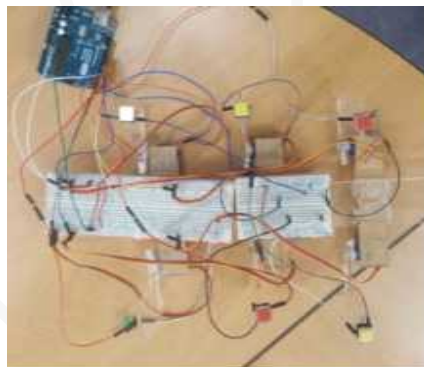
2) <https://www.youtube.com/watch?v=8bJW7Kgbu44> 동영상 분석

tube feet의 움직임 방향은 오른쪽 아래부터 왼쪽 위쪽으로 향하는 방향이다. tube feet이 뺏어나갈 때 더 빠른 속도로 움직인다(각 점들은 등 시간 간격으로 찍혀있다).

-II. 아두이노를 이용한 tube foot

1차원 tube feet은 아크릴 판을 기본으로 하여 제작하였다. 실제 유압식 구조의 모양을 본따 길다란 주관을 따라 tube feet이 일렬로 나열되도록 배치하였다. 각 다리는 servo motor와 연결되어 이동할 수 있도록 제작하였다.

tube feet 구조를 제작한 결과, Adafruit servo motor shield를 구동하기 위한 power supply에 3~5V 사이의 흔히 사용되지 않는 배터리가 필요하다는 문제점이 발생하였다. DSLR 카메라에 사용되는 리튬 전지를 사용하였으나, 전압이 불안정하여 효과적인 모터의 구동을 보이지 못하였다. 이에 따라 Adafruit servo motor shield를 포기하고 직접 Arduino와 각각의 모터들을 핀을 통해 연결하는 것으로 구조를 수정하였다. 이후 완성한 사진은 다음과 같다.



기존 Adafruit servo motor shield의 라이브러리를 사용한 코드에서 일부를 수정하여 코드를 다시 작성하였다. 코드는 다음과 같다.



```
#include <Servo.h>
int servoPin=9;
Servo servo0;
Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;
int angle0 = 0;
int angle1 = 0;
int angle2 = 0;
int angle3 = 0;
int angle4 = 0;
int angle5 = 0;// servo position in degrees

void setup()
{
  servo0.attach(6);
  servo1.attach(7);
  servo2.attach(8);
  servo3.attach(9);
  servo4.attach(10);
  servo5.attach(11);
}
void loop()
{
  // scan from 0 to 180 degrees
  for(angle0 = 180; angle0 >=0; angle0--)
  {
    if(digitalRead(0)!=HIGH) break;
    servo0.write(angle0);
    delay(15);
  }
  for(angle1 = 179; angle1 >=0; angle1--)
  {
    if(digitalRead(1)!=HIGH) break;
    servo1.write(angle1);
    delay(15);
  }
}
```



```

}
for(angle2 = 179; angle2 >=0; angle2--)
{
  if(digitalRead(2)!=HIGH) break;
  servo2.write(angle2);
  delay(15);
}
for(angle3 = 0; angle3 < 180; angle3++)
{
  if(digitalRead(3)!=HIGH) break;
  servo3.write(angle3);
  delay(15);
}
for(angle4 = 0; angle4 < 180; angle4++)
{
  if(digitalRead(4)!=HIGH) break;
  servo4.write(angle4);
  delay(15);
}
for(angle5 = 0; angle5 < 180; angle5++)
{
  if(digitalRead(5)!=HIGH) break;
  servo5.write(angle5);
  delay(15);
}
}

```

tube foot 모델을 아두이노와 연결하자 각 다리들이 움직였으나, 일부 코드상 에러로 인해 아직 완벽한 이동과 정지가 구현되지는 않았다.

- III. 부가적 tube foot 제작
제작한 결과물을 사진으로 첨부하였다.



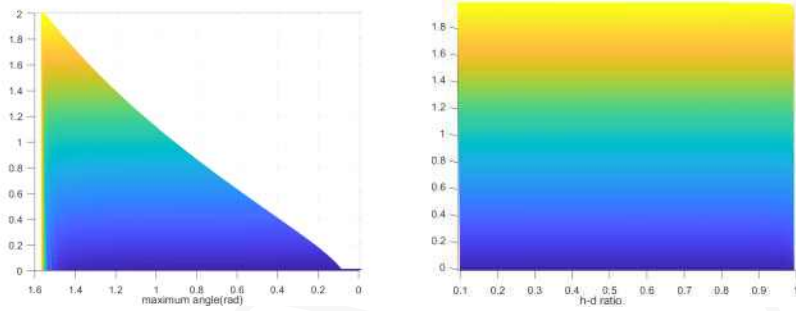
- IV. tube feet 모방 로봇 모델화

MATLAB mesh 함수를 이용해 $\frac{F_{avg}}{F}$ 와 $\frac{F_{avg} h}{W}$ 에 대해 수치 분석을 진행하였다.

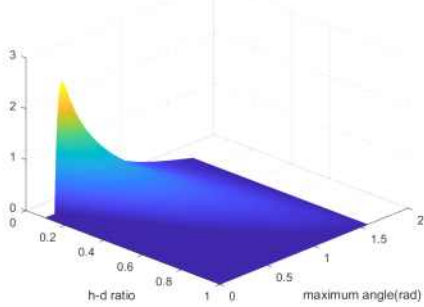
F_{avg} 의 수치해석 그래프 $\left(0.1 < \frac{d}{h} < 1, 0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}\right)$

$h-d$ ratio : $\frac{d}{h}$, maximum angle : θ_0

오른쪽 그래프에는 등고선을 함께 나타내었다.



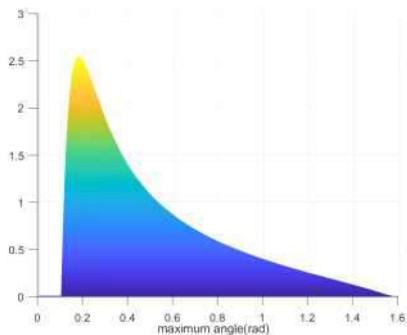
F_{avg} 의 최댓값은 θ_0 가 증가함에 따라서 증가하는 경향을 보였으며 최대 2의 값을 가졌다. F_{avg} 의 값은 모든 α 값에 대해서 0부터 2까지의 연속적인 분포를 보였다. 단 F_{avg} 값에 대하여 α 값이 작을수록 같은 작은 θ_0 에서 해당하는 값을 보였다.



$\frac{F_{avg} h}{W}$ 의 수치해석 그래프

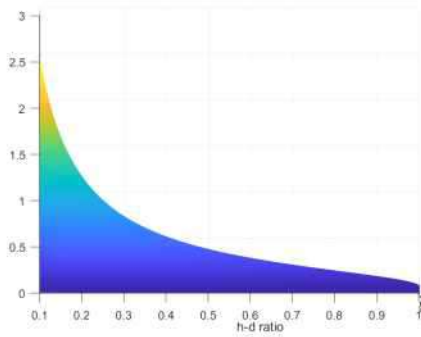
$\left(0.1 < \frac{d}{h} < 1, 0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}\right)$

단위를 소거하기 위해서 분자에 h 를 곱했다. 이는 tube foot의 크기에 따라서 효율이 반비례함을 의미한다.



$\frac{F_{avg} h}{W}$ 의 최댓값은 θ_0 값에 따라서 어떤 peak 값을 가지는 것이 확인되었다. 즉 유의미한 최적 조건이 존재한다.

왼쪽 그래프는 α 값에 따른 최대 효율을 보여준다. $\frac{F_{avg} h}{W}$ 의 최댓값은 α 값이 작아짐에 따라서 발산하는 것을 확인했다. 이는 α 가 0에 가까이 갈 때 분모의 W 가 분자의 F_{avg} 보다 더 빨리 줄어들음을 의미한다.



α 값에 따른 최적 θ_0 의 값이다. α 값이 결정되었을 때 최대효율을 내기 위한 조건, 이를테면 절전모드 상태에서의 운용을 위한 조건을 의미할 것이다.

○ 팀원의 담당 역할

- 김민석: 1차원 tube foot 구조의 개발을 도맡아서 진행하였다. tube foot 구조를 단순화한 후 아두이노 코드를 작성하였고, 회로를 제작해 1차원 tube foot들의 회로도와 개요도를 작성하였다. (연구 II)
- 김도연: 불가사리 몸체의 구조에 대해 조사하였다. tube foot의 구조에 대해 조사하였다. tracker를 이용하여 tube foot의 움직임을 분석하였다. 단일 tube foot을 모방한 구조를 과학상자를 이용해 기계적으로 제작하였다. (연구 I, III)
- 박정우: 1차원 tube foot 구조를 제작할 때 조립 및 제작에 기여하였다. 기계적 tube foot 제작에 있어서도 제작에 도움을 주었다. 또한 SCP artificial muscle의 활용방안이나 porcessing으로의 시뮬레이션 등에 대한 아이디어를 제공했다. (연구 I, III)
- 허민혁: tube foot 구조를 컴퓨터를 사용해 정교하게 시뮬레이션하고 이들에 물리량을 부여하여 효율을 연구하였다. 이들을 MATLAB을 이용하여 그래프로 나타내고 이들을 분석하였다. (연구 IV)

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- I. Tracker를 이용한 불가사리 tube foot의 움직임 분석
 - 불가사리 tube feet은 바닥에 닿기 전 tube feet을 지지할 곳을 찾기 위한 특이한 보행 형태를 가진다.
 - 뺨어나갈 때 속도가 수축할 때의 속도보다 더 크다.
- II. 아두이노를 이용한 tube foot
 - 불가사리의 tube foot들이 각자 지면과 다른 길이, 다른 시간과 각도에서 접촉하는 것에서 착안해 실제로 tube foot의 움직임을 측면의 회전운동으로 근사해 지면과 다리가 만나면 정지하는 모델을 제작하였다.
- III. 부수적 tube foot 제작
 - 실질적으로 각 tube foot이 음압을 이용해 지면과 접촉해 있을 수 있다는 사실로부터 실리콘 튜브를 이용해 유연하게 지면과 접촉하고 음압을 생성할 수 있는 모델을 제작하였다.

- IV. tube foot 모방 로봇 모델화

- tube foot이 움직이는 형태를 시뮬레이션 상에서 미분방정식을 이용해 모델링하였다.
- 이를 이용해 로봇을 제작할 경우 얻을 수 있는 효율이 최대가 되는 경우를 알아내었다.

○ **의의(기대효과)**

- 수중 탐사 로봇 개발에 쓰일 수 있다.
- 수중 탐사 로봇은 센 해류 때문에 쓸려가거나 할 위험이 있는데, 그것을 방지하기 위해 tube feet 구조를 모방한 장치를 설치한다면, 그 위험에서 벗어날 수 있다고 예측된다.
- 실제 로봇 개발에 도움이 되는 구조를 제안하였다.
- 로봇을 제작할 때, 접촉부, 모터의 구동부를 나누어 설계하여 이동 방식과 지지 방식에 대한 핵심적 아이디어를 제안하였다. 이를 종합하여 실질적으로 다리를 이동하며 음압을 이용해 몸체를 지탱하는 로봇을 제작할 수 있을 것이다.
- 실제 로봇을 제작할 때 다리 길이와 두께의 비율 등 현실적인 parameter에 대해 최적해를 시뮬레이션을 통해 제작함으로써 로봇을 제작할 경우 그 크기를 결정할 수 있게 하였다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점○ **어려운 점**

- 동영상에서 tracking을 실시하는 데에 있어서 오류가 많아 수동 tracking을 하는 등 어려움이 있었다.
- 불가사리 근육 움직임은 세포 단위로 매우 복잡하고 복합적으로 움직이는데 이를 거시적으로 바라보고 생체 모방을 하니까 어려웠다.
- 더 많은 조사와 실험을 진행하여 보니, tube feet 내의 근육을 구현하여 tube feet가 움직이는 그대로 생체모방을 하게 된다면, 우리의 방법보다 더 많은 전자장치가 들게 되어, 유압으로 전자장치를 대체하겠다는 처음의 계획을 실행하기에는 어려움이 있었다.
- tube feet가 지면을 찾아내는 과정과, 달라붙는 과정을 따로 구현하였다. 때문에 이 두 개를 합치지 못하여 아쉬웠다. 처음의 계획보다 코드 수정 및 실행에 오랜 시간이 걸려 계획이 늦어졌던 것 같다.

○ **알게 된 점**

- tube foot 구조의 정확한 구동 원리 등을 파악할 수 있었으며, 이를 바탕으로 실제 생물의 구조를 모방하는 방식 등을 익힐 수 있었다. 생체 모방을 프로그램과 실제 모델 두 개로 나누어 진행함으로써 여러 가지 생체모방 방법을 익힐 수 있었다.

- 멘토링 내용을 참고하여, 직접 연구에는 사용하지는 못했지만, 인공 근육으로 활발히 사용되고 있는 SCP(super-coiled polymer) artificial muscle을 공부하였다.

5. 참고문헌

- 참고한 동영상: <https://youtube.com/watchv=HPhAGyDceLo>
- 참고한 동영상: <https://www.youtube.com/watch?v=HPhAGyDceLo>
- 참고한 동영상: <https://www.youtube.com/watch?v=Lbg-tQ6FJgQ>
- 참고한 동영상: https://www.youtube.com/watch?v=tTYu_loYPAs
- Ashley-ross, Miriam A. 「Mechanical properties of the dorsal fin muscle of seahorse (*Hippocampus*) and pipefish (*Syngnathus*).」 (*Journal of Experimental Zoology*, 293.6, 2002), 561-577쪽.
- Oliveira, T. P. R., et al. 「Sounds produced by the longsnout seahorse: a study of their structure and functions.」 (*Journal of Zoology*, 294.2, 2014), 114-121쪽.
- Porter, Michael M., et al. 「Why the seahorse tail is square.」 (*Science*, 349.6243, 2015), aaa6683쪽.

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	P.M.B (Pohang Marine Biologist)		
학생명	성수민, 이찬형, 한규리	학교	포항해양과학고등학교
지도교사명	김지영	학교	포항해양과학고등학교

항목	내용
탐구주제	포항 - 부산 - 울산 내항의 생물다양성 조사 및 생태지도 만들기
탐구기간	2018년 6월 2일 ~ 2018년 8월 28일
탐구목적	포항, 부산, 울산 내항의 생물다양성 조사
탐구내용	○포항, 울산, 부산에서 출현하는 난류성 해양생물의 복상과 한류성 해양생물의 분포상황을 모니터링한다. 모니터링 한 자료를 바탕으로 생태지도를 만든다.
탐구결과	○다양한 난, 한류성 해양생물을 채집하였다. 탐구활동 초기에는 한류성 해양생물들이 출현하다가 점점 난류성어종의 출현 비율이 늘어났다.
결론 및 의의	○난류의 영향이 강해지는 7월 말부터 난류성 해양생물의 출현 비율이 급격하게 늘어났다. 난류의 영향이 아열대성 해양생물의 출현에 큰 영향을 미쳤다. 또 해양의 환경이 해양생물에 중요하므로 해양환경을 깨끗하게 보존하는 활동이 필요하다.





탐구 주제	포항 - 부산 - 울산 내항의 난류성 어종 조사와 생태지도 만들기
팀명	P.M.B (pohanh marine biologist)

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 지구온난화로 인해 난류성 어종이 한반도로 북상한다는 뉴스를 접하고 직접 난류성 생물을 채집하여 출현하는 아열대성 어종과 생물다양성을 알아보고자 한다.
- 동한난류의 영향권이며 조경수역인 포항과 쓰시마 난류권의 울산, 부산 내항의 생물다양성과 환경의 차이를 조사하고 한류성 어종¹⁾과 난류성 어종²⁾의 출현 비율을 비교 정리하여 생태지도를 만들어 보고자 한다.

○ 탐구 목적

- 가. 포항 내항에서 출현 하는 난, 한류성 어종과 무척추 동물 그리고 울산, 부산 내항에서 출현하는 난류성 어종과 무척추 동물의 출현 비율을 조사한다.
- 나. 조사한 자료는 한대성, 난류성으로 구분하여 포항과 울산 부산의 출현 비율을 비교한다.
- 다. 포항, 울산, 부산 내항에서 출현하는 어류와 무척추 동물의 생태지도를 만든다.

2. 탐구 내용 및 결과


○ 내용

탐구 장소	탐구내용
<ul style="list-style-type: none"> - 포항의 연안내항 2지역 - 울산의 연안내항 1지역 - 부산의 연안내항 1지역 	<ul style="list-style-type: none"> - 포항, 울산, 부산 연안내항의 어류 및 무척추 동물 채집 기록 - 연안 내항의 환경(수온, 용존산소량, 수질측정키트, pH, 오염정도(쓰레기 수거 정도 등))와 어류 및 무척추 동

1) 한대·아한대(亞寒帶)권 내의 해수역에 분포하는 어류이나 온대권 내의 해수역 또는 담수역(淡水域)에 적응하여 사는 종류도 있다. 연평균수온이 15~16℃ 이하의 수역에 살고 있으며, 난해(暖海)에 사는 어류의 수와 비교하여 종류수는 적지만, 동일 종류 내의 개체수는 많아 수산업상 중요한 종류가 많다. 한해성어류라고도 한다.

2) 난해성 어류라고도 한다. 보통 수온 15~25℃ 내에 사는 어류를 가리킨다. 수온의 범위가 좁은 어류는 그 수온의 수괴(水塊)와 더불어 이동하므로, 회유성 어류라고 한다. 수온 범위가 넓은 어류는 거의 연안에 머물며, 연간의 수온변화에 견디므로 연안성 어류가 된다.

물의 관계 분석
- 동한 난류와 쓰시마 난류권 내항의 생태지도 작성

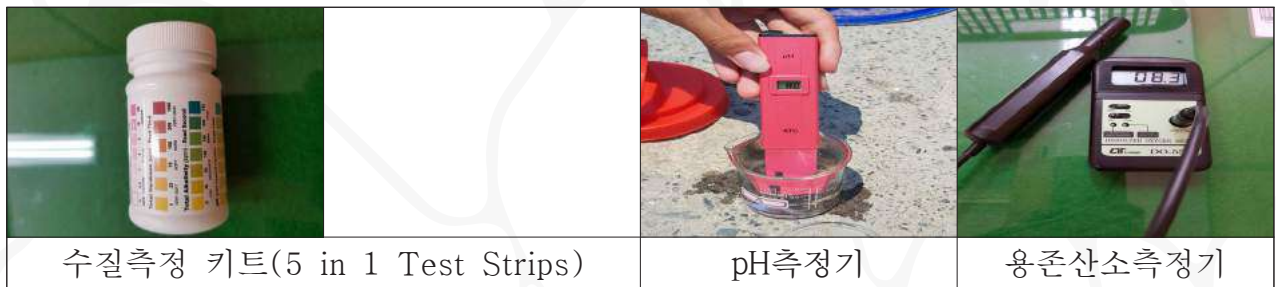
탐구 상세주소	탐구장소 사진 (울산 울주군 서생면 나사리 나사해수욕장)
<ol style="list-style-type: none"> 1. 포항시 북구 흥해읍 용한리 영일만신항북방과제 2. 포항시 북구 흥해읍 칠포리 칠포방과제 3. 울산 울주군 서생면 나사리 나사해수욕장 4. 부산 기장군 장안읍 월내리 월내방과제 	



【그림1】 탐구활동 장소 - 별표 표시

○ 탐구방법

- 가. 뜰채와 죽대, 낚시, 통발 등 다양한 채집도구를 이용하여 내항에 서식하는 어류 및 무척추 동물을 채집
- 나. 채집도구에 의해 채집되어진 쓰레기 수와 종류 확인 및 환경정화 활동 병행
- 다. 온도계, 수질측정 키트(용존산소 측정, 화학적 산소요구량, pH)



【그림2】 수질측정기

	6월 16일	부산 월내방파제
	6월 24일	울산 나사리 해수욕장
7월	7월 1 ~ 7일	자료 정리
	7월 15일	울산, 부산
	7월 26일	포항 칠포방파제
8월	8월 3일	부산, 울산
	8월 8일	포항 칠포 방파제
	8월 26일~ 8월 30일	생태지도 및 최종보고서 작성

○ 결과

- 가. 난류성 어종 사진



돛돔(울산 나사리)



가막베도라치(울산 나사리)



망상어(포항 신항만)



그물코 쥐치(부산
월내방파제)



앞동갈 베도라치(부산
월내방파제)



해마 (부산 월내방파제)

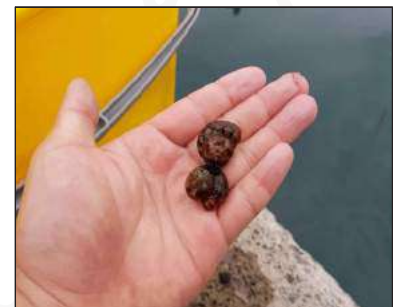
- 나. 무척추 생물 사진



범얼룩갯고사리(난류성)-울산



빨간불가사리 (난류성)-울산



방석고둥 (난류성)-부산



- 다. 관찰 시기별 채집 또는 관찰한 어종 및 무척추 동물

관찰 시기	장소		포항	울산, 부산
	서식수온			
6월	난류성	어류	망상어, 무늬횃대, 복섬, 문치가자미, 노래미, 쥐노래미, 황어, 점망둑, 뽕에돔, 송어, 점베도라치, 물꽃치, 전갱이, 고등어	그물코취치, 어렁놀래기, 흰줄망둑, 해마, 민베도라치, 비늘베도라치, 전갱이, 고등어, 가막베도라치, 무늬횃대, 청베도라치, 노래미, 쥐노래미, 조피볼락, 미역치, 앞동갈베도라치
		무척추동물	갈색꽃해변말미잘, 형광갯민숭달팽이	흑가지거미불가사리, 검은테군소, 안경무늬군소, 아케우스게, 빨강불가사리, 솜털물히, 흑등좁은빨꼬마새우, 긴발줄새우, 두갈래민꽃게
	한류성	어류	도루묵	방어
		무척추동물	섬유세닐말미잘	.
7월	난류성	어류	무늬횃대, 양태, 농어, 망상어, 학공치, 복섬, 흑대기, 보리멸, 두줄망둑, 범돔, 뽕에돔, 자바리, 노랑측수, 전갱이, 고등어, 칠서대	조피볼락, 노래미, 흰점복, 범돔, 무늬횃대, 미역치, 별망둑, 돌돔, 청베도라치, 뽕에돔, 그물코취치, 자리돔, 어렁놀래기, 가막베도라치, 민베도라치,
		무척추동물	청색꽃게, 깨다시꽃게	범얼룩갯고사리, 빨간불가사리, 흑등좁은빨꼬마새우, 아케우스게, 긴발줄새우, 두갈래민꽃게, 포도고등
	한류성	어류또는무척추동물	.	.
8월	난류성	어류	앞동갈베도라치, 복섬, 돌돔, 무늬횃대, 점망둑, 알롱횃대, 백미돔, 두줄베도라치, 전갱이, 고등어, 꼬리줄나비고기, 해포리고기, 노래미, 송어	노래미, 쥐노래미, 청베도라치, 송어, 등줄송어, 돌돔, 복섬, 자바리, 놀래기, 세줄얼게비늘, 비늘베도라치, 꼬마청황, 가시복, 범돔, 황놀래기, 어렁놀래기, 파랑돔, 동갈자돔, 줄자돔, 일곱줄자돔, 꼬리줄나비고기, 롤나비고기, 베가번드나비고기, 두동가리돔, 청줄돔, 두줄베도라치, 쏘롱개, 독가시치, 만새기
		무척추동물	긴발줄새우, 옴발딱총새우,	푸른우산관해파리, 점박이개오지, 처녀개오

	물	끄덕새우	지, 끄덕새우
한류성	어류는 또 무척추 동물	.	.

- 라. 지역별 채집 또는 관찰한 어종 및 무척추 동물 정리

서식수온		장소	포항	울산, 부산
어류	난류성		망상어, 무늬횃대, 복섬, 문치가자미, 노래미, 쥐노래미, 황어, 점망둑, 긴꼬리뱅에돔, 송어, 점베도라치, 물꽃치, 양태, 농어, 학공치, 흑대기, 보리멸, 두줄망둑, 범돔, 뱅에돔, 자바리, 앞동갈베도라치, 돌돔, 알롱횃대, 전갱이, 고등어, 노랑촉수, 칠서대, 백미돔, 두줄베도라치, 꼬리줄나비고기, 해포리고기	그물코쥐치, 어렁놀래기, 흰줄망둑, 해마, 민베도라치, 전갱이, 고등어, 가막베도라치, 자리돔, 놀래기, 세줄얼게비늘, 비늘베도라치, 꼬마청황, 가시복, 범돔, 황놀래기, 어렁놀래기, 파랑돔, 동갈자돔, 줄자돔, 일곱줄자돔, 꼬리줄나비고기, 룰나비고기, 베가번드나비고기, 두동가리돔, 청줄돔, 두줄베도라치, 쏘롱개, 독가시치, 만새기, 무늬횃대, 청베도라치, 노래미, 쥐노래미, 조피볼락, 미역치, 앞동갈베도라치, 흰점복, 범돔, 미역치, 별망둑, 돌돔, 청베도라치, 긴꼬리뱅에돔, 송어, 등줄송어, 자바리
	한류성		도루묵	방어
무척추 동물	난류성		갈색꽃해변말미잘, 형광갯민승달팽이, 긴발줄새우, 음발딱총새우, 깨다시꽃게, 끄덕새우, 청색꽃게	긴발줄새우, 두갈래민꽃게, 포도고등, 흑가지거미불가사리, 검은테군소, 안경무늬군소, 아케우스게, 빨강불가사리, 솜털문히, 범얼룩갯고사리, 흑등좁은빨꼬마새우, 푸른우산관해파리, 점박이개오지, 처녀개오지, 끄덕새우
	한류성		섬유세닐말미잘	.

- 마. 포항 내항

- 1) 포항 신항만에서는 암반 지역과 해조류 사이에 서식하는 무늬횃대와 쥐노래미 등의 어종이 풍부하게 서식하고 있었으며, 이들의 치어를 많이 확인하였는데 개체수가 안정적으로 유지함을 알 수 있었다.

- 2) 포항 칠포 내항은 모래 지역에 잘피류가 많았고 도루묵 등 한류성 어종이 출현하였으며 전갱이와 같은 난류성 어종이 함께 출현하였다.

- 바. 울산 내항

- 1) 울산 지역 나사리 방파제의 경우 내항 안에 해수욕장을 끼고 있었으며, 다양한 저서어종이 출현 하였다. 또한 많은 수의 난류성 어종의 자치어를 확인 할 수 있었는데 어류의 자치어가 서식하기 알맞은 환경이라고 생각한다. 무척추동물의 경우 다양한 갯고사리류와 고둥류 등 비교적 폭 넓게 서식하고 있었다.

- 사. 부산 내항

- 1) 부산 내항의 해마 출현이 점점 줄어드는 양상을 보이는데 서식처 보존을 위한 대책이 필요해 보인다. 무척추동물은 아케우스게나 빨간불가사리 등 주로 암반 지역이나 해초류에 서식하는 종들이 채집 되었다.
- 2) 부산 내항에서 어류는 울산 나사리에 비해 낮은 생물다양성을 보였으며, 여러 어종의 자치어나 많은 개체수의 어종을 확인 하지 못하였고, 송어의 병든 개체가 많이 발견 되었다.
- 3) 부산 내항 6월 탐구 활동 시에는 비교적 적은 수의 해마를 확인 하였으나, 7월의 탐구활동에서는 해마의 출현을 확인 하지 못하였다.

- 아. 환경 조사

- 1) 수질이 생물다양성에 미치는 영향을 조사하기 위해 수질검사 키트를 이용한 수질 키트 검사 결과에서 울산 나사리와 부산 내항의 수질은 모두 좋지 않았다. 특히 부산에서 NO_3^- (Nitrate)가 20ppm으로 기록되었고, 물의 투명도가 좋지 못하고 탁하였다. 내항 양 끝 쪽에는 많은 쓰레기가 모여 있었다.



【그림3】 수질측정 모습



【표1】 수질측정 결과(7.15.)

장소	Nitrate (NO ₃ ⁻)	Nitrite (NO ₂ ⁻)	Total ³⁾ Hardness	Total Alkalinity	pH
울산 나사리	0ppm (safe)	0ppm (safe)	1000ppm (very hard)	720ppm (high)	8
부산 월내리	20ppm (safe)	0ppm (safe)	1000ppm (very hard)	720ppm (high)	9

2) 기상 및 환경

【표2】 2018년 관측일시 수온과 수질

기상 및 환경		관측 일시	풍속	수온	육안으로 관찰된 수질
포항	신항만	6월 2일	4-8 m/s	19.9℃	비교적 깨끗함
	칠포	6월 11일	5-10 m/s	19.3℃	비교적 깨끗함
	칠포	7월 26일	3-7 m/s	22.4℃	비교적 깨끗함
	칠포	8월 8일	7-11 m/s	28.6℃	비교적 깨끗함
울산, 부산	부산 월내방파제	6월 16일	7-11 m/s	19.2℃	기름이 많이 떠 있음
	울산 나사리	6월 24일	4-7 m/s	18.6℃	비교적 깨끗함
	울산 나사리	7월 15일	4-7 m/s	20.9℃	악취가 나고 색깔이 불투명함
	부산 월내방파제	8월 3일	3-7m/s	26.5℃	물이 탁함

※ 풍속과 수온은 바다타임 사이트 참고함.

3) Total Hardness(총경도總硬度) - 물의 세기를 나타낸 말로 물 속에 녹아 있는 칼슘(Ca²⁺), 마그네슘(Mg²⁺) 등의 2가 이온에 의해서 유발되는데, 이 이온들의 총량을 탄산칼슘(CaCO₃) ppm으로 환산한 값으로 나타내고 물의 경도는 일시경도와 영구경도로 나뉜다. 2가의 이온이 중탄산염과 결합해 있으면 일시경도 또는 탄산경도라고 하는데, 이는 끓임에 의해 경도의 제거가 가능하기 때문이다. 그러나 영구경도는 황산염이나 질산염과 같은 비탄산염으로 녹아 있어 끓여도 제거가 되지 않는다. 일시경도와 영구경도를 합한 것으로 통상적으로 경도라고 하는 것은 전경도를 가리킨다. 경도의 요인 물질은 지질에서 생기는 경우가 많지만 폐수 또는 해수의 혼입에 의해 일어나기도 한다.

【표3】 2016년 ~ 2017년도 8월평균 표면 수온⁴⁾

	동해	남해	비고
2016년도	27~28℃	24~30℃	
2017년도	24~27℃	25~29℃	

2017년은 2016년에 비해 8월 평균 표면수온은 동·남·서해 1~1.5℃ 낮게 나타나며, 전년에 서해는 전체적으로 1~1.5℃ 높은 분포를 보였으며, 동해 연안은 비슷한 분포를 띄지만 근해역은 1℃ 이상 높은 분포를 보였다고 한다.

2018년도에는 서해안과 남해안에 고수온주의보가 발령(2018년 8월 30일)되는 등 작년 대비 평균 수온이 상승함을 확인할 수 있었다.

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결과요약

【표4】 결과 요약

탐구장소	탐구내용
포항 내항	<ul style="list-style-type: none"> - 비교적 난류와 한류성 어종이 다양하게 관찰 - 한류성 무척추생물이 분포함 - 암반 지역과 모래 지역이 적절하게 섞여있는 환경이었으며 갈피와 해초가 많이 자라 여러 생물이 숨을 곳이 많은 좋은 환경이었음
울산, 부산 내항	<ul style="list-style-type: none"> - 대부분 다양한 난류성 어종이 관찰됨 - 난류성 무척추생물이 주로 분포함 - 수질이 좋지 않았음

- 6월의 포항에서는 난류성 어종 중 온대성 어종의 출현이 많았으며 난류성 어종과 한류성 어종이 동시에 출현하였다. 부산에서는 온대성 어류와 아열대성 어종의 출현이 많았으며 아열대성 어종의 출현 비율이 높았다. 포항에서는 난류성 무척추동물과 한류성 무척추동물이 동시에 출현 하였다. 부산에서는 난류성 무척추동물의 출현이 매우 높았다.

7월 포항에서는 난류성 해양생물이 6월에 비해 많이 출현 하였다. 전체적으로 다양한 어류가 출현하였다. 부산에서는 난류성 무척추동물이 많이 출현 하였다.

8월의 포항에서는 새로운 난류성 어종이 출현 하였다. 부산에서는 아주 다양한 난류성 어류를 만날 수 있었고 새로운 무척추동물도 출현하였다. 출현 종수를 정리하면 아래 표와 같다.

4) 국립수산물과학원 위성해양정보실에서 수신한 NOAA위성 관측 표면수온 자료 분석



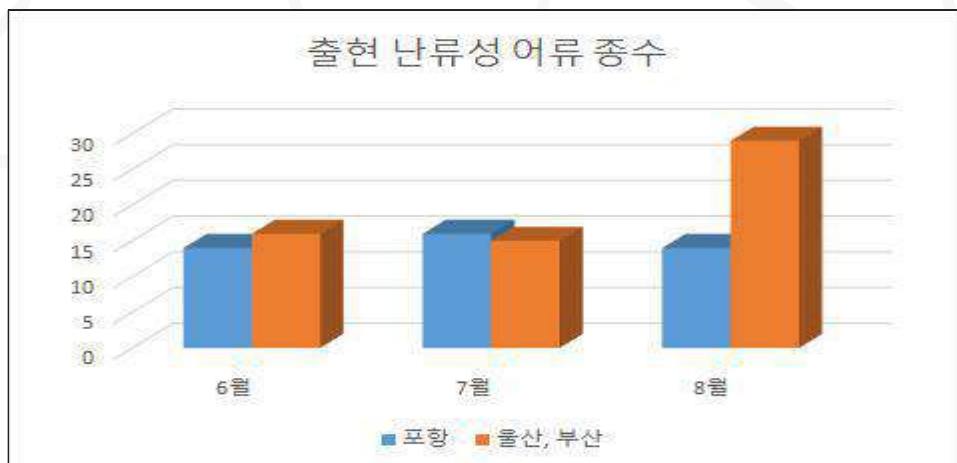
【표5】 월별 출현 종수 합계표

관찰 시기	장소		포항 연안	울산, 부산 연안	합계	비고
	서식수온					
6월	난류성	어류	14종	16종	28종	중복 2종
		무척추동물	2종	9종	11종	
	한류성	어류	1종	1종	2종	
		무척추동물	1종	.	1종	
7월	난류성	어류	16종	15종	28종	중복 3종
		무척추동물	2종	7종	9종	
	한류성	어류 또는 무척추동물	.	.	0	
8월	난류성	어류	14종	29종	36종	중복 7종
		무척추동물	3종	4종	6종	중복 1종
	한류성	어류 또는 무척추동물	.	.	0	

그림 1

【표6】 출현 종수 결과표

장소		포항 연안	울산, 부산 연안	합계	비고
서식수온					
어류	난류성	32종 (아열대성 어종 2종 포함)	48종 (아열대성 어종 10종 포함)	64종	중복 16종
	한류성	1종	1종	2종	
무척추동물	난류성	7종	15종	20종	중복 2종
	한류성	1종	.	1종	



【그래프1】 출현 난류성 어류 종수 월별, 지역별 비교

○ 결론

- 6월에는 난류성 해양생물과 한류성 해양생물이 동시에 출현한 반면에 7월에는 점차 난류성 해양생물의 출현 빈도가 높아졌으며 8월부터는 난류성 해양생물의 출현이 급격하게 늘어났다.

난류의 영향이 세지는 8월부터는 난류성 어종의 출현 빈도가 높아지고 우리나라의 해역에도 아열대성 또는 열대성 해양생물이 출현함을 확인 할 수 있었다.

환경에 적응하며 생활하고 있는 다양한 어종을 채집, 관찰하는 활동 중에 죽은 해양생물을 쉽게 발견할 수 있었다. 우리는 해양생물을 잘 보존하고 지키지 않으면 우리나라의 조경수역과 같은 좋은 환경도 파괴되고 결국 우리에게 나쁜 영향을 미칠 것이다. 해양생물의 중요성을 알고 해양환경에 관심과 함께 환경보전을 위해 더 노력해야겠다.

○ 의의[기대효과]

- 포항 - 울산 - 부산 연안내항의 생물다양성을 직접 조사함으로써 우리 고장과 인근 연안내항의 생태지도를 직접 만들 수 있었다.

이러한 활동을 통하여 해양생물에 대한 지식과 탐구력을 바탕으로 해양 생물 연구자의 자세를 익히고, 우리 해양생물자원의 중요성과 환경보전의 필요성을 체험하고 알리는 효과가 있을 것으로 본다.

내항은 다른 해역보다 비교적 유속이 느리고 바닷물의 유동이 적은 곳이다. 그렇기 때문에 어류의 치어 사육장으로 많이 이용되고 있고, 다양한 어류의 치어를 채집할 수 있었다. 초기 생활사가 밝혀지지 않은 어류의 치어를 채집하여 초기 생활사 연구에 기초자료가 될 수 있으며, 외해에 비해 비교적 안정적으로 채집할 수 있기 때문에 표본을 제공하기 용이하다. 이렇듯 내항은 학술적으로 중요한 위치에 있다.

또한 내항은 해수의 흐름이 밖에서 안으로 흐르기 때문에 해양쓰레기가 내항 안쪽으로 모인다. 이에 따라 그물을 이용하여 해양쓰레기를 효과적으로 청소할 수 있다. 지구온난화로 인해 이미 제주도 연안에서는 난류성 미기록종 어류 및 무척추생물이 잇따라 발견됨에 따라 탐구 장소에서도 미기록종 어류 및 무척추생물 발견의 가능성을 배제 할 수 없다. 또한 조사기간 중 미기록종 어류인 민베도라치를 발견하였고 나비고기와 어류의 미기록종 베가번드나비고기 (국명 미정)를 확인 하였다. 그 외에 다른 미기록종도 발견할 가능성이 높은 것으로 기대된다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 계획된 장소는 포항 7군데 울산, 부산 7군데로 지정하였으나, 파도가 많이 치거나 바람이 많이 부는 등 채집에 악조건이 있었다. 그리고 날씨가 덥고 습하여 많은 탐구활동에는 무리가 있어서 계획된 탐구일정을 다 소화하지 못하였다. 또 한 장소에



서 4시간을 채집, 관찰하는 것을 동일하게 지키려고 하였으나 여건에 따라 지키지 못한 곳도 있었다. 육안으로 관찰은 할 수 있었지만 관찰한 모든 어종과 무척추동물을 채집하기 어려웠다.

탐구활동 수행 시 많은 장소를 이동하면서 탐구활동을 수행하기가 힘들어서 같은 날 또는 같은 시간 대, 다른 장소에서 어종과 환경을 비교하는 활동을 할 수 없었던 점이 아쉬웠다. 또 다른 계절에는 어떤 어종들이 출현할지 궁금하다.

○ 알게 된 점

- 해양쓰레기가 내항 환경에 미치는 영향을 직접 측정하여 확인 하였다.

기존 해마가 많이 서식하였던 울산과 부산 내항에서 해마의 서식을 확인하기 어려웠다. 항구 내에 기름이 많이 떠다니고 여러 물고기의 사체가 발견되는 등 내항의 환경이 점점 악화되는 것을 느꼈다.

내항에서는 어류의 성어보다 자치어가 많이 서식하는데 이들은 주로 무리지어 다니거나 해초에 숨는 등 다양한 생존전략을 선택 하였다.

치어가 성장 후 외해로 나가게 되면 다른 어류의 치어가 그 자리를 대신하게 된다.

쓰시마난류권의 내항에서는 난류성 어종의 비율이 높게 나타났고 동한난류권의 내항에서는 난류성어종과 한류성어종이 동시에 출현하였다.

난류의 영향이 커지는 7월 말 부터는 다양한 난류성 어종이 출현하였으며 포항과 울산, 부산 모두 난류성 어종의 출현 비율이 높게 나타났다.

5. 참고문헌

- 최윤(2002), [한국의 바닷물고기], 교학사
- 명정구(2010), [우리바다 어류도감], 예조원
- 한송헌(2015), [한국 제주도에서 채집된 청줄돔과 어류1 미기록종], 한국어류학회 학술지

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	Starfish and Star		
학생명	김다영, 박은서, 유영주, 조민형	학교	대전동신과학고등학교
지도교사명	전철홍	학교	대전동신과학고등학교

항목	내용
탐구주제	극피동물의 결합조직에 대한 연구 및 이를 활용한 면진설계 구조 고안
탐구기간	2018년 07월 03일 ~ 2018년 08월 17일
탐구목적	○불가사리에 존재하는 캐치결합조직을 관찰하고 그 구조를 파악한다. 이 구조를 활용하여 기존의 면진구조와는 차별화된 면진층 구조를 설계한다.
탐구내용	○불가사리의 유연성, 뒤틀림 운동을 관찰하여 캐치결합조직의 구조를 파악하였다. 이를 이용하여 면진 구조를 3D 모델링을 통해 설계한다. 면진 구조와 건물을 3D 프린터로 출력한 후 설계한 면진 구조의 효율을 기존의 면진 구조와 비교하여 측정하였다. 측정방법은 'Sensor Kinetics'라는 스마트폰 어플을 사용하여 시간에 따른 가속도를 측정하는 방법을 택하였다.
탐구결과	○각 가속도의 최대와 최소를 구하고 면진구조와 캐치결합조직 면진구조의 차이를 평균 내어 측정한 결과 x축 가속도는 캐치결합조직 면진 구조가 평균 $2.4m/s^2$ 낮은 가속도를 보였고, y축 가속도는 $0.99m/s^2$ 낮은 가속도를 보였다.
결론 및 의의	○진동에 대한 가속도를 저감하기 위해서는 새로 설계한 캐치결합조직 면진 구조가 더 효과적인 것으로 보여졌다. 이는 캐치결합조직 면진 구조의 유연한 골편과 견고한 캐치결합조직의 얽힘 관계에 의한 높은 변형 능력과 복원 능력에 의한 것으로 판단되었다. 따라서 캐치결합조직 면진 구조를 실제 건물에 적용시키면 기존의 면진 구조보다 효율적인 면진 설계의 모델을 제안할 수 있다.





탐구 주제	극피동물의 결합조직에 대한 연구 및 이를 활용한 면진설계 구조 고안
팀명	Starfish and Star

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 극피동물은 고생대 캄브리아기 때에 등장하여 지금도 지구의 모든 바다에 살고 있다. 극피동물은 이동성이 작고 느린 특성을 가지고 있는데 어떻게 오랜 세월동안 생존할 수 있는지에 조사를 해보았다. 극피동물의 껍데기는 작은 골편으로 나뉘어 있고 골편끼리는 ‘캐치결합조직’으로 결합되어 있다. 이 결합조직은 극피동물의 유연성을 뛰어나게 하고 탄산칼슘 뼈로 이루어져 있어 쉽게 잡아먹히지 않는다. 결합조직은 탄산칼슘으로 이루어져 있지만 골편과 결합함으로써 극피동물은 유연성을 갖게 된다. 이러한 특징에 대해 비슷한 것이 없을까? 하고 조사하던 중 면진 장치가 가진 특징과 비슷하다는 것을 알았고 이 결합조직을 면진설계에 활용하면 좋겠다는 생각을 하게 되었다. 최근 우리나라의 지진 발생 빈도가 점점 증가하고 있다. 하지만 우리나라는 건축물의 내진 설계에 대한 규제가 강하지 않기 때문에 지진에 대한 대비책이 불충분하다. 이에 우리는 극피동물의 ‘캐치결합조직’을 활용하여 기존의 구조와는 차별화된 면진설계를 고안하고자 한다.

○ 탐구 목적

- 극피동물 중 불가사리를 통해 극피동물의 캐치결합조직을 분석한다. 실체현미경을 이용하여 불가사리에 존재하는 캐치결합조직을 관찰하고, 그 구조를 파악한다. 이 구조를 활용하여 구조물과 지반 사이의 면진 층의 구조를 설계하여 기존의 구조와 차별화된 면진설계 구조를 고안한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 면진 구조

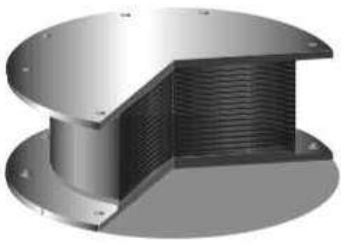
- 면진구조는 지진파가 가지고 있는 주파수를 장주기화 시키고 큰 에너지를 감소시켜 지진을 피하는 시스템으로 일반적으로 면진고무를 사용한다. 면진고무를 설치한 면진층에서 지진동의 에너지를 흡수하고, 건축물에 입력되는 지진동을 저감시킨다. 대지진이 발생할 경우 지진파에 의한 변위를 면진고무가 부담하여 건축물의 구조적인 손상을 방지한다.

- 면진 구조를 실현하기 위한 면진장치는

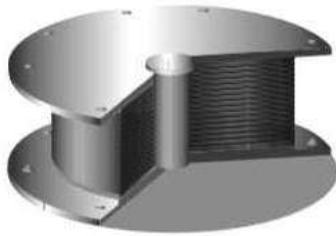
- 수직방향으로는 구조물의 중량을 지지할 수 있는 높은 강성
- 수평방향으로는 고유주기를 장주기화 할 수 있는 낮은 강성(큰 변형 능력)
- 내력
- 복원능력
- 감쇠성능 등을 필요로 한다.

즉, 면진 장치가 큰 변형 능력을 가지고 복원능력을 가질 때, 면진 구조를 실현할 수 있다.

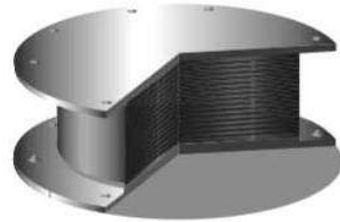
- 기존의 면진 장치는 일반적으로 면진고무를 사용한다. 면진고무는 강판과 얇은 고무로 상호 적층하여 접착한 것으로 수직하중에 대해서는 고무의 변형을 강판으로 구속함으로써 높은 강성과 내력을 얻고, 수평방향의 힘에 대해서는 고무의 전단변형이 구속되지 않기 때문에 낮은 강성과 큰 변형능력을 얻게된다.



[그림 1] 천연고무계 적층 고무



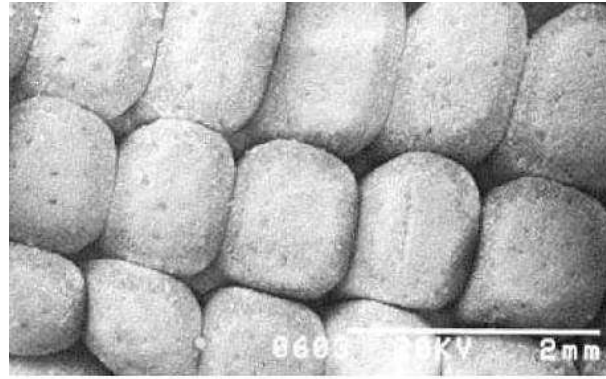
[그림 2] 납삽입계 적층 고무



[그림 3] 고감쇠계 적층 고무

- 새로운 면진 구조 설계

- 불가사리의 몸 표면에는 작은 골편들이 뺨뺨이 늘어서 있고, 골편 바로 아래의 캐치결합조직에 의해 골편끼리 연결되어 있다. 이 캐치결합조직의 움직임에 의해 무수히 많은 골편들이 재배치 되면서 큰 변형능력과 복원 능력을 가지는 것이다. 따라서 이러한 골편과 캐치결합조직 사이의 상호적인 관계를 유연한 골편은 면진고무, 탄산칼슘으로 이루어져 단단한 캐치결합조직은 강판역할을 하며 면진 구조에 그대로 적용할 것이다.
- 얇고 유연하여 높은 변형 능력을 가진 골편층은 고탄력, 고탄성을 가지고 낮은 강성을 가진 TPU(Thermoplastic Poly Urethane)를 사용하여 출력하고, 얇고 높은 강성을 가진 캐치결합조직층은 균일하고 높은 강성을 가져 수축 현상이 적은 PLA(PolyLactic Acid)를 사용한다. 이 두가지를 상호 적층하여 제작하면 여러 층이 힘을 받아 변형됨과 동시에 골편의 재배치가 이뤄지면서 강한 복원능력을 가져 면진 장치를 이룰 수 있다.



[그림 4] 별불가사리의 뻘뻘하게 연결된 골편

면진 고무 층	골편 층	TPU
강판 층	캐치결합조직 층	PLA

표 1 실제 면진구조와 대응되는 층

- 면진 구조 효율 측정

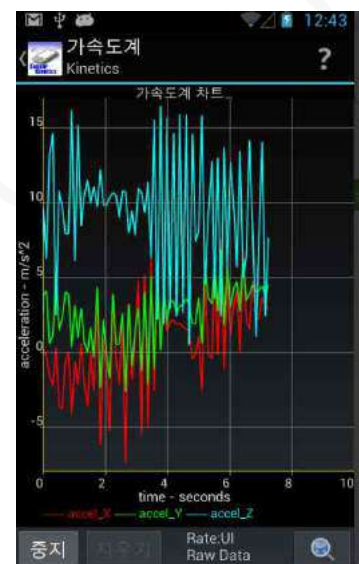
- 설계한 면진 구조의 효율을 측정하기 위해 면진 장치를 도입하지 않은 건축물, 기존의 면진 구조를 도입한 건축물, 직접 설계한 면진 구조를 도입한 건축물, 총 3가지의 건축물에 대해 진동 실험을 할 예정이다. 건축물은 우리나라의 건축물 중 대표적인 저층아파트의 주요 특징을 도입하여 3d 프린터를 이용해 설계할 예정이다.
- 건축물에 진동 장치를 이용해 동일한 크기의 진동을 준다. 스마트폰의 가속도 센서 앱을 이용하여 건물 상층부에 올려놓은 뒤 일정한 진동을 줬을 때 가속도 변화를 측정하여 면진 구조의 효율을 측정할 것이다.



[그림 5] 가속도 측정 앱 Sensor Kinetics



[그림 6] 앱 기능

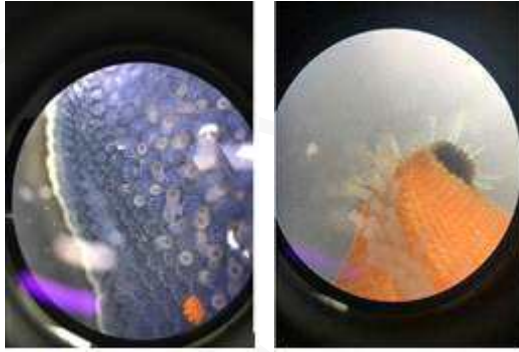


[그림 7] 가속도 측정

○ 방법

- 극피동물 관찰

- 앞서 말한 듯이 면진 장치가 큰 변형 능력을 가지고 복원능력을 가질 때, 면진 구조를 실현할 수 있다. 따라서, 새로 설계한 면진 장치에 적용할 극피동물의 변형 능력과 복원 능력을 검증하기 위해 대표적인 극피동물 중 불가사리를 선정하여 본 실험을 진행하였다.
- 우선 실제 현미경을 사용하여 불가사리의 유연한 움직임을 2배율로 관찰했다.



[그림 8] 앞면

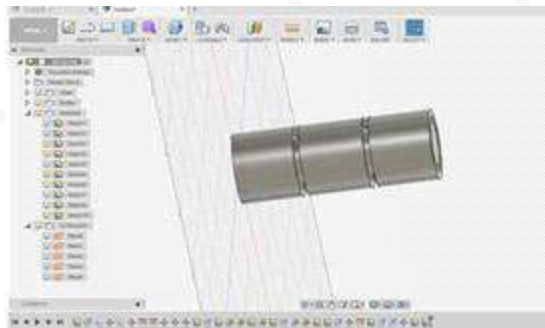
[그림 9] 뒷면

- 다음으로 불가사리 팔 단면의 골편과 캐치결합조직을 관찰했다.

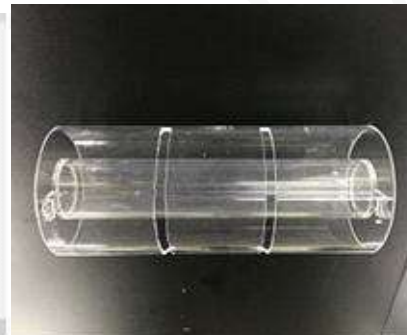


[그림 10] 불가사리 팔의 단면을 육안으로 관찰한 모습

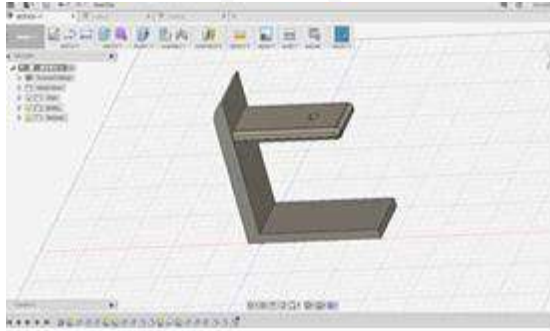
- 극피동물의 특성인 뒤틀림 운동과 유연성을 관찰하기 위해 새로운 실험 장치를 3d modeling을 통해 고안하고 아크릴로 제작하였다.



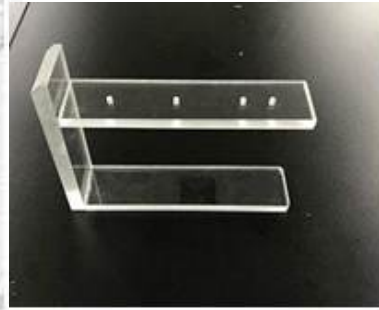
[그림 11] 뒤틀림운동 관찰 모델링



[그림 12] 뒤틀림 운동 관찰 장치

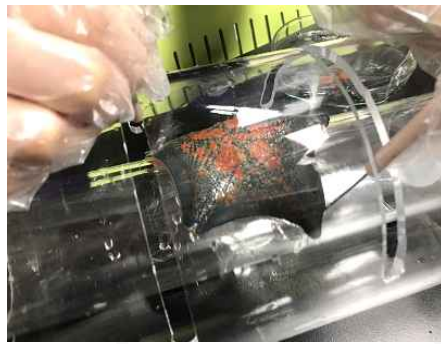


[그림 13] 유연성관찰 장치 모델링



[그림 14] 유연성관찰 장치

· 제작한 아크릴을 이용하여 불가사리의 뒤틀림운동과 유연성을 관찰하였다.



[그림 15] 불가사리의 뒤틀림 운동 관찰



[그림 16] 불가사리의 유연성 관찰

- 면진 구조 설계

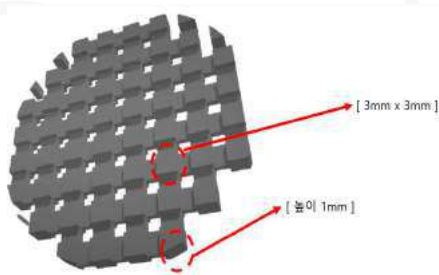
· 3D 모델링은 Autodesk사의 ‘Fusion 360’ 프로그램을 활용하였으며, 3D 프린팅 장비는 Vistech사의 ‘Vis-Mega’ 와 Cubicon사의 ‘Single Plus’ 를 사용하였다.

· 1) 1차 면진구조

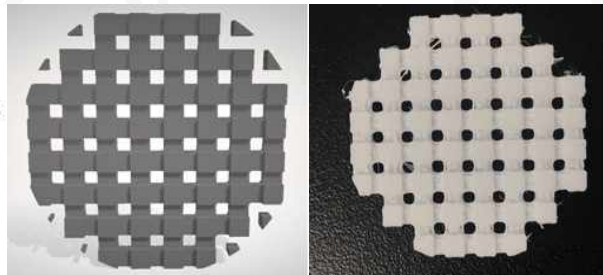
1차 면진구조는 골편과 캐치결합조직이 위아래로 맞닿는 구조로 설계하였다.

· 1차 캐치결합조직 층

1차 캐치결합조직 층은 골편조직과 위아래로 맞닿게 하기 위해 높이 1mm씩 튀어나오도록 했다.



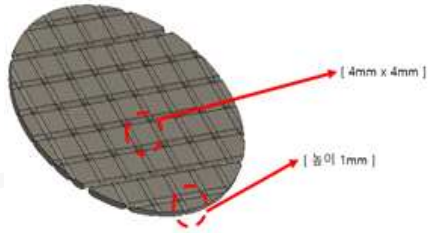
[그림 17] 1차 캐치결합조직층 규격



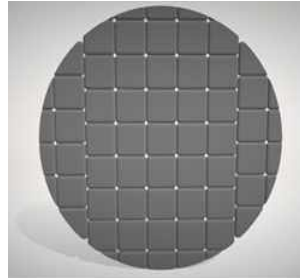
[그림 18] 1차 캐치결합조직층 [그림 21] PLA로 출력한 1차 결합조직층

• 1차 골편 층

1차 골편 층은 실제 불가사리의 끝이 둥근 직사각형 모양의 작은 골편들이 모여 있는 구조를 도입하였다.



[그림 22] 1차 골편층 규격

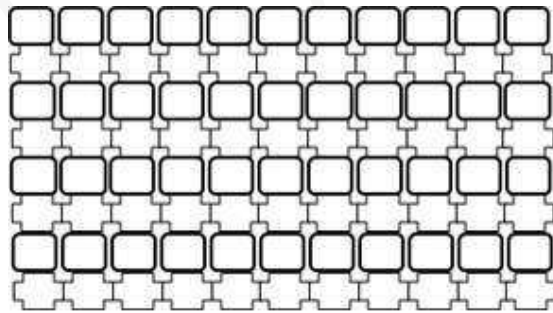


[그림 23] 1차 골편층



[그림 24] TPU로 출력한 1차 골편층

- 종류가 다른 필라멘트를 사용하여 골편과 결합조직의 특징은 나타낼 수 있었다. 그림 24는 1차 면진 구조를 골편 층과 캐치결합조직 층을 적층했을 때 예상 모습이다.



[그림 25] 예상 1차 면진 구조의 골편과 결합 조직이 얹힌 모습

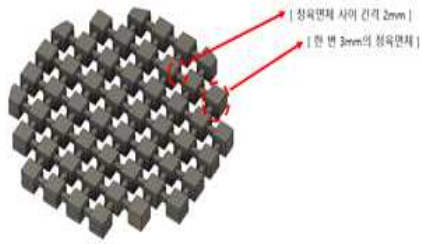
- 하지만 실제 3D 프린터를 이용해 출력한 결과 1차 면진 구조는 골편과 캐치결합 조직이 얹혀있는 구조가 복원능력과 변형능력에 기여를 하지 못한다 판단하였다. 따라서 본 연구자는 골편과 캐치결합조직의 구조에 의한 유연성을 확실하게 표현할 수 있는 구조를 생각해냈다.

• 2) 2차 면진 구조

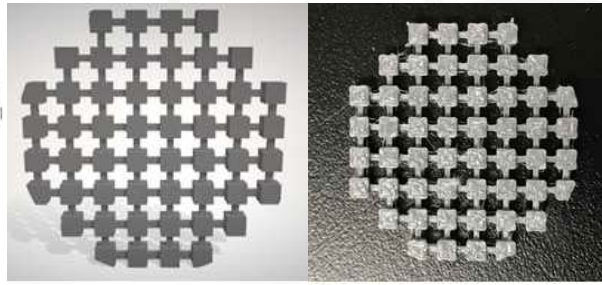
1차 면진 구조의 문제점을 보완하고자 2차 면진 구조는 불가사리의 골편과 캐치결합조직이 얹혀있는 구조가 높은 복원 능력과 변형 능력을 가질 수 있도록 설계하였다.

• 2차 캐치결합조직 층

2차 캐치결합조직 층은 불가사리의 골편을 엮을 수 있도록 공간을 두고 설계하였다.



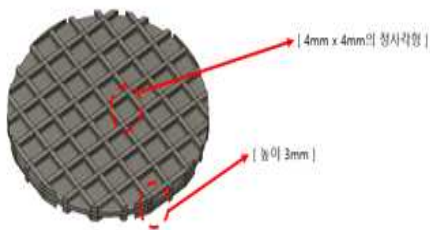
[그림 26] 2차 캐치결합조직층 규격 조직층



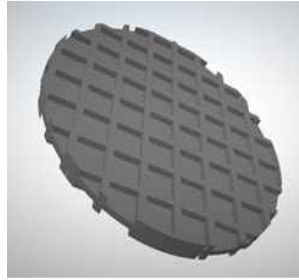
[그림 27] 2차 캐치결합 [그림 28] PLA로 출력한 2차 결합조직층

· 2차 골편 층

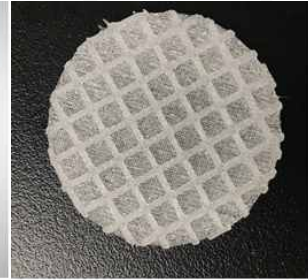
2차 골편 층은 1차 골편층의 직사각형 골편조각을 바탕으로 캐치결합조직과 얹힐 수 있도록 각 골편의 끝이 1mm씩 튀어 나오도록 설계하였다. 또한, 면진구조의 제일 윗부분과 아랫부분을 담당하는 골편층의 한 면은 매끈하게 설계하였다.



[그림 29] 2차 골편층 규격



[그림 30] 2차 골편층



[그림 31] TPU로 출력한 2차 골편층

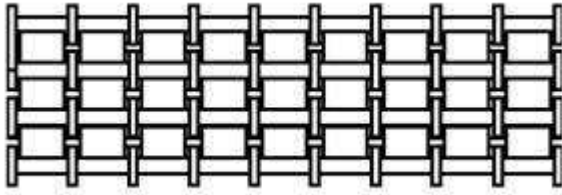


[그림 32] 바닥부분



[그림 33] 중간부분

· 출력한 결합조직층 4개, 골편층 5개를 적층하여 높이 17mm의 면진 구조를 제작하였다(그림 3).



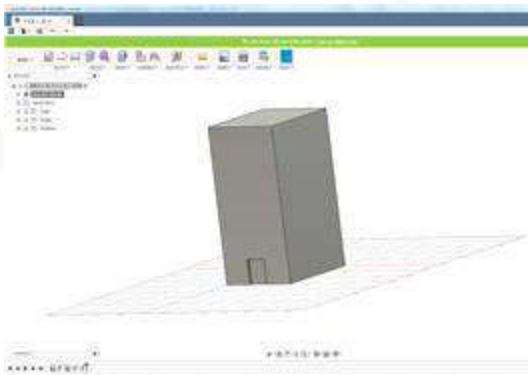
[그림 34] 2차 구조의 적층 모습(그림)



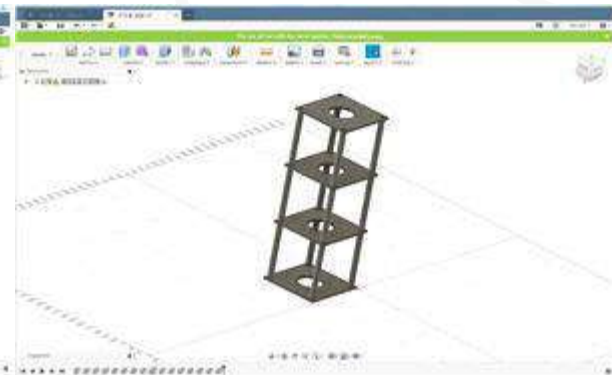
[그림 35] 2차 구조의 적층 모습(실제)

- 건물 모델링

- 캐치 결합 조식을 활용한 구조물과 일반 구조물의 진동 비교 실험을 위해서 3D 모델링 및 프린팅을 통해 구조물을 제작하였다. 3D 모델링은 Autodesk사의 'Fusion 360' 프로그램을 활용하였으며, 3D 프린팅 장비는 Vistech사의 'Vis-Mega'와 Cubicon사의 'Single Plus'를 사용하였다. 사용한 필라멘트는 PLA소재를 사용하여 건물 구조물을 출력하였다.
- 건물의 경우 총 3층의 구조로 모델링 하였으며, 1차 모델링에서는 건물을 그림 1과 같이 모델링하였다. 그러나 3D 프린터가 인쇄할 수 있는 구조물의 크기가 제한되어 있고, 또한 사용할 수 있는 필라멘트의 개수가 제한되어 있어 1차 모델을 부품화 및 경량화하여 2차 모델을 제작하였다. (그림 2)

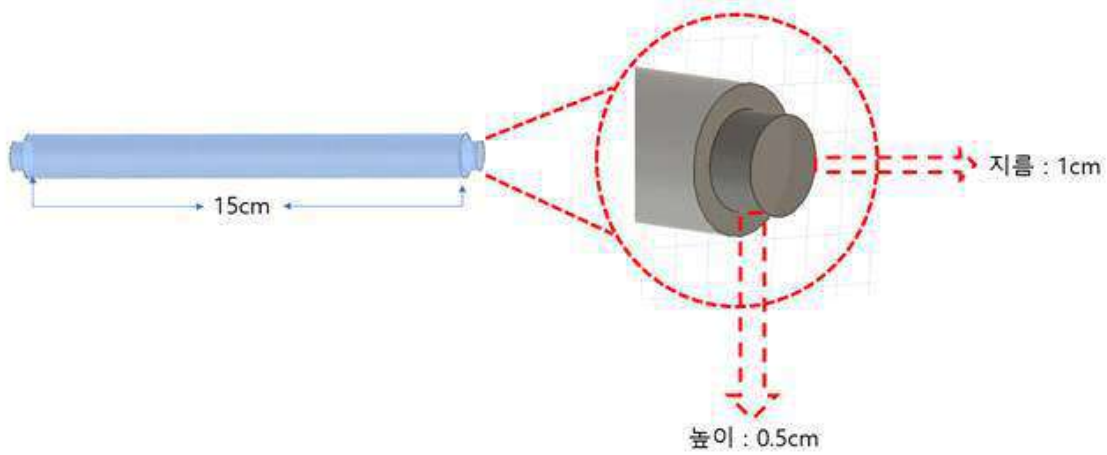


[그림 31] 구조물 1차 모델링

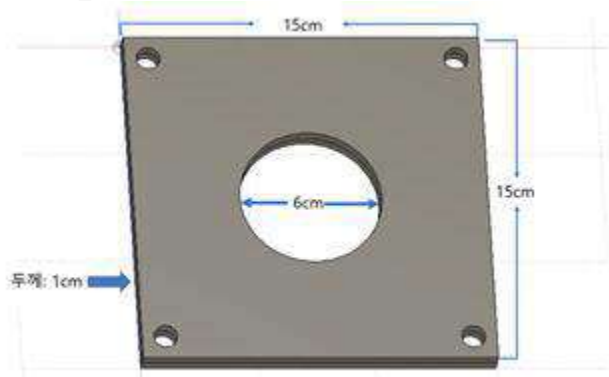


[그림 32] 구조물 2차 모델링

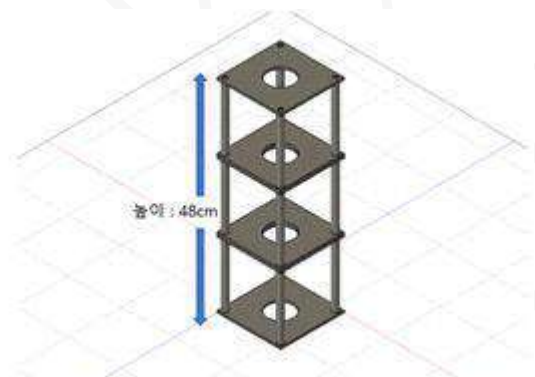
- 2차 모델링에서는 기둥과 층들을 각각 모델링 한 후 부품 별로 출력한 후 그림 2와 같이 조립하여 실험에 사용하였다. 그림 3은 2차 모델링 파일을 출력하여 2개의 구조물을 조립한 사진이다.
- 그림 3, 4, 5는 각각 기둥과 층, 그리고 전체적인 구조물의 치수를 나타낸 것이다.



[그림 33] 구조물 기둥의 치수



[그림 39] 층 블록 치수



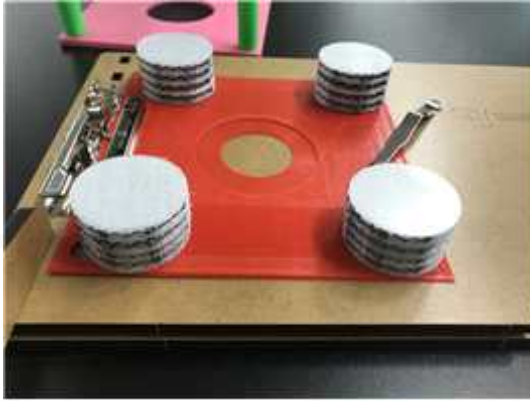
[그림 40] 전체적인 건물 구조

- 설계한 면진 구조의 효율 측정

<실험 - 가속도 측정>

3D 프린터를 이용하여 제작한 두 구조물에 가속도 센서를 부착한 후 가속도 변화를 측정하는 방법으로 설계한 면진구조의 효율을 기존의 면진구조와 비교하였다.

- ① 진동장치에 기존 면진 구조를 도입한 건축물과 직접 설계한 면진 구조를 도입한 건축물을 부착한다.
- ② 하중을 늘리기 위해서 800g추를 각 층마다 하나씩 올려놓는다.
- ③ 스마트폰에서 Sensor Kinetics(가속도 측정 앱)을 실행시킨 후 건축물 상층부에 스마트폰을 올려놓는다.
- ④ 동일한 크기의 진동을 가한다.
- ⑤ 4번의 반복 실험을 거친 후 가속도 결과를 비교 분석하여 직접 설계한 면진 구조의 효율성에 대해 탐구한다.



[그림 41] 진동장치에 면진구조물을 부착하는 모습



[그림 42] 가속도를 측정하기 전 실험 장치 모습

○ 결과

- 우리는 본 실험에서 수컷값을 측정하기 위해 ‘Sensor Kinetics’ 라는 스마트폰 어플을 사용하여 시간에 따른 가속도를 x축과 y축 방향으로 나누어 총 8회 측정하였다. 그리고 각 가속도의 최대와 최소의 차를 구하고 그 값의 면진구조와 캐치결합조직 면진구조의 차이를 평균 내어 효율을 측정하였다.

1차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	14.05	-10.35	24.40	11.64	-9.50	21.14	3.26
y축	4.75	-3.75	8.50	4.02	-3.67	7.69	0.79

표 2 1차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

2차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	13.11	-8.56	21.67	9.06	-10.40	19.46	2.21
y축	1.83	-3.83	5.66	2.46	-2.40	4.86	0.8

표 3 2차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

3차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	9.84	-9.66	19.50	9.07	-7.99	17.06	2.44
y축	2.51	-3.15	5.66	2.46	-2.53	4.99	0.67

표 4 3차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

4차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			가속도 차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	9.25	-7.91	17.16	6.77	-7.15	13.2	3.24
y축	1.16	-3.37	4.53	1.59	-2.48	4.07	0.46

표 5 4차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

5차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			가속도 차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	9.19	-10.72	19.91	8.77	-7.97	16.74	3.17
y축	2.60	-2.96	5.56	1.63	-3.35	4.98	0.58

표 6 5차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

6차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			가속도 차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	9.25	-9.29	18.54	8.33	-7.73	16.06	2.48
y축	2.88	-3.51	6.39	1.92	-2.73	4.65	1.74

표 7 6차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

7차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			가속도 차이
	최대	최소	최대-최소	최대	최소	최대-최소	
x축	10.70	-12.61	23.31	10.93	-11.19	22.12	1.19
y축	2.70	-4.06	6.76	1.88	-2.58	4.46	2.30

표 8 7차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

8차 실험	기존면진 구조			캐치결합조직 구조			가속도 차이
	최대	최소	최대- 최소	최대	최소	최대- 최소	
x축	11.23	-9.89	21.12	9.59	-10.34	19.93	1.19
y축	2.28	-2.77	5.05	2.43	-1.71	4.14	0.91

표 9 8차 실험결과. x축과 y축에 가속도의 최대와 최소의 차이. 그 값의 기존면진 구조와 캐치결합조직 구조 사이의 차이

회차	1	2	3	4	5	6	7	8	평균	표준편차
x축	3.26	2.21	2.44	3.24	3.17	2.48	1.19	1.19	2.40	0.79
y축	0.79	0.80	0.67	0.46	0.58	1.74	2.30	0.91	1.03	0.61

표 10 가속도 차이의 평균과 표준편차

- Grubbs 시험을 통한 보정

- y축 가속도 중 7회차 실험의 가속도는 $2.30m/s^2$ 으로 평균과 매우 큰 차이를 가져 이상점으로 의심된다. 이 이상점에 대한 판단은 Grubbs 시험을 통해 알 수 있으며 다음과 같다.

$$G_{\text{계산}} = \frac{|\text{의심스러운값} - \bar{x}|}{\sigma} \quad (\bar{x}: \text{평균}, \sigma: \text{표준편차})$$

- 의심스러운 값 = 2.3, \bar{x} :2.03, σ :0.61 일 때 $G_{\text{계산}} = 2.082$ 로 오른쪽 표에서 관찰수 8일 때 95% 신뢰에서의 $G=2.032$ 보다 크므로 의심스러운 값은 95%의 확률로 버릴 수 있다.

TABLE 4-5 Critical values of G for rejection of outlier

Number of observations	G (95% confidence)
4	1.463
5	1.672
6	1.822
7	1.938
8	2.032
9	2.110
10	2.176
11	2.234
12	2.285
15	2.409
20	2.557

따라서 표 10의 실험값은 다음과 같이 변할 수 있다.

회차	1	2	3	4	5	6	7	8	평균	표준편차
x축	3.26	2.21	2.44	3.24	3.17	2.48	1.19	1.19	2.40	0.79
y축	0.79	0.80	0.67	0.46	0.58	1.74	2.30	0.91	0.99	0.42

표 11 Grubbs 시험을 통해 보정한 가속도 평균과 표준편차

- 분석 정리

- 표 11은 기존의 면진구조와 캐치결합조직 면진 구조의 x,y축에서의 가속도의 최대, 최소와 그 크기의 합의 차이를 8회의 실험에 대한 평균을 보여주고 있다. x축 가속도를 보면, 캐치결합조직 면진 구조가 기존 면진 구조에 비해 평균 $2.40m/s^2$ 더 낮은 가속도를 보였다. y축 가속도를 보면, 캐치결합조직 면진 구조가 기존 면진 구조에 비해 평균 $0.99m/s^2$ 더 낮은 가속도를 보였다.

○ 팀원의 담당 역할

이름	역할
김다영	사전자료조사, 실험수행, 진동 실험 계획, 보고서 작성
박은서	사전자료조사, 실험수행, 실험결과 자료정리 및 분석, 보고서 작성
유영주	사전자료조사, 실험수행, 면진 구조 3D 모델링, 보고서 작성
조민형	사전자료조사, 실험수행, 진동 실험 건물 3D 모델링, 보고서 작성

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 본 연구에서는 극피동물의 결합 조직에 대하여 면진 장치의 적용유무에 따른 진동 특성을 비교, 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.
 - 극피동물(불가사리)의 골편과 결합조직을 관찰하고 들의 얽힌 구조를 면진 구조에 적용시켜 큰 복원능력과 변형능력을 가진 새로운 면진 구조를 설계할 수 있다.
 - x축 가속도는 캐치결합조직 면진 구조가 기존 면진 구조보다 2.40m/s^2 작게 나타났다.
 - y축 가속도는 캐치결합조직 면진 구조가 기존 면진 구조보다 0.99m/s^2 작게 나타났다.
 - 진동에 대한 가속도를 저감하기 위해서는 새로 설계한 캐치결합조직 면진 구조가 더 효과적인 것으로 사료된다.
 - 이는 캐치결합조직 면진 구조의 유연한 골편과 견고한 캐치결합조직의 얽힌 관계에 의한 높은 변형 능력과 복원 능력에 의한 것으로 판단된다.

○ 의의(기대효과)

- 극피동물의 결합 조직을 면진 구조에 적용시켜 높은 변형 능력과 복원 능력을 가짐으로써 기존의 면진 구조보다 좋은 효율을 얻을 수 있었다.
- 본 연구에서는 PLA와 TPU를 사용하여 면진 장치를 제작하였지만 실제 면진 구조에 사용되는 재료를 적용하면 더 좋은 효과가 나타날 것이다.
- 진동 실험을 통해 효율을 비교한 것 뿐 만 아니라 전단 압력계를 사용하여 면진 구조물의 강도를 측정하면 더 자세한 효율을 측정할 수 있을 것이다.
- 실제 재료를 적용하여 제작한 결합조직 면진 구조를 실제 건물에 적용시켜 면진 장치로서 기능할 수 있을 것이다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 먼저 해양생물을 준비하고 관리하는 과정에서 어려움이 있었다. 실험에 어떤 생물을 사용할지 선정하는 것이 까다로웠고 선정 후에도 불가사리와 해삼의 상태를 꾸준히 체크하여 관리하는 것이 힘들었다. 또한, 현재 찾을 수 있는 논문이나 선행자료 중, 캐치결합조직에 대한 자료가 많이 부족하여 사전조사를 하는 과정에 무리



가 있었다. 실험을 하는 도중에 몇 번의 시행착오가 있었는데, 실제현미경을 보고 캐치결합조직을 찾는 과정에서 다른 부분이 캐치결합조직인줄 착각하여 실험을 다시 진행한 경우가 있었다. 그래서 좀 더 많은 양의 정보를 검색하여 실험을 재설계하고 다시 진행하였다. 또한 진동장치를 이용한 실험을 할 때 같은 크기의 진동을 가해주는 것이 까다로웠고 건축물이 진동장치에 잘 부착되지 않아 어려움을 겪었다.

- 본 실험을 통해 불가사리의 유연성이 뛰어난 또 다른 이유를 알게 되었다. 불가사리의 경우, 캐치결합조직 뿐만 아니라 불가사리의 겉 표면이 아주 세밀한 골편들로 나누어져 있어서 더 유연하게 움직일 수 있다는 사실을 관찰할 수 있었다. 또한 진동장치 실험 결과 캐치결합조직을 이용하여 설계한 면진 구조가 기존의 면진 구조보다 진동 감쇠 효과가 뛰어나다는 사실을 통해 캐치결합조직을 면진 구조뿐만 아니라 충격에 따라 유동적으로 움직여야 하는 구조물에 폭넓게 적용할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

○ 기타

- 처음 연구를 진행할 때는 대표적인 극피동물 중 해삼과 불가사리를 선정하여 연구를 진행하였지만 해삼을 관찰하던 중 해삼의 골편과 캐치결합조직 관찰이 어렵고 면진구조에 적용하기 어려워 불가사리의 결합조직만 면진구조에 도입하기로 하였다.

5. 참고문헌

- Tatsuo, Morokawa. Stiffness of starfish arm and involvement of catch connective tissue in the stiffness change. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology. Volume 100, Issue 2, 1991, Pages 393-397
- Tatsuo, Morokawa. 코끼리의 시간, 쥐의 시간
- DRB 동일. 면진 시스템
- 이상호 외 3인. 「면진장치를 적용한 플랫 플레이트 구조물의 응답특성 평가를 위한 진동대 실험」. 대한건축학회 논문집-구조계 27. 2011. 29-38쪽
- 정환동 외 4인. 「건물일체형 풍력발전기에 대한 면진기법 적용 연구」. 대한건축학회 논문집-35. 2015. 365-366쪽
- 이창계 외 1인. 「변형률 완화기법을 이용한 면진 장치 고무재료의 수치 해석」. 대한건축학회 학술발표대회 논문집-37. 2017. 702쪽
- 천영수 외 1인. 「국내 면진건축의 현재와 미래」. 대한건축학회-52. 2008. 70-73쪽
- 김기철 외 2인. 「면진위치에 따른 돔 주교물의 지진 응답」. 대한건축학회 학술발표대회 논문집. 2016. 1680-1682쪽

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	성계. Murry		
학생명	서준배, 유동석, 차승연, 최효재	학교	대전동신과학고등학교
지도교사명	전철홍	학교	대전동신과학고등학교

항목	내용
탐구주제	성계 껍질을 이용한 중금속의 흡착 탐구
탐구기간	2018년 6월 4일 ~ 2018년 8월 29일
탐구목적	○성계의 껍질은 CaCO_3 로 이루어져 있어서 중금속을 잘 흡착할 수 있다. 따라서 버려지는 성계 껍질을 이용하여 폐수 속의 중금속을 흡착할 수 있음을 보이고, 그의 효율을 탐구해 보았다.
탐구내용	○금속M과 CO_3^{2-} 이온이 만나서 MCO_3 를 형성하고, 이를 이용하여 중금속의 농도를 줄일 수 있다. 따라서 중금속 각각과 산업폐수 조건에서 성계껍질의 흡착능력을 살펴보고, 현재 흡착제로 많이 사용되고있는 흑연과 착능력을 비교함으로써 성계 껍질의 흡착제로써의 활용 가능성을 탐구하였다.
탐구결과	○성계 분말을 이용하여 진행한 중금속 흡착 실험을 진행하였다. 일반적으로 80분간 흡착을 진행하였을 때 성계 가루에 의해 대부분 중금속이 흡착되었고, 활성탄에서는 약 30분 만에 중금속을 최대로 흡착할 수 있었다. 그러나 약 0.000125mol의 중금속은 흡착하지 못하는 것으로 보여졌다. 이를 해결하기 위해 성계 가루와 중금속을 2:1로 혼합하여 실험한 결과, 거의 모든 중금속을 흡착할 수 있었다.
결론 및 의의	○우리는 이번 탐구 결과가 일반 활성탄 필터에 사용되는 활성탄이 흡착할 수 있는 중금속의 양이 비교적 적다는 한계를 극복하기 위하여 성계 껍질을 사용할 수 있을 것이라고 생각하였다. 따라서, 적절한 비율을 계속 배합해가며 실험을 진행함으로써 더욱 높은 효율의 정수 필터까지도 제작하여 기존 활용도가 낮았던 성계 껍질을 재활용할 수 있을 것이라고 생각하였다.





탐구 주제	성게 껍질을 이용한 중금속의 흡착 탐구
팀명	성게.Murry

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 우리는 5월 8일부터 5월 11일까지 제주도로 자연탐사활동을 다녀왔다. 꽃자왈, 성산일출봉, 송악산 중 한 곳을 직접 골라 해당하는 곳에 가 연구활동을 하였다. 그 중에서도 성산일출봉에서 우리는 곳곳에 버려진 ‘성게 껍질’을 관찰할 수 있었다. 우리는 먼저 신기한 모양새에 흥미를 가지고, 이러한 성게 껍질이 제주도의 해녀분들이 성게를 채취해 껍질만 따로 모아놓는다. 이러한 과정에서 성게 껍질이 바다로 떠내려와 성산일출봉까지 도착한다는 사실을 알 수 있었다.
- 우리는 이러한 사실을 토대로 ‘성게 껍질을 이용할 방법이 없을까?’에 대하여 고민해 보았다. 그러던 와중, 학교에서 앙금 생성 반응을 이용해 다양한 금속 이온을 흡착할 수 있다는 사실을 배운 것이 떠올랐다.
- 그래서 성게 껍질의 주 성분을 찾아보았고, 이러한 성게 껍질의 주 성분이 CaCO_3 라는 것을 알 수 있었다. 여기서 학교에서 배웠던 내용인 CaCO_3 가 Ca^{2+} 와 CO_3^{2-} 로 해리되고, CO_3^{2-} 가 금속 이온 M와 반응하여 MCO_3 를 형성한다는 것을 이용하여, 성게 껍질 분쇄물을 이용하여 중금속을 흡착하는 방법을 생각해 보았다.

○ 탐구 목적

- 매년 사용되는 성게의 양은 2500톤 정도이다. 성게의 생식소 부위를 제외한 껍질은 80%정도이다. 따라서, 매년 버려지는 성게 껍질의 양은 2000톤이다(2010년 기준). 그러나 요즘 성게의 개체군이 감소 추세에 있고, 성게의 양식이 어렵다는 점에서 현 시점에서는 1500톤 정도의 성게 껍질이 버려진다고 생각하였다.
- 만약 이러한 성게 껍질을 잘 활용할 수 있다면, 더 나은 재활용 방안을 만들어내 새로운 부가가치를 창출해 낼 수 있게 될 것이라고 생각한다.
- 기존에는 성게 껍질이 바다에 녹아서 생태계에서 순환돼 사용되었는데, 이번 연구를 통해 이러한 성게 껍질이 실제로 흡착제로 활용될 수 있음이 밝혀진다면 더 효율적으로 성게 껍질을 활용할 수 있을 것이라고 생각한다. 더불어 산업적으로 사용되고 일반쓰레기 등으로 분류되어 처리비용을 지불하고 처리하고 있는 성게 껍질 등에 대해 부과되던 비용을 줄이고 오히려 새로운 자원으로써의 활용을 제안함

으로써 경제적인 이득까지도 바라볼 수 있을 것이라고 생각한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 본 탐구는 성게 껍질의 중금속 흡착 능력을 분석하고, 이러한 성게 껍질의 중금속 흡착 능력이 기존의 중금속 흡착제로 많이 쓰이는 활성탄(Activated Charcoal)과 비교하였을 때 어떻게 되는지에 대하여 살펴보기로 하였다. 그리고 실제로 정수 공정에 사용되기 위해서는 본 실험에 사용한 감압 여과 방식 이외에 더 효율적인 공정이 필요할 것이라고 생각하였는데, 더욱 효율적으로 중금속 흡착을 할 수 있는 방법에 대해서 살펴보았다. 본 탐구의 내용을 순서대로 정리하자면, 다음과 같다.
 - 성게 껍질에서 사용 가능 부위 정하기
 - 성게 껍질은 성게의 입, 성게의 가지, 성게의 몸체로 나뉘는데, 이 중에 어떤 부분을 사용할 수 있을 것인지 알아보기 위해 CaCO_3 로 이루어진 부분만을 골라내었다.
 - 성게 껍질을 사용하는 형태 정하기
 - 성게 껍질을 잘게 갈아 분말 형태로 만들었다.
 - 성게 껍질을 이용하여 중금속 흡착하기
 - 성게 껍질을 분말 형태로 가공하여 30℃의 항온조 상에 있는 중금속 용액과 성게 껍질을 반응시켜 그 반응 시간에 따른 중금속 흡착량 변화를 관찰하였다. 이 때, 변인은 반응하는 액체의 종류로 두고 그 외의 것들을 통제한 상태에서 진행하였다.
 - 활성탄(Activated Charcoal)을 이용하여 중금속 흡착하기
 - Powder Activated Charcoal을 이용하여 30℃의 항온조 상에 있는 중금속 용액과 성게 껍질을 반응시켜 그 반응 시간에 따른 중금속 흡착량 변화를 관찰하였다. 이 때 변인은 반응하는 액체의 종류로 두고 그 외의 것들을 통제한 상태에서 진행하였다.
 - 성게 껍질-활성탄 혼합물을 이용하여 중금속 흡착하기
 - 성게 껍질과 활성탄을 적절한 비율로 섞어 30℃의 항온조 상에 있는 중금속 용액과 성게 껍질을 반응시켜 그 반응 시간에 따른 중금속 흡착량 변화를 관찰하였다. 이 때, 변인은 반응하는 액체의 종류로 두고 그 외의 것들을 통제한 상태에서 진행하였다.

○ 방법

- 성게 껍질에서 사용할 수 있는 부위 결정하기
 - 우리가 사용하고자 하는 부위는 성게 껍질 중 CaCO_3 로 이루어진 부분이다. 그리고 CaCO_3 는 HCl과 반응하여 기체가 발생하는데, 이러한 반응을 이용하여 사용할

수 있는 부위를 결정하기로 하였다. 우선 성계를 입, 가시, 몸통 부분으로 나누고, 이 각 부분에 HCl을 떨어뜨림으로써 기체가 발생하는 부분만을 취하여 사용하기로 하였다.

그 결과, 각 부위 모두에서 기체가 발생해 성계의 전체 부분을 사용하기로 하였다.

- 성계 껍질 사용을 위한 전처리

- 성계 껍질을 Powder 형태로 사용하기로 결정하였고, 성계 껍질을 막자사발을 이용하여 적당히 으갠 후에 이들을 핸드 블렌더를 이용해 갈아낸 후, 체를 이용하여 한 번 더 거르고, 막자사발로 더 고운 가루가 될 때까지 뺏아서 성계 껍질 powder를 만들어 내었다.



[그림 1] 막자사발로 으갠 모습



[그림 2] 핸드 블렌더로 처리하는 모습



[그림 3] 만들어진 성계 껍질 분말의 모습

- 실험 1: 성계 껍질을 이용하여 중금속 흡착하기

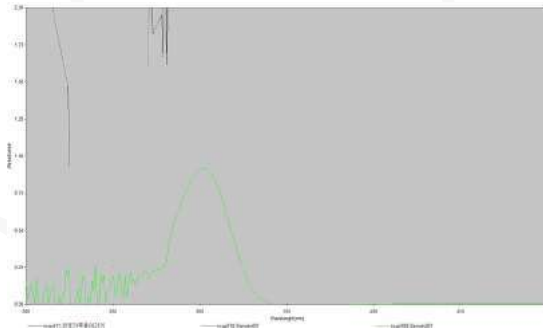
- 가공된 성계 껍질을 30°C의 6% 중금속 액체에 넣어서 10분 간격으로 흡착된 중금속의 양을 측정한다. 그 실험 방법은 다음과 같다.
- 1. 항온조를 이용하여 30°C로 6% 중금속 액체를 맞춰 놓는다.
- 2. 1의 용액에 성계 껍질 분말을 3g 넣는다.
- 3. 10분간 기다린 뒤 감압 여과하여 성계 껍질을 제외한 액체 부분만을 취한다.
- 4. 10분간 더 기다린 뒤 다시 감압 여과하여 해당 액체 부분만을 취한다.
- 5. 3과 4 사이의 간격에 중금속 농도를 분석한다.

- 실험 2: 활성탄(Activated Charcoal)을 이용하여 중금속 흡착하기

- 일반적으로 정수 과정에서 잘 이용되는 중금속 흡착제인 활성탄(Activated Charcoal)을 사용하여 성계가루의 흡착능을 검증해 보고자 하였다. Powder Activated Charcoal 3g을 계량하여 30°C의 중금속 6% 용액에 넣은 후, 흡착 양상을 관찰한다. 다만, 활성탄의 경우 그 흡착 속도가 매우 빠르기 때문에 측정하는

시간 간격을 10분이 아닌 5분으로 하였다. 실험 과정은 성게 가루를 이용한 것에서 성게 가루를 활성탄으로 바꾸어 시행하면 된다.

- 실험 3: 성게 껍질-활성탄 혼합물을 이용하여 중금속 흡착하기
 - 성게 껍질과 활성탄을 2:1 비율로 섞어서 혼합물에 의한 중금속 흡착 양상을 관찰해 보고자 하였다. 성게 가루와 활성탄이 합쳐졌을 때 활성탄 흡착에서 관찰되는 문제점인 약 $1.5 \times 10^{-4} \text{mol}$ 의 중금속을 흡착하지 못한다는 점을 해결할 수 있을 것이라고 생각하였다. 또한, 성게 가루에서는 성게 3g에 의하여 생성되는 Ca의 양을 제한 거의 모든 중금속이 흡착되었다는 점에서 이들이 상호 보완적으로 작용할 수 있을 것이라고 생각하였다. 실험 방법은 성게 가루를 이용한 것에서 성게 가루를 혼합물로 바꾸면 된다.
- 중금속 양의 분석 방법
 - 중금속 양을 측정하는 분석 방법은 초기에는 총중금속량 검출 키트를 사용하려고 하였으나, 그 해석 방법이 너무 정성적이어서 정량적인 데이터를 얻을 방법이 필요하다고 생각하였다. 그리고 그러한 방법으로 UV-Vis Spectrometer로 측정한 Absorbance Graph의 최대 흡수 파장 변화를 측정하여 Beer's law에 의하여 중금속 함량을 분석하려고 하였다. 그러나 λ_{max} 가 측정되는 파장대에서의 데이터가 매우 불안정하다는 사실을 알 수 있었고, 따라서 자외선-가시광선 분광광도계를 사용한 방법을 대체할 방안을 생각해 보았다.



[그림 4] UV-Vis Spectrometer을 통해 측정한 그래프이다.

- 그래서 UV-Vis Spectroscopy 대신 EDTA 적정을 통한 총중금속 함량 분석을 수행하기로 하였다.
- 이 때, 실험 방법은 다음과 같다.
 1. 항온조를 이용하여 30°C로 6% 중금속 액체를 맞춰 놓는다.
 2. 1의 용액에 성게 껍질 분말을 3g 넣는다.
 3. 10분간 기다린 뒤 감압 여과하여 성게 껍질을 제외한 액체 부분만을 취한다.
 4. 10분간 더 기다린 뒤 다시 감압 여과하여 해당 액체 부분만을 취한다.
 5. 3과 4 사이의 간격에 0.05M EDTA를 이용한 적정을 수행한다.



[그림 5] 성게 가루를 뿌린 모습



[그림 6] 감압 여과를 하는 모습



[그림 7] EDTA 적정 수행 전



[그림 8] EDTA 적정 수행 후

· 해당 데이터를 해석하는 방법은 다음과 같다.

EDTA는 여섯자리 리간드로, 금속과 1:1로 반응하기 때문에 사용된 EDTA 양이 곧 남아있는 금속의 양과 같다고 해석할 수 있다. 그리고 본 실험에서는 0.05M EDTA를 사용하였다. 따라서, 다음이 성립한다.

$$0.05\text{mol/L} \times U_{\text{used}}\text{mL} = 0.0005\text{mol} \times \text{Metal}$$

단, U는 사용한 EDTA의 양이고, Metal은 중금속의 양이다.

이를 이용하여 중금속의 농도를 분석할 수 있다.

○ 결과

- 폐수에서 중요하게 다뤄지는 성분인 중금속 Cr, Ni, Pb에 대해서는 개별적인 실험을 진행하였고, 산업 폐수에서 많이 나오는 5개의 중금속인 Cr, Ni, Pb, Cu, Cd를 혼합한 용액에 대하여 추가로 실험을 진행하였다. 모든 실험은 3회씩 반복 실험하였고, 그래프를 그려 분석할 때에는 평균값을 사용하였다. 추세선으로는 지수형의 추세선을 그리고 해당 식을 표시하였다. 이 때 R^2 값이 일반적으로 9.1 이상인 것으로 보아, 해당 추세선 및 그래프를 통한 분석은 신뢰도가 있다고 생각하였다. 또한, 오차 범위로써 표준편차 값을 사용하였다.

- 실험 1 수행 결과(성게 껍질 흡착 결과)

크로뮴	단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
	10min	21.2	23	21.6	21.93
	20min	13.8	14.9	13.3	14
	30min	9.6	10.1	8.9	9.53
	40min	5.9	6.8	7.3	6.66
	50min	5	5.3	6.4	5.56
	60min	4.6	4.4	5.3	4.76
	70min	3.9	3.5	4.2	3.86
	80min	4.1	3.1	3.8	3.66

시간에 따라 사용된 EDTA
Cr, 성게

중금속이 10분에서 0.01mol 존재하였고, 80분이 지나서는 0.00155mol 존재하였다. 그런데 성게 껍질 3g에서 나오는 Ca의 양(Ca는 몸에 유용한 미네랄에 포함되기 때문에, 중금속으로 보지 않았다.) 0.00145mol을 제하면 실제로는 0.0001mol 정도의 중금속밖에 존재하지 않게 된다. 이는 거의 모든 흡착이 일어났다고 볼 수 있다.

니켈	단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
	10min	22.1	22.9	21.4	22.13
	20min	14.7	13.4	13.5	13.86
	30min	9.7	10.2	8.9	9.6
	40min	5.5	6.3	6.4	6.233
	50min	4.8	5.6	5.9	5.433
	60min	4.4	4.7	4.9	4.666
	70min	3.3	3.7	4.6	3.866
	80min	3.1	3	3.6	3.233



남

시간에 따라 사용된 EDTA

Ni, 성게

EDTA 양 (mL)

시간(10분)

$y = -9.054\ln(x) + 20.63$
 $R^2 = 0.965$

10분 때 0.01105mol 존재하였던 중금속이 80분에 도달해서는 0.0014mol이 존재하였고, 성게 가루의 영향을 제한다면 중금속이 모두 제거되었다고 해석할 수 있었다.

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
10min	21.1	22.3	21.6	21.66
20min	15.6	14	14.1	14.56
30min	10.2	9.8	9	9.666
40min	6	6.7	7.4	6.7
50min	5.6	5.1	6.5	5.733
60min	4.7	5.1	4.7	4.833
70min	3.7	3.1	4.3	3.7
80min	2.9	3.5	3.6	3.333

시간에 따라 사용된 EDTA

Pb, 성게

EDTA 양 (mL)

시간(10분)

$y = -8.96\ln(x) + 20.652$
 $R^2 = 0.9756$

10분 때 0.0108335mol 존재하였던 중금속이 80분에 도달해서는 0.0001665mol이 존재하였고, 성게 가루의 영향을 제한다면 중금속이 모두 제거되었다고 해석할 수 있었다.



혼합 용액

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
10min	27.2	25.2	26.5	26.3
20min	18.3	16.7	18.1	17.7
30min	11.4	10.3	12.3	11.33
40min	7.3	6.1	7.2	6.866
50min	4.6	4.2	5.1	4.633
60min	3.5	3.9	5	4.133
70min	2.9	3.5	4.2	3.533
80min	2.9	3	2.9	2.933

시간에 따라 사용된 EDTA

Mix, 성게

10분 때 0.01315mol 존재하였던 중금속이 80분에 도달해서는 0.0014665mol 이 존재하였고, 성게 가루의 영향을 제한다면 중금속이 0.0006665mol로 거의 모두 제거되었다고 해석할 수 있었다.

구분

- 실험 2 수행 결과(활성탄 흡착 결과)

크로뮴

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
5min	1	0.9	1	0.966667
10min	0.5	0.6	0.5	0.533333
15min	0.4	0.4	0.5	0.433333
20min	0.3	0.2	0.2	0.233333
25min	0.3	0.3	0.2	0.266667
30min	0.3	0.2	0.3	0.266667

시간에 따라 사용된 EDTA

Cr, A.C.

활성탄은 성게가루보다 훨씬 더 빠른 속도로 크로뮴을 흡착하는 모습을 보여주었다. 그러나 0.0011665mol의 중금속을 흡착하지 못하는 한계점 역시도 발견되었다.



니켈	단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
	5min	1.1	0.8	0.9	0.933333
	10min	0.4	0.5	0.7	0.533333
	15min	0.4	0.4	0.5	0.433333
	20min	0.3	0.3	0.5	0.366667
	25min	0.2	0.3	0.2	0.233333
	30min	0.2	0.2	0.3	0.233333

시간에 따라 사용된 EDTA
Ni, A.C.

니켈에서도 활성탄은 성계가루보다 훨씬 더 빠른 속도로 크로뮴을 흡착하는 모습을 보여주었다. 그러나 약0.0011665mol의 중금속을 흡착하지 못하는 한계점 역시도 크로뮴과 같이 나타났다.

납	단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
	5min	1.1	0.9	0.8	0.933333
	10min	0.7	0.8	0.5	0.666667
	15min	0.4	0.4	0.5	0.433333
	20min	0.3	0.3	0.2	0.266667
	25min	0.3	0.2	0.3	0.266667
	30min	0.2	0.2	0.3	0.233333

시간에 따라 사용된 EDTA
Pb, A.C.

납에서도 활성탄은 성계가루보다 훨씬 더 빠른 속도로 크로뮴을 흡착하는 모습을 보여주었다. 그러나 약0.0011665mol의 중금속을 흡착하지 못하는 한계점 역시도 위의 두 중금속과 같이 나타났다.



혼합 용액

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
5min	2.5	2.1	1.7	2.1
10min	1.2	1.3	0.8	1.1
15min	0.6	0.4	0.9	0.633333
20min	0.2	0.4	0.5	0.366667
25min	0.3	0.7	0.1	0.3
30min	0.3	0.2	0.2	0.233333

시간에 따라 사용된 EDTA
Mix, A.C.

혼합 용액에서도 활성탄은 성계가루보다 훨씬 더 빠른 속도로 크로뮴을 흡착하는 모습을 보여주었다. 그러나 약0.0011665mol의 중금속을 흡착하지 못하는 한계점 역시도 위의 두 중금속과 같이 나타났다. 그러나 기존의 용액들보다 초반에 흡착하는 중금속의 양이 더 적어졌다는 특징이 두드러지게 나타난다.

- 실험 3 수행 결과(혼합 용액 흡착 결과)

크로뮴

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
10min	25.4	23.3	25.2	24.63
20min	15.2	16.6	15.5	15.76
30min	9.4	10.8	9.5	9.9
40min	6.8	5.5	5.9	6.066
50min	4.6	5.3	4.1	4.666
60min	3.9	3.5	2.7	3.366
70min	4	2.8	2.4	3.066
80min	2.3	1.7	1.6	1.866

시간에 따른 EDTA양
Cr, Mix(2:1)

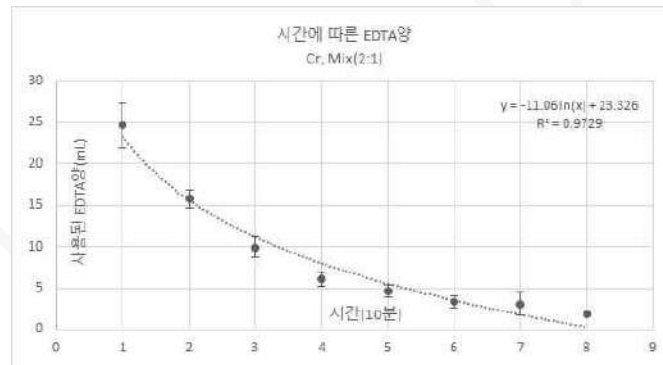
크로뮴에 대한 성계-활성탄 혼합물의 흡착 양상을 관찰해 보았을 때, 초반

구분

에는 활성탄의 영향이 크게 작용하여 비교적 빠른 흡착 양상을 보였으며, 시간이 지나며 성계가루의 영향이 크게 작용하여 느리지만 많은 양의 중금속을 흡착하는 양상을 보였다. 이것은 활성탄의 단점을 성계가 보완하는 양상이라고 보았다.

니켈

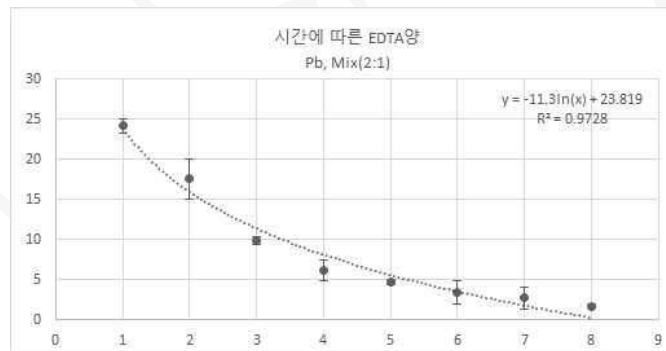
단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
10min	25.4	23.3	25.2	24.63
20min	15.2	16.6	15.5	15.76
30min	9.4	10.8	9.5	9.9
40min	6.8	5.5	5.9	6.066
50min	4.6	5.3	4.1	4.666
60min	3.9	3.5	2.7	3.366
70min	4	2.8	2.4	3.066
80min	2.3	1.7	1.6	1.866



니켈에 대한 성계-활성탄 혼합물의 흡착 양상을 관찰해 보았을 때, 초반에는 활성탄의 영향이 크게 작용하여 비교적 빠른 흡착 양상을 보였으며, 역시 시간이 지나며 성계가루의 영향이 크게 작용하여 느리지만 많은 양의 중금속을 흡착하는 양상을 보였다.

납

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
10min	24.9	23.6	24.1	24.2
20min	18.9	16.8	17.2	17.633
30min	10.2	9.4	10.3	9.966
40min	7.1	6.1	5.5	6.23
50min	4.7	5.1	4.3	4.7
60min	4.2	3.7	2.5	3.46
70min	3.7	2.5	2.1	2.766
80min	2.1	1.6	1.5	1.73

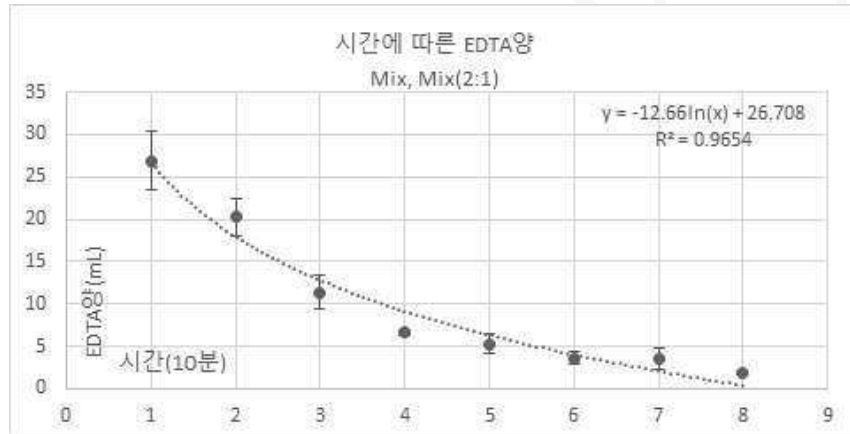




납에 대한 성게-활성탄 혼합물의 흡착 양상을 관찰해 보았을 때, 초반에는 앞에서와 같이 활성탄의 영향이 크게 작용하여 비교적 빠른 흡착 양상을 보였으며, 역시 시간이 지나며 성게가루의 영향이 크게 작용하여 느리지만 많은 양의 중금속을 흡착하는 양상을 보였다.

단위: mL	1st	2nd	3rd	평균
10min	25.5	28.1	27.1	26.9
20min	20.1	21.4	19.3	20.266
30min	11.4	10.3	12.3	11.33
40min	6.8	6.2	6.8	6.6
50min	5.1	4.6	6.1	5.266
60min	4.3	3.4	3.2	3.633
70min	3	3.2	4.5	3.566
80min	1.9	1.6	2.1	1.866

혼합 용액



혼합물에 대한 성게-활성탄 혼합물의 흡착 양상을 관찰해 보았을 때, 초반에는 앞에서와 같이 활성탄의 영향이 크게 작용하여 비교적 빠른 흡착 양상을 보였으며, 역시 시간이 지나며 성게가루의 영향이 크게 작용하여 느리지만 많은 양의 중금속을 흡착하는 양상을 보였다. 다만 다른 중금속에 비하여 흡착 속도가 전체적으로 느려졌다는 특성 역시도 관찰되었다.

○ 팀원의 담당 역할

- 실험 수행 및 결과 제출에서
- 서준배: EDTA 적정을 주도적으로 수행, 연구 노트 작성
- 유동석: 보고서 작성, 데이터 해석, 실험 보조
- 차승연: 연구 노트 작성, 감압 여과 및 계량을 주도적으로 수행
- 최효재: 연구 노트 작성, 데이터 기록, 데이터 해석 보조, 용액 제조

연구 노트

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 탐구의 결론

- 성게 가루의 중금속 흡착 특성에 대해 분석한 결과, 성게 가루가 내놓은 Ca와는 반응하지 않고, 오직 용액 내의 중금속과 반응하는 이상적인 상황을 가정하였을 때, 성게 가루는 중금속을 거의 모두 제거할 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 이러한 성게 가루의 흡착은 비교적 긴 시간을 필요로 한다는 점에서 특징적이었다.
- 활성탄의 중금속 흡착 특성에 대해 분석한 결과, 매우 빠른 속도로 중금속을 흡착할 수 있었으나, 거의 항상 모두 흡착되지 못한 상태로 남아있다는 점이 특징적이었다.
- 이러한 두 데이터를 바탕으로 혼합물에 대한 추가 실험을 제안하고 실행하였는데, 그 결과 활성탄에서 흡착되지 않던 여분의 중금속 역시도 모두 흡착된 것을 확인할 수 있었다. 혼합물을 이용한 흡착에서는 본래 활성탄을 이용한 흡착만큼 그 흡착 속도가 빠르지 않았는데, 우리는 그 이유를 활성탄의 양이 줄어들었고, 성게 가루와 경쟁적으로 흡착하여 빨랐던 흡착 특성이 약화되었다고 보았다.
- 정리하자면, 활성탄보다는 성게 가루가 같은 무게 대비 흡착할 수 있는 중금속의 양이 더욱 많지만, 성게 가루의 흡착하는 속도가 활성탄보다는 월등히 느리다는 것이 본 실험을 통해 얻을 수 있는 결론이었다.
- 따라서 기존 정수 시스템에 잘 사용되던 활성탄 필터에 성게 가루를 포함시켜 사용함으로써 더욱 나은 정수 효율을 가져올 수 있을 것이라는 결론을 내릴 수 있었다.

○ 의의(기대효과)

- 환경계에 대한 이점

- 중금속이 환경계에 미치는 영향은 매우 크다. 특히 산업 폐수에서 주로 발생하는 중금속은 바다로, 강으로 흘러들어가 수권에 사는 매우 다양한 생물들에게 크게 영향을 미치고, 결과적으로 이러한 수권의 생물을 섭취하는 인간에게도 부정적인 영향을 미치게 된다. 기존의 성게 껍질은 수권에 자연스럽게 흘러들어가 작용하였기 때문에 매우 광범위한 수권에 비해 적은 양으로 효과적인 중금속 흡착이 어려웠을 것이라고 생각하였다. 그러나 본 연구를 통하여 성게 껍질이 중금속 흡착에 효과가 있음이 밝혀졌기 때문에, 성게 가루를 썩히는 것이 아니라 새로운 자원으로써 성게를 활용하여 중금속 흡착에 사용하여서 친환경적이고 저렴한 비용으로 버려지는 성게 껍질을 활용할 수 있을 것이라고 보았다.

- 경제적 이점

- 우리는 정수 장치에 활용될 만큼 입자가 균질하고 고른 Powder이나 Granular형의 활성탄을 가공하는데 사용되는 비용보다 성게 가루를 곱게 갈아내는데 사용되는 비용이 더욱 값이 싸다는 것을 알 수 있었다. 이를 토대로, 실험에서와 같

이 성계와 활성탄을 혼합한 필터를 사용하여 중금속을 흡착한다면 더욱 효율적인 중금속의 흡착이 가능할 것이라고 생각하였다.

- Further Study

- 본 실험을 통하여 성계 껍질과 활성탄을 적절한 비율로 배합한 정수 필터의 제작을 제안하게 되었는데, 따라서 우리는 추가적으로 연구해야 할 사항으로 ‘적절한 성계 가루와 활성탄의 배합’을 제안하고자 한다. 나아가, Capsulation 공정을 이용하여 이를 비즈 형태로 중금속 흡착에 이용하거나, 티백과 같은 형태로 우려내는 등 다양한 방법을 통하여 효율적인 중금속 흡착 방안을 제안하고자 한다. 이것이 우리의 후속 연구 제안이다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 실험 방법 정립의 어려움

- 연구 방법이 자주 수정된 것이 어려웠다고 생각한다. 처음에는 총중금속 함량 측정 키트를 이용하려고 하였으나 그 키트의 문제점이 발견되고, 다양한 분석법이 제안되었으나 그러한 분석법의 문제점이 너무나도 많아 ‘EDTA 적정’을 이용하게 되기까지 너무나도 많은 시행착오 과정을 거치게 되었다. 우리는 이러한 과정들이 탐구를 진행하면서 어려운 점이라고 생각하였다. 이러한 문제를 고친다고 해서 반드시 원하는 결과가 나오는 것도 아니고, 실질적으로 실험을 설계한 것을 모두 다시 정리해야 하기 때문에 실험 방법을 완전히 정립하는 것이 매우 어렵다고 생각하였다.

○ 알게 된 점

- 실험 과정 설계

- 무엇보다도 실험 과정을 설계한 것을 수행하였을 때 기대했던 것만큼 쉽게 결과가 나오지 않는다는 사실을 느낄 수 있었다. 처음에는 단지 중금속 검출 키트를 사용하려고 하였으나, 그러한 분석 방법은 이 실험에 적절하게 작용하지 않았고, 분광학을 이용하는 방법을 거쳐 EDTA 적정으로 분석 방법을 바꾸는 과정에서 이러한 방법에 대한 이론이나 어떤 상황에 사용하기 적절한지 등에 대하여 실질적으로 알게 되었다.

○ 기타

- 분석 대상의 변화

- 계획에 의하면, 분석 대상을 성계가루의 흡착과 제올라이트에 의한 이온교환으로 설정하였지만, 멘토링을 받은 뒤 토의를 수행한 결과 제올라이트보다는 기존 정수 장치에 잘 사용되고 있던 활성탄을 사용하여야 이온교환과 흡착을 비교하

는 것이 아닌 흡착과 흡착을 비교함으로써 더욱 나은 비교가 가능할 것이라고 판단하여, 그 분석 대상을 변화시켜 정하였다.

- 조건의 변화

- 계획에 의하면, pH, 온도, 양을 변인으로 설정하여 시간에 따른 흡착량을 알아보기로 하였지만 3회 반복실험하여 데이터의 신뢰도를 높이기 위해서는 약 400번의 실험을 수행하여야 하였다. 따라서, 더 나은 실험 데이터를 위하여 일정한 온도와 pH, 양에서 다양한 중금속에 대하여 개별의 데이터와 폐수 조건에서의 데이터를 얻는 것으로 대체하였다.

5. 참고문헌

- Daniel C. Harris(2007) - 「Quantitative Chemical Analysis」, W,H, Freeman and company New York, 캘리포니아, 미국, p.229~p.239
- 표준 용액의 제조(2018), 식품의약품안전처 표준용액 공전
- 국립환경과학원(2014) - 『산업폐수 유입시 공공하수처리시설의 효율적인 처리방안 연구』 p.106

제3회 해양생물 탐구대회 최종보고서

팀명	자산어보		
학생명	김도혁, 김호중, 정민혁, 주범근	학교	용인백현고등학교
지도교사명	김진아	학교	용인백현고등학교
항목	내용		
탐구주제	토종 해수어의 관상용 도입		
탐구기간	2018년 6월 22일 ~ 2018년 8월 28일		
탐구목적	○나날이 성장하는 관상 해수어 시장에서 우리나라의 토종 해수어는 좀처럼 관상용으로 쓰이지 않는 것에 의문을 가지고 직접 토종 해수어를 관상 목적으로 도입하는 것을 실천에 옮기려 함.		
탐구내용	○토종 해수어들 중 생태, 습성, 외형 등을 고려하여서 관상용으로 적합하다고 생각되는 종을 선택해, 직접 채집하거나 구해서 길러보고, 기존에 길러지는 수입 해수어들과 비교해서 관상용으로 적합한지 여러 방면으로 고려함.		
탐구결과	○탐구 결과 볼락과 자리돔이 관상용으로 적합하다고 판단되었다. 볼락의 경우 불의의 사고로 인해 연구도중 사망하였지만, 수온이나 먹이에 대한 적응력이 매우 뛰어났다. 자리돔은 기존에 매우 낮은 온도에 서식하고 있었음에도 불구하고 비교적 높은 온도에 성공적으로 적응하였고, 열대 해수어와의 합사 역시 성공적으로 이루어졌다.		
결론 및 의의	○토종 해수어도 열대 바다 온도에서 잘 적응할 만큼 탁월한 온도 적응력을 가지고 있었으며, 먹이에 대한 문제도 사료에 잘 적응해 큰 문제가 없었다. 다만 낮은 수온에 적응함에 따른 다를 때에 열대 해수어들과 분명히 구분되는 까다로운 점이 있는데, 이러한 점들을 인지한다면 토종 해수어도 충분히 관상용으로 도입할 수 있다고 몸소 느꼈다. 더불어 우리나라의 해양자원에 대한 미비한 관심과 낮은 호응의 현실에 대해 실감했다.		





탐구 주제	토종 해수어의 관상용 도입
팀명	자산어보

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 세계의 관상 해수어 시장은 하루가 다르게 성장하고 있습니다. 담수어에 비해 비교적 기르기 어려움에도 불구하고 해수어의 아름다움은 사람들을 혹하게 만들기에 충분하기 때문이라고 할 수 있기 때문입니다. 그런데 관상용 해수어 하면 떠오르는 것은 만화에서 보던 니모 (피쿨라 크라운) 나 도리 (블루탱) 등 밖에는 떠오르지 않는데요. 자산어보 조원들은 이에 의문을 가지고 토종 해수어를 관상용으로 도입해서 우리나라 토종 해수어의 아름다움을 깨우치고 더 나아가서는 세계 관상어 시장에서 경쟁력을 가질 수 있는 가능성도 고려해보았습니다.

○ 탐구 목적

- 우리나라에 서식하는 토종 해수어는 ‘식용’ 이라는 이미지가 상당히 강합니다. 그런데 토종 해수어의 아름다움은 생각보다 매력적입니다. 식용으로 밖에 쓰이지 않기 때문에 애시 당초 관상목적 측면에서 고려되어질 가능성이 낮은 하지만, 우리나라에 서식하는 ‘범돔’ 이나 ‘돌돔’ 등은 그 아름다움 덕분에 해외에서 주목을 받고 있습니다. 그런데도 우리나라의 해양자원 개발에 대한 소극적인 면 때문인지 좀처럼 연구나 개발은 이루어지지 않고 있습니다.
- 그렇다면 저희가 직접 우리나라의 토종 해수어에 대해 탐구해보고 관상용으로 적합하다고 판단되는 종들을 채집하거나 구해서 실제로 길러봄으로써 관상용 도입을 실현하자고 결정했습니다.
- 탐구를 하며 토종 해수어의 아름다움과 매력을 몸소 느낄 수 있고, 더 나아가 관상용 도입이 실현될 시 관상 해수어 산업이 진행됨으로써 국내 관상어 시장이 활발해질 것이고, 자국의 해양자원을 이용했다는 점에서 자국민의 이목을 집중시키고 더불어 해양자원의 가치와 개발의 중요성에 대해 깨우치게 할 것으로 기대됩니다.
- 국제적으로는 현재 열대 해수어가 점유하고 있는 관상 해수어 시장에서 한국도 경쟁력을 얻게 될 것이고, 해외의 해양생물 분야에서도 우리나라의 명성을 높일 수 있을 것으로 기대됩니다.



2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 우리나라의 토종 해수어에 어떤 종들이 있는지 조사해보고 생태나 생김새 등을 고려, 또는 설문조사를 통해 관상용으로 적합하다고 생각되는 어종을 선택해서 직접 채집하거나 구해서 길러보기로 하였습니다.
- 먼저, 관상용으로 적합하다고 생각되는 몇 종을 선택해보았습니다. 어종의 생태와 생김새를 중요시해서 고른 결과, 앞동갈베도라치, 범돔, 돌돔이 가장 좋다고 판단되었습니다.
- 그런데 이들을 채집하려고 하니 막막한 것이 사실이기에, 평소 해수어 채집을 취미로 하는 네이버 블로거 분(닉네임 우유아찌)께 직접 연락을 드려 조언을 구하기도 했습니다. 채집할 때에 뜰채는 어떤 것을 사용해야 좋은지, 또 채집을 하려면 어느 시간대에 가야 원하는 종을 채집할 수가 있는지 등등을 여쭙어보고 친절하게 도와주셔서 정보를 얻을 수 있었습니다.
- 또한 리더가 평소 활동하던 포털사이트 카페에서 해수어를 채집하시는 분이 올리신 채집 관련 글을 참고하기도 하였습니다.
- 돌돔의 치어나 범돔의 치어, 앞동갈베도라치는 번식기가 되면 주로 연안의 조간대에서 흔하게 볼 수 있으며, 번식기는 6~8월이기 때문에 채집하기 좋은 시기였습니다.



- 조간대란 밀물 때에는 보이지 않고 썰물 때에는 드러나는 지형을 말하는데, 이 조간대는 주로 조수간만의 차가 큰 서해와 남해에 발달해있습니다. 남해는 거리상 답사하기에 너무 먼 곳이라고 판단하여 서해안에 위치한 ‘학암포 해변’으로 채집, 답사를 가기로 결정하였습니다.



- 답사의 본 목적은 ‘앞동갈베도라치’ 나 ‘범돔, ‘돌돔’ 을 채집하는 것이었으나 각보다 원하는 조건대가 많지 않았고, 원하는 어종도 보이지 않아서 당황했습니다. 우여곡절 끝에 ‘불락’ 이라고 하는 어종을 다수 채집하는 데에 성공했습니다. 이후 불락들이 서식하던 환경과 어항 환경을 비교하기 위해서 질산염과 암모니아 수치를 시약으로 측정하고 비교했습니다.



	바닷물	수조물
질산염	 <p>약25PPM</p>	 <p>약 50ppm</p>
암모니아	 <p>0ppm</p>	 <p>0ppm</p>

- 불락을 수조에 투입한 결과, 걱정과는 반대로 비교적 높은 수온과 바뀐 환경에도 무리없이 적응하였으며, 수입 해수어들에게 급여하는 사료에도 곧잘 적응하였습니다.
- 우리나라는 남단의 일부 아열대성 기후를 띄고 있는 지역을 제외하고는 바다의 수온이 열대지방에 비해서 다소 낮아 토종 해수어들이 높은 온도에 적응하기 어려울 것이라고 걱정하였지만, 의외로 문제없이 적응하는 것으로 보아, 어류가 새로운 환경에 적응하는데 있어서 중요한 것은 수온보다도 물의 암모니아나 질산염과 같은 수치가 중요하게 작용한다는 것을 알아냈습니다.
- 어항의 질산염이 바다의 질산염보다 약간 높았지만 어류에게 가장 치명적인 암모니아가 검출되지 않았고, 따라서 어항의 환경이 양호했기 때문에 가능했다고 생각합니다.





- 위 사진은 불락이 어항 환경에 서식하고 지내는 모습입니다. 걱정과는 다르게 환경에 잘 적응했습니다. 이로써 저희 팀은 ‘불락’이라는 한 종의 토종 해수어를 채집하고, 관상용으로써 적합한지 판단하는 데에 성공했습니다. 하지만, 애초에 자산어보가 계획했던 어종인 돌돔이나 범돔, 앞동갈베도라치 등의 어종은 구해보지도 못한 상태였습니다. 따라서 세 종류의 물고기를 대상으로 교내에서 “관상용으로 기르기에 가장 적합한 어종은 어느 종이라고 생각하는가?” 라는 주제로 직접 설문조사를 진행해, 세 종중 가장 인기가 많은 종을 선택해 연구를 진행하기로 하였습니다.



구명부

- “돌돔을 관상용으로 길렀으면 좋겠다” 라는 의견이 가장 우세했기 때문에, 돌돔을 구해서 관상용으로의 도입 탐구를 진행하기로 결정했습니다. 돌돔을 어떻게 구할지 생각해보던 중, 리더의 자택 근처에 잘 아는 횃집이 있었고, 해당 횃집에 직접 문의하고 사장님께 부탁드려 횃집을 통해 작은 돌돔 4마리를 구하게 되었습니다. 하지만 여기에서도 예상치 못한 난관이 있었습니다. 사장님께서서는 돌돔이 작다고 하셨지만, 실제 돌돔을 보니 15~20cm에 육박하는 크기로 어항에서는 기르기 곤란한 크기였습니다.



〈 횃집 수족관에서 사장님이 돌돔을 건지시는 모습 〉

- 집으로 막 가져온 돌돔들. 크기가 너무 커서 기르기 어려워 보입니다.



- 아가미나 몸속에 기생하고 있을 기생충을 제거하고 예방하기 위해 약품을 투여했습니다.



- 돌돔의 크기가 생각보다 너무 커서 많은 걱정을 했습니다. 개체들의 크기가 큰 만큼 어항이 더욱 비좁게 느껴질 것이고, 때문에 스트레스를 심하게 받을 것이라고 예상했습니다. 돌돔이 있던 횃집 수족관의 수온이 약 18도로 상당히 낮아서, 27도에 이르는 어항의 수온에 적응시키기 위해서 오랜 시간 동안 물맞담을 진행했습니다.
- 당장 하루 만에 죽을지도 모른다고 걱정했으나, 다행히 어항 환경에는 그럭저럭 버티어 주는 듯했습니다. 하지만 돌돔은 심한 스트레스 때문인지 아무것도 먹지 않았으며, 사료는 물론 익힌 조갯살이나 새우의 살도 먹지 않았습니다. 또는 돌돔이 너무 성숙해 버려서, 사료에 적응하기에는 뒤늦은 것이 아닐까 라고도 생각해볼 수 있었습니다. 그렇게 며칠이 경과하고, 돌돔이 이상증세를 보이기 시작했습니다.



- 돌돔들이 어항의 수류모터 (파도를 만들어주는 장치) 부근에 일렬로 모여서 그대로 움직이지 않았습니다. 이것을 보고 조원들은 수조에 산소가 부족하거나 돌돔들이 숨을 쉬기 힘든 상황일 것이라고 예측했고, 이에 따라 의심되는 요인들을 확인해보던 중 어항의 ‘스키머’ 라는 장비에 문제가 생겼음을 알아차렸습니다.



- 스키머는 어항의 여과과정에서 암모니아가 되기 직전의 단백질을 물리적, 화학적으로 걸러내는 일종의 정화장치입니다. 어항 여과의 상당 부분을 책임지고 있기 때문에 매우 중요한 장비라고 볼 수 있습니다. 이 스키머가 예상치 못하게 오작동을 일으켜, 스키머 상단 컵에 쌓여있던 오물들이 어항에 유입되는 사고가 발생하고 만 것입니다. 이 오물은 어항에 유입되어서 암모니아로 발전했고, 독성물질인 암모니아의 수치가 급격하게 상승하고 호흡이 어려워진 돌돔들이 이상 증세를 보인 것입니다. 오작동을 발견한 즉시 장비를 꺼내서 더 이상의 오물 유출을 막고, 급격하게 악화되는 돌돔들을 살리기 위해서 최선을 다했습니다,

- 돌돔을 구한 횃집에 달려가서 수족관 물을 구해와, 돌돔들을 전부 옮긴 뒤 산소공급기를 작동시키고, 돌돔이 내뿜을 암모니아와 독성물질들을 제거하기 위해서 활성탄을 투입했습니다. 하지만 돌돔들을 배를 뒤집기 시작했고, 안타깝게 단 한 마리만이 살아남았으나, 살아남은 한 마리마저도 하루 뒤 죽고 말았습니다. 눈앞에서 죽어가는 돌돔을 지켜보면서, 아무것도 할 수가 없는 저희가 부끄러웠고, 돌돔도 한 마리 한 마리의 소중한 생명체로써 그들에게 미안함을 느꼈습니다.



- 전혀 예상치 못한 사고로 인해 돌돔들이 죽고, 큰 충격을 받았거니와 갑자기 탐구하던 대상이 사라진 상황에서 저희는 좌절했지만, 이윽고 연구를 계속해야 한다는 생각이 들었고, 빠르게 어항 상태를 되돌려 놓은 뒤, 저희는 돌돔의 치어를 구하기 위해 갖은 방법을 사용했습니다. 인터넷 커뮤니티에 돌돔 치어를 구한다는 글을 올려보기도 하고, 근처 수산시장(수원농수산물도매시장)에 수많은 부속 시장에 일일이 전화를 걸어 도움을 청해보기도 하였으나, 돌돔은 식용으로 밖에 쓰이지 않아서 치어를 구하는 것은 불가능했습니다. 그렇게 어쩔 줄 몰라 하던 상황에, 근처 다른 횃집 수족관에 '자리돔'이 있는 것을 발견하고, 자리돔의 생태와 정보에 대해 조사한 후 관상용으로 적합하다고 판단해 자리돔을 영입하기로 하였습니다.



- 수족관의 수온은 약 18도였습니다. 자리돔을 잠시 봉투에 묶어놓았는데, 불과 한 시간 만에 두 마리 모두 죽었습니다.



- 열대 해수어의 경우 24시간까지도 문제가 없기 때문에, 전혀 예상치 못한 일이라 매우 당황했습니다. 죽은 이유에 대해 생각해보니, 우리나라 바다의 수온은 열대 바다의 수온보다 낮고, 수온이 낮음에 따라서 용존 산소량이 더 높을 것이라고 생각했습니다. 따라서 토종 해수어들은 열대 해수어들 보다 월등히 많은 양의 산소가 호흡에 필요하고, 이러한 차이로 인해 자리돔들은 봉투 안에서 산소부족으로 죽은 것이라고 예상해볼 수 있었습니다. 이러한 점은 토종 해수어와 열대 해수어를 취급할 때 분명히 인지해야 할 사항입니다.



- 남은 자리돔은 해수 어항 환경에 매우 잘 적응했고, 돌돔과 달리 사료에 대해서도 적응이 상당히 빨랐습니다. 어항에 투입한 당일에는 사료를 먹지 않았지만, 바로 다음날에는 사료에 입질하는 모습을 보여주었습니다. 이윽고 국내에서 가장 인기 있고 비교적 대중적인 해수어인 ‘피쿨라크라운’ 과 블루탱’ 과의 합사도 진행했으나, 서로 공격하지 않고 특별한 먹이 경쟁도 일어나지 않았습니다. 자리돔의 관상용 도입은 성공적이라고 말할 수 있을 것 같습니다.

○ 방법

- 해수어를 구할 때는 채집하는 것을 우선으로 했으나, 채집이 불가능한 경우에는 구매하는 방법을 택했습니다. 열대 해수어를 기르는 환경에서의 사육을 해야 하기 때문에, 기존에 열대 해수어를 기르던 환경에서 사육을 진행했습니다. 돌돔이나 볼락의 경우 어항을 리더가 가지고 있었고 방학 중 보살펴야 하는 문제와 수족관을 옮기며 발생 가능한 해수어 적응 문제 때문에 리더가 중심으로 탐구를 수행하였고, 방학 중 조원들에게 정보를 공유하고 연구했습니다. 여름방학 이후 학교 과학실 수족관을 이용하여 함께 탐구하였습니다.

○ 결과

- 원하던 어종인 돌돔은 성체를 구해 수족관 적응을 시켜보던 중 기계 오작동으로 실패하고 돌돔 치어는 구할 수가 없어서 연구할 수 없었지만, 볼락, 자리돔 두 종의 관상용 도입 탐구는 비교적 성공적으로 수행했습니다.

○ 팀원의 담당 역할 (다음 쪽 참조)

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 토종 해수어를 관상용으로 도입하는 주제에 따라, 볼락과 자리돔 두 종의 관상용 도입을 성공적으로 완수했습니다. 연구 과정에서 예상치 못한 사고가 발생하는 등 다소 어려움이 있었으나 그 어려움들 속에서 토종 해수어만의 특성과 취급 시 주

의해야 할 점 등을 배울 수 있었습니다. 기존에는 없던 “토종 해수어의 관광용 도입”이라는 주제는 매우 독창적이고 그 개발 가치가 충분하다고 생각하며, 해양 자원의 중요성이 대두되는 현 시점에서 눈여겨 볼만한 연구입니다.

○ 의의(기대효과)

- 자산어보에서 찾아낸 관광용으로 적합한 해수어 두 종의 특성이나 생태에 대해 더욱 심도 있게 연구하고 실제 관광어 시장 도입을 검토해볼 수 있었습니다. 도입이 성공적으로 이루어질 시 우리나라는 세계 관광어 시장에서 경쟁력을 가질 수 있습니다.

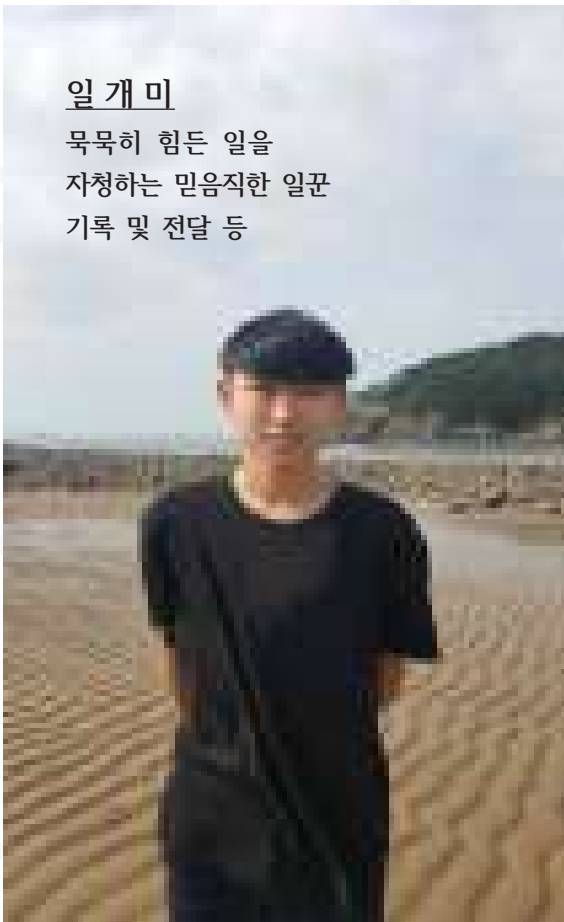


리더

탐구의 전 과정에서
중대한 결정에 모듬
원의 의사를 존중 수
렴하는 역할 담당
수조의 수질 관리 및
방학 중 돌봄 담당



..... 물 주
탐구 활동의
투명한 회계를
담당
열대어, 수족관
용품 및 사료
구입 등



일개미

묵묵히 힘든 일을
자청하는 믿음직한 일꾼
기록 및 전달 등



어시스트

역할 구분이
무색해지는
만능 조력자
수질 관리 등

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 김도혁: 원하는 어종을 구할 수 없었던 것이 무엇보다도 힘들었다. 돌돔의 치어의 경우 여러 수산시장과 횃집을 수소문했음에도 불구하고 구할 수 없었다. 연구할 때에 장비의 오작동으로 인한 타격이 가장 큰 난관이었다. 토종 해수어를 다루어 본 적이 없는 만큼 열대 해수어들과는 다를 때 차이가 있어서 어려움을 겪었다.
- 김호중: 기계 오작동으로 기르던 돌돔과 불락이 갑자기 죽게 되어 매우 당황했다. 이후 돌돔 치어를 구하는 과정에서 어려움을 겪었고 수산시장에서도 치어를 구하기 어렵다는 소식을 들었을 때에 매우 난감했다. 해수어를 기를 때에 생각보다 고려할 점이 많았고 환경을 갖추었음에도 기르는 데에 어려움이 많아서 힘들었다.
- 정민혁: 장비의 오작동으로 인한 해수어의 죽음이 계획에 차질을 만들었는데, 매우 당황스러운 와중에 포기하지 않고 리더가 잘 대응할 수 있게 이끌어 준 것이 고마웠다. 해수어를 구하는 과정에서 친절하게 답변해주신 분들이 계시는 반면 말을 끝까지 듣지도 않고 끊어버리는 등 마음이 아팠던 점도 있다.
- 주범근 : 토종 해수어의 경우에는 취어를 사실상 취급하지 않아서 구하는데 어려움을 겪었고 결국 계획한 어종을 확보하지 못하고 다른 종으로 대체해야만 했던 점이 안타까웠다.

○ 알게 된 점

- 김도혁: 토종 해수어는 열대 해수어에 비해 서식 수온이 낮기 때문에, 상대적으로 높은 용존 산소량을 필요로 한다는 점을 새롭게 배웠다. 토종 해수어에 대해서 가장 걱정했던 것은 온도의 적응인데, 문제없이 적응하는 해수어들을 보고 생각보다 적응력이 뛰어나다는 사실도 깨달았다.
- 김호중: 탐구를 시작할 당시에만 해도 토종 해수어라고 하면 횃집 수족관에서 볼 수 있는 물고기들밖에 알지 못했지만, 탐구를 하면서 우리나라의 다양한 어종들을 알아볼 수 있었다. 해수어들을 사진이나 실제로 여러 번 접하면서 열대 해수어에서는 느낄 수 없는 토종 해수어만의 색다른 매력을 느껴볼 수 있었다.
- 정민혁: 물고기를 기르는 것이라고 하여서 크게 어렵지 않을 것 같았지만, 해수어의 경우 기르기 위해 많은 것을 고려해야만 하며 지식도 해박해야 한다는 점을 배웠다. 연구 도중 죽는 물고기들을 보며 미안함을 느끼고 생명의 소중함을 다시금 느꼈다. 돌돔의 죽음 후에도 자리돔의 사육과 열대 해수어와의 합사가 성공적으로 이루어진 것에 매우 감사하며, 서로 공격하지 않고 잘 어울려 살아남아주어서 고마웠다.

5. 참고문헌

- 네이버 블로그 ‘우유아씨의 해수어 채집 이야기’ (<https://blog.naver.com/sw6002>)
- 음식점 ‘스시플로라’ (경기 용인시 기흥구 동백동 633-6)
- 음식점 ‘회사랑’ (경기 용인시 기흥구 동백중앙로 191)
- 네이버 카페 ‘해수 이야기’ (<https://cafe.naver.com/greenhxdkl/197>)
- 수원농수산물도매시장(경기 수원시 권선구 세권로 243)

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	다이소		
학생명	홍선우, 민준하, 김성운, 문태영	학교	군산제일고등학교
지도교사명	장주은	학교	군산제일고등학교

항목	내용																										
탐구주제	해조류 종류에 따른 염료 감응형 태양전지 효율성 비교																										
탐구기간	2018년 5월 31일 ~ 2018년 8월 30일																										
탐구목적	○바다의 자원인 해조류를 염료 감응형 태양전지로 만들어 효율성을 측정하고 활용가능성을 확인한다. 해조류의 종류(녹조류, 홍조류, 갈조류)에 따른 염료를 이용한 태양전지의 효율을 대조한다.																										
탐구내용	○광전효과를 이용하는 태양전지 중 해조류의 염료가 사용되는 염료 감응형 태양전지를 제작한다. 녹조류, 홍조류, 갈조류의 염료로 제작하여 각각의 효율을 비교하고 활용 가능성에 대해 토의해본다.																										
탐구결과	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>검</th> <th>다시마</th> <th>매생이</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">LED등</td> <td>뒤</td> <td>0.5</td> <td>1.0</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>앞</td> <td>5.5</td> <td>9.0</td> <td>6.1</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">햇빛</td> <td>뒤</td> <td>23.5</td> <td>16.1</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>앞</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(단위 : μA)</p> <p>○위의 표와 같이 전류가 나왔음. 모든 태양전지의 전류의 세기가 μA단위로 너무 미미함.</p>						검	다시마	매생이	LED등	뒤	0.5	1.0	0.8	앞	5.5	9.0	6.1	햇빛	뒤	23.5	16.1	12.0	앞			
		검	다시마	매생이																							
LED등	뒤	0.5	1.0	0.8																							
	앞	5.5	9.0	6.1																							
햇빛	뒤	23.5	16.1	12.0																							
	앞																										
결론 및 의의	○비록 염료의 농도가 좋지 못하고, 태양전지의 흡착이 제대로 이루어지지 않아 효율은 좋지 못했지만, 일반적인 해조류를 이용하여 태양전지 제작이 가능하다는 것을 확인함. 만일 연구가 더욱 진행된다면, 그나마 높은 효율을 가지는 염료 감응형 태양전지를 만들 수 있을 것이라 생각함.																										



탐구 주제	해조류에 따른 염료 감응형 태양전지 효율 비교
팀명	다이소

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 최근 다양한 자원이 풍부한 바다에 관심이 쏠리고 있는 상황에서 광물 자원이나 에너지 자원 외에도 생물 자원에 대한 다양한 활용 방안을 찾아보고자 함.
- 우리나라에서 발생하는 해조류 감소 문제, 거대 해조류나 해조류 쓰레기에 대한 기사를 읽고 다양한 분야에서 인간에게 많은 도움을 주는 해조류에 대해 관심을 가짐.
- 물리 시간에 배운 염료 감응형 태양 전지에 대해 알아보던 중 염료의 종류에 상관없이 만들 수 있다는 사실을 알고 나서 해조류를 이곳에 이용하면 어떨까라는 생각을 하고 해조류의 성분을 추출하여 직접 염료 감응형 태양 전지를 만들고자 함.

○ 탐구 목적

- 해조류의 염료를 사용하여 염료 감응형 태양 전지 제작
- 해조류를 이용한 염료 감응형 태양전지의 효율 측정
- 해조류의 종류(녹조류, 갈조류, 홍조류)에 따른 태양 전지의 효율성 비교

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 해조류

- 흔히 바다에서 볼 수 있는 원생생물이다. 광합성을 하며 포자 번식을 한다. 해조류는 녹조류, 홍조류, 갈조류로 나뉘어 지는데 각 종류에 따라 해조류가 지닌 염료의 차이가 있다. 녹조류는 파래, 매생이 홍조류는 김, 우뚝가사리, 꼬시래기 갈조류는 미역, 다시마, 모자반 등이 있다. 최근 녹조류 중 하나인 구멍갈파래와 갈조류인 팽생이 모자반은 제주도 지역에서 너무 많이 번식해 피해를 입히고 있다.



<사진1. 갯생이 모자반으로 인한 피해>

- 태양 전지

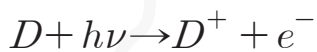
- 태양전지는 광전효과를 이용하여 태양에너지를 전기에너지로 전환하는 장치이다. 광전효과는 금속물질 표면에 최소에너지가 넘는 광자를 쏘 경우 전자가 떨어지는 현상이다. 일반적인 실리콘 태양전지의 경우 n-p형 반도체 접합으로, 광자를 n형 반도체에 쏘면 태양전지에 전자-양공 쌍이 생긴다. 즉 n형 반도체에 전자가 떨어져 외부회로를 돌면서 전류를 생성하고 p형 반도체로 들어가 전자와 양공이 만나 사라진다. 태양전지는 실리콘 태양전지 이외에도 페로브스카이트, 양자점, 유기 태양전지 등 다양한 것이 있다.

- 염료 감응형 태양전지

- 염료 감응형 태양전지도 광전효과를 이용해 태양에너지를 전기에너지로 전환하지만, 실리콘 태양전지와 원리가 다르다.

- 원리

- 염료 감응형 태양전지는 TiO_2 , 투명전극, 백금촉매, 염료, 전해질로 이루어져 있다. 먼저 빛이 염료가 흡착된 TiO_2 를 비추게 되면, 광전효과에 의해 염료가 산화되어 전자를 내뱉게 된다.



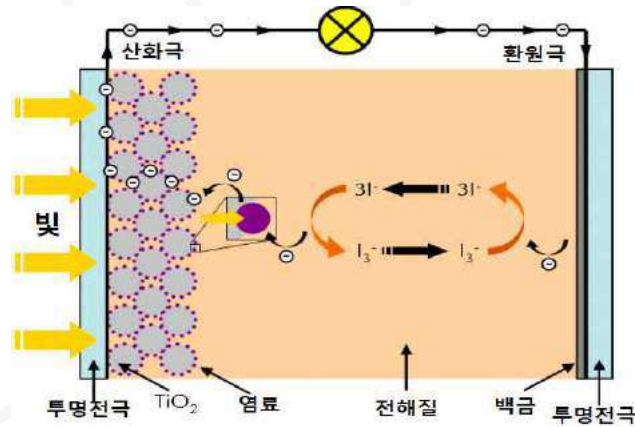
여기서 D는 염료(dye)이다.

산화된 염료는 아이오딘 전해질(I^-/I_3^-)에 의해 환원된다.



전자를 염료에게 준 아이오딘 전해질은 염료에서 산화되어 외부회로를 돌아 전류를 생성한 전자와 환원 극에서 만나 환원된다. 결국 빛이 있는 한 전자는 계속 순환하면서 전류를 만들어낸다.

- 구조



<사진2. 염료 감응형 태양전지의 구조>

· TiO_2

TiO_2 는 이산화티타늄으로 일상생활에서 많이 사용된다. 식품을 염색할 때도 사용되며, 광촉매 또는 썬크림을 제조할 때에도 사용된다. 염료 감응형 태양전지를 제작할 때 TiO_2 는 염료를 흡착하는 용도로 사용된다. TiO_2 는 나노입자에다가 다공질이여서 많은 염료를 흡착시킬 수 있다. TiO_2 말고 SnO_2 , ZnO_2 등 다른 물질을 사용하는 경우도 있지만, TiO_2 의 효율이 가장 높은 것으로 알려져 있다.

· 투명전극

투명전극은 유리기판위에 전도성이 있는 물질을 증착시킨 것으로 ITO(Indium Tin Oxide), FTO(Fluorine doped Tin Oxide) 등이 있다. 보통 투명전극으로는 ITO를 사용하는 경우가 많으나 염료감응형 태양전지를 제작할 때 500°C 온도로 소성시키는 과정이 있으므로 열 저항력이 강한 FTO를 사용한다.

· 염료

염료 감응형 태양전지에서 염료 분자는 TiO_2 흡착되어 있다. 염료는 천연염료를 사용하거나 합성염료를 사용한다. 천연염료는 꽃이나 해조류 등에서 추출한 것을 사용하여 손쉽게 구할 수 있지만, 보통 효율이 매우 낮다. 합성염료로는 루테튬계 염료가 효율이 높은 것으로 알려진다.

· 전해질

전해질은 용매에 이온이 함유되어 있어서 전자가 흐를 수 있는 물질이다. 염료 감응형 태양전지의 전해질은 다양한 것이 있다. 그 중에도 I^-/I_3^- 가 있는 전해질이 가장 효율이 높으며, 태양전지 제작에 주로 이용된다. 하지만, 아이오딘 전해질의 경우 전해질이 증발할 경우 태양전지를 사용하지 못하게 되어 수명이 단축이 된다. 이를 방지하기 위해 고분자 전해질이나 고체 전해질을 연구하고 있다.



· 촉매

촉매는 투명전극에 증착되어 환원극에 위치해있다. 촉매로는 대부분 백금을 사용한다. 촉매는 전해질의 환원 반응의 촉매제 역할과 전자이동을 쉽게 하는 역할을 수행한다. 백금은 이러한 역할을 잘 수행하나 가격이 높아 염료 감응형 태양전지의 제조비용의 상당한 부분을 차지하고 있다. 이를 보완하기 위해 코발트실리사이드(CoSi), 탄소나노튜브(CNT) 등 다른 물질로 촉매를 사용하는 연구가 진행되고 있다고 한다.

- 특징

· 저렴한 가격 낮은 효율

염료감응형 태양전지는 실리콘 태양전지보다 저렴하다는 장점이 있지만, 효율이 최대가 10% 초반으로 효율 증가가 더 필요하다.

· 적은 빛에도 발전

실리콘 태양전지는 일정량 이상의 빛이 필요한 반면에 염료 감응형 태양전지는 적은 빛에도 발전이 된다. 따라서 흐린 날씨에도 염료 감응형 태양전지의 경우에는 발전이 가능하다.

· 심미성

염료 감응형 태양전지는 사용된 염료에 따라 다양한 색깔을 만들어 낼 수 있다. 염료 감응형 태양전지를 이용해 다양한 색을 배치함으로써 발전과 인테리어를 동시에 할 수 있다.

· 적은 수명

태양전지에 사용되는 아이오딘 전해질은 효율이 매우 높지만, 누액이 되어 사용할 수 없을 수 있다. 즉 수명이 단축되는 것이다. 이러한 단점을 막기 위해 아이오딘 전해질이 아닌 고분자 전해질을 연구하고 있다고 한다.

○ 방법

▶ 염료 추출



<추출할 해조류>

- 김, 다시마, 매생이 등 해조류를 준비한다. 김과 다시마는 열처리가 되지 않고 건조된 제품을 사용하였고, 매생이는 동결 건조된 제품을 사용하였다. (사진 속 미

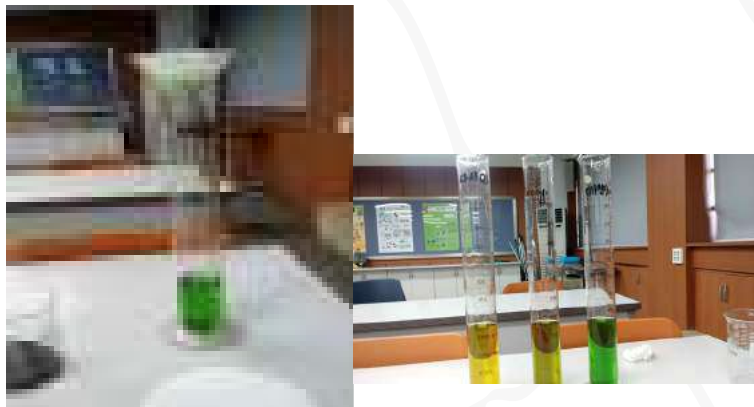
역은 실험과정 중 사용되지 않음.)



· 가위를 이용해 김, 매생이, 다시마를 잘게 자른다.



· 해조류 10g 에탄올 80% 200g을 비커에 넣어서 11시간동안 상온에서 추출한다.



· 추출한 용액의 이물질을 제거하기 위해 거름종이로 거른다.

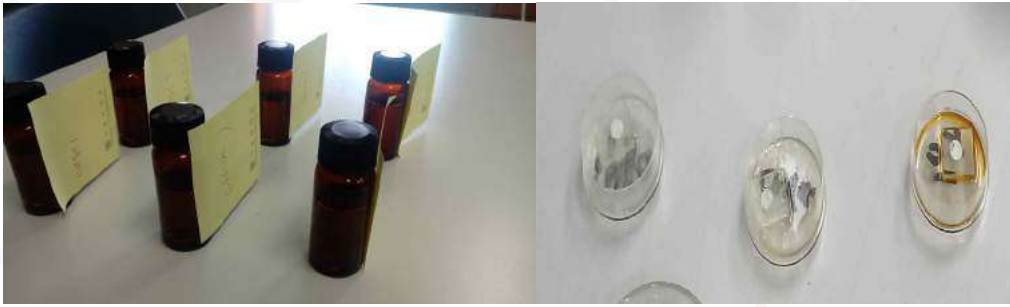


· 염료를 햇빛에서 농축시킨다.

▶ 염료 감응형 태양전지 제작

· FTO에 TiO_2 반죽을 도포한다. 그 다음 고온의 전기로를 이용해 TiO_2 를 소성시킨다. 또 다른 FTO에는 백금을 증착한다.

<위의 과정은 군산대학교 화학과 김동희 교수님께서 도와주셨습니다.>



<방법 1>

<방법 2>

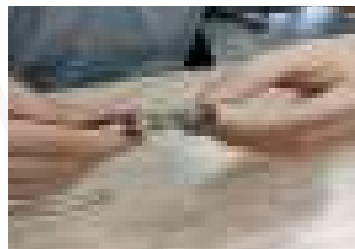
- <방법1>해조류로부터 추출한 염료를 햇빛에 12시간 자연건조로 농축시킨 것을 갈색병에 담아 12시간동안 흡착시킨다.
- <방법2>는 <방법1>에서 흡착시킨 TiO_2 -FTO위에 염료를 뿌리고 염료가 증발할 때까지 건조시키면서 추가 흡착한다.



- 흡착이 완료된 FTO에 흐르는 증류수를 이용해 흡착되지 않은 염료를 제거한다.



<아이오딘 전해질을 뿌리는 모습> <백금증착된 FTO로 덮는 모습>



<완성된 염료 감응형 태양전지>

- TiO_2 -FTO 가장자리에 유리 테이프를 붙여 전해질이 있을 공간을 만들고 전해질 용액을 한 방울 뿌린 후 백금이 증착된 FTO로 TiO_2 -FTO 와 비스듬히 덮고 집계를 고정시킨다.

구입



<실내에서 측정>



<햇빛에서 측정>

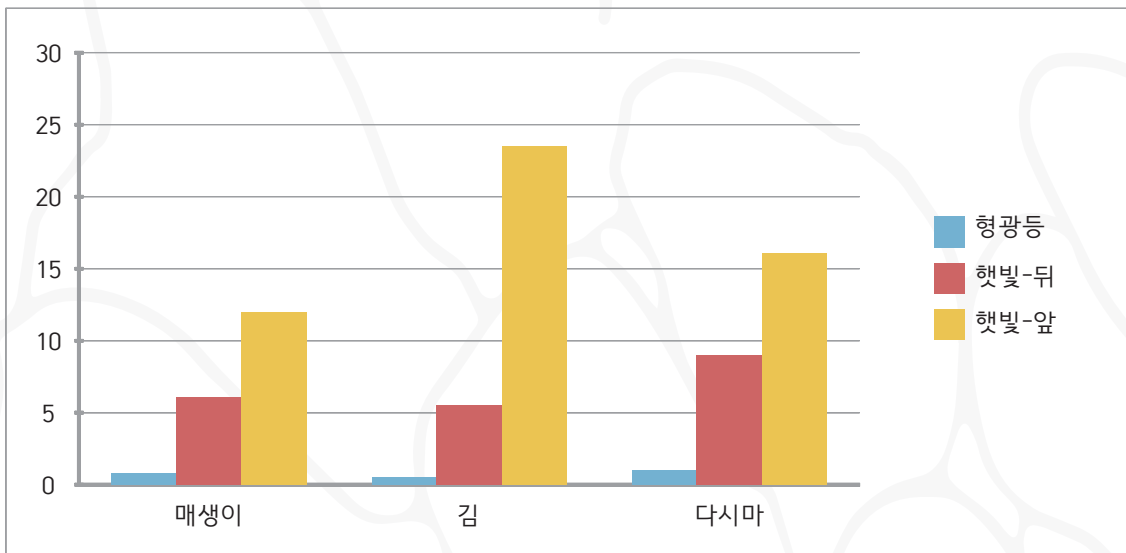
- 백금-FTO를 비스듬하게 덮어서 만든 틈에 집게 전선을 연결하고 테스트기를 이용해 실내조명에서 염료 감응형 태양전지가 만든 전류량을 측정한다.
- 똑같은 방법으로 오후 6시 햇빛 아래에서 측정한다. 이 때 TiO_2 -FTO를 위쪽으로 향하게 한 것(앞)과 백금-FTO를 위쪽으로 향하게 한 것(뒤)을 나누어서 전류량을 측정한다.

○ 결과

<방법2> 해조류에 따른 염료감응형태양전지에서 측정된 전류의 세기

		김	다시마	매생이
형광등		0.5	1.0	0.8
햇빛	뒤	5.5	9.0	6.1
	앞	23.5	16.1	12.0

(단위 : μA)



(단위 : μA)



- ▶▶추출물을 11시간동안 농축시킨 1번은 전류가 측정되지 않았다. 농축시킨 용액의 농도가 너무 낮아 염료가 TiO_2 에 거의 흡착되지 않았다. 전류의 세기가 너무 미미해 전류계가 측정할 수 있는 범위보다 작은 전류가 생성되는 것으로 보인다.
- ▶▶추출물을 시간동안 여러 번 반복해서 농축시킨 2번은 전류가 측정되어 유의미한 결과가 나왔다. 아래에 표에 나온 것과 같이 단위가 μA 로 매우 작은 전류가 측정되었다. 형광등보다는 햇빛에 비추었을 때 빛의 세기가 세서 전류가 높게 측정된 것으로 보인다.
- ▶▶전류량을 높이기 위해서는 염료가 흡착되어 있는 TiO_2 층의 넓이를 넓히거나, 염료의 추출시간 및 농축시간을 늘려 TiO_2 층에 더 많은 염료 분자를 흡착시키거나 염료의 종류를 바꾸는 방법이 있다.

○ 팀원의 담당 역할

홍선우 (조장)	조장, 모든 탐구 과정 주관 재료 구입, 염료 추출, 염료 농축, dssc 제작1, dssc 제작2, 전류 측정
민준하	조장과 함께 대부분의 탐구 과정에 참여 재료 구입 염료 추출 - 시료 분쇄, 80% 에탄올 제작, 용액 여과 염료 농축 dssc 제작1 - 전해질 도포 dssc 제작2 -▶각 전극 접합 전류 측정
문태영	염료 추출과 dssc 제작, 실험 후의 뒷정리 담당 염료 추출 - 시료 분쇄, 시료 질량 측정, 80% 에탄올 제작, 시료를 에탄올에 넣음 dssc 제작2 - 전해질 도포 전류 측정
김성운	사진 촬영, 염료 농축과 dssc제작 담당 염료 농축 dssc 제작1 - TiO_2 에 염료 흡착, 염료가 흡착된 FTO 세척 dssc 제작2 - TiO_2 에 염료 흡착, 염료가 흡착된 FTO 세척 전류 측정

구 명 파

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- ▶ 비록 만들어진 전류는 매우 희미할지라도 해조류를 이용하여 태양전지를 만들고 전류를 만드는데 성공하였다. 만일 우리가 직접 만든 태양전지의 전류를 높이려면 염료의 농도를 높여 염료의 TiO_2 흡착률을 높이거나, FTO에 도포한 TiO_2 층의 넓이를 넓히는 방법이 있을 것이다. 실제 실험에서는 염료가 거의 흡착되지 않았다고 봐도 과언이 아니다. 보통 다른 염료 감응형 태양전지의 논문에서 TiO_2 의 색이 확실히 변해 있지만 이번 실험에서는 색이 거의 변하지 않고 흰색이었다. 물론 염료의 농도와 염료 감응형 태양전지의 효율의 상관관계는 정확히 알 수 없지만, 어느 정도의 염료의 흡착은 필수적이다. 우리의 실험을 그렇지 못하였고 따라서 전류량이 매우 적었다.

○ 의의(기대효과)

- ▶ 최근 제주도에서 갯생이모자반이나 구멍갈파래와 같은 해조류 등이 넘쳐나 제주도민에게 피해를 입히고 있다고 한다. 해조류를 이용한 염료 감응형 태양전지를 더욱 연구하여 효율을 높인다면, 이런 해조류 쓰레기들도 전기에너지를 만들어내는 귀한 자원이 될 것이다.
- ▶ 태양전지 기술은 화석연료를 대체할 가능성이 있는 기술이다. 특히, 염료 감응형 태양전지는 단가가 저렴하고 적은 빛에서도 발전할 수 있으므로 흐린 날씨에도 발전 가능하다. 만일 염료 감응형 태양전지의 단점인, 전해질 누액, 낮은 효율 등을 개선하면 친환경적인 에너지를 만들어 낼 수 있을 것이다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- ▶ 염료 추출 과정이 원활하지 않아 색이 옅은 염료가 나왔고 이로 인해 염료 흡착이 제대로 이루어지지 않아 전기 발전이 잘 되지 않음.
- ▶ 사용된 염료가 혼합물이어서 염료 감응형 태양전지의 효율을 관여하는 물질이 무엇인지 알 수 없음.
- ▶ 실제 해조류 쓰레기인 갯생이모자반, 구멍갈파래를 이용해 만들고 싶어서 국립해양자원관의 추출물 소재은행에 신청을 해 추출물을 받았으나, 그 추출물을 다시 에탄올로 녹여서 사용해야하는데 녹지 않아 실험을 진행할 수 없었음. 따라서 원래 계획대로 시중에서 쉽게 구할 수 있는 해조류로 실험을 진행함.
- ▶ TiO_2 도포 및 소성까지 학생들의 힘으로 진행하고 싶었으나 학교 내에 고온으로 가열할 수 있는 전기로가 없어서 어쩔 수 없이 인근 군산대학교 김동희 교수님께 도움을 받음.
- ▶ 평소에 학업과 실험을 병행하다보니 학원시간 때문에 모든 실험에서 모든 구성원이 참여하지 못함.



- ▶▶ 염료를 제작 및 농축하거나 염료 감응형 태양전지를 제작할 때에 태양전지 내부에 이물질이 들어갔을 확률이 높고, 전해질을 첨가할 때 전해질 양을 측량하고 첨가한 것이 아닌 대략적인 한 방울만 떨어뜨려서 변인 통제가 제대로 잘 안 이루어짐.
- ▶▶ 시간 관계 상 실험에 사용된 해조류는 직접 바다에서 채취하지 못하고 시중에 파는 것을 구입한 것이라 건조 방법에 차이가 있을 수 있으며, 이를 변인통제를 할 수 없었음.

○ 알게 된 점

- ▶▶ 염료를 추출하는 과정 중 에탄올 추출과정에 대해 이해하였으며, 추출과정은 이 매우 힘들고 오랜 시간이 걸린다는 것을 알게 됨.
- ▶▶ 염료 감응형 태양전지의 전체적인 원리를 알게 되었으며, 감응형 태양전지를 제작할 때 사용되는 염료가 아무것이나 사용되도 상관없음을 알게 됨.
- ▶▶ 천연 염료를 사용한 염료 감응형 태양전지의 효율이 극히 작음을 알게 되었고, 효율을 개선하는 연구가 필요함을 느낌.
- ▶▶ 해조류에는 우리가 평소에 알고 있던 김, 매생이 뿐만 아니라 갯생이 모자반, 구멍갈파래 등 사람에게 해를 주는 해조류의 존재를 알게 되었고, 이를 건조에서 태우거나, 사료로 사용하는 것이 아닌, 항산화 효능 실험 등 다양한 방법으로 사용되기 위해 실험이 진행하고 있음을 알게 됨.

○ 기타

- ▶▶ 원래 탐구 계획서에서는 인근 대학교에 요청해 Solar Simulator를 이용하여 효율을 직접 측정하려 했으나, 군산대학교 Solar Simulator가 고장이 나 수리 중에 있어서 진행할 수 없었다. 결국 간단한 테스트기를 이용해서 전류를 측정하였다.
- ▶▶ 맨 처음에는 파래, 미역, 김을 사용하려 했으나 파래의 경우 여름철에 쉽게 구하지 못해 대형마트에서 파는 국거리용 동결 건조된 매생이를 사용하게 됨. 또한 건조된 미역의 경우 건조 과정 중 열처리를 하므로 열처리를 하지 않은 다시마를 사용하게 됨.
- ▶▶ 인터넷을 통해 국내에서 TiO_2 반죽, 아이오딘 전해질, 백금 촉매를 구매하기에는 예산을 초과해서, TiO_2 반죽을 처음에는 TiO_2 파우더를 구입해 직접 제조하고, 전해질도 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액, 촉매는 초의 그을음으로 대체하려 했으나, 김동희 교수님의 조언 및 도움으로 TiO_2 가 도포되고 소성된 FTO와 아이오딘 전해질, 백금이 증착된 FTO를 가지고 실험을 할 수 있었음.

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	산호와 함께 사노		
학생명	이지훈, 신화진, 임채현	학교	용인한국외국어대학교 부설고등학교
지도교사명	유소연	학교	용인한국외국어대학교 부설고등학교
항목	내용		
탐구주제	제주도에 서식하는 산호 보전을 위한 옥시벤존 무첨가 자외선차단제 제작 및 보급, 국내 산호 양식 농장 설계도 작성		
탐구기간	2018년 06 월 01일 ~ 2018년 08월 29일		
탐구목적	○국내에 서식하고 있는 해양자원인 산호 보전 및 개체 수 증가에 기여하고자 합니다.		
탐구내용	○미국국립생물정보센터에 게재된 논문 ‘Sunscreens Cause Coral Bleaching by Promoting Viral Infections’을 읽고 자외선차단제의 성분이 산호와 주산텔라에 미치는 영향을 조사하였습니다. 제주도 이호테우 해변에서, 직접 제작한 자외선 차단제를 배부하고 해양자원인 산호의 가치를 알리는 캠페인을 진행하였습니다. 마지막으로 산호 개체 수 증가를 위한 국내 산호 양식 농장을 설계하였습니다.		
탐구결과	○아로마 오일, 아보카도 오일, 스위트아몬드 오일, 티타늄옥사이드, 이멀싱 왁스, 정제밀랍을 첨가한 썬밤 형태의 자외선 차단제를 제작후 제주도 이호테우 해변에서 관광객들에게 배부했습니다.		
결론 및 의의	○국내에 서식하는 다양한 종의 산호에 대해 알게 되었으며 해양 자원으로서 쓰이는 산호의 가치를 깨닫게 되었습니다. 캠페인 활동을 통해 해양자원에 대한 우리나라 사람들과 제주도 관광객의 인식을 증대시킬 수 있었습니다.		



탐구 주제	제주도에 서식하는 산호 보전을 위한 옥시벤존 무첨가 자외선 차단제 제작 및 보급, 국내 산호 양식 농장 설계도 작성
팀명	산호와 함께 사노

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- YTN 신문기사 “하와이 주, ‘선크림 판매 및 유통 금지’ 법안 통과 눈앞” 을 읽고 미국 하와이 주 의회가 지난 1일, 옥시벤존(oxybenzone)과 옥티녹세이트(Octinoxte) 성분이 함유되어 있는 자외선 차단제의 판매와 유통을 금지시키는 법안을 통과시켰다는 사실을 알게 되었습니다. 프로비타민 D를 비타민 D로 변환시키는 작용을 하며 동시에 실맹을 일으키거나 피부암의 원인이 되기도 하는 종파장 자외선B(UVB)와 단파장 자외선 UVA II를 효과적으로 흡수하여, 자외선 차단제의 주요 성분을 이루는 옥시벤존과 옥티녹세이트는 가치 있는 해양자원인 산호초의 탈색과 황폐화, 즉 백화현상을 초래한다고 합니다. 옥시벤존은 어린 산호가 껍질을 형성하는 것을 내분비적으로 방해해(환경호르몬으로 작용한다는 뜻) 어린 산호가 껍질 안에서 죽음을 맞이하도록 유도합니다. 이에 참가자들은 제주도에 서식하는 산호보존을 위한 탐구를 진행하기로 하였습니다.

2. 탐구 내용 및 결과

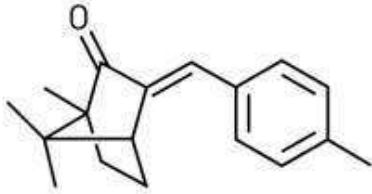
○ 내용

- 자외선 차단제의 화학 성분 및 해양생물에 미치는 영향 조사
 - 미국 국립 생물 정보센터에 게재된 논문 ‘Sunscreens Cause Coral Bleaching by Promoting Viral Infections’ 에 의하면 자외선 차단제는 해수의 viral production을 증가시킨다고 합니다. 원핵생물의 경우에는 용균회로를 유도해 lysogenic infection을 일으킵니다. 여기서 용균회로란 파지가 sensitive bacteria의 수용기에 흡착하면 용균효소에 의해 세포벽을 일부 파괴시킨 후 DNA를 균체 내에 유입시키며 시작됩니다. 후에 파지가 증식기 과정을 거쳐 다수의 감염성 파지가 만들어지면 lysis에 의해 자손파지가 방출돼 sensitive bacteria에 다시 감염 증식해나갑니다. 진핵생물의 경우에는 잠복감염이 일어납니다. 잠복감염이란 unapparent infection으로 감염이 성립하지만 증상이 특별히 발현되지 않으나 숙주와 병원체와의 평형관계가 유지돼 만성인 경우가 많습니다. 자외선



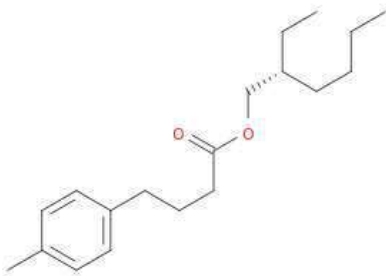
차단제의 다른 organic nutrient는 이러한 용균회로나 잠복감염을 유도하지 않는다고 합니다. 그러나 UV filter와 preservative는 산호와 공생관계에 있는 주산텔라(zooxanthellae)가 용균회로를 거쳐 감염 증식하도록 유도하며 산호의 잠복감염을 일으켜 coral bleaching, 즉 산호의 백화현상을 초래합니다. 논문에서 Roberto Danovero와 Lucia Bongiorno는 산호 *Acropora* spp. (~ 3-6 cm)를 이용해서 수행한 실험결과를 통해 백화현상을 초래하는 자외선 차단제 속 유해한 화학 성분을 총 4가지로 추려내었습니다:

- 1. 4-methylbenzylidene camphor
 - UV B radiation으로부터 피부를 보호하는 UV filter 역할을 수행합니다.



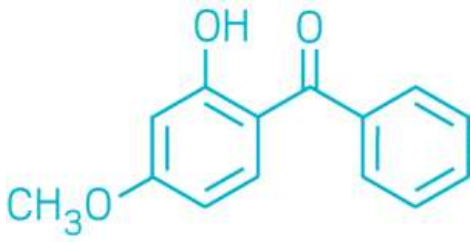
4-Methylbenzylidene camphor

- 2. Octyl methoxycinnamate
 - UV radiation이 초래하는 cyclobutane pyrimidine dimer (DNA에 자외선을 조사하면 피리미딘끼리 연결한 복합체가 형성됩니다.)의 형성을 막아 UV B로부터 피부를 보호합니다.



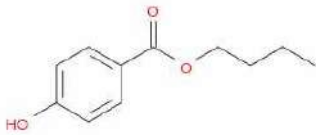
ChemEssen.com

- 3. benzophenone-3 (옥시벤존)
 - 옥시벤존은 UVB와 UV II rays를 흡수하여 photochemical excitation을 하게 됩니다. 그 후에 다시 ground state로 돌아갈 때 longer wavelength radiation을 방출하여 UV B와 UV II rays로 인한 DNA 손상을 막아줍니다.



Oxybenzone

- 4. butyl paraben (부틸파라벤)
 - 진균의 성장을 억제하는 항진균제이자 방부제로서 사용됩니다.



ChemEssen.com

- 이 네가지 화학 성분들은 주산텔라와 산호의 viral infection으로 인한 백화현상을 초래합니다.
- 유해성분이 첨가되지 않은 썬밤 형태의 자외선 차단제 제작
 - 티타늄디옥사이드는 The U.S. Food and Drug Administration (FDA)로부터 식품, 약물, 화장품 등에 안전하게 사용될 수 있다는 정식 허가를 받은 물질입니다.
- 국내에 서식하고 있는 산호초 종류 조사
 - Psammocora albopicta Benzoni, of the family Psammocoridae
 - 2006년 한국 제주도 해안가에서 최초로 관찰됨
 - 덩어리산호과 그물돌산호속
 - 해안가(subtidal zone)에서 샘플 획득
 - 두꺼운 세리오이드 성장
 - 고밀도의 corallite
 - 두께 일정
 - Faviidae의 한 종류임.

- *Psammocora profundacella* Gardiner, 1898 그물코돌산호
 - 덩어리산호와 그물돌산호속
 - 국내에서는 제주도 해역에서 발견되고 일본, 대만, 패닝섬, 서인도양, 호주 등에서도 발견됨
 - 덩어리 모양의 산호체
 - 공동으로 가지는 중심부를 둘러싸고 몇 개체씩 모여 군체를 형성함.
 - 군체가 낮고 둥글며 진갈색을 띰.
 - 축주가 뾰족한 모양임
 - 격벽의 가장자리는 작은 톱니 모양임.
 - 수심 5~20m 정도에 위치한 암석의 표면을 덮은 채로 자람.

- *Balanophyllia cumingii* 작은팽이 돌산호
 - 나무돌산호과, 팽이돌산호속
 - 한국의 제주도, 일본, 필리핀 등에 분포
 - 열대성임. 인도 서쪽 태평양에 분포
 - 생식세포는 입을 통해 배출됨
 - 축수가 만들어질 즈음에 변태 과정을 거침.

- *Dendronephthya suensoni* (Holm, 1895) 검붉은수지맨드라미
 - 곤봉바다맨드라미과, 수지맨드라미속
 - 군체가 분지형인데, 이차상 분지를 하는 가지는 원 모양이고, 가장 낮은 가지는 식물의 잎 모양임.
 - 제주도 해역의 범섬과 문섬 등지에 연산호 군락을 구성하는 것으로 알려져 있으며 관광자원으로 경제적 가치가 큼.
 - 관부는 자주색을, 줄기는 유백색을 띰

- *Melithaea flabellifera cylindrata* Kukenthal, 1908 원통뿔산호
 - 뿔산호과 뿔산호속
 - 군체가 대부분 하나의 평면으로 존재하지만 때로 유착되어 입체적인 구조를 이루기도 함.
 - 폴립의 길이가 1밀리미터 이하임.
 - 한국과 일본에 분포하며, 국내에서는 남해와 제주도 해역에서 발견됨.

- 수중 예술을 통해 산호의 개체 수를 증가시킬 수 있는 방법 고안

○ 방법

- 썬밤 형태의 자외선 차단제 제작



- 1. 재료를 준비합니다.
 <15ml 썬밤 용기 15개, 아보카도 오일, 스위트 아몬드 오일, 아로마 오일 (오일 총 50g x 3=150g), 이멀싱 왁스, 시어버터 10ml, 정제밀랍, 이왁스, TiO2 (티타늄디옥사이드), 알루미늄 컵, 우드스틱>
- 2. 모든 재료 (시어버터, 이멀싱왁스, 이왁스, 정제밀랍, 오일, 티타늄디옥사이드)를 알루미늄 컵에 넣어 섞고 우드스틱으로 젓습니다.



- 3. 후라이팬을 이용해 알루미늄 컵에 열을 가해, 재료를 모두 녹입니다.



- 4. 깔때기(funnel)를 이용해 녹인 재료를 썬밤 용기에 부어 넣습니다.

- 5. 실온에서 재료를 굳힙니다.
- 6. 다 굳으면 뚜껑을 열고 제작한 스티커를 붙여줍니다.



<제작한 썬밤 사진>

○ 결과

- 캠페인 활동 사진



3500종 이상의 선크림에 함유된 '옥시벤존'과 '옥티녹세이트'는 산호의 DNA를 손상시켜 기형을 발생시키고 산호와 공생관계에 있는 조류를 해쳐 산호의 '백화현상'을 유발합니다. 두가지 화학성분을 제외한 선크림 사용을 통해 아름다운 산호와 푸른 바다를 지켜주세요!

제작한 팜플릿 사진입니다.

- 산호 개체 수 늘리는 방법 연구 (예술과 과학의 융합)

세계 7대 자연경관 중 하나인 제주도, 한국에서 거의 유일하게 산호가 군락을 이루어 서식하는 곳입니다. 그러나 몇 년 전부터 시작된 서귀포 강정 군사기지 건설, 지구 온난화, 심해진 해양 오염 등으로 산호의 개체 수가 갈수록 줄어들고 있습니다. 실제로 2016년 12월 제주특별자치도 세계유산 본부에서 발표한 제주연안 연산호 군락지 모니터링 및 개선방안 용역 문서를 살펴 보면, 서귀포 해역의 범섬, 그리고 문섬 권력에 걸쳐 2006-2008년 과 대비해서 발견된 종의 수가 75종에서 64종으로 문섬 지역 해양류의 1/4 감소로 인해 급격히 감소했다고 합니다. 더 구체적으로 살펴보자면, 연산호 군락지를 구성하는 핵심 연산호류인 큰수지맨드라미, 밤수지맨드라미, 등의 수지맨드라미 류가 급감하고 있다고 합니다. 아열대화의 진행과 함께 갈수록 한국의 산호는 줄어들고 있는 상황입니다. 또한, 산호와 공생하는 종들의 무분별한 채취와 남획, 레저 사업, 낚시어선의 어업활동 등이 부정적인 영향을 더 가속화하고 있다고 합니다.

한국에서 산호가 살아갈 수 있는 거의 유일한 구역인 서귀포에서 산호가 사라지고 있고, 옥시벤존만의 영향만은 아니지만, 사람들에게 산호가 사라져가고 있다는 사실을 각인해야 할 필요성이 대두되고 있습니다. 그러나, 그렇다고 해서, 관광객의 욕구를 부정하거나, 레저 사업을 막는 것은 현실적으로 거리감이 있습니다. 관광객의 욕구, 선크림의 지속적인 사용, 레저 산업, 무분별한 채취와 남획 등, 산호의 생존을 위협하는 여러 요소들 사이에서 산호는 살아가야 합니다. 만약 산호를 온전히 보호하는 것이 불가능하다면, 여러 요소들이 공존할 수 있는 방법을 찾아야 합니다. 그래서 그 방법으로 적합한 것이 수중예술입니다.

제이슨 디케리스 테일러라는 예술가가 처음 시도한 것으로 알려져 있는 수중 예술은 말 그대로 건축물을 수중에 던져 넣는 것입니다. 디케리스는 인공암초 역할을 할 수 있는 조각상을 바다 속으로 던져 넣음으로서, 해양 생태계와 함께 산호까지 살려냈다고 합니다. 중성 시멘트를 이용해 바다 생물들이 받는 부담이 없도록 하고, 조각상의 표면을 산호가 자랄 수 있도록 해, 산호초 형성을 돕고, 산호로 인해 유입되는 해양생물들로 생태계까지 만들어낸 것입니다. 이 방법을 통해 자연 산호초의 부담 감소, 예술의 추구, 산호의 성장을 모두 이루어 냈습니다.

옥시벤존을 첨가하지 않은 썬밤을 만드는 일처럼, 수중예술을 활용해 서귀포 해역에 인공암초 조각상을 넣고, 산호 생태계를 되살린다면, 스쿠버 다이빙을 하는 사람들의 욕구, 생태계 회복을 통한 어업 안정화 등 다양한 효과를 누릴 수 있습니다. 그렇기에 저희 팀은 제주도를 형상한 예술물의 축소버전을 만들어보았습니다. 화산을 중점으로 해 제주도 자체를 형상화한 예술품, 그리고 서귀포 해역의 산호들을 형상화한 인공조형물을 만들어서 넣고, NO OXYBENZONE과 같은 문구도 같이 넣어 다이빙을 하는 사람들에게 산호의 보존에 대해서 알리고, 산호 또한 자랄 환경을 만들어 나갈 수 있을 것이라 기대됩니다.



직접 제작한, 제주도를 형상화한 수중 예술물의 축소버전입니다.

○ 팀원의 담당 역할

- 이지훈
 - 썬밤 재료 구입과 제작
 - 자외선 차단제 속 유해성분이 해양생물에 미치는 영향 조사
 - 제주도 방문, 캠페인 활동 진행
- 신화진
 - 산호 개체 증가를 위한 예술물 모형 제작
 - 발표를 위한 ppt 제작
- 임채현
 - 수중 예술을 통해 국내 산호 개체 수를 증가시킬 수 있는 방법 고안
 - 발표를 위한 대본 작성

3. 결론 및 의의

○ 결론

- 옥시벤존이 첨가된 자외선 차단제의 판매 및 유통을 법으로 금지시킨 하와이처럼, 국내에서도 백화현상을 초래하는 4가지 유해한 화학성분이 첨가된 자외선 차단제의 사용을 막을 수 있는 대책을 마련해야 합니다. 또한 수중예술을 통해 산호 보전을 이룩함과 동시에 관광산업을 확대시켜 국익을 증진시킬 수 있을 것이라고 판단합니다.

○ 의의

- 우리의 소중한 해양자원을 지켜나가기 위한 첫 번째 발자국을 내딛을 수 있었다고 생각합니다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 썬밤을 제작할 때 재료들이 쉽게 녹지 않아 어려움을 겪었습니다. 그러나 적당한 비율을 맞춰 재도전한 결과 시중에 판매하는 자외선 차단제 못지 않은 핸드메이드 썬밤을 성공적으로 만들어낼 수 있었습니다.
- 제주도 이호테우 해변을 방문해 캠페인 활동을 진행하면서 다양한 어려운 상황을 맞닥뜨리게 되었는데요, 피부가 민감하신 관광객 분들께서는 저희가 제작한 자외선 차단제를 공급받기 꺼려하셨습니다. 또한 영어를 못하는 외국인 관광객 분들과의 소통이 조금 힘들었습니다. 그러나 중국어와 일본어로 만든 설명문을 사전에 미리 제작한 덕에 메시지 전달에는 성공하였다고 생각합니다. 비행기 시간이 지연돼 학교 기숙사로 돌아가는 버스를 놓치는 등 수난을 겪기도 했지만 해양자원의 소중함을 알리고 산호 보전에 조금이라도 기여할 수 있었던 뿌듯하고 뜻 깊은 시간이었습니다.

○ 알게 된 점

- 산호의 백화현상을 초래하는 화학 성분들에는 어떤 것들이 있는지 알게 되었으며 백화현상을 초래하는 원리를 이해하였습니다.
- 국내에 서식하는 산호초의 종류와 특성에 대해 새롭게 알게 되었습니다.
- 수중 예술을 통해 산호초의 개체 수를 증가시킬 수 있다는 사실을 깨달았습니다.
- 캠페인 활동을 통해 국내에선 아직 산호초의 자원적 가치와 옥시벤존의 유해성에 대한 인식이 부족하다는 사실을 인지하였습니다.

5. 참고문헌

- 논문- Roberto Danovaro, Lucia Bongiorni, Cinzia Corinaldesi, Donato Giovannelli, Elisabetta Damiani, Paola Astolfi, Lucedio Greci, Antonio Pusceddu 「Sunscreens Cause Coral Bleaching by Promoting Viral Infections」, (미국 국립 생물 정보 센터) pg. 1-6
- Eunae Choi, Jun-Im Song 「Four New Records of Two Genera Balanophyllia and Cladosammia (Anthozoa:Hexacorallia Scleractinia: Dendrophyllidae)」, (산호자원은행) pg. 184-188
- 도서- C. A. Downs, Esti Kramarsky-WinterRoe SegalJohn FauthSean KnutsonOmri BronsteinFrederic R. CinerRina JegerYona LichtenfeldCheryl M. WoodleyPaul PenningtonKelli CadenasAriel KushmaroYossi Loya (2016) 『Archives of Environmental Contamination Toxicology』 Springer Science+Business Media, 미국
- 기사- 이설, 「산호초에 피해 준다“… 하와이, 선크림 금지」, 『한국경제』 2018-05-05A9면
- 인터넷- EWG's Skin Deep Cosmetics Database

제3회 해양생물 탐구대회

최종보고서

팀명	해양생물모방기술팀		
학생명	박지민, 조경민, 이송헌, 이호광	학교	대전동산고등학교
지도교사명	홍석균	학교	대전동산고등학교

항목	내용
탐구주제	삼엽충 눈 구조를 활용한 안전삼각대 제작
탐구기간	2018년 5월 ~ 2018년 9월
탐구목적	○ 현존하는 안전삼각대보다 기능적으로 더 효율적인 모델을 삼엽충의 눈 구조를 생체 모방하여 제작함.
탐구내용	○ 고생대에 서식한 대표적인 해양생물인 삼엽충은 그 다양하고 독특한 눈 구조로 인해 번성할 수 있었던 생물이다. 그 구조를 이용하면 기존의 안전삼각대 보다 더 밝고 더 멀리 빛을 반사시켜 운전자들이 사고를 보다 빨리 인식할 수 있다는 것에 대한 생각이다. 눈 구조와 물리적 수식을 활용하여 제작되는 안전삼각대의 효율성을 확인하기 위해 삼엽충의 눈 구조를 가장 잘 표현할 수 있는 쇠구슬과 점토를 사용한 모의 실험을 진행한다. 기존의 삼각대는 반사테이프를 이용하여 시인성(視認性)을 높이고 있지만, 빛의 산란도가 크다는 문제점을 가지고 있는데 삼엽충의 눈 구조를 활용한다면 이 문제를 해결할 수 있을 것이다.
탐구결과	○ 삼엽충의 눈 구조를 가장 잘 표현할 수 있는 방법은 쇠구슬을 일정간격으로 배치하는 것이었으며, 직경10mm의 쇠구슬을 3mm의 간격으로 배치하고, 약 3mm정도 높이로 쇠구슬을 표면에 노출시켰을 때 안전삼각대로써 가장 높은 효율을 보였다.
결론 및 의의	○ 고대 해양생물의 파콥스 삼엽충(Phacops Trilobite)의 눈 구조를 모방한 안전삼각대 제작연구를 통해 해양생물을 다양한 분야에 활용할 수 있음을 알았고, 더 나아가고 해양생물이 가져다줄 수 있는 무한한 가치에 대해 그 가능성 제공했다는 점에서 탐구의 의미를 찾을 수 있었다.





탐구 주제	삼엽충 눈 구조를 활용한 안전삼각대 제작
팀명	해양생물모방기술팀

1. 탐구 동기 및 목적

○ 탐구 동기

- 교통사고 후 사고가 발생했음을 알려주는 ‘안전삼각대’ 설치는 도로 위에서 발생하는 2차 사고의 예방을 위해 필수라고 알려져 있다. 그러나 이러한 안전삼각대가 본연의 역할을 제대로 하지 못함에 따라 2차 사고가 발생하는 안타까운 상황이 많이 발생하고 있다. 실제로 안전을 위해 설치하도록 한 삼각대가 오히려 2차사고의 원인이 되는 경우가 한 해 5백 건이나 발생하고 있다. 100m 이상 떨어진 곳에 삼각대를 설치하는 것이 위험하고 실제로 이를 지키는 운전자가 적은 것에 의한 사고 또한 있긴 하지만 안전삼각대가 설치되어 있음에도 불구하고, 삼각대에서 반사되는 빛을 운전자가 제대로 인식하지 못한 경우나 삼각대에서 나오는 빛을 급커브 구간이나 비나 안개와 같은 기후현상에 의해 인지하지 못하여 사고가 발생하는 경우가 많았다.
- 이러한 문제를 해결해보기 위한 방안으로, 안전삼각대로부터 반사되는 빛을 운전자가 보다 더 잘 인식할 수 있는 방법에 대해 생각해보던 중 고생대 대표적인 해양생물인 ‘삼엽충의 눈’에서 아이디어를 얻을 수 있었다.

○ 탐구 목적

- 고생대 해양생물인 삼엽충 화석에서 눈 구조를 관찰, 학술자료 등 여러 방법으로 연구를 진행하여 기존 안전삼각대의 한계점을 보완하는데 삼엽충의 특징적인 눈 구조를 적용한다. 이를 통해 안전삼각대의 인식률을 증가시켜 2차 교통사고 발생률을 줄이고, 더 나아가 기술자원으로써의 무한한 가치를 제고하고자 한다.
- 자동차의 전조등(head light)에서 나오는 빛을 기존보다 효율적으로 반사시켜 운전자를 이 사고가 발생했음을 쉽게 인지할 수 있도록 빛의 광학적 성질과 함께 삼엽충의 눈의 내부 구조, 외부 구조, 작동 원리를 적용하여 안전삼각대를 제작해 보고자 한다.

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 삼엽충의 눈

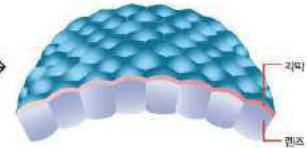
· 삼엽충의 눈은 다른 동물들과 달리 방해석으로 이루어져 있다. 방해석은 탄산칼슘으로 이루어져있으며, 투명한 성질을 가지고 있어 삼엽충은 맑은 방해석 결정(빙주석)의 투명도라는 성질을 이용해 빛을 전달하는 수단인 눈의 수정체로 이용한 것이다. 삼엽충의 눈은 볼 위쪽에 위치하고 있으며, 능면체라는 면이 6개인 도형의 광물 여러 개로 이루어져 있다. 이때 각 능면체의 면은 정사각형도 아닌 직사각형도 아닌 직각에서 기울어져 있는 모양의 사각형인데, 이 광물을 총 3개의 축인 a, b, c축을 설정하여 설명할 수 있다. 삼엽충의 눈의 방해석은 하나의 축에 수직인 세 개의 축이 서로 120도를 이루어 있는 도형의 결정으로 이루어져 있다고 할 수 있어 능면체 구조가 되는 것이다. 이 정육면체가 아닌 투명한 방해석이 빛을 독특한 방식으로 전달한다. 광선이 능면체의 측면에서 들어오면 둘로 갈라지면서 들어오는데, 이를 ‘복굴절’이라고 한다. 하나는 정상광선이 되고 다른 하나는 이상광선이 되는데 이 두 광선의 경로는 능면체의 모양에 따라 정해진다.

· 삼엽충의 눈은 긴 각기둥 모양의 방해석으로 이루어져 있다. 대부분의 눈은 각기둥들을 옆으로 많이 늘어세운 형태인데, 다른 절지동물들과 비교해 보았을 때, 해당 각기둥은 그 하나 하나가 수정체와 같은 역할을 하는 것이라고 볼 수 있다. 삼엽충의 수정체에서 c 결정축은 각 수정체를 이루는 각기둥의 긴 축에 따라 놓여 있는 것인데, 대부분의 각기둥 형태의 수정체에서 이 축이 수정체 표면과 정확히 직각을 이룬다. 그러나 수정체는 특정한 방향의 빛이 통과하도록 하는데 일반적인 삼엽충의 눈은 미묘하게 조금씩 다른 방향을 가리키고 있는 작고 긴 각기둥들이 모인 것으로 삼엽충의 눈은 종별로 매우 다양하며, 수정체가 수백 개에서 수천 개가 모여 있는 이상 이 수정체들에 있는 c축은 각각의 방향이 모두 다르다. 수정체의 중심으로부터 미세한 바늘들이 c축을 따라 튀어나와 있는데, 이를 통해 빛이 통과하는 것이다. 이러한 수정체 구조가 모여 벌집모양을 이루고 있는데, 이는 각 공간이 서로 작용하는 압력을 나누기 위해 육각형 형태로 변형된 것으로 보이며 인접한 육각형들의 중심을 잇는 거리는 어디에서나 똑같다. 따라서 평균적으로 삼엽충의 수정체는 길고 가늘며, 지름이 수만 분의 1mm에 불과하고, 장축이 c 결정축과 평행하며 육각형이다. 또한 삼엽충의 눈을 단면으로 잘라 살펴보면, 칼슘원자들의 일부가 가까운 마그네슘으로 대체된 부분들이 있는데, 이 부분들이 모여 굴절지수에 변화가 생

최종 의 눈, 하지만 화강단 눈
삼엽충의 눈은 광물 일부만 결정되어 있다. 그런데 방해석 특유의 복굴절 현상을 방지(회절)을 정교하게 배열된 채 자랐다. 같은 네모 방식은 크게 두 가지로 나뉜다.

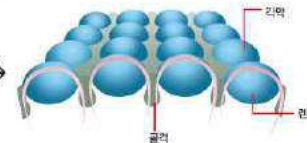
원형화안

삼엽충의 종류와 상관없이 발견되는 눈. 렌즈가 매우 작고 서로 이격되어 있다. 대부분 1000개 이하이나 간혹 1만5000개 이상에 렌즈를 지닌 것도 있다. 한 겹의 각막이 도는 렌즈를 덮고 있다. 사산은 파라메주루스(*Parasurus*) 삼엽충.



집합화안

파셀스 등 삼엽충 일부가 지닌 눈. 렌즈가 크고 서로 떨어져 있다. 렌즈 수는 대부분 100개 이하이나 많은 것은 700개까지 있다. 렌즈마다 각막이 덮고 있고 렌즈 사이에는 높은 굴절력이 있다. 사산은 파셀스 라네(*Phacops ranai*).



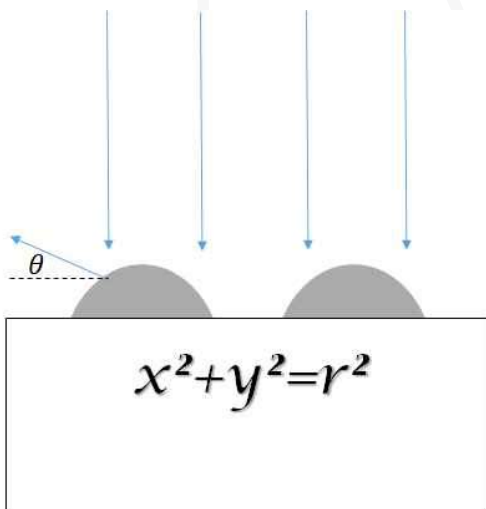
겨 ‘고마그네슘 방해석’의 두께가 구면수차를 보정하여 초점을 맞추게 된다.

- 안전삼각대

- 도로교통법에서 고장차량의 표지로 규정하고 있는 것으로 차량의 고장 또는 그 밖의 사유로 차량을 운행할 수 없게 되었을 때 도로 상에 설치함으로써 운행할 수 없는 차량으로 인해 발생할 수 있는 사고예방 및 원활한 소통 확보를 위해 설치하는 길이 45cm, 폭 8cm 크기의 표지이다. 차량 고장이나 접촉사고로 차가 정지한 경우, 비상등 점등만으로 시야 확보가 어려우므로 2차 사고로 인한 대형 사고를 막기 위해 설치하며, 대부분 조립 형태로서 보관 및 휴대가 쉽고, 발광 반사판을 사용하여 야간에도 선명하게 볼 수 있다. 하지만, 단순한 반사구조 방식으로 제작되어 운전자가 인식하는데 한계를 가지게 되고 2차 사고를 유발하게 된다. 기존의 단순한 구조에서 벗어나 삼엽층 눈 속에서 나타나는 다양한 빛의 진행 경로를 만들어내는 방해석의 결정에 의해 만들어지는 삼엽층 눈의 ‘표면 구조’를 활용한다.

- 자동차 전조등과 반사각

- 자동차 전조등은 우리가 평소 보는 많은 분산광과 달리 직사광의 형태이기 때문에 안전삼각대에서 빛을 반사하여 우리 눈에 강한 빛이 오게 되는 것이다. 삼엽층의 눈 외부 구조를 삼각대에 적용한 모델에 있어서 헤드라이트 반사광이 얼마나 많은 범위까지 반사되는 지에 대하여 계산하여 봐야할 필요가 있다.
- 아래 왼쪽의 그림에서 전방에서 오는 빛은 모두 수직으로 온다고 가정한다. 빛이 반사되어 오는 빛이 지면과 이루는 각의 크기를 θ , 빛의 입사각과 반사각의 크기를 α , 각 구의 반지름을 r 이라고 할 것이다. 광학적 특성상 빛은 법선을 기준으로 하여 입사각의 크기와 반사각의 크기가 같기 때문에 법선의 기울기와 높이 사이의 관계를 구하는 것이 중요하다. 법선의 기울기를 수식화하기 위해 원의 방정식인 $x^2 + y^2 = r^2$ 을 음함수 미분한 값을 구하도록 한다.



$$x^2 + y^2 = r^2$$

$$2x + 2y \frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y} = -\frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}$$

이때 법선을 기준으로 한 반사각의 크기가 α 이므로 지면과 법선 사이의 각도는 $(\theta + \alpha)$ 이다. 이때 직사광은 수직으로 들어온다고 가정 했으므로 $\theta + 2\alpha = \frac{\pi}{2}$ 이다.

따라서 지면과 법선 사이의 각도를 $\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}$ 이라고 표현할 수 있다. 법선의 방정

식의 기울기가 $\tan\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$ 이므로 해당 부분에서의 접선의 기울기는

$-\frac{1}{\tan\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}$ 이다. 따라서 원형으로 가정한 삼엽충 눈 구조가 적용된 단위격자

가 깊게 박힌 정도 y 에 따른 빛의 범위 θ 를 구할 수 있다.

$$-\frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}} = -\frac{1}{\tan\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}$$

$$x^2 \tan^2\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = r^2 - x^2$$

$$x^2 = \frac{1}{\tan^2\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right) + 1} r^2$$

여기서 삼엽충의 눈 구조가 박힌 깊이 y 와의 관계식을 얻기 위해 기존 원의 방정식을 변형한 식 $y^2 = r^2 - x^2$ 을 활용한다.

$$y^2 = \frac{\tan^2\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}{\tan^2\left(\frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}\right) + 1} r^2$$

$$= \frac{\left(1 + \tan\frac{\theta}{2}\right)^2}{2 + 2\tan^2\frac{\theta}{2}} r^2$$

$$= \frac{\left(\frac{1 + \tan\frac{\theta}{2}}{1 - \tan\frac{\theta}{2}}\right)^2}{1 + \left(\frac{1 + \tan\frac{\theta}{2}}{1 - \tan\frac{\theta}{2}}\right)^2} r^2$$

$$y = \frac{1 + \tan\frac{\theta}{2}}{\sqrt{2\left(1 + \tan^2\frac{\theta}{2}\right)}} r \quad (y > 0)$$

$$= \frac{\left(1 + \tan\frac{\theta}{2}\right)^2}{\left(1 + \tan\frac{\theta}{2}\right)^2 + \left(1 - \tan\frac{\theta}{2}\right)^2} r^2$$

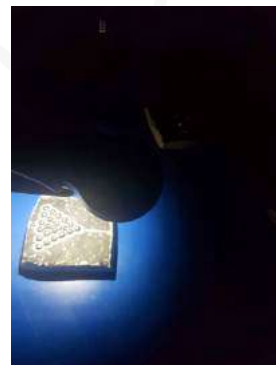


○ 방법

- 이 아이디어가 적용되어 만들어질 제품은 판위에 구체의 일부를 드러내어서 제작 될 것 이지만 경제적, 시간적 제약으로 인하여 다른 방법을 고안해야 한다. 따라서 고안된 실험 방법은 반사가 되는 구체인 쇠구슬을 크기별로 직경 10mm, 20mm, 30mm를 안전삼각대처럼 정삼각형 형태로 같은 표면적을 드러내게 함으로써 지점토에 박아 빛을 반사시킬 실험 대상을 제작한다. 표면적을 같게 하도록 정삼각형의 변이 일정하게 되도록 직경 10mm 구슬을 21개, 직경 20mm 구슬을 6개, 직경 30mm 구슬을 3개를 사용하여 한 변이 60mm인 정삼각형 형태로 제작한다. 이때 지점토는 흰 색이므로 지점토 자체에서 반사되는 빛의 양을 최소화하고자 쇠구슬을 제외한 지점토 표면을 검은색으로 칠하도록 한다.



그 후에 실생활에서 가장 쉽게 접할 수 있을 만한 식사광에 가까운 광원 중 하나인 핸드폰 손전등을 이용하여 일정한 거리와 각도에서 일정한 밝기의 빛을 쬐어서 반사되는 반사광을 같은 높이와 위치에 있는 조도 측정계로 조도를 측정한다. 그 결과 가장 높은 LUX값이 측정된 쇠구슬이 가장 효율이 좋은 것으로 보고, 이것과 사전에 계산한 반사 범위에 따른 구슬이 박힌 정도와의 관계식을 적용하여 반사광의 세기와 범위 측면에서 운전자에게 빛이 최대한 효율적으로 전달되기 위한 이상적인 모의 안전삼각대를 제작한다.



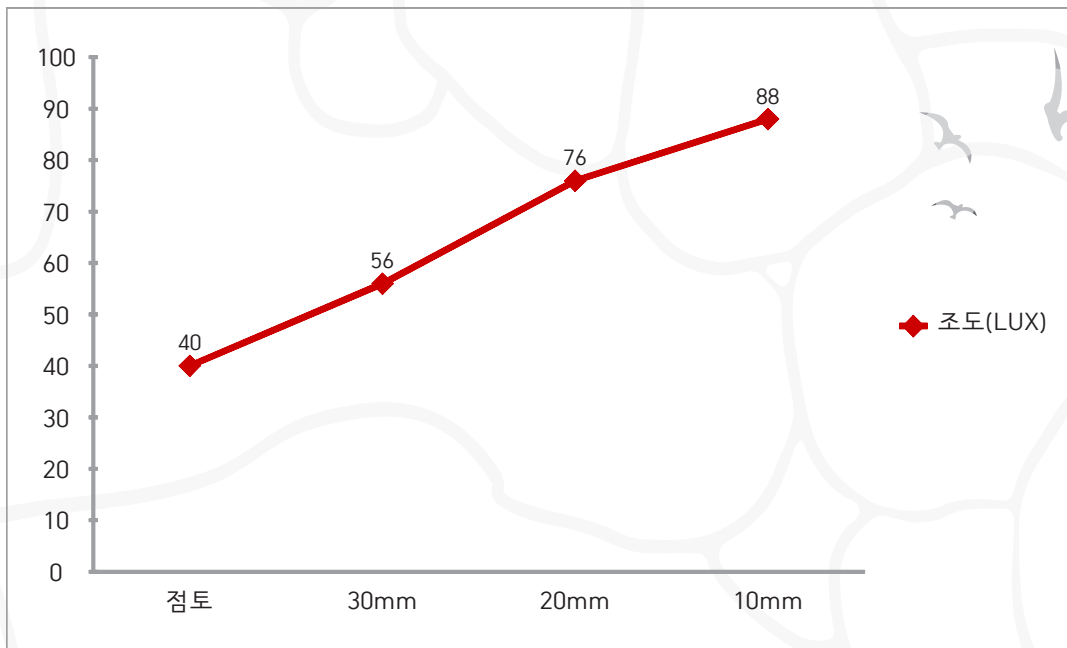
○ 결과

- 모든 실험은 암전 상태에서 핸드폰 손전등을 비춰서 진행하였으며, 각 실험 별로 20회씩 진행한 뒤 산술평균 처리하여 가장 가까운 자연수의 값을 도출하였다.

회차 수 \ mm	구슬이 없을 때	30mm	20mm	10mm
1회	39	62	71	88
2회	42	54	74	78
3회	54	48	81	91
4회	39	46	76	75
5회	38	56	76	84
6회	45	59	65	92
7회	45	44	79	97
8회	39	55	65	88
9회	40	58	84	98
10회	39	54	80	83
11회	40	55	75	88
12회	41	71	76	93
13회	40	51	78	87
14회	37	55	84	90
15회	31	56	76	87
16회	39	60	75	102
17회	46	56	74	88
18회	37	55	72	90
19회	40	56	78	86
20회	29	69	77	75
평균	40	56	76	88

(단위: LUX)

- 간이 실험과 실제 안전삼각대의 효율성과의 관계에 대해서
 1. LUX의 정의는 단위면적당 밝기로, 측정한 값에 비례해 실제 안전삼각대의 효율성이 도출된다.
 2. 쇠구슬의 반사만을 조작변인으로 만들기 위해 면적, 직사광, 지점토의 색칠등의 요소를 고려하여 실험을 하였다.



〈빛의 반사되는 정도와 구형체의 밀도 비교〉

○ 팀원의 담당 역할

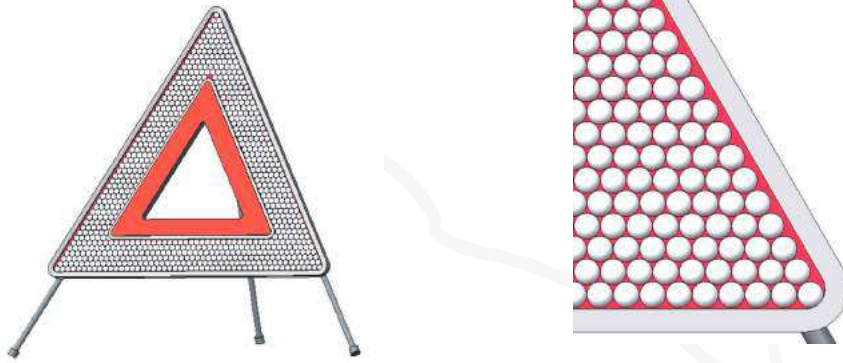
- 이호광 : 삼엽충 눈 구조 관찰 및 특징 분석
 - 논문조사, 실험재료 구입 및 자문요청
- 이송현 : 삼엽충 눈 구조를 활용한 다양한 안전삼각대 샘플 제작
 - 실험 설계
- 조경민 : 안전삼각대 샘플의 빛 반사 정도 실험
 - 실험결과 분석 및 통계
- 박지민 : 제작한 안전삼각대와 삼엽충의 눈 구조 비교분석
 - 서기

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 실험을 통해 삼엽충의 눈 구조로 된 형태의 반사 구형체가 큰 것을 적게 사용하여 공간을 많이 차지하는 것 보다 작은 것을 많이 사용하여 공간을 효율적으로 차지하는 것이 빛 반사량 측면에서 더 좋다는 사실을 알게 되었다.
 - 앞서 빛의 반사 범위를 구형체가 판에 박히는 깊이에 따라 결정되도록 한 식을 이용하여 안전삼각대로부터 60° 정도의 범위를 맞출 수 있게 할 때 구형체의 반지름의 약 1.37배가 판 속으로 박히도록 하여 제작중이다.
- *최종결과 발표회까지 제작완료가능.

- 구형체가 박혀있는 깊이와 빛이 반사되는 범위의 관계를 계산한 값을 이용한다. 이때, 도로의 사정을 고려하여 빛의 반사 범위를 정한 뒤 삼엽충 눈 구조 구형체를 얼마나 깊이 박아야 하는 지에 대하여 직접 계산하고, 본 뒤 앞서 진행한 실험과 함께 가장 안전한 안전삼각대 모델에 대한 제작 작업을 진행 중이다.



제작중인 안전삼각대의 모습을 시뮬레이션 한 모습 (전면, 반사부)

○ 의의(기대효과)

- 앞서 계산한 식과 쇠구슬을 이용해 진행한 모의실험에 의거하여 직경 10mm의 구형체가 약 7mm정도가 판에 박히도록 한 삼각대를 제작함으로써 현존하는 안전삼각대보다 전방의 자동차 헤드라이트의 빛을 더욱 잘 반사시키도록 하여 더 멀리서부터 사고 발생 여부를 알 수 있게 한다.
- 안전삼각대에 대한 효율성 향상으로 인해 더 거리가 먼 곳까지 사고 발생 여부를 알려 사고가 난 후 안전삼각대를 설치하기 위해 이동해야 하는 거리를 줄여 2차사고의 위험성을 낮춘다.
- 해양 생물을 모방한 안전삼각대를 제작함으로써 현생과 고생의 해양생물이 가지는 자원으로써의 무한한 가치를 활용하여 해양생물을 모방한 기술의 발전을 촉진한다. 또한 삼엽충 눈의 독특한 특징들(방해석으로 구성, 보정구조의 적용, 더 다양한 형태의 눈 결정 구조)에 대한 적용을 이번 연구를 통해 확산적인 적용을 해내는 발판을 제공하고자 한다.
- 삼엽충의 눈 구조를 모방하여 안전삼각대를 제작함으로써 해양생물에 대한 관심을 가지고 생체모방 기술에 대해 접할 기회를 가짐과 동시에 안전삼각대가 가지고 있는 사회적 문제에 대해서도 깊이 고민하는 시간을 가진다.

4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

○ 어려운 점

- 삼엽충에 대한 연구의 미진
 - 기존의 삼엽충 눈 구조에 대한 연구가 많이 진행되지 않았고, 되었다고 하더라도 국내에서는 찾아보기 힘들었다. 그래서 삼엽충의 눈 구조에 대한 정보를 찾아보는 것이 힘들었고, 정보를 찾기 위해서 외국에서 출간된 서적의 한국 번역판을 구하여 읽어야 했다. 또한, 구조에 대한 원리가 명확하게 기술되지 못한 부분에 대한 이해는 우리 팀이 해결해야 하는 문제로 남겨지게 되었으며 삼엽충에 대한 것이 아니라 방해석의 복굴절과 같이 더 기본적인 구성요소들에 대한 원리들에 대한 내용을 알아보아야 했다.
- 기술적인 문제
 - 삼엽충에 대한 연구를 하면서 안전삼각대 제작에 처음 고안해낸 방법은 렌즈를 활용하여 굴절의 원리를 적용하고자 하였다. 그 예시로 렌즈를 이용하여 차량의 후미등의 빛을 굴절시켜 평행광을 만들어 더 멀리서 안전 삼각대가 보이게 만드는 방식 등이 있었다. 그러나 제작비용이 많고, 학생들이 개별적으로 제작하는 것이 매우 기술적으로 어려워 전문가들에게 의뢰하는 형식으로 제작되어야 했고, 제작이 가능하더라도 제작기간이 너무 길어 다른 방안에 대한 아이디어 회의를 수차례 진행한 결과 삼엽충의 눈 표면 구조를 모방하기 위한 구체로 쇠구슬을 이용하기로 하였고, 제작 전 점토(지점토)에 쇠구슬을 박아 간이 실험을 진행하게 되었다.
- 폐기된 제작 아이디어
 - 삼엽충 눈 구조를 활용한 안전삼각대를 제작한다는 연구 주제 하에 다양한 삼각대 제작 아이디어가 나왔다. 빛의 간섭 효과를 이용한다는 기초적인 물리학 법칙에서 유래한 것부터 시작해서, 반사망원경의 원리를 이용한 초점확대, 삼각대의 3차원화를 통한 가시 범위 증대, 양면 동시 제작을 통한 이분법화 등 다양한 제작 아이디어가 나왔으나 각각 경제적, 과학적 문제가 존재해 대부분의 아이디어가 폐기되었다.

○ 알게 된 점

- 삼엽충의 독특한 특징
 - 삼엽충의 눈 구조가 방해석이라는 광물로 이루어져 있다는 것과 그에 따라 생긴 복굴절, 보정구조와 같은 독특한 특징들, 프리키클로피계(완전복안)와 파콥스(접합복안)와 같이 삼엽충의 진화에 따라 달라지는 삼엽충의 눈 그리고 그 외의 부위들의 차이점, 고생대 해양 생물의 경이로움 등을 알게 되었다.



- 안전삼각대로 인한 사회적 문제

- 안전삼각대의 취지는 고속도로와 같은 위험지역 위에서 2차사고의 방지를 위해 설치하는 것이지만 안전삼각대의 빛 반사 효율 문제로 인한 2차사고 발생률이 높았다는 점과 50m이상 앞에 가서 설치를 해야 한다는 부담감 등 다양한 사회적 문제가 있다는 것을 인식하고 해결해야할 방안을 모색해야 한다는 점을 알 수 있었다.

○ 기타

- 기존 안전삼각대와의 비교 실험의 부재

- 기존의 계획으로는 삼엽충의 눈 구조를 적용한 안전 삼각대를 제작하고, 같은 크기의 안전삼각대를 구하여 자동차 헤드라이트를 사용하여 lux값을 비교하고자 하였으나, 긴 제작기간의 문제와 기존 아이디어의 폐기로 인해 연구기간의 단축되어 실제 안전삼각대 제작을 최종 보고서 작성 이전에 끝내지 못하였다. 그러나 그 대안으로 기존의 안전삼각대의 면적, 헤드라이트의 광량, 떨어진 거리, 측정된 lux값이라는 정보를 가지고 이론적인 값을 계산 하여 제작하고자 하는 안전삼각대를 시뮬레이션화 할 수 있었고 현재 제작중에 있어 최종발표일 전까지 제작이 완성될 예정이다.

5. 참고문헌

○도서 - 리처드 포터 (2007) 『삼엽충』 뿌리와 이파리 출판사 p.115 - 131

Michael J, Benton, David A.T. Harper 『고생물 학개론』 p. 537 - 559

○논문 - 강임성, 「태백층군 대기층의 중기 캄브리아기 삼엽충」, (RISS, 2004), 25쪽

*자문교수님 - 신우철 교수님 (충남대학교 기계공학박사) 안전삼각대 제작에 대한 조언



제3회 해양생물 탐구대회

발행인 : 황선도

인쇄일 : 2018년 10월 29일

발행일 : 2018년 10월 29일

발행처 : 국립해양생물자원관

충남 서천군 장항읍 장산로 101번길 75

Tel : 041) 950-0676 / Fax : 041) 950-0673

<http://www.mabik.re.kr>

기획·진행 : 임일청, 이정원, 권이영, 김숙화

※ 이 책은 국립해양생물자원관의 저작물이므로, 본 기관의 허락 없이는 어떠한 형태나 수단으로도 이용하지 못합니다.