

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 행사장소

국립해양생물자원관

## 접수방법

온라인 홈페이지 [spectory.net/mabik/mabikstudy](http://spectory.net/mabik/mabikstudy)

## 참가대상

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

## 시상/상금

총 상금  
1,680만원

| 구분       | 계       | 해양수산부장관상                            | 국립해양생물자원관장상                         |                                      |                                      |
|----------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|          |         | 대상                                  | 최우수상                                | 우수상                                  | 장려상                                  |
| 시상<br>규모 | 60점     | 총 6점<br>- 초·중·고 각 1팀<br>- 지도교사 각 1명 | 총 6점<br>- 초·중·고 각 1팀<br>- 지도교사 각 1명 | 총 12점<br>- 초·중·고 각 2팀<br>- 지도교사 각 1명 | 총 36점<br>- 초·중·고 각 6팀<br>- 지도교사 각 1명 |
| 상금<br>규모 | 1,680만원 | - 100만원×3팀<br>- 100만원×3명            | - 60만원×3팀<br>- 60만원×3명              | - 30만원×6팀<br>- 30만원×6명               | - 10만원×18팀<br>- 10만원×18명             |

## 접수기간

2020.05.06(수) - 05.19(화)

## 문의처

해양생물 탐구대회 운영사무국 Tel. 02-6953-1310 E-mail. [mabikstudy@contestweb.net](mailto:mabikstudy@contestweb.net)

## 국립해양생물자원관 제4회 해양생물 탐구대회 개요

### | 목적

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

### | 탐구대회 주관사

- 대회명 : 국립해양생물자원관 제4회 해양생물 탐구대회
- 주최/주관 : 국립해양생물자원관
- 후원 : 해양수산부

### | 접수 내역

- 최종 접수팀 : 전국 초·중·고 131팀
- 본선 진출팀 : 전국 초·중·고 30팀

### | 시상 내역

| 구 분   | 계       | 해양수산부장관상                            | 국립해양생물자원관상                          |                                      |                                      |
|-------|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|       |         | 대상                                  | 최우수상                                | 우수상                                  | 장려상                                  |
| 시상 규모 | 60점     | 총 6점<br>- 초·중·고 각 1팀<br>- 지도교사 각 1명 | 총 6점<br>- 초·중·고 각 1팀<br>- 지도교사 각 1명 | 총 12점<br>- 초·중·고 각 2팀<br>- 지도교사 각 1명 | 총 36점<br>- 초·중·고 각 6팀<br>- 지도교사 각 1명 |
| 상금 규모 | 1,680만원 | - 100만원×3팀<br>- 100만원×3명            | - 60만원×3팀<br>- 60만원×3명              | - 30만원×6팀<br>- 30만원×6명               | - 10만원×18팀<br>- 10만원×18명             |

### | 진행 과정

- 탐구계획서 접수 : 2020. 5. 6.(수) ~ 5. 13.(수)
- 예선심사 : 2020. 5. 25.(월)
- 본선 중간심사 : 2020. 7. 30.(목) ~ 8. 4.(화)
- 본선 발표심사 : 2020. 9. 12.(토)

## 목차

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| <b>  초등부 수상작</b>               | <b>005</b> |
| Sea그널                          | 007        |
| 한반도징어 지킴이                      | 024        |
| 호신새우                           | 040        |
| Marine Eco Kid                 | 055        |
| 울산 작은 고래의 꿈                    | 071        |
| 해가빛탐험대                         | 087        |
| 평택새빛초 해양탐험대                    | 103        |
| 블루오션                           | 117        |
| 갯벌탐정사무소                        | 130        |
| 맛시멜로                           | 143        |
| <b>  중등부 수상작</b>               | <b>159</b> |
| 바다는 보물이다                       | 161        |
| Agar! you are Sea-Keeper! ASK! | 177        |
| 집게리아                           | 190        |
| 김예찬씨(Sea)                      | 203        |
| MRI                            | 220        |
| 후무후무누쿠누쿠아푸아아                   | 230        |
| Silver                         | 236        |
| 4J                             | 248        |
| 문어빨판                           | 263        |
| 바다정원(해원)                       | 280        |
| <b>  고등부 수상작</b>               | <b>297</b> |
| Mr. CEO                        | 299        |
| 사이다(사이언스면 다 돼~!)               | 310        |
| 오버 더 오션                        | 327        |
| 탐구해요 갯끈풀숲                      | 344        |
| 왓따개비                           | 355        |
| 핸섬가이즈                          | 370        |
| 해산물아 만나서 반갑데이~                 | 381        |
| 키알산                            | 395        |

※ 본 자료는 국립해양생물자원관 홈페이지([www.mabik.re.kr](http://www.mabik.re.kr)) > 교육참가 > 교육자료실 에서 내려받을 수 있습니다.

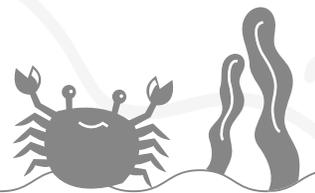
---

제4회 해양생물 탐구대회

---



# 초등부 수상작



## 초등부 수상팀 명단

| 구 분          |           | 팀 명            | 학 교      |
|--------------|-----------|----------------|----------|
| 해양수산부 장관상    | 대상 (1팀)   | Sea그늘          | 인천원당초등학교 |
| 국립해양생물 자원관장상 | 최우수상 (1팀) | 한반도징어지킴이       | 신용산초등학교  |
|              | 우수상 (2팀)  | 호신새우           | 삼성초등학교   |
|              |           | Marine Eco Kid | 삼천초등학교   |
|              | 장려상 (6팀)  | 울산 작은 고래의 꿈    | 울산초등학교   |
|              |           | 해가빛탐험대         | 양지초등학교   |
|              |           | 평택새빛초 해양탐험대    | 새빛초등학교   |
|              |           | 블루오션           | 해남동초등학교  |
|              |           | 갯벌탐정사무소        | 상도초등학교   |
|              |           | 맛시멜로           | 을숙도초등학교  |

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |                    |    |          |
|-------|--------------------|----|----------|
| 팀명    | Sea그늘              |    |          |
| 학생명   | 김장원, 신승아, 김나희, 장지우 | 학교 | 인천원당초등학교 |
| 지도교사명 | 주우철                | 학교 | 인천원당초등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 영종도에 사는 흰발농게의 탐구   |
| 탐구기간    | 2020년 5월 6일 ~ 2020년 8월 26일   |
| 탐구목적    | 영종도 개발지역의 흰발농게 분포현황과 흰발농게의 생태적 특성과 서식환경 특성을 조사하고, 영종도 개발지역에 사는 흰발농게를 알릴 수 있는 다양한 활동을 통해 멸종위기종인 흰발농게의 가치와 소중함을 알리고자 한다.   |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영종도 개발지역 내의 흰발농게 분포 조사</li> <li>- 흰발농게의 서식 환경, 독특한 생김새, 생태적 특성 탐구</li> <li>- 영종도 개발지역에 사는 흰발농게를 알릴 수 있는 다양한 활동 전개</li> </ul>  |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영종도 동쪽 갯벌 매립예정지역 흰발농게 서식지도 완성</li> <li>- 흰발농게의 서식환경과 생태적 특성 탐구</li> <li>- 영종도 흰발농게를 알리는 유튜브 채널 운영, 어린이신문에 관련 기사 투고 및 웹툰 연재, 흰발농게 OX 퀴즈 코딩 게임 개발, 영종도 흰발농게 살리기 캠페인 참여, 어린이과학관 주말체험마당 운영, 해양 쓰레기 줍기 등 흰발농게 보전을 위한 다양한 활동 참여</li> </ul>              |
| 결론 및 의의 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 흰발농게의 생태적 특성과 서식환경 특성을 조사하여 멸종위기종인 흰발농게의 가치와 소중함을 알릴 수 있다.</li> <li>- 영종도 개발지역의 흰발농게 분포현황을 조사하여 흰발농게 보존 방안에 대한 기초자료를 제공할 수 있다.</li> <li>- 영종도 개발지역에 사는 흰발농게를 알릴 수 있는 다양한 활동을 통해 사람들에게 영종도 갯벌의 소중함을 알려 흰발농게와 영종도 갯벌 보전의 필요성을 인식시킬 수 있다.</li> </ul> |





|       |                  |
|-------|------------------|
| 탐구 주제 | 영종도에 사는 흰발농게의 탐구 |
| 팀명    | Sea그늘            |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

인천시와 국립해양생물자원관, 국립생태원의 2020년 7월 조사에 따르면, 중산지구 개발 계획에 따라 매립 예정인 인천광역시 중구 영종 2지구 갯벌은 전국 최대 흰발농게 서식지로, 흰발농게가 무려 203만 마리가 서식하고 있다고 한다. 십각목 달랑게과의 절지동물인 흰발농게(*Uca lactea*)는 환경부에서 지정한 멸종위기야생동물 II급, 해양수산부에서 지정한 해양보호생물이다. 그대로 동쪽 갯벌 234만 1천㎡이 매립된다면 흰발농게는 서식지를 잃게 되고, 203만 마리 이상의 수많은 개체가 죽게 될 것이다.

따라서 우리는 영종도 개발지역에 사는 흰발농게의 생태적 특성과 서식환경을 탐구하고 분포현황을 조사하여 흰발농게 보존 방안에 대한 기초자료를 제공하고, 나아가 영종도 갯벌의 가치를 밝혀 해양 환경보호 활동에 앞장서고자 한다.

### ○ 탐구 목적

- 흰발농게의 생태적 특성과 서식환경 특성을 조사하여 멸종위기종인 흰발농게의 가치와 소중함을 알리고자 한다.
- 영종도 개발지역의 흰발농게 분포현황을 조사하여 흰발농게 보존 방안에 대한 기초자료를 제공한다.
- 영종도 개발지역에 사는 흰발농게를 알릴 수 있는 다양한 활동을 통해 사람들에게 영종도 갯벌의 소중함을 알려 영종도 갯벌을 보전하는 방안을 모색한다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### 탐구 1 영종도 개발지역 내의 흰발농게 분포 조사

#### ○ 조사 방법

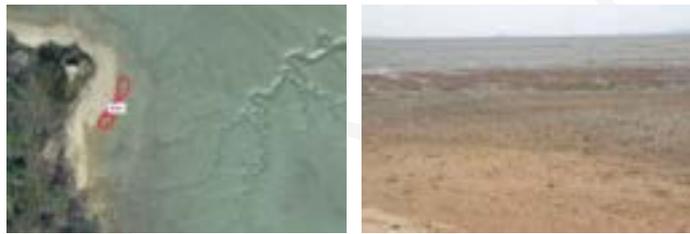
- 육안 또는 망원경을 통해서 흰발농게의 분포를 확인한 후, 방형구(1m×1m)를 활용하여 5m 간격, 또는 좁은 서식지의 경우, 무작위로 정점을 선정하여 3-5회 단위면적당 개체수를 계측하였다.
- 분포면적을 산정하기 위하여 GPS를 기록하여 디지털지도의 면적 계산기를 사용하였다.

○ 조사 내용



(왼쪽) [그림 1] 흰발농게 서식지 현황, (오른쪽) [그림 2] 매립 추진 지역인 중산지구

**A 지역** 인천광역시 중구 운북동 1265-10



[그림 3, 사진 1] A지역 흰발농게 분포도 및 조사지 전경

<표 1> A 지역 개체수 조사 결과

| 지점                  | A1        | A2  | A3  | A4  |
|---------------------|-----------|-----|-----|-----|
| 개체수/1m <sup>2</sup> | 3마리       | 4마리 | 4마리 | 4마리 |
| 개체수 평균              | 약 3.75 마리 |     |     |     |
| 총 개체수               | 약 600 마리  |     |     |     |

- A 지역은 영종도 미단시티 8호 근린공원 산책로 입구에서 약 245m 떨어진 곳이다. 주위보다 약간 높고, 사질(굵은 모래) 성분이 많이 포함된 곳에 분포하고 있으며, 두 조각 집단이 서로 분리되어 있다. 두 조각집단은 약 10m 정도 떨어져 있다.
- 약 160m<sup>2</sup> 정도의 좁은 면적에 흰발농게 약 600마리가 서식하는 것으로 추정된다.
- 흰발농게 개체수가 매우 적어, 이락사 갯벌과 같이 사람들의 산책로에서 서식지를 보호하고, 한려해상국립공원 연안습지와 같이 수중 모래 포집 방법 등으로 서식지를 더 넓게 만들어 주어 개체수를 보전하는 방안 등이 필요하다고 생각되었다.
- 서식 생물 종류: 도둑게, 칠게, 썩, 고랑따개비, 땡가리, 눈알고둥, 갯잔디, 갯강구, 갯질경, 버들, 칠면초 등. 조사한 지역들 중 가장 다양한 생물들이 살고 있다.

**B 지역** 인천광역시 중구 중산동 1849



[그림 4, 사진 2] B지역 흰발농게 분포도 및 조사지 전경

<표 2> B 지역 개체수 조사 결과

| 지점                  | B1         |      |      | B2           |      |      |      |
|---------------------|------------|------|------|--------------|------|------|------|
|                     | B1-1       | B1-2 | B1-3 | B2-1         | B2-2 | B2-3 | B2-4 |
| 개체수/1m <sup>2</sup> | 7마리        | 7마리  | 8마리  | 18마리         | 21마리 | 11마리 | 14마리 |
| 개체수 평균              | 약 6 마리     |      |      | 15.25마리      |      |      |      |
| 총 개체수               | 약 5,255 마리 |      |      | 약 174,613 마리 |      |      |      |

- B 조사지역은 옆으로 인천국제공항고속도로가 지나가고 매립지 공사차량이 수시로 드나드는 곳으로, A 지역에서 약 2.7km 떨어져 있다. 공사 자재들이 많이 버려져 있어 갯벌 오염이 우려된다. 사리 만조때에도 물에 잠기지 않는 조간대 최상부에 흰발농게가 서식하고 있다.
- B1 지역은 도로와 가까운 지역으로, 약 875.9m<sup>2</sup> 면적에 약 5,255마리의 흰발농게들이 서식하고 있는 것으로 추정된다. B1 지역과 B2 지역은 약 130m 정도 떨어져 있다. B2 지역은 칠면초 군락지로, 약 11,450m<sup>2</sup> 면적에 흰발농게 개체수는 약 17만 4600마리를 발견하였다. 총 12,376m<sup>2</sup> 면적에 약 179,868 마리가 사는 것으로 추정된다.
- 서식 생물 종류: 사각게, 농게, 발콩게, 세스랑게, 방게, 말뚝망둥어, 칠면초, 갯잔디, 나문재 등

**C 지역** 인천광역시 중구 중산동 1823



[그림 5, 사진 3] C지역 흰발농게 분포도 및 조사지 전경

<표 3> C 지역 개체수 조사 결과

| 지점                  | C1           | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 |
|---------------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 개체수/1m <sup>2</sup> | 16           | 13 | 2  | 4  | 10 | 11 | 16 | 12 | 16 | 17  |
| 개체수 평균              | 약 11.7 마리    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| 총 개체수               | 약 163,215 마리 |    |    |    |    |    |    |    |    |     |

- C 조사지역은 B 지역에서 약 1.9km 떨어져 있으며, 발목 이상 빠지지 않을 정도로 단단하고, 사리 때에도 물이 잠기지 않는 조간대 상단부에 높은 밀도로 서식한다.
- 발견한 서식지 중 가장 넓은 분포 지역(약 13,950m<sup>2</sup>)에 높은 밀도(약 11.7마리/1m<sup>2</sup>)로 흰발농게가 서식하고 있으며, 약 163,215 마리가 서식하는 것으로 추정된다.
- 사람들이 낚시를 하는 모습을 자주 볼 수 있었는데, 흰발농게가 대규모로 서식하고 있는 곳임에도 불구하고 멸종위기야생동물 2급 흰발농게에 대한 안내가 없어 흰발농게 보전을 위한 방안이 필요해보였다.
- 서식 생물 종류: 농게, 세스랑게, 털콩게, 방게, 말뚝망둥어, 칠면초, 갯잔디, 저어새, 갯이갈매기 등

[조사 결과 완성한 영종도 동쪽 갯벌 매립예정지역 흰발농게 서식지도]



초등부

- 우리가 조사한 결과(A~C구역)와 인하대학교와 생명다양성 재단, 인천녹색연합이 2020년 6월에 실시한 조사(D~E구역, 출입제한지역으로 들어갈 수 없는 지역)를 참고하여 흰발농게 서식지도를 완성하였다.
- 우리의 조사로, B 지역과 C 지역에서, 인하대학교와 생명다양성 재단, 인천녹색연합이 발표한 조사와 비교하여 흰발농게 서식지가 약간 변화하였으며, 각각 5만 4천여마리, 5만 7천여마리보다 훨씬 많은 개체수가 서식하는 것을 확인할 수 있었다.
- 전국 최대 흰발농게 서식지로 추정되는 영종 2지구 갯벌은 각종 개발로 서식지가 훼손되고 있다. 매립 계획 폐기, 해양보호구역 지정 등의 대책이 필요하다.

**탐구 2 흰발농게의 서식환경 탐구**

**탐구문제 1 흰발농게는 어떤 토양에서 살까?**

○ 탐구 방법

인천광역시 중구 중산동 1849 바닷가에서 흰발농게 서식 밀도가 높은 곳 2곳을 임의로 선정하여, 바닷물이 완전히 빠진 썰물 후에, 굴을 표면으로부터 40cm 깊이까지 호미로 파면서 20cm 단위로 10g씩 토양을 채집하였다. 채집한 토양은 완전히 건조시켜 채로 걸러 토양 알갱이의 크기를 조사하여 백분율로 환산하여 알아보았다.

<표 4> 흰발농게 서식지 토양의 알갱이 크기

| 장소      | 알갱이의 크기 | 4mm 초과 | 4mm ~ 3mm | 3mm ~ 2mm | 2mm ~ 1mm | 1mm 이하 | 합계  |
|---------|---------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|-----|
| A 지역(%) |         | 3.69   | 24.23     | 8.24      | 18.40     | 45.44  | 100 |
| B 지역(%) |         | 10.40  | 26.20     | 7.60      | 17.70     | 38.10  | 100 |
| 평균(%)   |         | 7.05   | 25.21     | 7.92      | 18.05     | 41.77  | 100 |

○ 탐구결과

- 흰발농게가 사는 곳의 토양은 4mm를 초과하는 굵은 모래부터 가는 모래와 진흙이 섞인 혼합갯벌이다.

## 탐구문제 2

## 흰발농게는 굴을 어디에 만들까?

## ○ 탐구 방법

인천광역시 중구 중산동 1823 바닷가에서 흰발농게 서식 밀도가 높고, 분포 면적이 넓은 곳을 임의로 1곳 선정하여, 바닷물이 가장 많이 드는 사리 때 막대를 2m 간격으로 세워 두고 굴이 물에 잠기는 높이를 조사하였다. 이 때, 막대 주변 1m<sup>2</sup> 내의 흰발농게 개체수를 조사하였다. (개체수 조사: 16시 / 만조 시각: 16시 59분)

## ○ 탐구 결과

<표 5> 흰발농게의 굴의 위치 비교

|      | 막대기가 잠긴 길이(cm) | 개체수/1m <sup>2</sup> | 비고    |
|------|----------------|---------------------|-------|
| 지점 1 | 72             | 2                   | 낮은 위치 |
| 지점 2 | 35.7           | 2                   | 낮은 위치 |
| 지점 3 | 16.1           | 3                   | 중간 위치 |
| 지점 4 | 10.7           | 3                   | 중간 위치 |
| 지점 5 | 0              | 3                   | 중간 위치 |
| 지점 6 | 0              | 9                   | 중간 위치 |
| 지점 7 | 0              | 11                  | 높은 위치 |
| 지점 8 | 0              | 10                  | 높은 위치 |

· 흰발농게는 밀물 때 짧은 시간 동안 잠기거나, 물에 잠기지 않는 조간대 최상부에 산다.

## [탐구를 통해 알게 된 점]

흰발농게가 사는 곳은 밀물 때 짧은 시간 동안 잠기거나, 물에 잠기지 않는 조간대 최상부이며, 토양은 4mm를 초과하는 굵은 모래부터 가는 모래와 진흙이 섞인 혼합 갯벌이다. 이렇게 흰발농게는 서식환경이 까다롭기 때문에 서식환경 보존이 중요하다는 것을 알 수 있었다.

## 탐구 3 흰발농게의 독특한 생김새 탐구

## ○ 탐구 방법

한강유역환경청에서 흰발농게 포획 허가증을 받아, 인하대학교 해양생물과 해양동물학실험실 박서정 선생님과 흰발농게 암·수 각 한 마리를 포획하여 관찰하고, 한국동식물도감 제14권의 내용과 관찰 내용을 비교하여 정리하였다.



(왼쪽) [사진 4] 밧을 이용한 흰발농게 포획 모습, (오른쪽) [사진 5] 전문가 선생님과 흰발농게 관찰

○ 탐구 결과

<표 6> 흰발농게 암·수 갑각과 배의 생김새

| 구분 | 암컷   | 수컷   |
|----|--|--|
| 갑각 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 갑각은 앞이 넓고 뒤가 좁은 사다리꼴이다.</li> <li>· 이마 부분은 갑각 나비의 1/8~1/6 정도 차지하며 차츰 좁아지면서 어느 정도 앞으로 돌출되어 있다.</li> <li>· 갑각의 등면은 앞뒤로 많이 기울어져서 곡면같다.</li> <li>· 갑각의 등면에 회색 바탕에 검푸른 무늬가 있다.</li> </ul> |  |
| 배  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 7마디로 이루어져 있다.</li> <li>· 가로보다 세로로 더 길다.</li> <li>· 제 4, 5 배마디가 가장 넓다.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 7마디로 이루어져 있다.</li> <li>· 제 2 배마디가 가장 넓다.</li> </ul> |

<표 7> 집게다리의 생김새

| 구분          | 암컷  | 수컷   |
|-------------|---|--|
| 일반적 특징      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 좌우 대칭이다.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 한쪽 집게발이 큰 비대칭이다.</li> <li>· 큰 집게발이 오른쪽과 왼쪽에 달린 비율은 약 3:2 정도 되었다. &lt;표 8&gt;</li> </ul>                                 |
| 발목마디와 발가락마디 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 작은 집게다리의 두 손가락은 집게다리의 크기에 비해 매우 길며 끝이 넓어지면서 마주 휘었다.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 큰 집게발의 손바닥 바깥면은 매끈하고, 부동지와 가동지에는 비교적 큰 이가 있고 나머지는 작은 이들이 나 있다.</li> <li>· 작은 집게발은 암컷의 집게발과 비슷하게 생겼으나 좀 더 길다.</li> </ul> |

<표 8> 집게다리가 오른쪽과 왼쪽에 달린 비율 (조사지: 중산동 1823)

| 조사지점 | 오른쪽 | 왼쪽 | 계 (개체수/1m <sup>2</sup> ) |
|------|-----|----|--------------------------|
| 구역 1 | 7   | 8  | 15                       |
| 구역 2 | 5   | 4  | 9                        |
| 구역 3 | 5   | 4  | 9                        |
| 구역 4 | 6   | 2  | 8                        |
| 합 계  | 23  | 18 | 41                       |

<표 9> 걷는다리의 생김새

| 구분    | 암·수의 생김새  |
|-------|---|
| 전체 특징 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 걷는 다리의 생김새는 암·수 모두 좌우 4쌍씩 대칭으로 같다.</li> <li>· 제 2·3 걷는다리는 크기가 비슷하고, 제 1 걷는다리는 이보다 작으며, 제 4 걷는다리가 가장 작다.</li> </ul> |
| 발가락마디 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 매우 가늘고 예리하여 흙을 퍼서 나르기에 좋다.</li> </ul>  |

<표 10> 흰발농게의 입, 눈, 눈자루의 생김새

| 구분 | 암·수의 생김새   |
|----|--|
| 입  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 제 3턱다리의 입(구기)의 앞 모습은 옆으로 나란하며 모서리가 둥근 사각형이다.</li> </ul> |



| 구분  | 암·수의 생김새                                     |
|-----|--|
| 눈   | · 앞쪽으로 볼록하게 튀어나온 성냥 머리처럼 생겼다.                |
| 눈자루 | · 갑폭의 양쪽 길이만큼 길고 눈자루를 안전하게 보호할 수 있게 홈이 파여있다. |

**[탐구를 통해 알게 된 점]**

흰발농게의 수컷은 암컷과 달리 한쪽 집게발이 큰 비대칭으로, 큰 집게발이 오른쪽과 왼쪽에 달린 비율이 약 3:2 정도로 비슷하다.

**탐구 4 흰발농게의 생태적 특징 탐구**

**탐구문제 1 흰발농게는 먹이활동을 어떻게 할까?**

○ **흰발농게의 먹이 활동 방법**

- 탐구 방법

· 인천광역시 중구 중산동 1849 갯벌에서 흰발농게 암·수가 먹이활동을 하는 모습을 카메라를 이용하여 자세히 관찰하였다.

- 탐구 결과

· 수컷은 먹이활동을 할 때 작은 집게발만 이용하여 먹이활동을 하였다. 흙 속의 유기물을 먹는데, 먹이활동을 하며 입 아래 흙덩이를 매달아 놓았다가, 흙덩이가 많이 커지면 작은 집게발로 흙덩이를 아래로 내려놓는다.

· 암컷은 두 개의 집게발을 이용하여 먹이활동을 하였다.



(윗줄) [사진 6, 7] 수컷이 먹이를 먹는 모습, (아랫줄) [사진 8, 9] 암컷이 먹이를 먹는 모습

○ **흰발농게의 먹이활동 범위**

- 탐구 방법

· 인천광역시 중구 중산동 1823 갯벌에서 굴 입구가 1cm 가 넘는 곳을 임의로 선정하여 표시 깃발을 세워둔 후, 굴에서 나와 먹이 활동을 하는 모습을 카메라를 통해 촬영하여 관찰하고, 줄자로 활동범위를 측정하였다.

## - 탐구 결과

〈표 11〉 흰발농게의 먹이활동 범위

| 구 분  | 최대 활동 범위 |      |
|------|----------|------|
|      | 수 컷      | 암 컷  |
| 구역 1 | 20cm     | 11cm |
| 구역 2 | 13cm     | 10cm |
| 구역 3 | 13cm     | 9cm  |
| 구역 4 | 16cm     | -    |
| 구역 5 | 15cm     | 6cm  |
| 평 균  | 15.4cm   | 9cm  |

· 암컷보다 수컷이 더 먹이활동 범위가 넓다.

## [탐구를 통해 알게 된 점]

수컷은 먹이활동을 할 때 작은 집게발만 이용하여 먹이활동을 하고, 암컷은 두 개의 집게발을 이용하여 먹이활동을 한다. 암컷보다 수컷이 더 먹이활동 범위가 넓다.

## 탐구문제 2

## 흰발농게는 굴을 어떻게 만들고, 활용할까?

## ○ 흰발농게가 굴을 만드는 방법

## - 탐구 방법

· 인천광역시 중구 중산동 1849 갯벌에서 흰발농게 수컷이 굴을 만드는 모습을 카메라를 이용하여 자세히 관찰하였다.

## - 탐구 결과

· 수컷은 굴을 만들 때 큰 집게발과 큰 집게발쪽 걷는 다리는 일을 하지 못하고, 작은 집게발쪽 걷는 다리만으로 굴을 파서 흩덩어리를 옮기는 모습을 보였다. 따라서 흩덩어리로 만든 구조물도 한 방향에만 쌓여있는 모습을 관찰했다.

· 암컷은 굴을 만들 때 오른쪽, 왼쪽 다리를 번갈아 사용하여 굴 속의 흩을 파서 옮기며, 사방으로 흩덩어리를 옮기는 모습을 보였다. 따라서 흩덩어리로 만든 구조물도 사방에 쌓여있는 모습을 볼 수 있었다.



[사진 10, 11] 수컷이 굴을 만드는 방법,

[사진 12] 수컷이 만든 구조물



[사진 13, 14] 암컷이 굴을 만드는 방법,

[사진 15] 암컷이 만든 구조물

○ 흰발농게가 굴에 드나드는 방법

- 탐구 방법

· 인천광역시 중구 중산동 1849 갯벌에서 흰발농게 암·수가 굴을 만드는 모습을 카메라를 이용하여 자세히 관찰하였다.

- 탐구 결과



(왼쪽) [사진 16] 수컷이 굴 밖으로 나오는 모습, (오른쪽) [사진 17] 수컷이 굴 안으로 들어가는 모습



(왼쪽) [사진 18] 암컷이 굴 밖으로 나오는 모습, (오른쪽) [사진 19] 암컷이 굴 안으로 들어가는 모습

· 흰발농게 암·수는 굴 밖으로 나올 때 ①한쪽 걷는 다리가 먼저 천천히 나오고, ②바깥으로 나온 쪽의 접혔던 기다란 한쪽 눈자루가 세워지며, ③몸이 완전히 빠져나오기 전에, 밖으로 나온 걷는 다리를 이용하여 나오하고자 하는 방향으로 먼저 몸을 돌린 후, ④다른쪽 눈자루를 곧게 세우며 몸이 빠져나온다. 굴 안으로 들어갈 때에는 역순으로 하였다.

· 수컷의 경우, 굴 안으로 들어갈 때 큰 집게를 몸쪽으로 바짝 붙인 후, 대부분 큰 집게 쪽으로 들어가는 모습이 관찰되었으나, 위험한 상황일 때에는 큰 집게 쪽과 상관없이 매우 빠른 속도로 굴 속에 피신하였다.

○ 흰발농게가 밀물시 굴을 막는 방법

- 탐구 방법

· 인천광역시 중구 중산동 1823 갯벌에서 밀물 때, 흰발농게 암·수가 굴을 막는 모습을 카메라를 이용하여 자세히 관찰하였다.

- 탐구 결과

· 흰발농게 암·수는 ①작은 집게발 쪽 걷는 다리로 주변의 흙을 끌어모아 들어올린 후, ②흙덩이가 위로 향하도록 굴 안으로 가지고 들어가서 ③입구를 막은 후 내부에서 걷는 다리로 흙을 매만져 입구를 단단하게 막았다.

· 굴뚝이 있는 굴에 사는 흰발농게 암컷은 입구의 흙을 나르지 않고, 굴 내부의 흙으로 굴 입구에서 약간 들어간 깊이에서 굴 입구를 막았다.



[사진 20, 21] 흰발농게 수컷이 굴 주변의 흙을 끌어모아 구멍을 막는 모습



[사진 22] 굴 안의 흙을 이용하여 구멍을 막는 모습

### [탐구를 통해 알게 된 점]

- 수컷은 굴을 만들 때 작은 집게발쪽 걷는 다리로만 굴을 파고, 흙덩어리로 만든 구조물도 한 방향에만 쌓여있다. 암컷은 양쪽 걷는 다리를 번갈아 이용하며, 흙덩어리가 사방에 쌓여있다.
- 수컷이 굴 안으로 들어갈 때에는 대부분 큰 집게발이 있는 쪽부터 들어간다.
- 흰발농게 암·수는 작은 집게발 쪽 걷는 다리로 굴 주변의 흙을 끌어들여 입구를 막는다. 굴뚝이 있는 굴에 사는 흰발농게 암컷은 입구의 흙을 나르지 않고, 굴 내부의 흙으로 굴 입구에서 약간 들어간 깊이에서 굴 입구를 막았다.

### 탐구문제 3

### 흰발농게는 번식기 행동을 어떻게 할까?

#### ○ 흰발농게의 번식기 행동

##### - 탐구 방법

· 인천광역시 중구 중산동 1849 갯벌에서 흰발농게 암·수의 번식기 행동을 카메라를 이용하여 자세히 관찰하였다.

##### - 탐구 결과

· 흰발농게 수컷은 구애활동을 할 때 걷는 다리를 벌리고 높게 세워 몸을 크게 만든 후, 큰 집게발을 좌우로 흔든다. 집게발을 흔든 후, 두세번 점프하여 암컷에게 가까이 다가가는 행동을 반복한다. 수컷과 마주치면 집게발을 맞대고 싸우기도 하였다.

· 암컷을 차지한 수컷이 굴 안으로 먼저 들어가면 암컷이 따라 들어가기도 하고, 암컷이 들어간 굴에 수컷이 따라 들어가기도 하였다.



(왼쪽) [사진 23] 걷는 다리를 벌리고 몸을 높게 세운 뒤 큰 집게발을 좌우로 흔드는 모습,

(오른쪽) [사진 24] 만나기만 하면 두 집게발을 맞대고 싸우는 수컷들 모습

#### ○ 번식을 위해 격렬하게 집게발을 흔드는 수컷

##### - 탐구 방법

· 흰발농게가 먹이 활동을 하는 모습을 촬영한 영상과 흰발농게가 구애 활동을 하는 모습을 촬영한 영상 2개를 보고, 흰발농게의 집게발 흔드는 횟수를 분석하였다.

- 탐구 결과

<표 12> 흰발농게 수컷이 집게발을 흔드는 횟수

| 구 분    | 집게발을 흔드는 횟수 (회) |           |
|--------|-----------------|-----------|
|        | 먹이활동을 할 때       | 구애활동을 할 때 |
| 흰발농게 1 | 11              | 20        |
| 흰발농게 2 | 8               | 11        |
| 흰발농게 3 | 10              | 19        |
| 흰발농게 4 | 7               | 15        |
| 흰발농게 5 | 9               | 17        |
| 평 균    | 9               | 16.4      |

· 흰발농게 수컷은 먹이활동을 할 때보다 구애활동을 할 때 2배에 가깝게 집게발을 더 많이 흔든다.

○ 번식을 위한 세미돔을 만드는 수컷

- 탐구 방법

· 인천광역시 중구 운북동 1265-10 (A지역), 인천광역시 중구 중산동 1849 (B지역)과 1823 (C지역) 갯벌에서 흰발농게 수컷이 만든 세미돔(Semi-dome)을 관찰하였다.

- 탐구 결과

<표 13> 조사지역의 세미돔의 수

| 지 역 | 발견한 세미돔의 수 | 개체수/1m <sup>2</sup> | 수컷 : 암컷의 비율 | 비고                                  |
|-----|------------|---------------------|-------------|-------------------------------------|
| A지역 | 7          | 약 3.75 마리           | 약 8:1       |                                     |
| B지역 | 2          | 약 12.3 마리           | 약 4:1       | 흰발농게가 방형구당 7~8마리 관찰되는 곳에서만 세미돔이 발견됨 |
| C지역 | 0          | 약 11.7 마리           | 약 3:1       |                                     |

· 개체수가 적은 A 지역에서 가장 많은 세미돔이 발견되었다. 또, 개체수가 많은 B 지역에서는 흰발농게가 비교적 적게 사는 구역에서만 세미돔이 발견되었다.

· 따라서 개체수가 적고, 암컷에 비해 수컷의 비율이 높은 곳에서 세미돔이 많이 발견된 점으로 보아, 흰발농게의 구애 활동이 치열한 곳에서 세미돔을 많이 만든다는 것을 알 수 있었다.



[사진 25] 인천광역시 중구 운북동 1265-10에서 발견한 다양한 모양의 세미돔들.

**[탐구를 통해 알게 된 점]**

- 흰발농게 수컷은 구애활동을 할 때 걷는 다리를 벌리고 높게 세워 몸을 크게 만든 후, 큰 집게발을 좌우로 흔들고 두세번 점프하여 암컷에게 가까이 다가가는 행동을 반복한다. 수컷과 마주치면 집게발을 맞대고 싸우기도 한다.
- 구애활동을 위해 흰발농게 수컷은 먹이활동을 할 때보다 집게발을 더 많이 흔들며, 세미덤을 만들기도 한다.

**탐구 5 영종도 개발지역에 사는 멸종위기 2급 흰발농게를 보호해주세요!**

**탐구문제 1 다양한 매체들을 통해 우리들의 활동을 알려보자**

- Sea그널 유튜브 채널 운영:

<https://www.youtube.com/channel/UCD6VUTmDmhey1Z6XgbayuOQ>

흰발농게 탐구 결과 및 활동 모습을 담은 유튜브 채널을 운영하여, 영종도에 사는 흰발농게의 실태에 대해 널리 알리고자 하였다.

- 어린이 기자단 활동

한국어린이기자단과 어린이과학동아기자단 활동을 하고 있는 탐구자들이 흰발농게가 사는 영종도 갯벌의 안타까운 개발 소식을 담은 기사 및 흰발농게의 생태를 담은 웹툰을 올려, 또래 친구들에게 영종도에 사는 흰발농게 보호 메시지를 전하고 있다.



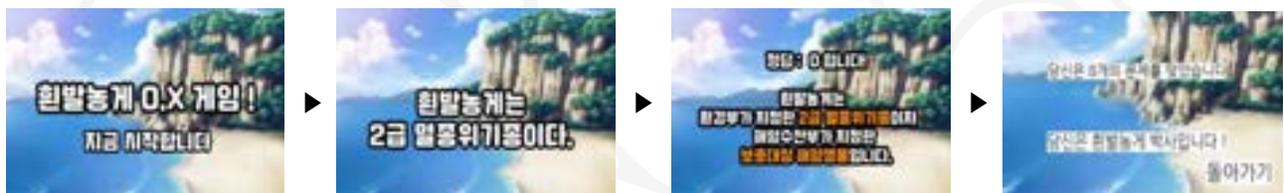
[사진 26, 27, 28] (왼쪽부터) Sea그널 유튜브 채널, 한국어린이기자단 기사, 흰발농게 웹툰

- 흰발농게 OX 퀴즈 코딩 게임 제작:

<https://playentry.org/lovecrab/5f43d74184e25d035e95369c#!/>

· 멸종위기 2급 흰발농게를 보호하기 위해 많은 사람들에게 흰발농게에 대해 알리고 싶어 흰발농게 OX 퀴즈 게임을 엔트리로 제작하였다.

게임이 시작되면 총 8개의 문제가 출제되고, 흰발농게를 움직여 O 또는 X를 선택하여 문제를 푼다. 문제에는 흰발농게에 대한 내용뿐만 아니라 갯벌을 대하는 자세도 포함하였다. 1~3개를 맞히면 ‘흰발농게 학생’, 4~7개를 맞히면 ‘흰발농게 선생님’, 완벽하게 8개를 맞히면 ‘흰발농게 박사님’ 이 된다.



- 인천어린이과학관 주말체험마당 운영(예정)

· 12월에 인천어린이과학관에서 “큰 집게발을 흔들흔들! 흰발농게 LED 오뎅이 메모꽃이 만들기” 를 주제로 주말체험마당을 운영할 계획이다. 이렇게 대회가 끝나도 영종도에 사는 흰발농게 보호를 위해 계속 동아리 활동을 이어나가겠다.



[사진 29] 인천어린이과학관 주말체험마당에서 만들 “흰발농게 LED 오뎅이 메모꽃이” 모습

**탐구문제 2 캠페인 활동을 통해 흰발농게 보호 메시지를 전하자**

· 인천녹색연합 멸종위기 야생동물 지킴이단의 흰발농게 보호 캠페인에 함께 참여하여 흰발농게 보호 목소리를 높였다. SKbroadband 인천방송 우리동네 TV 4회(2020.7.2.)에 우리 Sea그늘 캠페인 활동 모습이 방송되기도 하였다.



[사진 30, 31] (왼쪽부터) 인천녹색연합 흰발농게 보호 캠페인 참여, SKbroadband 인천방송 출연  
· 흰발농게에 대한 소개와 영종도 갯벌 개발 계획을 담은 홍보물을 제작하여 학교 친구들에게 흰발농게 보호 메시지를 전했다.



[사진 32, 33] (왼쪽부터) 학생들이 직접 만든 홍보물, 학교에서 흰발농게 보호 캠페인 열기  
· 영종2지구 갯벌 보호 서명운동에 참여했다. <http://bit.ly/영종갯벌습지보호지역>

**탐구문제 3 우리가 앞장서서 흰발농게 서식지를 보호하자**

- 해안쓰레기 줍기

탐구를 위해 갯벌을 방문할 때마다 해안쓰레기를 주워, 우리가 앞장서서 흰발농게 서식지를 보호하고자 하였다.



[사진 34] 해양쓰레기 줍기

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 영종도 동측 갯벌 흰발농게 서식지도 완성: 우리가 조사한 결과(A~C구역)와 인하대학교와 생명다양성 재단, 인천녹색연합이 2020년 6월에 실시한 조사(D~E구역, 출입제한지역으로 들어갈 수 없는 지역)를 참고하여 흰발농게 서식지도를 완성하였다.

**영종도 동측 갯벌은 전국 최대 흰발농게 서식지이다.**

- 흰발농게의 서식 환경: 흰발농게가 사는 곳은 밀물 때 짧은 시간 동안 잠기거나, 물에 잠기지 않는 조간대 최상부이며, 토양은 4mm를 초과하는 굵은 모래부터 가는 모래와 진흙이 섞인 혼합갯벌이다.

- 흰발농게의 독특한 생김새: 흰발농게의 수컷은 암컷과 달리 한쪽 집게발이 큰 비대칭으로, 큰 집게발이 오른쪽과 왼쪽에 달린 비율이 약 3:2 정도로 비슷하다.

#### - 흰발농게의 생태적 특징

· 수컷은 먹이활동을 할 때 작은 집게발만 이용하여 먹이활동을 하고, 암컷은 두 개의 집게발을 이용하여 먹이활동을 한다. 암컷보다 수컷이 더 먹이활동 범위가 넓다.

· 수컷은 굴을 만들 때 작은 집게발쪽 걷는 다리로만 굴을 파고, 흙덩어리로 만든 구조물도 한 방향에만 쌓여있다. 암컷은 양쪽 걷는 다리를 번갈아 이용하며, 흙덩어리가 사방에 쌓여있다.

· 수컷이 굴 안으로 들어갈 때에는 대부분 큰 집게발이 있는 쪽부터 들어간다.

· 흰발농게 암·수는 작은 집게발 쪽 걷는 다리로 굴 주변의 흙을 끌어모아 입구를 막는다. 굴뚝이 있는 굴에 사는 흰발농게 암컷은 입구의 흙을 나르지 않고, 굴 내부의 흙으로 굴 입구에서 약간 들어간 깊이에서 굴 입구를 막았다.

#### - 흰발농게의 구애 활동 특징

· 흰발농게 수컷은 구애활동을 할 때 걷는 다리를 벌리고 높게 세워 몸을 크게 만든 후, 큰 집게발을 좌우로 흔들고 두세번 점프하여 암컷에게 가까이 다가가는 행동을 반복한다. 수컷과 마주치면 집게발을 맞대고 싸우기도 한다.

· 구애활동을 위해 흰발농게 수컷은 먹이활동을 할 때보다 집게발을 더 많이 흔들며, 세미뚝을 만들기도 한다.

- 영종도에 사는 흰발농게 보호 활동: 흰발농게 보호을 위해 유튜브 채널 운영, 어린이신문 기사 및 웹툰 투고, 흰발농게 OX 퀴즈 게임 제작, 인천어린이과학관 주말체험마당 운영, 흰발농게 보호 캠페인 참여, 해안 쓰레기 줍기 등의 노력을 하였다.

#### ○ 의의(기대효과)

흰발농게는 까다로운 서식 조건과 연안 개발로 인해 그 수가 점점 줄어들어 현재 멸종위기야생생물 II급, 해양보호생물로 지정되었다. 그러나 인천시에서는 흰발농게가 서식하고 있는 영종도 동쪽 갯벌 234만 1천㎡의 매립을 추진하고 있어 전국 최대 흰발농게 서식지가 사라질 위기에 처해 있다.

사람들이 영종도 갯벌에 사는 흰발농게를 비롯한 여러 멸종위기종에 대한 가치와 소중함을 인식한다면, 전북 군산시가 흰발농게 서식지로 밝혀진 선유도 갯벌 매립사업을

전면 재검토한 것과 같이 인천도 갯벌 보전에 앞장서게 될 것이라고 생각한다. 영종도 갯벌에 사는 흰발농게에 대한 우리들의 탐구를 통해 사람들에게 멸종위기종 흰발농게의 가치와 소중함을 알리고, 나아가 영종도 갯벌을 보전하는데 작은 힘을 보태고 싶다.

따라서 이 탐구의 의의로,

가. 흰발농게의 생태적 특성과 서식환경 특성을 조사하여 멸종위기종인 흰발농게의 가치와 소중함을 알릴 수 있다.

나. 영종도 개발지역의 흰발농게 분포현황을 조사하여 흰발농게 보존 방안에 대한 기초자료를 제공할 수 있다.

다. 영종도 개발지역에 사는 흰발농게를 알릴 수 있는 다양한 활동을 통해 사람들에게 영종도 갯벌의 소중함을 알려 흰발농게와 영종도 갯벌 보전의 필요성을 인식시킬 수 있다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 예민한 흰발농게 생태 관찰을 위하여 뜨거운 태양 아래 몇 시간 동안 움직이지 않고 관찰해야 하는 점이 어려웠다. 생물을 연구하는 과학자의 위대함을 느꼈다.

- 흰발농게 서식지를 찾기 위해 넓은 갯벌과 공사 트럭이 다니는 비포장도로를 헤매야 하는 점이 어려웠다. 특히 공사 중이라 출입을 제한하여 흰발농게 서식지로 알려진 영종도 동측 갯벌 안쪽을 관찰할 수 없어 안타까웠다.

- 다양한 갯벌 생물들의 동정이 어려웠다.

### ○ 알게 된 점

- 영종도 동측 갯벌 흰발농게 서식지도를 만들며, 영종도가 전국 최대 흰발농게 서식지라는 것을 알 수 있었다. 전국 최대 흰발농게 서식지로 추정되는 영종도 동측 갯벌은 각종 개발로 서식지가 훼손되고 있다. 매립 계획 폐기, 해양보호구역 지정 등의 대책이 필요하다.

- 흰발농게는 조간대 최상부의 모래와 진흙이 섞인 혼합갯벌에 산다. 이렇게 서식환경이 까다롭기 때문에 흰발농게가 사는 서식환경 보존이 중요하다는 것을 알 수 있었다.

- 흰발농게의 생태적 특징을 자세하게 알게 되었다. 알게된 지식으로 책이나 선생님의 도움 없이 흰발농게 생태에 대한 웹툰이나 동영상, 게임을 제작하고, 인하대학교 해양과학과 연구원님과 만났을 때에도 흰발농게에 대한 깊은 대화를 나눌 수 있었다.

### ○ 기타 (계획과 변경된 부분)

- (변경) 흰발농게에 대한 학습자료 제작에서 흰발농게를 알릴 수 있는 다양한 활동들을 통해 사람들에게 영종도에 사는 흰발농게에 대해 알림

(사유) 교사 주도의 ‘학습자료 제작’ 보다는 학생들의 특기를 살린 ‘유튜브 채널, 어린이신문 기사 투고, 웹툰 연재, 코딩 게임 개발’ 등의 활동으로 학생들의 자발적이고 적극적인 활동을 이끌고, 홍보 효과를 높임.

## 5. 참고문헌

### ○ 도서

- 문교부(1973), 한국동식물도감 제14권 동물편(집게·게류), 서울, 삼화인쇄주식회사
- 보리 편집부(2019), 갯벌 도감, 파주, 보리 출판사
- 어린이과학동아 2018년 13호, 멸종위기 흰발농게, 새집으로 이사하다

### ○ 기사

- 환경부, 멸종위기종 흰발농게, 한려해상에 새 보금자리 마련, 환경부 보도자료, 2017.08.07.
- 최우리, 매립 예정 영종2지구 갯벌, 흰발농게 5만 마리 서식, 한겨레, 2018.10.11.
- 양순열, 영종2지구 갯벌매립계획지, 영종도준설토투기장에서 흰발농게 대규모 서식, 인천뉴스, 2020.6.15.
- 최은지, 영종도 갯벌에 흰발농게 14만마리 서식...매립 철회해야, 연합뉴스, 2020.06.15.
- 김갑봉, 인천경제청, 영종도 ‘흰발농게’ 서식지 매립 40% 축소, 인천투데이 2020.07.06.
- 박준철, 흰발농게 203마리, 영종도에 최대 서식, 경향신문, 2020.08.10.

### ○ 논문

- 구분주(2016), 갯벌 생물의 집 서식굴, 한국해양과학기술원
- 민경언 외 3명(2009), 집게발이 독특하게 생긴 농게가 살아가는 지혜, 제 55회 전국 과학전람회
- 조용주(1998), 농게는 밀물 때 왜 갯펄 입구를 닫을까?, 제 44회 전국과학전람회
- 인천광역시 해양조사과(2012), 인천연안 갯벌의 환경특성과 건강도 평가
- TW Kim 외 2명(2004), Semidome Building as Sexual Signaling in the Fiddler Crab *Uca Lactea*, Journal of Crustacean Biology

### ○ 자문

- 인하대학교 해양과학과 김태원 교수님 (탐사 협조: 박서정 연구원님)

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |                    |    |           |
|-------|--------------------|----|-----------|
| 팀명    | 한반도징어지킴이           |    |           |
| 학생명   | 기민결, 김민한, 김유현, 박형준 | 학교 | 서울신용산초등학교 |
| 지도교사명 | 신채연                | 학교 | 서울신용산초등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 오징어는 왜 금징어가 되었을까?<br>-국산 오징어 감소 이유와 오징어 보호 방안에 관한 탐구   |
| 탐구기간    | 2020년 5월 30일 ~ 2020년 9월 11일  |
| 탐구목적    | - 오징어 어획량에 영향을 미치는 요인 요인에 대한 탐색<br>- 우리의 해양 자원인 오징어를 보호하기 위한 실천적 방안 제시   |
| 탐구내용    | - 오징어의 생태적 특징<br>- 오징어 어획량 감소와 관련된 현장의 전문가의 경험과 생각 조사<br>- 뉴스에서의 중국어선 출현도와 오징어 어획량 간의 관계 탐색<br>- 중국어선의 북한수역 입어 척수와 오징어 어획량 간의 관계 탐색<br>- 수온과 오징어 어획량 간의 관계 탐색<br>- 오징어에 대한 사람들의 인식 조사<br>- 오징어 자원 보호를 위한 실천적 방안 제시 |
| 탐구결과    | - 우리 바다와 세계 바다의 오징어 지도<br>- 오징어 배 선장님과의 인터뷰<br>- 중국어선과 오징어 어획량과의 유의미한 상관관계<br>- 전문가 인터뷰<br>- 오징어에 대한 사람들의 인식 조사 결과를 바탕으로 한 오징어 자원 보호를 위한 실천적 방안(산출물 제작)  |
| 결론 및 의의 | - 오징어 자원 보호가 국가 간의 문제 뿐 아니라 사람들의 무관심 과도 관련되어 있음을 시사<br>- 국산 살오징어 자원 보호는 중국산 오징어(수입 수산물)와 관련 지어 생각하고 홍보해야 함   |





국립해양생물자원관  
MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA

## 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|              |  |
|--------------|--|
| <b>탐구 주제</b> | <b>오징어는 왜 금징어가 되었을까?<br/>-국산 오징어 감소 이유와 오징어 보호 방안에 대한 탐구</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>한반도징어지킴이</b>  |

### 1. 탐구 동기 및 목적

#### ○ 탐구 동기

- 한국인이 너무 좋아하는 ‘오징어’
  - 한국해양수산개발원(KMD)는 2017년부터 매년 여론조사 전문기관을 통해 일반국민(전국 만 19세 이상 성인남녀)을 대상으로 「해양수산 국민인식도」 조사를 실시하고 있다.
  - 2020년 우리나라 국민들은 가장 좋아하는 수산물(15%)로 ‘오징어’ 2)를 꼽았다. 2017년 조사를 시작한 이후 3년 연속 1위를 지킨 ‘고등어’ 를 제치고 최근 어획량 감소로 귀해진 오징어가 ‘국민생선’ 에 등극한 것이다.
- 오징어에서 금(金)징어, 다시 오징어
  - 작년 말 울릉도산 최상급 오징어의 현지 경매가는 약 5,250원이었다. 이 오징어를 육지에서 사 먹기 위해서는 한 마리에 족히 7,000원~8,000원<sup>3)</sup>은 줘야 했다. 하지만 올해 6월 국내 대형마트에서 오징어는 한 마리에 1,580원<sup>4)</sup>에 팔렸다. 어획량이 줄어서 귀한 금징어였던 오징어가 다시 오징어가 된 것이다.
- 오징어가 돌아온 이유는 수온 때문?
  - 각 언론에서는 여러 기관의 발표와 전문가 인터뷰를 통해 오징어가 돌아온 이유를 ‘동해안 지역 수온 변화’ 로 보도하고 있다. 동해 연안 수온이 오징어가 살기 좋은 17~18℃로 유지되면서 어획량이 크게 늘었다는 것이다.
  - 통계청 자료<sup>5)</sup>에 따르면 우리나라 표층 수온은 최근 50년 동안 약 1.1℃ 상승하고, 오징어가 많이 잡히는 동해는 1.7℃ 상승하였다. 수온 상승으로 1990년 이후 연근해 해역에 난류성 어종인 살오징어가 증가하였으나, 동해의 살오징어 어획량은 1970년 67,922톤에서 2017년 32,500톤으로 도리어 줄었다. 반면 같은 시기 남해는 4,068톤에서 51,874톤, 서해는 152톤에서 2,650톤으로 늘었다.
  - 지구온난화에 의한 수온 상승은 꾸준히 제기된 문제이다. 하지만 오징어의 어획량은 해마다 줄어 ‘금징어’ 라는 말까지 나오지 않았나? 올해 오징어가 돌아온 이유는 과연 지구온난화에 의한 수온 상승 때문일까?
- ‘오징어=동해’ 라는 오래된 공식이 깨지고 있다.
  - 국민생선 오징어에 대해 사람들은 얼마나 알고 있을까? 오징어는 다시 금징

어가 되지 않을까?

- 오징어의 어획량에 영향을 미치는 요인은 무엇이며 국산 오징어 보호를 위해 우리는 무엇을 알아야 할까?

○ 탐구 목적

- 오징어 어획량에 영향을 미치는 요인에 대한 탐색
  - 오징어 어획량 변동의 주요인으로 지적되는 ‘수온’ 과 ‘중국어선의 불법조업’ 의 영향에 대해 알아보고자 한다.
- 소중한 해양 자원인 오징어 바로 알리기
  - 우리나라는 2008년 제정된 지속가능발전법에 따라 ‘국가지속가능발전기본계획’ 6)을 수립하여 추진하고 있다. 한국 사회에 처한 여러 문제를 해결하기 위한 한국형 지속가능발전목표 즉 K-SDGs를 수립하였다. 이 중 하나가 ‘해양생태계 보존’ 이며, 세부 목표 중 하나로 ‘수산자원을 지속 가능하게 관리하고 과도한 어업을 지양한다’ 를 설정하고 있다.
  - 국산 오징어에 관심을 가지고 이를 보호하는 것은 국가적 실천 노력과도 맞닿아 있다.
  - 오징어에 대한 사람들의 생각을 조사한 결과를 바탕으로 국산 오징어를 바로 알리는 방법을 찾고자 한다.

<표 1> 연구 수행 일정

| 단계    | 탐구 내용                    | 탐구 시기 |   |   |   |   |
|-------|--------------------------|-------|---|---|---|---|
|       |                          | 5     | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 탐구 계획 | · 탐구 주제 탐색               |       |   |   |   |   |
|       | · 문헌 연구 및 선행연구 고찰        |       |   |   |   |   |
|       | · 탐구 계획 수립               |       |   |   |   |   |
| 탐구 실행 | · 오징어 탐구(기초 조사, 관찰·해부)   |       |   |   |   |   |
|       | · 오징어 바다 지도 만들기          |       |   |   |   |   |
|       | · 현장 전문가(어민) 인터뷰         |       |   |   |   |   |
|       | · 언론 분석                  |       |   |   |   |   |
|       | · 전문가(살오징어 연구자) 면담       |       |   |   |   |   |
| 결과 정리 | · 탐구 결과의 해석 및 산출물 제작, 홍보 |       |   |   |   |   |
|       | · 탐구 보고서 작성              |       |   |   |   |   |

<표 2> 역할 분담 내용

| 팀원  | 담당 역할                             | 협력 활동   |
|-----|-----------------------------------|---|
| 기○○ | 세계 바다 오징어 지도, 전문가 연락              | · 오징어 기초 조사<br>· 오징어 해부<br>· 전문가 인터뷰<br>· 언론 분석<br>· 온라인 설문지 내용 구상 및 결과 분석<br>· 산출물 제작<br>· 최종 보고서 작성 |
| 김○○ | 우리 바다 오징어 지도, 온라인 설문지 제작          |   |
| 김○○ | 어민 인터뷰, 중국어선 입어 척수와 오징어 어획량 관계 분석 |   |
| 박○○ | 어민 인터뷰, 현장 조사(오징어 종류, 가격)         |   |

2. 탐구 내용 및 결과

○ 내용

- 오징어는 어떤 동물이며, 어떤 환경에서 서식할까?

- 오징어의 특징과 서식지를 알아야 오징어가 어디에서, 왜 잡히는지를 알 수 있다. 우리나라 바다에서 서식하는 오징어와 우리나라에 주로 수입되는 오징어가 어떤 특징을 가진 바다 환경에서 서식하는지를 알아보는 오징어 서식지 바다 지도를 만들기로 하였다.
- 실제 오징어를 잡는 분은 오징어 수가 감소하는 것에 대해서 어떻게 생각하고 계실까?
  - 뉴스와 신문 등 각종 언론에서는 오징어 어획량이 줄어들어서 매년 오징어 가격이 상승하고 있다고 보도하고 있다. 인터넷과 언론을 통해서만 접해온 이야기를 실제 오징어를 잡는 분을 통해 들어보기로 했다.
- 중국어선의 불법 오징어 조업에 대해 언론에서는 어떻게 보도하고 있는가?
  - 탐구를 통해 오징어 어획량 감소의 주요 원인 중 하나가 ‘중국어선’이라는 것을 알았다. 처음에는 오징어가 주로 잡히는 동해까지 중국어선이 온다는 것을 이해하지 못했다. 중국대륙과 가까운 서해에서의 조업도 아니고, 한반도를 돌아서 와야 하는 동해까지 와서 오징어를 불법으로 잡아간다니.
  - 국내의 주요 언론들은 오징어 어획량 감소(오징어 가격 상승)와 관련하여 어떤 내용을 언제부터 다루고 있는지 알아볼 필요가 있었다. 특히 선생님께서 중국어선의 출현을 8년 전부터라고 말씀하셨기에 2010년부터 현재까지 10년 동안의 주요 언론사의 기사 내용을 ‘오징어 어획량 감소와 중국어선의 관계’ 측면에서 살펴보기로 하였다. 분석을 하면서 중국어선의 북한수역 입어 척수 자료가 2004년부터 집계된 것이라 통일성을 주기 위해 언론 분석 시기도 2004년부터로 조절하였다.
- 중국어선 출현 기사와 오징어 어획량과는 어떤 관계가 있는가?
  - 오징어 어획량 감소 문제에 중국어선을 요인으로 다룬 뉴스 기사 건수와 오징어 어획량의 상관관계를 알아보기 위해 회귀 분석 방법을 활용하였다.
- 중국어선의 북한수역 입어 척수<sup>7)</sup>와 오징어 어획량과는 어떤 관계가 있는가?
  - 중국어선의 북한수역 입어 척수와 오징어 어획량의 상관관계를 알아보기 위해 회귀 분석 방법을 활용하였다.
- 수온<sup>8)</sup>과 오징어 어획량과는 어떤 관계가 있는가?
  - 오징어 어획량 감소의 영향을 미치는 요인 중 하나로 생각되고 있는 수온과 오징어 어획량의 상관관계를 알아보기 위해 회귀 분석 방법을 활용하였다.
- 일반인들은 국산 오징어에 대해서 얼마나 알고 있을까?
  - 우리 국민이 가장 좋아하는 수산물인 오징어, 국산 오징어의 어획량 감소에 따라 가격은 해가 갈수록 오르고, 국내 수요 충족을 위해 매년 많은 오징어를 수입하고 있다.
  - 오징어를 사 먹는 일반인들은 국산 오징어에 대해서 얼마나 알고 있는지 궁금해졌다. 어떤 오징어를 먹을 것인가는 곧 어떤 오징어를 보호하고 관리할 것인가와 맞닿아 있기 때문이다.
- 국산 살오징어를 보호해야 하는 이유를 사람들에게 어떻게 알릴 수 있을까?

- 오징어 자원을 지키는 일은 사람들의 공감과 동참이 있어야 한다. 이것은 오징어를 좋아하고 즐겨 먹는 것과는 별개의 문제이다. 일반 사람들도 오징어 자원을 지킬 수 있는 방법을 제시하고 이를 널리 알려야 한다.
- 특히 우리나라에서 팔리는 중국산 오징어가 불법 중국어선에 의해 잡혔을 가능성이 있다는 것에 주목해야 한다. 이러한 가능성을 가진 중국산 오징어를 계속 소비한다는 것은 결국 우리 영해 내에서의 불법조업을 계속하게 만드는 원인을 제공할 수 있기 때문이다.

## ○ 방법

- 국산 오징어와 주요 수입 오징어의 서식지 바다 지도 만들기
  - 우리나라 연안에 서식하는 세 종류의 오징어-살오징어, 갈고리 흰 오징어, 갑오징어-를 자료 검색을 통해 찾았으며, 각 오징어의 특징과 서식 환경을 조사·정리하였다.
  - 한국해양수산개발원의 2018년 1분기~2020년 1분기 「FTA 체결국 수산물 수입 동향」<sup>9)</sup>을 살펴보면 우리나라의 주요 오징어 수입국은 중국, 칠레, 페루, 뉴질랜드 등이다. 또한 국내 대형마트에서 판매되는 수입 오징어의 원산지는 아르헨티나 인근 포클랜드 해역<sup>10)</sup>이라는 것을 자료 검색과 현장 방문을 통해 조사하였다.
- 강릉 주문진에서 30여 년째 어업에 종사하고 계신 ‘부영호’ 김용중 선장님
  - 직접 오징어를 잡으시는 분을 만나고 싶었다. 어업에 오래 종사하셨다면 경험으로 오래전부터 오징어 어획량이 어떻게 변해왔고, 어획량에 영향을 주는 요인은 무엇인지를 알고 계실 것 같았다. 오징어 가격은 산지에서도 비싼지, 늘어나는 수입 오징어에 대해서 어떻게 생각하시는지 현장 전문가가 들려주는 생생한 목소리를 듣고 싶었다.
  - 강릉에 거주하시는 조부모님의 도움을 받아 선장님을 만날 수 있었다.
- 국내 최대 공공뉴스 아카이브 사이트 빅카인즈(BigKinds) 활용
  - 기간 : 2004년 ~ 2019년
  - 언론사 : 한국일보, 중앙일보, 동아일보, 조선일보, 강원도민일보, 강원일보, 영남일보, 경남신문, 한라일보, 울산매일, 부산일보, 경인일보, KBS, MBC, SBS
  - 키워드 : 오징어, 중국어선
  - 이 사이트는 신문, 방송 등 국내 54개 주요 언론사의 뉴스를 한꺼번에 검색할 수 있으며 검색 결과를 시각화할 수 있다는 장점이 있다.
  - 키워드로 검색한 결과를 살펴보며 관련 없는 기사들은 삭제하거나, ‘결과 내 재검색’ 기능을 사용하여 해당하지 않는 키워드를 제외하면서 검색하였다.
- 중국어선 언급 뉴스 기사와 오징어 어획량<sup>11)</sup>, 중국어선의 북한수역 입어 척수와 오징어 어획량, 수온과 오징어 어획량과의 상관관계 분석
  - 회귀 분석은 선생님의 도움을 받아서 하였으며, 결과 해석도 선생님과 토의하여 정리하였다. 종속변수와 독립변수가 하나씩인 단순회귀분석을 하였으며 유의도 p-값이 0.05보다 작으면 유의미한 차이가 있다고 해석하였다. 분석 프로그램은

마이크로소프트사의 엑셀을 이용하였다. 회귀분석의 결정계수( $R^2$ )는 독립변수가 종속변수에 대한 설명력을 나타내는 것으로  $0 \leq R^2 \leq 1$ 이다.  $R^2$ 이 1에 가까울수록 회귀식이 자료를 잘 설명하고 있음을 의미한다. 우리는 회귀계수의 p-값  $< 0.05$ 일 때 독립변수가 종속변수에 유의미한 영향을 준다고 해석하였다.

<표 3> 중국어선 출현 기사 건수

| 년도       | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 뉴스 기사 건수 | 59   | 49   | 40   | 33   | 45   | 44   | 95   | 92   |
| 년도       | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| 뉴스 기사 건수 | 92   | 63   | 79   | 84   | 109  | 126  | 138  | 106  |

<표 4> 년도 별 중국어선 북한수역 입어 척수

| 년도   | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009  | 2010  | 2011 |
|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 입어척수 | 114  | 939  | 582  | 497  | 325  | 0     | 1439  | 1299 |
| 년도   | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017  | 2018  | 2019 |
| 입어척수 | 1439 | 1326 | 1904 | 870  | 1328 | 87024 | 46274 | -    |

<표 5> 년도 별 오징어 어획량

| 년도  | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    | 2010    | 2011    |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 어획량 | 212,760 | 189,126 | 197,084 | 174,479 | 186,160 | 189,160 | 159,130 | 171,643 |
| 년도  | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    |
| 어획량 | 181,408 | 154,555 | 163,896 | 155,743 | 121,691 | 87,024  | 46,274  | 51,817  |

- 오징어에 대한 사람들의 인식을 알아보는 설문지 제작 및 설문
  - 처음 계획은 오징어를 파는 마트, 시장, 슈퍼마켓 등에서 소비자를 직접 만나 그들의 생각을 들어보고 싶었다. 하지만 일대일 대면 설문이 불가능한 시기라 온라인으로 설문을 하기로 했다.
  - 온라인 설문조사 플랫폼을 활용하여 직접 설문지를 제작하였다. 설문자의 연령, 성별, 오징어 선호도, 먹는 횟수, 구입 장소와 원산지 인지 여부, 오징어 어획량 감소와 관련된 사람들의 생각을 물었다.
  - 기간 : 2020. 7. 27.~ 2020. 8. 10.
  - 대상 : 8세 ~ 20세 이상 남, 여 222명
- 오징어 자원 보호를 위한 홍보물 제작
  - 오징어 어획량 감소와 관련된 우리의 탐구 내용, 오징어 인식 조사 결과, 전문가의 탐구 조언을 바탕으로 살오징어 자원 보호를 위한 우리만의 방법을 담은 홍보물을 제작하기로 했다.
  - 사람들이 즐겨 쓰는 SNS에 ‘한반도오징어’ 홍보 사이트를 만들고 중국산 오징어와 총알오징어에 대해 바로 알릴 수 있는 홍보물을 제작, 탑재한다.

- 동영상(애니메이션), 만화, 카드뉴스 등 온라인 탑재가 가능하며 전 연령대의 사람들이 공감할 수 있는 내용으로 제작한다.

○ **결과**

- 우리 바다의 오징어 지도
  - 우리나라 사람들이 가장 좋아하고 많이 먹는 살오징어는 우리나라 전역에 분포하나 겨울철 동해에서 가장 많이 잡힌다.



[그림 1] 우리 바다 오징어 지도

- 갈고리 흰 오징어는 동해의 깊은 해역에서 서식하고 있으나 사람들에게 익숙하지 않은 오징어이다. 최근에는 살오징어의 어획량이 급감하면서 국내 오징어 수요량을 충족하고 수입 오징어를 대체하기 위한 연구와 노력<sup>12)</sup>이 이어지고 있다.
- 갑오징어는 남해안 일대와 서해안에서 서식한다. 4월~6월(봄)과 9월~11월(가을)이 제철이다. 갑오징어 역시 남획으로 인해 작년에는 어획량이 1980년대의 10분의 1 수준<sup>13)</sup>이었다.

- 세계 바다의 오징어 지도
  - 남대서양의 아르헨티나와 포클랜드 인근 해역에서 잡히는 일렉스오징어의 조업 시기는 2월~6월까지로 국내에는 냉동되어 공급된다. 우리나라 연근해의 살오징어 주생산 시기가 9월~이듬해 1월까지이므로, 연근해산 오징어가 감소하는 시기에 수급 안정을 위한 매우 중요한 역할<sup>14)</sup>을 한다.
  - 대왕오징어는 페루, 칠레 등 남미의 동태평양 인근에서 잡힌다. 몸길이가 2m에 이르고 심해에서 서식한다. 국내에서는 버터구이 오징어, 진미채 등으로 가공하거나, 오징어뎀밥, 짬뽕, 오징어 튀김의 재료로 쓰인다.



[그림 2] 세계 바다 오징어 지도

- 현장에서 생각하는 오징어 어획량 감소의 가장 큰 원인: ‘중국어선의 불법조업’
  - 오징어를 직접 잡는 선장님은 동해 어장에서 오징어 어획량 감소를 더욱 크게 느끼고 계셨다. 그물로 낚는 오징어잡이는 일 년에 딱 두 달, 6월과 7월에 작업을 할 수 있는데, 올해는 언론에 보도된 대로 오징어가 꽤 잡히고 있으나 약 8년 전부터 오징어 수가 급격하게 줄었다는 것이다.
  - 그 원인으로 선장님께서 지적한 것이 중국어선의 불법조업이었다. 중국어선이 북한과 러시아 수역에서 저인망(트롤) 방식으로 오징어를 잡기 때문이라는 것이다.
  - 선장님은 올해 오징어가 예년보다 많이 잡히는 이유가 ‘코로나19로 인해 중국어선들이 조업을 못 했기 때문’ 이라고 하셨다. 반면 조선일보<sup>15)</sup> 등 주요 언론은 강원도 환동해본부, 국립수산과학원 한국해양자료센터의 자료를 인용하여 강원도 연안 수온이 오징어가 살기 좋은 17℃~18℃로 유지되어 오징어 어획량이 늘어났다고 보도하고 있다.
  - 선장님 역시 수온을 측정하며 오징어 조업을 한다고 하셨다. 국산 오징어의 어획량 감소의 원인으로 꾸준히 지적되었던 지구온난화로 인한 수온 변화와 중국어선의 불법조업 중 현장의 어민이 느끼는 직접적인 원인은 ‘사람에 의한 남획’ 이었다.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| [그림 3] 부영호에 탐승하여 직접 오징어잡이 장비들을 살펴봤다.  | [그림 4] 선장님 댁을 직접 방문하여 어업 현장의 생생한 목소리를 들었다.  | [그림 5] 불빛을 좋아하는 오징어를 유인하기 위해 배 위에 전구를 달아놓았다.   | [그림 6] 가늘고 촘촘한 오징어 그물. 오징어는 그물에 귀가 걸려서 빠져나가지 못한다.                                     |

- 2004년부터 2019년까지 오징어와 중국어선의 키워드를 포함하는 언론 보도는 15,107건이었다. 이 중 2012년이 1,253건으로 가장 많았고, 2007년이 606건으로 가장 적었다.
  - 검색 결과 중 정확도 상위 100건의 분석 뉴스에서 추출된 개체명 사이의 연결 관계를 네트워크 형태로 시각화한 관계도를 보면 검색어를 중심으로 중국, 북한, 짝살이 그리고 해양 자원을 관리 또는 연구하는 단체명이 서로 관련이 있음을 알 수 있다.
  - 분석 결과와 연관성(가중치, 키워드 빈도수)이 높은 키워드를 시각화하여 보여주는 워드클라우드의 경우 ‘북한수역’, ‘동해안’, ‘어획량’, ‘불법조업’ 등이 뉴스에서 연관성을 가지고 보도된 것으로 나타났다.



[그림 7] 뉴스 관계도



[그림 8] 뉴스 워드클라우드

- 중국어선 입어 척수와 오징어 어획량 회귀 분석 결과

· 오징어 어획량에 중국어선 입어 척수가 미치는 영향을 분석해 보았더니, 중국어선 입어 척수는  $p < 0.05$  수준에서 통계적으로 의미가 있었다. 따라서 중국어선 입어 척수는 오징어 어획량에 부정적인 측면에서 유의미한 영향을 주는 변수라 할 수 있다. 회귀모형의 설명량  $R^2 = 0.551$ 로 약 55.1%의 설명력을 갖는 것으로 나타났으며, 대체로 양호한 회귀모형이었다. 중국어선 입어 척수에 따른 오징어 어획량의 모습은 아래 그림과 같다.

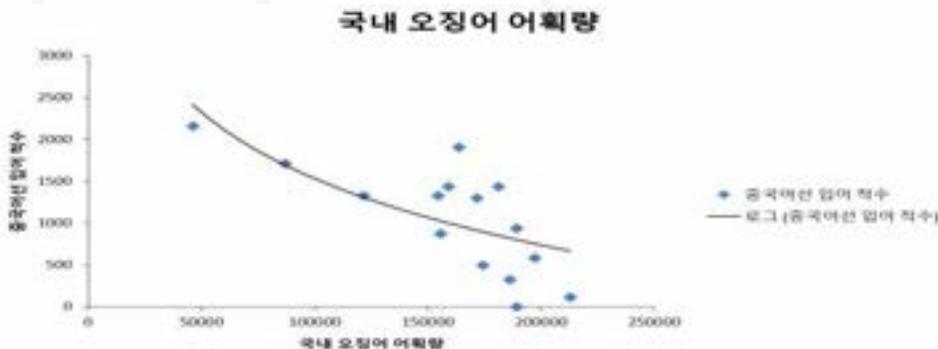
<표 6> 중국어선 입어 척수와 오징어 어획량 회귀 분석 결과

| 회귀분석 통계량      |         |
|---------------|---------|
| 다중 상관계수       | 0.742   |
| 결정계수( $R^2$ ) | 0.551   |
| 조정된 결정계수      | 0.516   |
| 표준 오차         | 454.973 |
| 관측수           | 15.000  |

| 분산 분석 |        |             |             |        |       |       |
|-------|--------|-------------|-------------|--------|-------|-------|
|       | 자유도    | 제곱합         | 제곱 평균       | F 비    | 유의한 F | P-값   |
| 회귀    | 1.000  | 3296578.600 | 3296578.600 | 15.925 | 0.002 | 0.002 |
| 잔차    | 13.000 | 2691009.134 | 207000.703  |        |       |       |
| 계     | 14.000 | 5987587.733 |             |        |       |       |

\* $p < 0.05$



[그림 9] 중국어선 입어 척수와 국내 오징어 어획량 간의 관계

- 중국어선 출현 뉴스 건수와 오징어 어획량 회귀 분석 결과

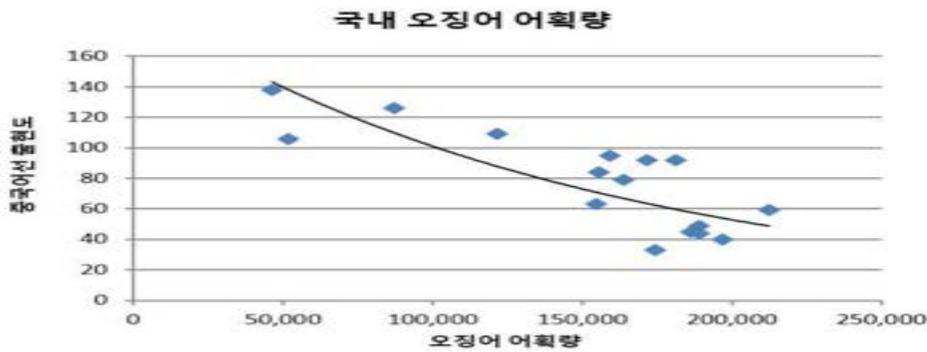
· 오징어 어획량에 중국어선 출현 뉴스 건수가 미치는 영향을 분석한 결과, 중국어선 출현 뉴스는  $p < 0.05$  수준에서 통계적으로 의미가 있었다. 중국어선 뉴스 출현 건수에 따른 오징어 어획량의 모습은 아래 그림과 같다.

<표 7> 중국어선 출현 건수와 오징어 어획량 회귀 분석 결과

| 회귀분석 통계량      |       |
|---------------|-------|
| 다중 상관계수       | 0.814 |
| 결정계수( $R^2$ ) | 0.663 |
| 조정된 결정계수      | 0.639 |
| 표준 오차         | 19.33 |
| 관측수           | 16    |

| 분산 분석 |     |          |          |        |       |       |
|-------|-----|----------|----------|--------|-------|-------|
|       | 자유도 | 제곱합      | 제곱 평균    | F 비    | 유의한 F | P-값   |
| 회귀    | 1   | 10276.97 | 10276.97 | 27.516 | 0.000 | 0.000 |
| 잔차    | 14  | 5228.781 | 373.484  |        |       |       |
| 계     | 15  | 15505.75 |          |        |       |       |

\* $p < 0.05$



[그림 10] 중국어선 출현 건수와 국내 오징어 어획량 간의 관계

- 수온과 오징어 어획량과의 관계에 대한 회귀 분석 결과
  - 수온과 오징어 어획량과의 관계에 대한 회귀 분석 결과, 통계적으로 유의미하지 않았다.
- 오징어에 대한 인식 설문조사 결과

<표 8> 오징어로 만든 음식에 대한 선호도

| 설문 문항 |                      | 조사 결과 | 결과 분석   |
|-------|----------------------|-------|---|
| 구분    | 내용                   |       |   |
| 선호도   | 오징어로 만든 음식에 대한 선호도는? |       | 오징어로 만든 음식에 대한 선호도가 매우 높음<br>해양수산 국민 인식도 조사에서 가장 선호하는 수산물 1위가 오징어인 것과 결과가 일치함 |
|       | 오징어로 만든 음식을 먹는 빈도는?  |       | 월 1~2회 또는 월 3~4회가 차지하는 비율이 69%로 평균 주 1회 정도 오징어로 만든 음식을 먹는다고 할 수 있음            |

<표 9> 오징어 구입 장소와 원산지 인지 여부

| 설문 문항 |                   | 조사 결과  | 결과 분석  |
|-------|-------------------|--|--|
| 구분    | 내용                |  |  |
| 익숙도   | 오징어 구입 장소는?       | <p>1.마트 45% 2.온라인 19% 3.시장 17% 4.수산물시장 11% 5.기타 7% 6.무응답 1%</p>    | 서울의 중심에 거주하는 응답자들 중 45%가 마트에서 오징어를 사며 온라인 구입도 19%나 됨<br>오징어는 쉽게 구할 수 있는 음식 재료라는 것을 보여줌             |
|       | 우리가 먹는 오징어의 원산지는? | <p>1.국내 36% 2.해외 41% 3.몰름 11% 4.수입 5% 5.모름 1% 6.기타 1% 7.무응답 6%</p> | 자신이 구매한 오징어의 원산지를 안다고 대답한 사람은 45%였으며 모른다고 답한 사람은 55%였음.<br>구체적으로 물어봤을 때 36%가 동해, 잘 모른다는 응답이 41%나 됨 |

- 오징어는 매우 친숙하고 즐겨 먹는 식재료로 구입 또한 쉽다는 것을 알 수 있다. 하지만 자신이 먹는 오징어의 원산지에 대해서는 사람들의 관심이 크지 않다는 것을 보여주는 결과이다.
- 오징어는 다양한 산지에서 잡혀, 가공, 판매되고 있으나 우리나라 사람들은 여전히 ‘오징어=동해’ 라는 생각을 많이 가지고 있는 것으로 나타났다.

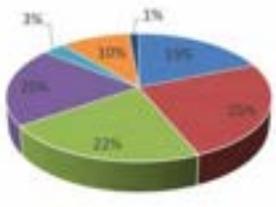
<표 10> 알고 있는 오징어 종류와 오징어 어획량 감소 이유

| 설문 문항 |                           | 조사 결과  | 결과 분석   |
|-------|---------------------------|--|---|
| 구분    | 내용                        |  |   |
| 관심도   | 알고 있는 오징어의 종류는?<br>(중복응답) | <p>1.갑오징어 35% 2.살오징어 43% 3.갑오징어복합종 15% 4.대왕오징어 2% 5.기타 5%</p>          | 오징어 사진만을 제시했을 때 69%가 살오징어를 가장 맛있어 보인다고 했음<br>하지만 알고 있는 오징어의 종류는 대왕오징어(43%), 갑오징어(35%)를 많이 꼽음. |
|       | 오징어 어획량 감소 이유는?           | <p>1.지구온난화 36% 2.중국어선의 불법조업 33% 3.한국어선의 불법조업 18% 4.기타 11% 5.무응답 2%</p> | 36%의 사람들이 지구온난화를, 33%는 중국어선의 불법조업을 오징어 어획량 감소 이유로 선택함   |

- 우리가 가공하지 않고 먹는 오징어의 대부분은 살오징어이나, 흔하고 익숙하다 보니 ‘오징어’로 불리고, 대왕오징어나 갑오징어는 생김새보다는 이름만을 알고 있다고 볼 수 있다. 그만큼 살오징어에 대한 관심과 지식이 부족하다는 것을 보여주는 결과이다.
- 지구온난화는 다양한 환경 문제를 일으키는 주요 요인으로 오랫동안 알려져 와서 일반인들에게는 익숙한 원인일 것이다. 일반인들은 사람에 의한 남획과 같이 ‘인위적인 요인’보다 ‘자연적인 요인’이 오징어 어획량 감소에 영향을 많

이 준다고 생각하는 것으로 나타났다.

<표 11> 살오징어 영어명(Japanese Flying Squid) 유래에 대해

| 설문 문항 |                           | 조사 결과  | 결과 분석  |
|-------|---------------------------|--|--|
| 구분    | 내용                        |  |  |
| 민감도   | 살오징어 영어명이 Japanese~인 이유는? |  <ul style="list-style-type: none"> <li>→ 1. 일본에서 많이 잡혀서</li> <li>→ 2. 일본 이름에서</li> <li>→ 3. 일본에 대해 많이 보았어</li> <li>→ 4. 모름</li> <li>→ 5. 일본에서 많이 잡혀서</li> <li>→ 6. 기타</li> <li>→ 7. 무응답</li> </ul> | 영어명이 Japanese~로 시작하다 보니 전체의 70%에 달하는 사람들이 일본과의 관련성을 생각한다 |

- 살오징어는 북서태평양에 광범위하게 분포하는 어종으로 우리나라뿐 아니라 일본의 주요 수산자원<sup>16)</sup>이다. 살오징어는 산란과 성장에 따라 이동하므로 어느 한 나라만의 어종이라고 할 수 없다. 즉 한국, 일본, 중국의 바다에서 잡히는 살오징어는 겉모습만으로는 원산지를 구분할 수 없다는 것을 뜻하기도 한다. 하지만 일반인들은 원산지나 이름의 특이점만을 가지고 살오징어가 정해진 바다에서 잡히는 고유한 어종이라고 생각한다는 것을 알 수 있었다.
- 오징어 자원 보호를 위해 실천할 수 있는 방법을 담은 홍보물
  - 한반도징어 팀의 페이스북 페이지 개설 [www.facebook.com/shinyongsan.es](http://www.facebook.com/shinyongsan.es)
  - 살오징어 설문조사 결과를 알리는 동영상
  - 중국산 오징어에 대해서 바로 알리는 동영상
  - 총알오징어를 먹어서는 안되는 이유에 대한 카드뉴스
  - 중국산 오징어에 대해 알리는 만화 탑재
  - 추후 우리 팀의 탐구내용을 정리해서 올리고 오징어 자원 보호를 알리는 페이지로 지속, 운영



[그림 11] 페이스북 한반도징어 페이지

초등부

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 오징어 어획량에 영향을 미치는 요인은 중국어선의 불법조업과 살오징어 자원에 대한 사람들의 무관심이다.
  - 수온, 중국어선의 불법조업, 중국어선 언론 출현 건수와 살오징어 어획량 감소의 관계를 알아본 결과, 수온과의 유의미한 관계 찾지는 못했지만, 중국어선과 오징어 어획량 사이의 유의미한 결과를 통계적으로 확인하였다.
  - 물론 통계 방법의 엄밀함, 데이터수집 과정에서의 정확성이 떨어지며, 분석 기간이 두 변인의 상관관계를 설명하는데 충분치 않음 등 부족한 점이 많이 있다. 우리가 탐구와 관련하여 인터뷰하고 조연을 구했던 전문가<sup>17)</sup> 선생님께서도 이 점을 지적하셨다. 하지만 뉴스에서 중국어선에 의한 문제가 계속 제기되고 있다는 것은 여전히 사회적 이슈라는 증거이며 오징어 어획량 감소와 관련하여 해결되거나 밝히지 못한 문제로 남아 있다는 것을 말해준다. 우리 수준에서 접근 가능한 정보를 선택, 활용하여 중국어선의 불법조업이 오징어 어획량 감소와 어느 정도의 상관관계를 갖는지를 알아본 것은 의미 있는 결과라 생각한다.
  - 살오징어는 우리나라 사람들이 가장 좋아하는 수산물이다. 하지만 오징어에 대한 인식조사를 통해 오징어를 먹는 것은 선호(80%)하지만, 국산 살오징어에 관한 관심은 상대적으로 적은 것으로 나타났다(구매한 오징어 원산지를 모르는 사람 55%, 살오징어라는 이름을 아는 사람 15%, 지구온난화를 오징어 어획량 감소 원인이라고 답한 사람 38%).
  - “한국 사람들은 먹던 물고기만 먹는다<sup>18)</sup>” 수산물 업계에서 우리나라 소비자들의 입맛은 보수적이며 아무리 맛있는 어종이라도 예전부터 먹어온 것이 아니면 잘 먹지 않는 것으로 유명하며 통용되는 말이다. 사람들에게는 ‘오징어를 먹는 자체의 즐거움이 어디에서 온 오징어인가’ 보다 더 중요한 선택의 기준이 됨을 알 수 있었다.
  - 오징어는 수온 변화, 먹이의 변동에 따라 이동하는 특징이 있다. 우리나라와 일본 주변 해역에 널리 분포하는 살오징어도 계절적으로 광범위하게 회유하고 수온을 따라 섭이장과 산란장을 구분하며 이동한다<sup>19)</sup>. 바다에는 경계가 없기 때문이다. 중국어선이 불법으로 북한 해역 또는 우리 해역에서 조업한 오징어든, 중국 해역에서 잡힌 오징어든 똑같이 ‘중국산 오징어’로 냉동, 가공되어 우리나라에 수입된다. 오징어 어획량에 중국어선의 불법조업이 미치는 영향을 모르는 사람들은 외형과 맛이 국산 살오징어와 동일한 중국산 오징어를 싼 가격에 충분히 먹을 수 있다면 그것이 어떤 오징어든지 크게 신경 쓰지 않을 가능성이 있다는 것을 알게 되었으며 이는 우리의 소중한 해양 자원을 보호하는데 걸림돌로 작용할 수 있을 것이다.
- 국산 살오징어를 보호하고 소비해야 하는 이유를 우리의 식탁 위에 오르는 중국산 오징어와 관련지어 알려야 한다.
  - 오징어 자원 보호를 위해 우리나라에서는 살오징어 자원회복 프로그램<sup>20)</sup>, 금어

기 지정, 금지체장<sup>21)</sup> 등을 실행하고 있다. 하지만 우리나라만 잘 지킨다고 해서 살오징어 자원을 보호하기는 쉽지 않다. 중국은 2017년 기준 최대 오징어 수출국(39만톤)<sup>22)</sup>이며 우리나라는 2019년 전체 수입 오징어 물량(38,294톤) 중 약 41%(15,823톤)를 중국에서 수입<sup>23)</sup>했다.

- 우리 바다의 살오징어 자원 감소의 원인이 불법 중국어선의 무차별 조업에 있다는 것이 최근 과학적으로 밝혀지고 있다<sup>24)</sup>. 우리나라로 수입되는 중국산 오징어가 우리 바다에서 불법으로 조업되었을 가능성이 많다는 것을 보여주는 증거이다. 따라서 우리의 소중한 자원인 살오징어를 보호하기 위해서 우리가 할 수 있는 일 중 하나는 중국산 오징어에 대해 바로 알 수 있도록 사람들에게 알리는 일이다.
- 홍보 사이트의 지속 가능성
  - 페이스북은 전 세계 사람들이 이용하는 SNS로 한반도징어 팀의 탐구내용과 결과 그리고 산출물을 올려 많은 사람과 소통하는 공간으로 지속시킬 수 있다.
  - 추후 영어도 같이 표기하거나 영어 자료를 함께 탑재한다면 우리 바다의 오징어 자원 보호와 관련된 이야기를 온라인 상에서 더 많은 사람에게 알리는 역할을 할 수 있을 것이다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 중국어선의 북한수역 입어 척수와 기사 내용 중 중국어선 출현도가 오징어 어획량과 관련이 있다는 것을 밝혔다.
  - 초등학교 수준에서 오징어 어획량 감소와 관련된 요인들을 찾아 두 변인 간의 상관관계를 찾으려는 노력을 했다는 것에 의의가 있다.
- 오징어에 대한 일반인들의 인식을 조사를 통해 음식 재료로서의 오징어를 선호하는 것과 보호해야 하는 해양 자원으로서의 오징어에 대한 관심은 별개라는 것을 밝혔다.
  - 오징어에 대한 인식 조사 설문 결과는 오징어에 대한 선호도가 중국산 오징어 구입에 영향을 미칠 것임을 예상할 수 있게 했다. 이는 사람들은 중국어선 불법조업과 국산 오징어 어획량 감소를 중국산 오징어 구입과 별개로 생각할 가능성이 높음을 시사한다.
  - 이를 통해 국산 오징어 자원의 보호를 촉구하기 위한 홍보는 중국산 오징어를 바로 알리는 것과 함께 이루어져야 함을 시사한다.

### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

- 코로나19 상황에서의 비대면 탐구
  - 코로나19 상황에서 많은 것들을 비대면과 온라인으로 진행하기가 쉽지 않았다. 직접 바다에도 나가보고 오징어를 연구하는 많은 기관을 찾아 정보를 수집하는 것이 정확한 자료를 얻는 방법인데 많은 것을 인터넷 자료 검색을 통해 해결했어야 하는 것이 아쉬웠다.
  - 함께 하는 팀 연구의 경우 많은 것들이 팀원이 서로 대면하여 토의하는 과정에

서 탐구가 발전하는데 그런 경험을 적었다.

### ○ 알게 된 점

- 빅데이터, 자료 분석을 통한 탐구의 가능성
  - 인터넷 자료에만 의존하는 어려움도 있었으나 한편으로 많은 데이터를 어떻게 수집하고 분석했을 때 의미 있는 결과를 얻을 수 있는지도 경험할 수 있었다.
- 오징어가 다시 우리 바다로 돌아오게 하기 위한 방법은 결국 국가 간의 문제를 넘어 우리의 먹거리의 문제(수입 수산물)임을 알아야 한다.
  - 정부기관, 연구자들의 노력 뿐 아니라 오징어 자원 보호를 위한 대중의 관심과 실천의 참여를 위해서는 국가 간의 문제를 넘어 사람들에게 가장 중요한 먹거리의 문제로 (수입산 수산물) 접근하고 홍보해야 함을 알게 되었다.

### ○ 기타

- 탐구 제목의 변경
  - 오징어의 어획량 감소에 영향을 주는 요인을 찾고, 이를 바탕으로 오징어 자원 보호를 위한 홍보물을 제작하는 것에 탐구를 집중하였다. 이에 탐구 제목(주제)를 변경. 내용은 계획서와 다르지 않습니다.

## 5. 참고문헌

- 1) 한국해양수산개발원(2020), 「2020 해양수산 국민인식도」
- 2) 김진하, 「‘국민생선’ 고등어 제쳤다...한국인이 가장 좋아하는 수산물 1위는?, 『동아닷컴』, 2020.206.03.
- 3) 김윤호, 「울릉도 오징어가 실종됐다, 한 마리에 8000원 된 ‘금징어’ 사연」, 『중앙일보』, 2019.11.28.
- 4) 김은영, 「냉동보다 저렴한 생(生)오징어...작년의 ‘반값’ 수준」, 『조선비즈』, 2020.06.25.
- 5) 통계청(2018), 「기후(수온)변화에 따른 주요 어종 어획량 변화」
- 6) 지속가능발전포털, <http://ncsd.go.kr/>
- 7) 종합기후변화감시정보, <http://www.climate.go.kr/>
- 8) 한국해양수산개발원(2019), 「중국어선의 북한수역 입어 현황」
- 9) 한국해양수산개발원, 「FTA 체결국 수산물 수입 동향」
- 10) 김현상, 「수입오징어, 국산 추월했다...국산 어획량 급감 탓」, 『서울경제』, 2019.06.09.
- 11) 통계청, 「어업생산동향조사」
- 12) 국립수산물과학원(2019), 「갈고리흰오징어 가공 매뉴얼」
- 13) 윤희일, 「비싼 ‘갑오징어’ 양식 가능해진다」, 『경향신문』, 2019.05.27.
- 14), 21), 22) 해양수산부, 공식 블로그 「내가 바라던 바다」
- 15) 이송원, 「“오징어 풍년이요~” 냉동보다 싸진 생오징어」, 『조선일보』, 2020.06.25.
- 16) 송지영, 이준수, 김중진, 이호진, 박명희, & 한인성, 「살오징어 겨울발생군의 이동 패턴 및 직접적 황해 유입 가능성」, (한국수산물과학회지, 50(2), 2017), 183-194.

- 17) 김중진, 국립수산과학원, 기반연구부 연근해자원과  
18) 문권모, 「대왕오징어, 칠레선 천떡꾸러기 한국선 조미용-가문어로 사랑받아」, 『동아일보』, 2012.03.03.  
19) 송혜진, 「기후변화와 서식지 수온 변화에 따른 북서태평양 살오징어의 어획량 변동」, (한국수산과학학회지, 51(3), 2018), 338-343.  
20) 국립수산과학원 동해수산연구소, <http://www.nifs.go.kr/>  
23) 한국해양수산개발원(2019), 「FTA 체결국 수산물 수입 동향 2019년 4분기」  
24) Park, J., Lee, J., Seto, K., Hochberg, T., Wong, B. A., Miller, N. A., ... & Midzik, M. (2020). Illuminating dark fishing fleets in North Korea. Science Advances, 6(30), eabb1197.

<도움 주신 분>

1. 송혜진 박사님, 국립수산과학원
2. 이정삼 박사님, 한국해양수산개발원
3. 한세란 선생님, 서울신용산초등학교

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |      |    |          |
|-------|------|----|----------|
| 팀명    | 호신새우 |    |          |
| 학생명   | 이승백  | 학교 | 파주삼성초등학교 |
| 지도교사명 | 이지현  | 학교 | 파주삼성초등학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 파열음을 만드는 딱총새우 집게발에 대한 탐구  |
| 탐구기간    | 2020년 5월 18일 ~ 2020년 8월 25일   |
| 탐구목적    | 바다에 위험한 생물(상어나 해파리 등)으로부터 사람을 지키기 위해 파열음을 만드는 딱총새우의 집게발 구조를 탐구하고 호신용 장비를 만들기 위한 구조를 탐구해본다.  |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 딱총새우에 대한 탐구<br/>책과 동영상 검색, 수산시장과 수족관 답사 등</li> <li>○ 딱총새우 표본 대여 및 현미경 관찰<br/>해부현미경을 통한 구조 탐구</li> <li>○ 딱총새우 집게발 구조<br/>딱총새우 집게발의 길이 비율에 대한 조사</li> </ul>  |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 딱총새우에 대한 탐구<br/>딱총새우는 100Km/h의 속도로 닫히면서 파열음을 만들어 낸다. 그 파열음의 딱총새우 집게발의 특별한 구조와 관련이 있다.</li> <li>○ 딱총새우 표본 대여 및 현미경 관찰<br/>국립생물자원관 무척추동물 표본실에서 5종의 표본을 대여하였다.</li> <li>○ 딱총새우 집게발 구조<br/>딱총새우 집게발의 가동지와 부동지, 플런저와 구멍의 특징으로 인하여 파열음이 발생한다.</li> </ul> |
| 결론 및 의의 | 딱총새우는 한 가지 종이 아니었다. 크기도 다양하고 모양도 다양하지만 모두 한쪽 집게발이 크고 공통적으로 특징적인 구조를 가지고 있었다. 이 구조의 특징을 이용하면 사람들을 위험한 바다 생물로부터 안전하게 보호할 수 있는 해양 호신기구를 만들 수 있을 것이다.   |



|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 탐구 주제 | 파열음을 만드는 딱총새우 집게발에 대한 탐구 |
| 팀명    | 호신새우                     |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

#### ○ 과학소년잡지에서 본 딱총새우의 신기한 앞다리

- 나는 매달 기다리는 과학소년이라는 잡지가 있는데, 작년 말 잡지의 과학뉴스 코너에서 신기한 딱총새우의 앞다리에 대하여 처음 알게 되었다.
- 딱총새우의 앞다리에 있는 집게발은 호신용과 사냥용으로 파열음을 만들어낼 수 있는데, 파열음은 1m 이내의 먹이를 실신시킬 정도 세기의 파동을 만들어낸다.

#### ○ 바다의 위험한 생물들

- 우리나라 바다에는 상어나 해파리와 같은 위험한 생물이 종종 출몰한다.
- 사람을 위협하는 상어가 동해나 남해안에 출몰한 적이 있다.
  - 우리나라 해안에도 사람을 해칠 수 있는 상어가 종종 출몰한다.
  - 우리나라에서는 1.7, 4.5, 2, 3, 4, 4.6, 5.7m 크기의 상어가 출몰한 적이 있다.
  - 백상아리뿐만 아니라 청상아리도 위험한데 2014년 7월에는 포항 호미곶에 출몰한 적이 있다.
  - 상어는 빠르고 피냄새를 잘 맡으며, 최고 시속 60km로 매우 빠르다.
- 맹독성 해파리의 자포에 쏘이면 심한 통증과 알러지가 생길 수 있어 위험하다.
  - 해파리는 해류를 따라 천천히 이동하기는 하지만 바다에서 사람과 가까이 위치하게 될 경우 자포에 쏘일 수도 있다.
  - 따라서 바다에서 해파리를 만나게 된다면 다가오지 못하게 멀리 떨어져야 한다.
- “바다에 있는 사람에게 위험한 상어나 해파리를 퇴치하기 위한 장치가 필요하지 않을까?” 라는 생각을 하게 되었다.
- 바다에서 사람에게 다가오는 상어나 해파리를 멀리 밀어내기 위한 방법으로 딱총새우의 앞다리가 떠올랐다.

### ○ 탐구 목적

- (1) 딱총새우의 습성과 서식지 등 특징에 대하여 조사한다.
- (2) 딱총새우 집게발은 다른 갑각류 집게발과 어떻게 다른지 알아본다.
- (3) 딱총새우 집게발을 이용한 해양 호신기구의 모양에 대해서 생각해본다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 탐구 내용

#### ◎ 딱총새우에 대한 공부 (습성, 서식지, 생태적 특징)

##### - 딱총새우란?

- 딱총새우는 절지동물, 갑각류, 십각목, 딱총새우과의 무척추동물이다.
- 전세계적으로 수백종이 있지만, 우리나라에도 여러 종이 남해, 서해, 제주 등 바닷가의 모래진흙 바닥에 산다.
- 몸길이는 약 7cm 크기까지 자라지만, 1~3cm인 종들도 있다.
- 집게다리는 하나가 크고 하나는 작다.
- 파열음을 내는 다리가 잘리면 다른 작은 한쪽 다리가 파열음을 내는 큰 집게발로 바뀐다고 한다.
- 큰 집게다리는 파열음을 만들어내어 먹이를 잡거나, 자신을 잡아먹으려고 다가오는 포식자를 공격하거나, 같은 종끼리 신호를 주고받는 목적으로 활용된다고 추측되고 있다. 그래서 외국에서는 snapping shrimp라고 부른다.
- 만약 딱총새우가 큰 집게다리를 잃어버리게 된다면 작은 집게다리가 큰 집게다리로 자란다고 한다.
- 딱총새우의 파열음은 1km 밖에서도 들을 수 있을 정도라고 한다.
- 딱총새우의 파열음을 이용하여 해군이 수중음파시스템을 교란시킨 적이 있다고 한다. (옛날 전쟁에서 교전하는 중 수중 레이더에 방해가 되었다고 한다.)
- 벌이나 개미와 같이 계급으로 구성된 사회생활을 한다.

##### - 우리나라에 서식하는 딱총새우의 모습

- 우리나라에 서식하는 딱총새우의 파열음에 대하여 연구한 김봉채 연구자의 2007년 연구에 따르면 그 모습은 다음과 같다.

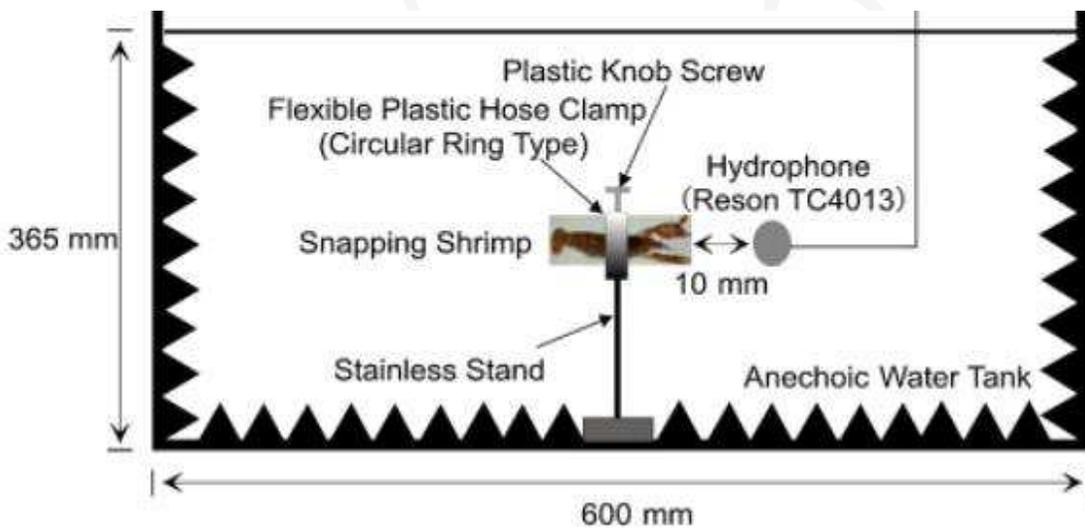


<우리나라 서해에 서식하는 딱총새우의 모습>

출처: 김봉채(2007)

- 딱총새우의 습성

- 유튜브 채널 <정브르>, <해수인tv>, <네이셔널지오그래피> 등에서 딱총새우의 습성을 영상으로 생태 습성을 공부하였다.
- 딱총새우는 권총과도 비슷한 하나의 큰 집게발 때문에 pistol shrimp 또는 snapping shrimp로 불린다. 주로 온대지방의 얕은 바다에 서식하며 집게발을 부딪혀 소리를 발생시킨다. 딱총새우의 다리는 2개씩 5쌍이며, 제1가슴다리는 큰 집게발과 작은 집게발로 구성된다.
- 딱총새우는 돌무더기 속에 주로 머물며 은신처에서 생활하는 것을 좋아한다.
- 자기 몸(몸길이 2~7cm 정도)의 3배 크기까지 먹이감을 사냥할 수 있으며, 먹이감을 사냥할 때, 특별한 집게발에서 발생하는 파열음을 이용한다.
- 케비테이션(cavitation) 효과: 흔히 음파 발광 효과라고 한다. 케비테이션 효과는 유체의 속도 변화로 인하여 압력 변화가 생기고 이로 인해 유체 내부에 빈 공간이 생기는 현상을 말한다. 딱총새우의 집게발이 부딪힐 때, 기포가 발생하면서 순간적으로 그 기포에서 강한 압력이 발생하는 동시에 빛이 발생한다. 이 빛은 육안으로는 볼 수 없고, 기계를 통해서만 확인할 수 있다.



<딱총새우 소리의 수중측정 방법>

출처: 김병남(2010)

- 딱총새우는 100Km/h의 속도로 닫히면서 파열음을 만들어 낸다. 파열음의 사정거리는 1m 내외이다.
- 파열음은 음파의 형태이며, 약 80kPa 정도의 압력을 발생한다.
- 파열음의 크기는 200데시벨 이상이며, 이 크기는 비행기 이륙 소음 정도에 해당한다고 한다.

- 파열음의 주파수는 3~15kHz이다. 이 주파수는 잠수함 탐지기에 사용되는 소나(sonar) 진동수와 비슷하다.
- 딱총새우의 집게발에서 파열음이 발생할 때, 순간적으로 주변 온도는 4천7백℃까지 상승하기도 한다. 이는 태양의 표면 온도와 유사한 정도이다.
- 딱총새우의 집게발에서 발생하는 파열음은 강력한 파동을 생성하여 먹이감이 기절하게 하거나 때로는 죽게 만들기도 한다(과학소년 2019년 12월호).
- 딱총새우의 집게발 반사파를 이용하면 물체까지의 거리와 물체의 모양을 알 수 있다고 한다. 이를 활용하여 해양 동물을 이용한 무기나 탐지기의 개발에 연구가 진행중이라고 한다.

### ○ 탐구 일정

| 월 | 할 일   | 방법  |
|---|---|---|
| 5 | ◎ 연구계획서 작성하기<br>◎ 딱총새우에 대한 자료 검색                                  | 컴퓨터<br>책, 인터넷, 유튜브  |
| 6 | ◎ 딱총새우에 대해 알아보기   | 어항, 산소발생, 온도, 먹이  |
| 7 | ◎ 수산시장 견학가기<br>◎ 집게발 이용 관찰하기<br>◎ 딱총새우 기를 준비<br>◎ 새우 수족관 견학하기     | 노량진수산시장, 청계천 반려생물샵 견학(7월 11일, 12일) 집게발 관찰, 촬영<br>수산시장과 수족관 사장님 만나 질문하기<br>수산시장 또는 반려생물샵 |
| 8 | ◎ 딱총새우 표본 대여하기<br>◎ 집게발 호신 용구 디자인하기<br>◎ 디자인 수정하기<br>◎ 연구보고서 작성하기 | 국립생물자원관 동물자원과 무척추동물<br>그림판<br>관찰일지<br>컴퓨터   |

### ○ 탐구 결과

- ◎ 노량진 수산시장과 청계천 반려생물샵 견학
  - 딱총새우는 채집하거나 수산시장과 반려생물샵에서 구매할 수 있다고 하여 노량진 수산시장과 청계천 반려생물샵을 견학하였다.
  - 노량진 수산시장에서는 다양한 갑각류의 집게발 모양을 비교할 수 있었다. 갑각류마다 집게발의 모양은 각양각색이었다. 집게발은 있었지만 딱총새우가 아닌 갑각류에서는 집게발에 플런저 구조가 없었다.
  - 청계천 반려생물샵의 여러 수족관 사장님들께서는 대부분 반려생물용으로 딱총새우를 취급하지 않거나 존재를 모르고 계셨는데, 몇몇 새우 전문 수족관 사장님께서는 딱총새우의 존재를 알고 구매 시기와 방법을 말씀해주셨다.
  - 청계천 반려생물샵의 새우 전문 수족관 사장님의 말씀에 따르면, 최근 코로나-19 사태로 인하여 새우 수입이 중단되었고, 지금은 딱총새우를 국내에서 채집하거나 흔하게 볼 수 있는 계절이 아니라는 이야기를 들었다.

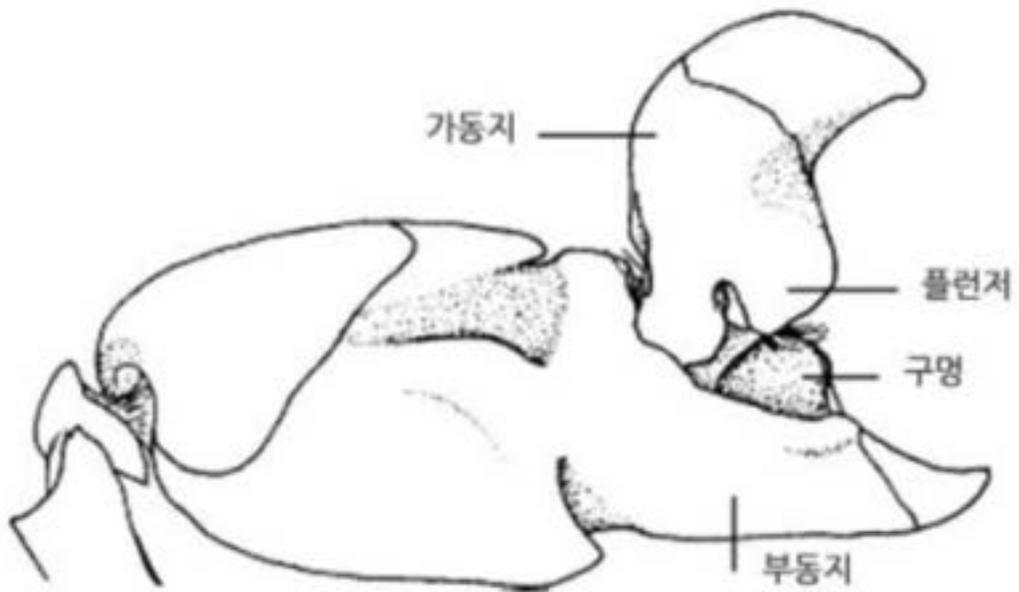


<딱충새우의 상대적 크기>

<수산시장 견학하면서 만난 갑각류의 다양한 집게발 모양>

◎ 책을 통해 찾아본 딱충새우에 집게발 구조 분석

- 지금까지 알려진 딱충새우 집게발의 구조
- 딱충새우의 집게발은 움직이는 부분과 움직이지 않는 부분으로 나뉜다.
- 움직이는 부분은 ‘가동지’ 라고 부른다.
- 움직이지 않는 부분은 ‘부동지’ 라고 부른다.
- 가동지와 부동지의 구조는 다음과 같다.



<딱충새우 집게발의 가동지와 부동지>

출처: Anker(2006) 진화(Evoluton)

- 최근에 더 알려진 딱충새우 집게발에 대한 내용들 검색하고 찾아보기
- 딱충새우의 종이 다르면 집게발의 구조도 다르다.

· 서로 다른 종의 딱총새우 집게발 구조를 비교해보기 위하여 국립생물자원관에서 대여한 딱총새우 5종의 표본은 아래와 같다.

| 연번 | 표본번호             | 학명  | 채집지    |
|----|------------------|---|--------|
| 1  | NIBRIV0000786674 | Alpheus hoplocheles Coutière, 1897<br>장갑딱총새우        | 전남 무안군 |
| 2  | NIBRIV0000834294 | Alpheus bisincisus De Haan, 1849<br>흙발딱총새우          | 인천 원창동 |
| 3  | NIBRIV0000857981 | Alpheus digitalis De Haan, 1844<br>큰손딱총새우           | 인천 용진군 |
| 4  | NIBRIV0000858587 | Alpheus lobidens De Haan, 1849<br>갯가딱총새우            | 인천 용진군 |
| 5  | NIBRIV0000863868 | Synalpheus tumidomanus (Paul'son, 1875)<br>세이마뿔딱총새우 | 제주 서귀포 |



<딱총새우 표본 5종>

출처: 국립생물자원관 동물자원과

· 서로 다른 종의 딱총새우 집게발 구조를 눈으로 관찰하여 비교해보았다.

| 연번 | 딱총새우 종   | 특징  | 비고 |
|----|----------|---|----|
| 1  | 장갑딱총새우   | 집게발이 크고 두껍다. 몸집이 중간 정도다.                          |    |
| 2  | 흙발딱총새우   | 집게발이 크고 두껍다. 집게발에 털이 많다.                          |    |
| 3  | 큰손딱총새우   | 집게발이 핀셋 모양처럼 보인다.<br>구멍이나 플런저 발달이 잘 안되어 있다.       |    |
| 4  | 갯가딱총새우   | 집게발이 크고 두껍다. 집게발에 털이 많다.<br>집게발 두 개 모두 크기가 큰 편이다. |    |
| 5  | 세이마뿔딱총새우 | 다른 종에 비해서 크기가 매우 작은 편이다.<br>큰 집게발이 몸집에 비해 큰 편이다.  |    |



<딱총새우 표본 5종의 모습>

왼쪽 위부터 시계방향으로 장갑 딱총새우, 흙발딱총새우, 큰손딱총새우, 새이마뿔딱총새우, 갯가딱총새우

출처: 국립생물자원관 동물자원과

· 서로 다른 종의 딱총새우 집게발 구조를 현미경으로 관찰하여 비교해보았다.



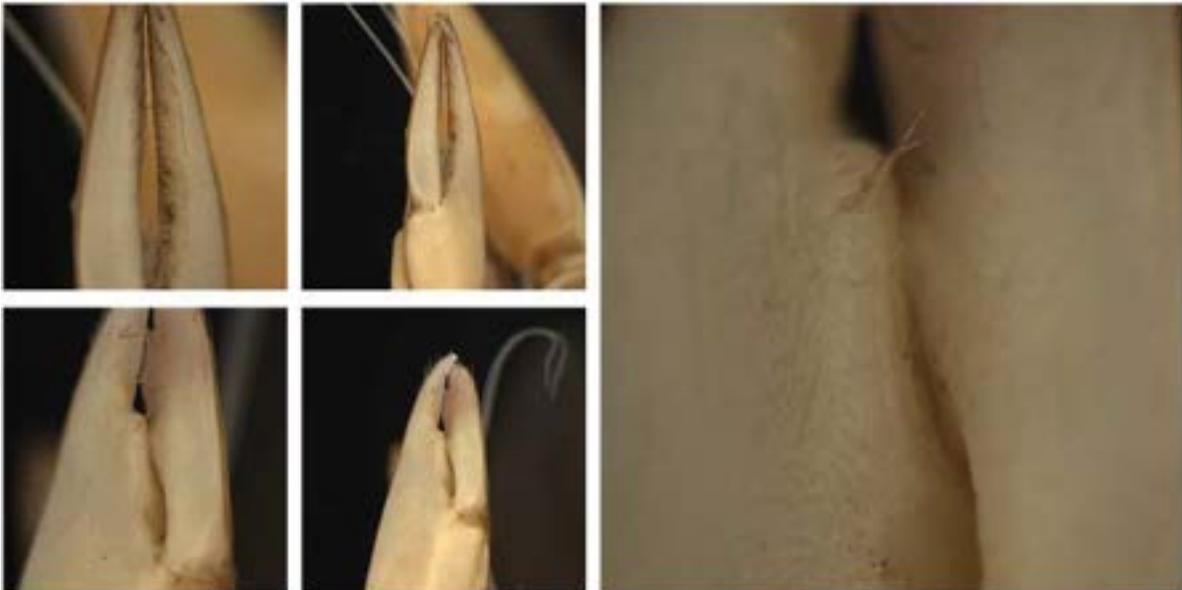
<장갑딱총새우의 집게발 모습>

· 장갑딱총새우의 집게발은 권투 글러브를 낀 것처럼 굵고 두툼한 모습이였다. 집게발을 움직이기 위한 권투 글러브의 손목부분이 굵고 울퉁불퉁한 표면을 나타냈다. 이것은 아마 충격에 대비하기 위해 진화한 결과라고 생각했다.



<흙발딱총새우의 집게발 모습>

- 흙발딱총새우도 두껍고 울퉁불퉁한 모습이였다. 하지만 현미경으로 자세히 관찰해보니 장갑딱총새우의 집게발보다 더 많은 표면의 미세한 털들을 관찰할 수 있었다. 그리고 집게발의 플런저 구조가 명확하고 자세하게 관찰되었다. 표본의 상태가 좋았기 때문인 것 같다.



<큰손딱총새우의 집게발 모습>

- 큰손딱총새우의 집게발은 편셋이나 라디오펜치(롱노우즈펜치)처럼 길쭉한 모습이였다. 그리고 뭔가를 자르기 위한 다른 갑각류의 집게발들과 모양이 비슷했다. 큰손딱총새우도 플런저 구조가 있으나 다른 딱총새우보다는 발달하지 않은 모습이였다.



<갯가딱총새우의 집게발 모습>

- 갯가딱총새우는 털이 많고 플런저 구조가 다른 딱총새우의 집게발과 비슷하게 크고 통통했다. 표면의 털이 많은 것은 흙발딱총새우와 비슷했다.



<세이마뿔딱총새우의 집게발 모습>

- 세이마뿔딱총새우는 다른 딱총새우보다 크기가 작았지만, 집게발에 플런저 구조가 존재하였다.

◎ 딱총새우에 집게발을 모방한 호신 용구에 대한 탐구

- 관찰한 내용을 바탕으로 딱총새우 집게발 호신 용구를 디자인한다.
- 상어나 해파리를 밀어내기 위해서는 크기가 어느 정도여야 하고, 파열음의 세기가 어느 크기여야 하는지 연구한다.
- 딱총새우의 몸 길이와 집게발의 길이의 비율을 찾아본다.
- 딱총새우가 기절시킬 수 있는 물고기의 최대 크기에 대하여 찾아본다.
- 사람 휴대 가능하면서 상어나 해파리를 밀어낼 수 있는 호신 용구가 어떤 모양이며, 크기여야 하는지 탐구한다.
- 앞에서 공부한 내용을 바탕으로 딱총새우 집게발을 모방한 호신 용구를 디자인한다. 집게발에서 꼭 필요한 구조가 무엇인지 생각해본다.
- 디자인은 손으로 스케치를 한다음 길이나 부피의 비율을 계산하고 수정한다.
- 수정한 내용을 컴퓨터에서 그림판으로 그려본다.
- 크기를 고려하여 호신 용구가 만들어낼 수 있는 파열음의 크기를 계산해본다.

- 딱충새우의 집게발 구조 모형을 지점토로 만들어본다.



<딱충새우 집게발 구조를 도면으로 그리고 지점토로 모형을 만드는 과정>

### 3. 탐구 결론 및 의의

#### ○ 탐구 결론



<큰손딱충새우(왼쪽)와 흙발딱충새우(오른쪽)의 집게발 모습 비교>

· 딱충새우는 종마다 집게발의 구조가 달랐지만 플런저 구조를 지니고 있다는 공통점이 있었다. 위의 사진과 같이 큰손딱충새우와 흙발딱충새우의 집게발 구조는 차이가 있었다. 큰손딱충새우는 얇고 가름한 모습이었지만, 흙발딱충새우는 크고 통통한 모습이었다. 둘 다 플런저 구조를 관찰할 수 있었는데, 큰손딱충새우는 발달이 덜 된 탓인지 잘 보이지 않았다. 아마도 흙발딱충새우의 집게발이 더 강한 힘으로 파열음을 만들어 낼 수 있을 것 같았다.

## ○ 탐구 의의 (기대 효과)

- ◎ 딱총새우에 대해 관심을 갖고 더 잘 이해할 수 있었다.
  - 딱총새우는 매우 흥미로운 생물이다.
  - 맨티스 쉬림프는 집게발로 강력한 충격을 만들어 내는데, 맨티스 쉬림프에 비해서 딱총새우는 잘 알려지지 않고 반려동물로 잘 알려져 있지는 않다.
  - 탐구를 통해서 사람들이 딱총새우에 대하여 더 많이 관심을 갖게 될 수도 있다.
- ◎ 딱총새우의 과열음이 발생하는 과정에 대한 정보를 제공할 수 있었다.
  - 딱총새우의 과열음 발생과정에 대해서는 해외연구자들에 의해 일부 밝혀져 있다.
  - 우리나라 연구자에 의해서는 우리나라에 서식하는 딱총새우 연구는 과열음 소리의 특성에 대한 연구와 어떤 종이 서식하고 있는지에 대한 연구들이 많았다.
  - 우리나라 딱총새우가 어떻게 집게발을 사용하고, 과열음을 만들어내는지 자세하게 관찰하고 기록해보고 싶다.
- ◎ 딱총새우 집게발을 활용하여 상어나 해파리로부터 사람을 보호하는 간편한 호신 용구를 개발하기 위한 아이디어를 제공할 수 있었다.
  - 딱총새우의 집게발은 물 속에서만 과열음과 충격파를 만들어낼 수 있다.
  - 딱총새우의 집게발을 모방한다면 물속에서만 과열음과 충격파를 만들어내어 잠수부를 안전하게 보호해주는 호신 용구를 만들어낼 수 있다.
  - 우리나라 해안에는 백상아리, 청상아리, 노무라깃해파리와 같은 위험한 바다 생물이 종종 출몰하여 해안가에 작업하는 사람들을 위협하기도 한다. 상어는 매우 빠르고, 해파리는 손으로 만지는 것이 위험하기 때문에 바다에서 작업하는 사람들에게는 충격파를 이용하여 상어나 해파리가 사람으로부터 가까이 오지 못하도록 하는 장치가 필요하다.
  - 이번 탐구를 통하여 딱총새우 집게발을 모방한 호신 용구로 상어나 해파리로부터 사람을 보호하는 장치의 개발을 위한 아이디어를 제공할 수 있다.

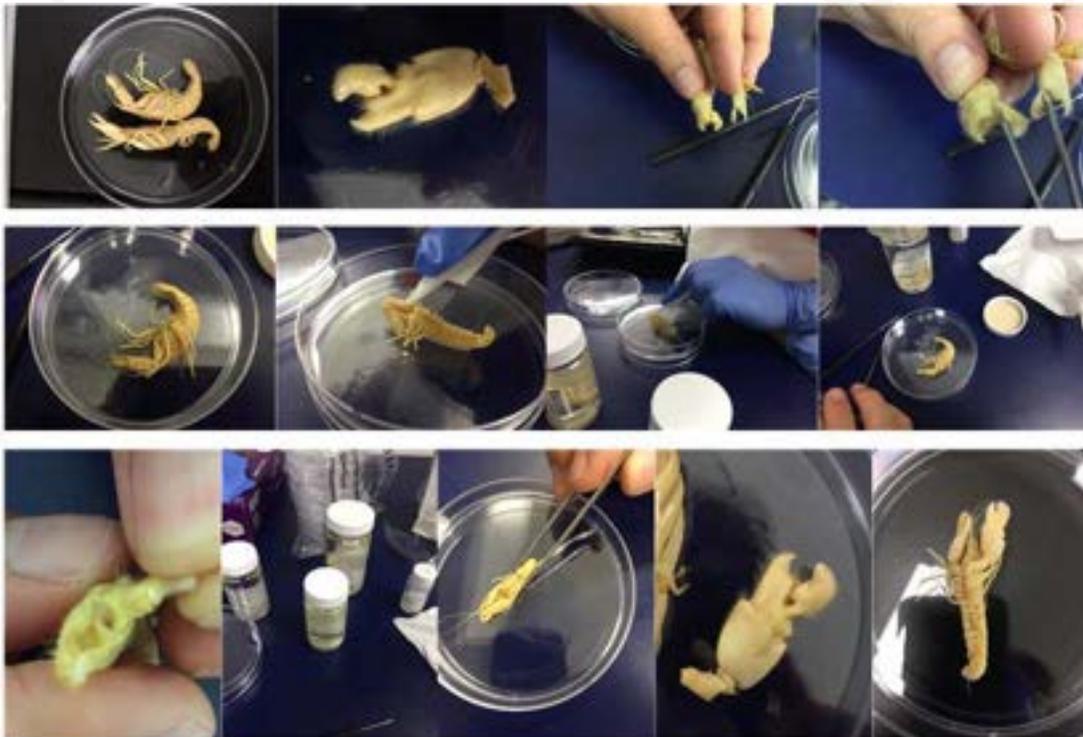
## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

## ○ 어려운 점

- 딱총새우의 구매
  - 딱총새우를 키우려면 어항 이외에 여러 가지 기구가 필요하다.  
(온도계, 항온장치, 해수소금, 조명, 산소발생기)
  - 딱총새우를 키우는 사람이 많지 않아 구하기가 힘들고, 배양 후기가 거의 없다.
  - 딱총새우가 코로나-19 사태로 인해서 때문에 외국에서 수입되지 않고 있다.
- 딱총새우의 배양
  - 딱총새우는 관상용이 아니고 식용으로만 특정 시기에 판매된다.
  - 반려용 새우 수족관 사장님을 여러분 만났는데도 딱총새우를 잘 알지 못한다.
  - 딱총새우는 해양 갑각류라서 물 맞담과 온도 맞담을 잘 해야 한다.

○ 알게 된 점

- 딱충새우의 종류
  - 딱충새우는 한 가지 종이 아니다. 딱충새우의 종류는 세이마빨딱충새우, 흙발딱충새우, 긴발딱충새우, 매끈이딱충새우, 핑크플로이드, 갯가딱충새우 등이 있다.
- 딱충새우의 배양 방법
  - 물 맛담과 온도 맞담 방법, 딱충새우가 좋아하는 수온(15~25℃)
- 국립생물자원관에서 생물 표본을 대여하는 방법
  - 국립생물자원관 홈페이지에서 생물 표본이 있는지 여부를 먼저 검색한 후, 홈페이지에 있는 양식을 다운로드받아서 신청서를 이메일로 제출하면 국립생물자원관에 생물 표본이 있다면 표본을 대여나 분양받을 수 있다.
- 광학현미경으로 생물을 관찰하고 사진과 동영상으로 저장하는 방법



<딱충새우 표본을 현미경으로 관찰하기 위한 전처리 과정>



<딱충새우 집게발 구조를 광학현미경(해부현미경)으로 관찰하는 모습>

- 세이마뿔딱총새우는 매우 작고 연약한 모습이였다. 엄마가 만든 멸치볶음에 간혹 등장하는 작은 새우의 모습과도 같았다. 그러나 맨눈으로 보았을 때에는 볼 수 없었던 집게발 구조를 현미경으로 관찰하니, 딱총새우가 가지고 있는 특유의 플런저 구조를 관찰할 수 있었다.



<도움을 주신 경기과학고등학교 현미경 테크니션 선생님>

<부록>

[ 별지 제6호 서식 ]

생물표본 대출 신청서

|   |                               |                                    |         |
|---|-------------------------------|------------------------------------|---------|
| ①성 명 이승백  | ②소속기관 삼성초등학교                  |                                    |         |
| ③생년월일 990219  |                               |                                    |         |
| ④주 소 충청남도시 산내로 46-17  |                               |                                    |         |
| ⑤연락번호 01092454254   | ⑥연락처이메일주소 junarrira@naver.com |                                    |         |
| ⑦순번   | ⑧표본번호                         | ⑨종명                                | ⑩출처     |
| 1   | NIEHIV00007666A               | Alpheus heptochelus Cobden, 1867   | 국립생물자원관 |
| 2   | NIEHIV00008342A               | Alpheus hancocki De Haan, 1849     | 국립생물자원관 |
| 3   | NIEHIV00008579A               | Alpheus (Alpheus) De Haan, 1844    | 국립생물자원관 |
| 4   | NIEHIV00008585A               | Alpheus (Alpheus) De Haan, 1849    | 국립생물자원관 |
| 5   | NIEHIV00008638B               | Alpheus turkmenicus (Pavlov, 1875) | 국립생물자원관 |
| ⑪대출기간 2020년 8월 12일 ~ 2020년 9월 6일  |                               |                                    |         |
| ⑫학 령 <input checked="" type="checkbox"/> 학습연구 <input checked="" type="checkbox"/> 시연실용 <input type="checkbox"/> 시료채취 <input type="checkbox"/> 기타( )   |                               |                                    |         |
| ⑬수령방법 <input type="checkbox"/> 방문수령 <input checked="" type="checkbox"/> 우편수령  |                               |                                    |         |
| <p>귀 기관 소장 생물표본을 대출하고자 귀하 같이 신청하오니 허가하여 주시기 바랍니다. 대출함에 있어서 국립생물자원관 생물표본 관리 등에 관한 규정을 준수할 것을 서약합니다.</p> <p style="text-align: right;">2020년 8월 12일<br/>신청인 : 이승백 (이승백)</p> <p style="text-align: center;"><b>국립생물자원관장 귀하</b></p> |                               |                                    |         |
| <p><b>주의사항</b></p> <p>1. 손의 오염에는 신청표본의 종의 학명, 목 및 분을 기재합니다.<br/>2. 종의 비교판에는 국립생물자원관 표본번호, 기관 표시표본 종류 또는 기타 사항을 기재합니다.<br/>3. 종의 목적판에는 해당 사항을 모두 표기합니다.</p>  |                               |                                    |         |

210mm x 297mm  
[표본용지(2장) 75g/㎡]

## 5. 참고 문헌

<책과 잡지>

- ◎ 과학소년(2018~2020), 진화학(Anker)
- ◎ 구혜영(2004). 한국미기록 원통발딱충새우와 해면원통발딱충새우
- ◎ 김봉채 외 4인(2007). 황해 연안에서 관측된 딱충새우 음의 특성
- ◎ 김병남 외 3인(2010). Snapping Shrimp Sound Measured Under Laboratory Conditions
- ◎ 다큐사이언스 - 딱충새우, 여왕의 지배를 받는 해양생물
- ◎ 두산백과 검색 - 딱충새우(Snapping shrimp)
- ◎ 파괴광선 새우를 멘티스에게 먹이로 준 3초뒤...ㅎㄷㄷ와우...[정브르]  
<https://youtu.be/97jS4W8IEXk>
- ◎ 한국새우류도감(2001)
- ◎ 한국해양과학기술원 온라인사보 - 딱충새우는 어떻게 강력한 소리를 낼까  
[https://kiost.ac.kr/cop/bbs/BBSMSTR\\_00000000011/selectBoardArticle.do;jsessionid=F54969506944C71F152BC4F0662EC629?nttId=16863&pageIndex=3&searchCnd=&searchWrd=](https://kiost.ac.kr/cop/bbs/BBSMSTR_00000000011/selectBoardArticle.do;jsessionid=F54969506944C71F152BC4F0662EC629?nttId=16863&pageIndex=3&searchCnd=&searchWrd=)
- ◎ 1500도 음속과 발사하는 딱충새우 어린이선물로 받았는데... [정브르]  
<https://youtu.be/ZhlttDcXEtY>
- ◎ 갯벌에서 핵주먹 '딱충새우' 채집하기 [에그박사]  
<https://www.youtube.com/watch?v=9mOrQdqf1kU>
- ◎ 네이버 다큐사이언스 - 여왕의 지배를 받는 해양생물, 딱충새우  
<https://m.terms.naver.com/entry.nhn?docId=3572256&cid=58940&categoryId=58956>
- ◎ 네이버 블로그 - duke of world, 갑각류학, Snapping shrimp 딱충새우  
<https://m.blog.naver.com/ehddnxodud83/221210213811>
- ◎ 다음 블로그 - 수박 동물원, 딱충새우  
<http://blog.daum.net/rooriroori/224>
- ◎ 딱충새우 소리의 매커니즘  
<https://www.youtube.com/watch?v=NdUPwOmCpII>
- ◎ 사이언스올 - 여왕의 지배를 받는 해양생물  
<https://www.scienceall.com/%eb%94%b1%ec%b4%9d%ec%83%88%ec%9a%b0-%ec%97%ac%ec%99%95%ec%9d%98-%ec%a7%80%eb%b0%b0%eb%a5%bc-%eb%b0%9b%eb%8a%94-%ed%95%b4%ec%96%91%ec%83%9d%eb%ac%bc/>
- ◎ 한겨레 - 애니멀피플, 생태와 진화, 딱충새의 충격과 비밀병기는 어떻게 진화했나  
[http://www.hani.co.kr/arti/animalpeople/ecology\\_evolution/826243.html](http://www.hani.co.kr/arti/animalpeople/ecology_evolution/826243.html)
- ◎ Pistol Shrimp: The Super-Powered Crustacean [Animalogic]  
<https://youtu.be/ZJm0npZAK3o>
- ◎ Pistol Shrimp sonic weapon - Weird Nature [BBC wildlife]  
<https://youtu.be/XC6I8iPiHT8>

## 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |                            |    |          |
|-------|----------------------------|----|----------|
| 팀명    | Marine Eco Kid (M · E · K) |    |          |
| 학생명   | 이병욱                        | 학교 | 대전삼천초등학교 |
| 지도교사명 | 이승원                        | 학교 | 대전변동초등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | <b>검은큰따개비 생태로 알아보는 기후변화 예측</b>   |
| 탐구기간    | 2020년 5월 1일 ~ 2020년 8월 30일 (4개월)   |
| 탐구목적    | 국가 기후변화 생물지표종으로 분류된 검은큰따개비의 특징을 파악하고 이를 통해 활동, 분포역, 개체군의 변화 등의 변화과정을 알고 분포 변화를 예측하고자 한다.   |
| 탐구내용    | 가. 선행연구조사(국립생물자원관 한반도의 생물다양성, 해양생물중 중 기후변화 지표종 선정 및 매뉴얼 구축연구)<br>나. 기초탐구조사(국립수산과학원 수산생명자원정보센터, 네이처링)<br>다. 정량적 모니터링<br>- 분포면적(피도) 모니터링, 개체 수 변화 모니터링   |
| 탐구결과    | 가. 검은큰따개비는 주로 남해안의 조간대 부근 암석대 중 인적이 드문 곳을 중심으로 서식지가 분포되어 있다.<br>나. 현재는 남해안에서 주로 관찰이 가능하지만 조사에 따르면, 동해의 독도와 울릉도, 서해의 신안군 일대 암석대에서 관찰이 가능한 것으로 판단된다.<br>다. 이는 기후변화에 따른 수온의 상승과 관련이 있으며 관찰지역의 수온 측정 결과 10년 주기로 1~2℃ 이상 상승한 것으로 보여 향후에도 검은큰따개비의 서식지 변화를 주의깊게 관찰할 필요가 있을 것이다.<br>라. 해안가의 수온이 점점 상승하게 된다면 남해안과 강원도 이남 지역의 해안 뿐만 아니라 그 위쪽의 해안가에도 검은큰따개비의 서식을 볼 수 있을 것으로 예측할 수 있다. |
| 결론 및 의의 | 가. 검은큰따개비의 서식 형태 및 분포 특성 등을 문헌 조사와 함께 실제 현장 입장조사를 통해 알아보고 생태 환경의 특성을 과학적으로 분석할 수 있었다.<br>나. 검은큰따개비가 환경에 적응하는 과정과 생태 환경 변화 양상을 통해 생물의 생태적 특성을 이해할 수 있고 기후변화 생물지표종을 지정하여 운영하는 이유에 대하여 알 수 있었다.   |





|       |                            |
|-------|----------------------------|
| 탐구 주제 | 검은큰따개비 생태로 알아보는 기후변화 예측    |
| 팀명    | Marine Eco Kid (M · E · K) |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 기후변화가 한반도 생물종 분포에 미치는 영향과 취약성에 대한 효율적인 감시와 예측을 위해 2010년 7월 환경부·국립생물자원관이 구상나무 등 100종을 지정한 바 있다. 그 후 2017년 12월 국민이 관찰과 구별이 쉽고, 기후변화 예측에 유리한 이동성이 큰 곤충과 생물계절이 뚜렷한 종을 반영하여「국가 기후변화 생물지표종」 100종과 30 후보종으로 개정하였다. 기후변화에 따른 생물다양성의 변화 및 감소는 불가역적 피해로, 지속적인 모니터링과 연구를 통해 기후변화에 의한 영향과 취약성을 평가하는 것은 매우 중요하다. 따라서「국가 기후변화 생물지표종」 100종과 30 후보종은 한반도 생물다양성 분포 변화를 효과적으로 감시·예측할 수 있는 지표로 활용될 수 있다. **기후변화 생물지표종(CBIS; Climate-sensitive Biological Indicator Species)**이란 생물이 기후변화로 인해 계절에 따라 활동, 분포역, 개체군 크기 변화 등이 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되어 이를 지표화하여 정부에서 지속적으로 조사·관리가 필요한 생물종을 말한다. 이 기후변화 생물지표종 중에서 해안가에서 쉽게 관찰이 가능하면서도 개체군의 변화 정도를 초등학교 수준에서 파악할 수 있을 것 같은 생물이 **검은큰따개비**일 것 같아 연구대상으로 선정하였다. 검은큰따개비는 난류의 영향이 미치는 곳까지 분포하는 사각따개비과에 속하는 종으로 분포에 따른 영향정도를 연구하면 향후 기후변화까지 예측할 수 있지 않을까 하는 생각이 들었다.

### ○ 탐구 목적

- 국가 기후변화 생물지표종으로 분류된 검은큰따개비의 특징을 파악하고 이를 통해 **활동, 분포역, 개체군의 변화 등의 변화과정**을 알고 **분포 변화를 예측**하고자 한다.
  - 가. 검은큰따개비는 어떤 특징이 있으며 서식지 분포는 어떠한가?
    - 서해(채석강), 남해(이기대, 거제도), 동해(정동진) 비교 분석
  - 나. 지역(수온)에 따른 개체수 및 분포정도는 어떻게 다를까?
  - 다. 기후변화에 따른 검은큰따개비의 분포정도는 어떻게 변화가 될까?
  - 라. 검은큰따개비의 서식지 분포에 따른 향후 기후변화를 예측이 가능할까?

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 선행 연구 자료 조사

- 기후변화 생물지표종이란 무엇인지에 대한 탐구와 큰입술갈고등에 대한 세부 특징을 파악하기 위한 자료를 인터넷과 관련서적을 통해 알아본다.
- 국립생물자원관 한반도의 생물다양성 사이트(<https://species.nibr.go.kr/index.do>)



### ○ 선행 연구 조사 결과

- 국립생물자원관 한반도의 생물다양성, 기후변화생물지표종의 특징

기후변화가 한반도 생물종 분포에 미치는 영향과 취약성에 대한 효율적인 감시와 예측을 위해 2010년 7월 환경부·국립생물자원관이 구상나무 등 100종을 지정한 바 있다. 그 후 2017년 12월 국민이 관찰과 구별이 쉽고, 기후변화 예측에 유리한 이동성이 큰 곤충과 생물계절이 뚜렷한 종을 반영하여 「국가 기후변화 생물지표종」 100종과 30 후보종으로 개정하였다.

기후변화에 따른 생물다양성의 변화 및 감소는 불가역적 피해로, 지속적인 모니터링과 연구를 통해 기후변화에 의한 영향과 취약성을 평가하는 것은 매우 중요하다. 따라서 「국가 기후변화 생물지표종」 100종과 30 후보종은 한반도 생물다양성 분포 변화를 효과적으로 감시·예측할 수 있는 지표로 활용될 수 있다.

※ 기후변화 생물지표종(CBIS; Climate-sensitive Biological Indicator Species) : 생물이 기후변화로 인해 계절에 따라 활동, 분포역, 개체군 크기 변화 등이 뚜렷하거나 뚜렷할 것으로 예상되어 이를 지표화하여 정부에서 지속적으로 조사·관리가 필요한 생물종

| 백고   | 곤충 | 해조류 | 식물 | 무척추동물 | 곤충<br>(수서곤충 포함) | 척추동물 | 합계  |
|------|----|-----|----|-------|-----------------|------|-----|
| 지표종수 | 7  | 7   | 39 | 7     | 15              | 25   | 100 |

(알게된 점) ➡ 검은큰따기배는 기후변화 생물지표종으로 선정되었으며 지속적인 조사 관리가 필요한 생물종으로 연구의 필요성이 크다는 것을 알 수 있었음

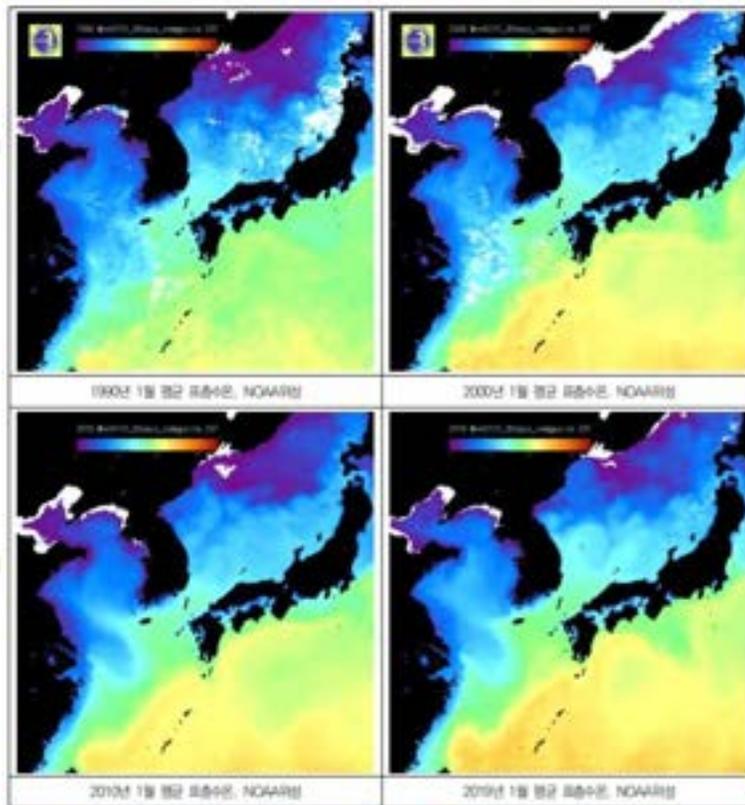
- 해양생물종 중 기후변화 지표종 선정 및 매뉴얼 구축(국립공원연구원, 2019)

가. 한반도 기후변화 현황

- 전 지구 평균을 상회하는 해수온도 및 해수면 상승
  - 최근 50년간(1968~2017) 한반도 주변해역 해수온도 약 1.23°C 상승, 전 세계 평균 표층 수온 상승률(0.48°C)보다 2.6배 이상 높은 수준
- 기상이변
  - 과거 20년간(1981~2010년) 1.2°C 평균기온 상승, 가을과 겨울에 기온 상승 경향 명확(기상청, 2017)
  - 온도상승 경향에도 불구하고 최근 10년간 겨울철 한파 발생 빈도 증가

나. 우리나라 기후변화 전망

- 극한기상 및 해수면 상승 가속 전망
  - 폭염과 열대야 등 기후관련 극한지수는 급격한 증가 예상(기상청, 2014)
  - 해수면 상승, 해류변화, 해양 산성화, 용존기체 감소 등 해양환경 변화로 인한 생태계 먹이망 구조·일차 생산량 변화, 동해 산호초와 포식어류의 북향 확장 등 어획어종 및 해역이동(관계부처합동, 2015)
  - 어종의 서식지 및 어장 변화, 어패류 산란장 및 산란시기 변동, 해양산성화 등 해양환경 변화로 인한 해양생태계 먹이사슬 및 생물다양성 변화, 조간대 생태계 피해, 유해해양생물 및 독성생물 출현, 수온상승으로 인한 질병 발생 및 신규 병원성 미생물 증가(한국해양수산개발원, 2014)



(알려진 점) ➔ 앞으로도 한반도 주변 해수면은 지속적으로 상승하고 어종의 서식지와 어장은 변화될 것이며 생물다양성도 함께 변화될 것임을 알 수 있음

○ 탐구 기초 조사

- 검은큰따개비의 특징
- 국립수산물과학원 수산생명자원정보센터(<https://www.nifs.go.kr/frcenter>)



○ 탐구 기초 조사 결과

- 검은큰따개비의 특징

우리나라 전 연안에 분포하며 암반 조간대 중·하부에서부터 수심 2m 이내의 조하대 바위 표면에서 매우 흔히 발견되는 패각직경 및 높이가 각 3cm 전후의 대형 따개비류이다. 기질에 대한 패각의 부착력이 매우 강해서 보통의 힘으로는 탈락되지 않으며 개체 사망 후의 죽은 패각껍질조차도 쉽게 떨어지지 않는다. 서식기질에서의 개체 밀도에 따라 패각의 직경과 높이의 상대적 양상은 달라져서 밀도가 높은 곳의 개체는 직경이 작고 높이가 높은 반면, 밀도가 낮은 곳의 개체는 그 반대이다. 대조의 간조 때를 제외하고는 대부분 물에 잠겨 있는 경우가 많으며 이 때 체와 같은 가슴다리를 이용하여 물 속의 플랑크톤을 걸러 먹는 부유물 여과섭식자이다. [네이버 지식백과, 네이처링(www.naturing.net)]



○ 정량적 모니터링

가. 검은큰따개비 서식지 선정, 환경적 요인 분석

- 네이처링([www.naturing.net](http://www.naturing.net))에서 기존에 선행연구와 관찰이 이루어졌던 서식지를 파악하여 동해, 서해, 남해에 각각 1개의 사이트를 선택
- : 동해(강원도 삼척 장호항), 서해(전라북도 변산반도 채석강), 남해(부산 이기대)

나. 분포면적(피도) 모니터링

- 정량적 모니터링(Quantitative Monitorng) 방법에 대한 조사
- 개체수 산정이 어려운 지표종과 넓은 면적을 차지하는 종을 대상으로 함
- 50cm×50cm의 조사용 방형구 내 피도 변화를 모니터링
- 정량조사 모니터링 내용
  - 조사일시, 조사 지표종명, 조사자, 지역정보
  - 지표종의 서식지 형태, 조간대, 조수웅덩이, 조하대로 구분
  - 조사용 방형구는 50cm×50cm로 정하고, 이를 10cm×10cm의 소방형구로 세분
  - 피도측정은 현장에서 직접 측정하거나 사진촬영 후 개체수 계산

다. 개체 수 변화 예측

- 구글맵을 이용하여 방형구의 위도 경도를 확인
- 해양기후변화 지표종 모니터링 일지를 누적하여 관찰
- 연도별 개체 수 변화를 주기적으로 관찰 예정(향후 5년간)



○ 정량적 모니터링 결과

가. 정량적 모니터링 서식지 선정

1) 모니터링 서식지

| Site          | 주소                                       | 지도   | 사진  |
|---------------|--|--|---|
| 서식지 1<br>(동해) | <b>&lt;정동진&gt;</b><br>강원 강릉시<br>강동면 정동진리 |  |  |

| Site          | 주소   | 지도  | 사진   |
|---------------|--|---|--|
| 서식지 2<br>(남해) | <b>&lt;이기대&gt;</b><br>부산광역시 남구<br>용호동 산122 |  |  |

| Site          | 주소                                      | 지도   | 사진  |
|---------------|---|--|---|
| 서식지 3<br>(남해) | <b>&lt;거제도&gt;</b><br>거제학동흑진주<br>몽돌해수욕장 |  |  |

| Site          | 주소  | 지도   | 사진  |
|---------------|---|--|---|
| 서식지 4<br>(서해) | <b>&lt;채석강&gt;</b><br>전라북도 부안군<br>변산면 격포리 |  |  |

2) 모니터링 서식지별 환경요인 분석

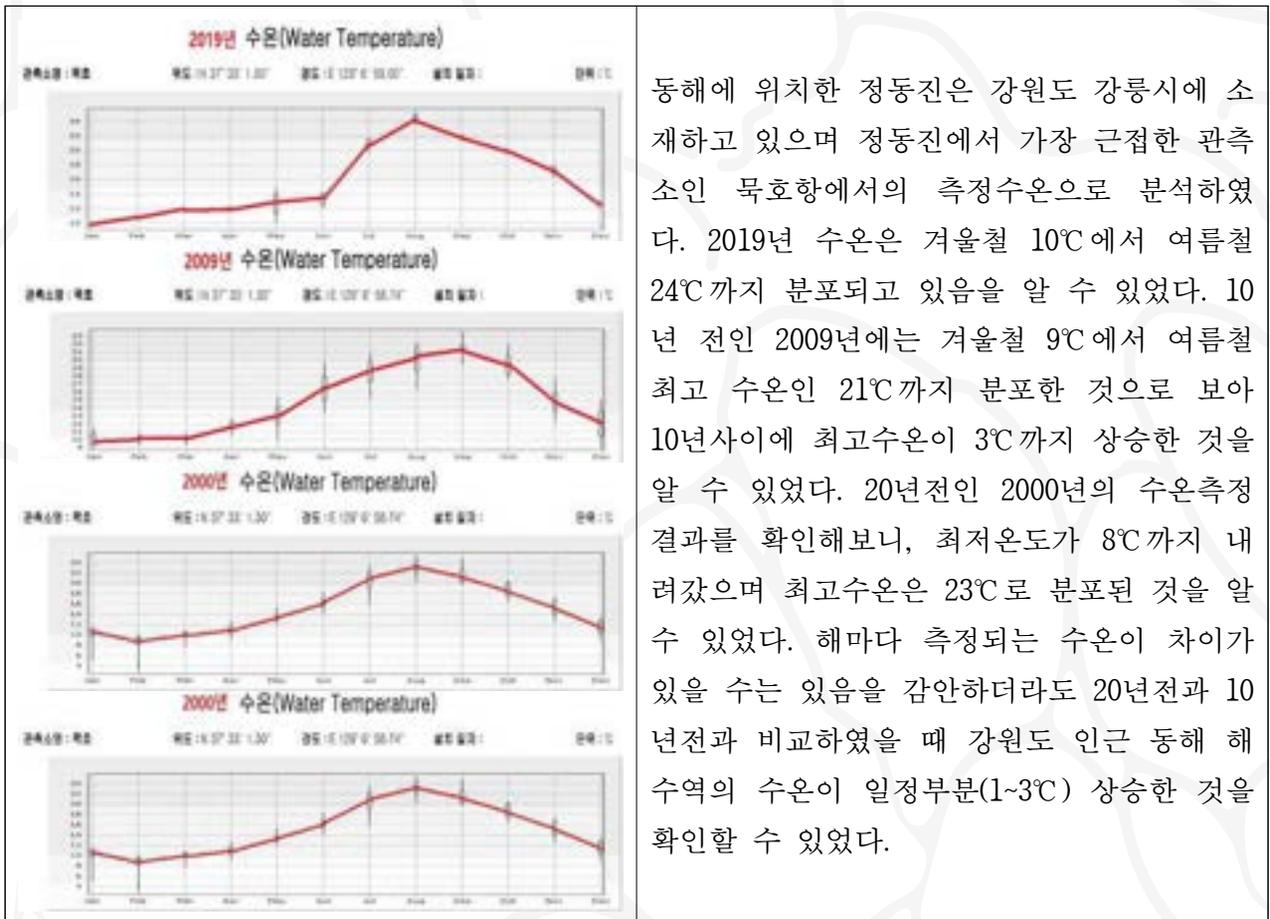
| Site        | 모니터링 일자      | 8월 평균기온 | 염분       | 8월 평균수온  |
|-------------|--------------|---------|----------|----------|
| 서식지 1 (정동진) | 2020. 8. 10. | 22.8 °C | 31.7 PSU | 23.77 °C |
| 서식지 2 (이기대) | 2020. 8. 15. | 21.3 °C | 30 PSU   | 16.87 °C |
| 서식지 3 (거제도) | 2010. 8. 16. | 25.1 °C | 32 PSU   | 19.9 °C  |
| 서식지 4 (채석강) | 2020. 8. 23. | 24.7 °C | 24.5 PSU | 24.7 °C  |

나. 정동진 모니터링 결과

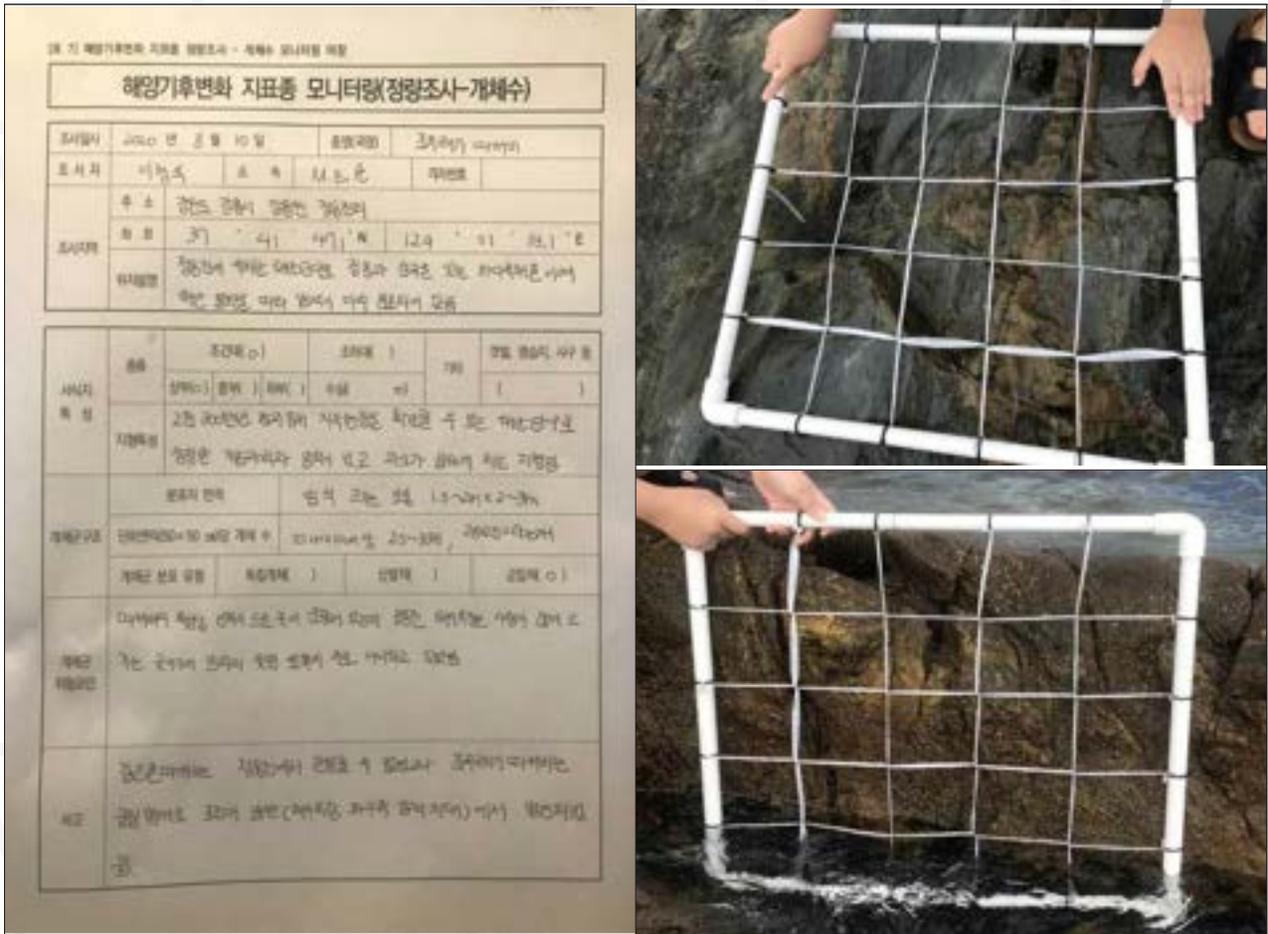
1) 정동진 생태탐구 (2020년 8월 10일)



2) 정동진 평균수온 분석 (2019년, 2009년, 2000년)



3) 해양기후변화 지표종 정량적 모니터링 (정동진)



강원도 강릉시에 위치한 정동진에는 연구대상인 검은큰따개비가 서식하지 않았다. 다만 같은 따개비류의 조무래기따개비가 군집하여 서식중이었다. 조무래기따개비는 해안가 좌우측에 있는 조간대의 암반지대 암석에 다수 발견되었다. 조무래기따개비의 크기는 엄지손톱만한 1cm정도의 아주 작은 크기이며 생김새는 검은큰따개비와 비슷했다.

조사지역은 정동진에 위치한 해안단구로 정동과 심곡을 잇는 바다부채길이며 해안 절벽을 따라 암석이 다수 분포하는 지역이다.

서식지의 특징으로는 조간대 상부에 위치한 지형으로 2300만년 전의 동해의 지각변동을 관찰할 수 있는 해안단구로서 웅장한 기암괴석과 암석 등이 있으며 파고가 높은 파도가 특징인 지형이었다.

방형구를 이용하여 개체수를 확인한 결과, 10cm×10cm 내에 약 25~30개 정도의 따개비가 분포하고 있었으며 단위면적(50cm×50cm)에는 약28개×25= 약 700개 정도의 조무래기따개비가 분포하고 있었다.

따개비의 특성상 인적이 드문 곳에 보통 군집형태로 서식하는데 정동진의 해수욕장은 사람이 많이 오가는 곳이기때문에 암석의 뒷면 옆쪽 부근에 주로 서식하고 있었다.

검은큰따개비는 정동진에서 관찰할 수 없었으나 대신 조무래기따개비의 서식 형태를 관찰할 수 있었으며 서식지의 특징, 개체군의 구조, 개체군 위협요인 등을 파악할 수 있었다.

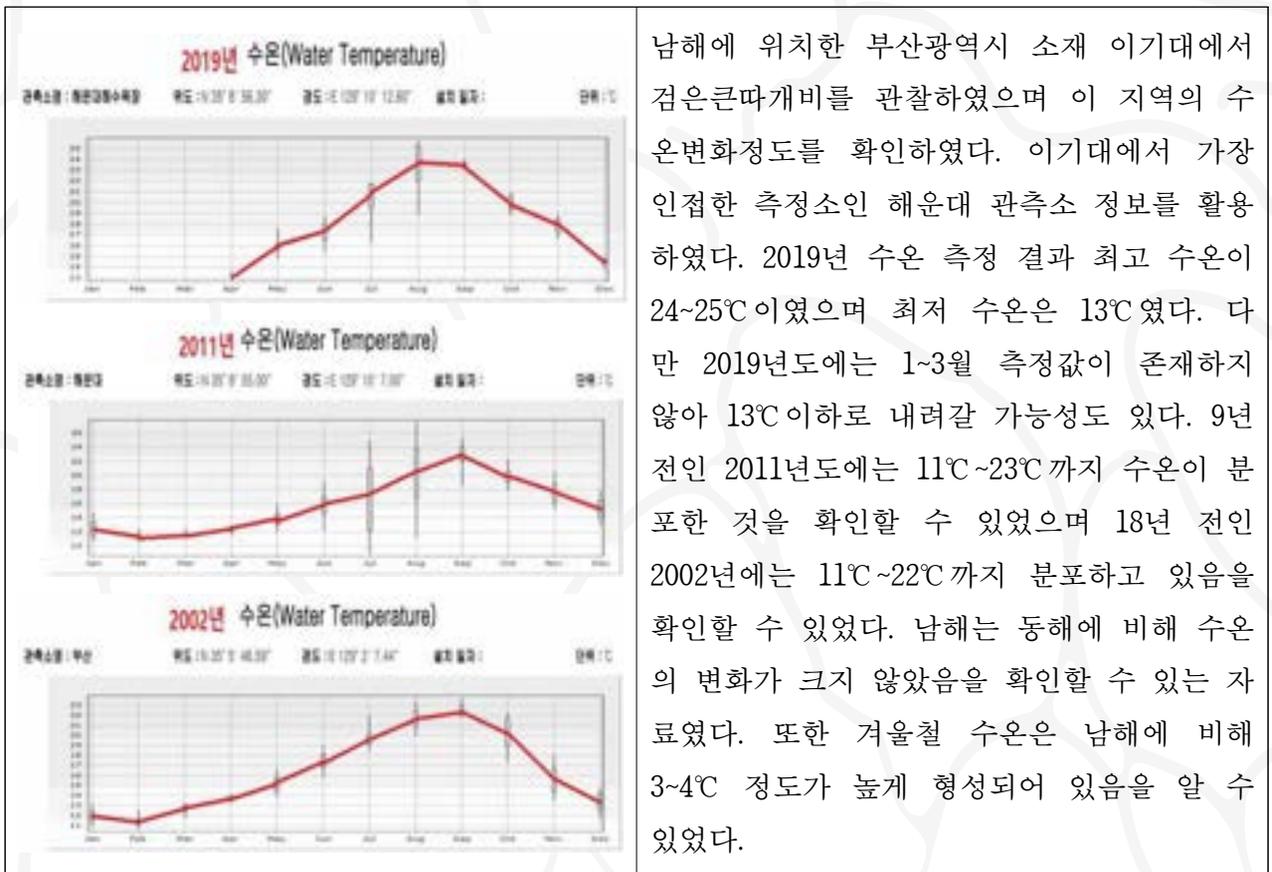
초빙부

다. 이기대/거제도 모니터링 결과

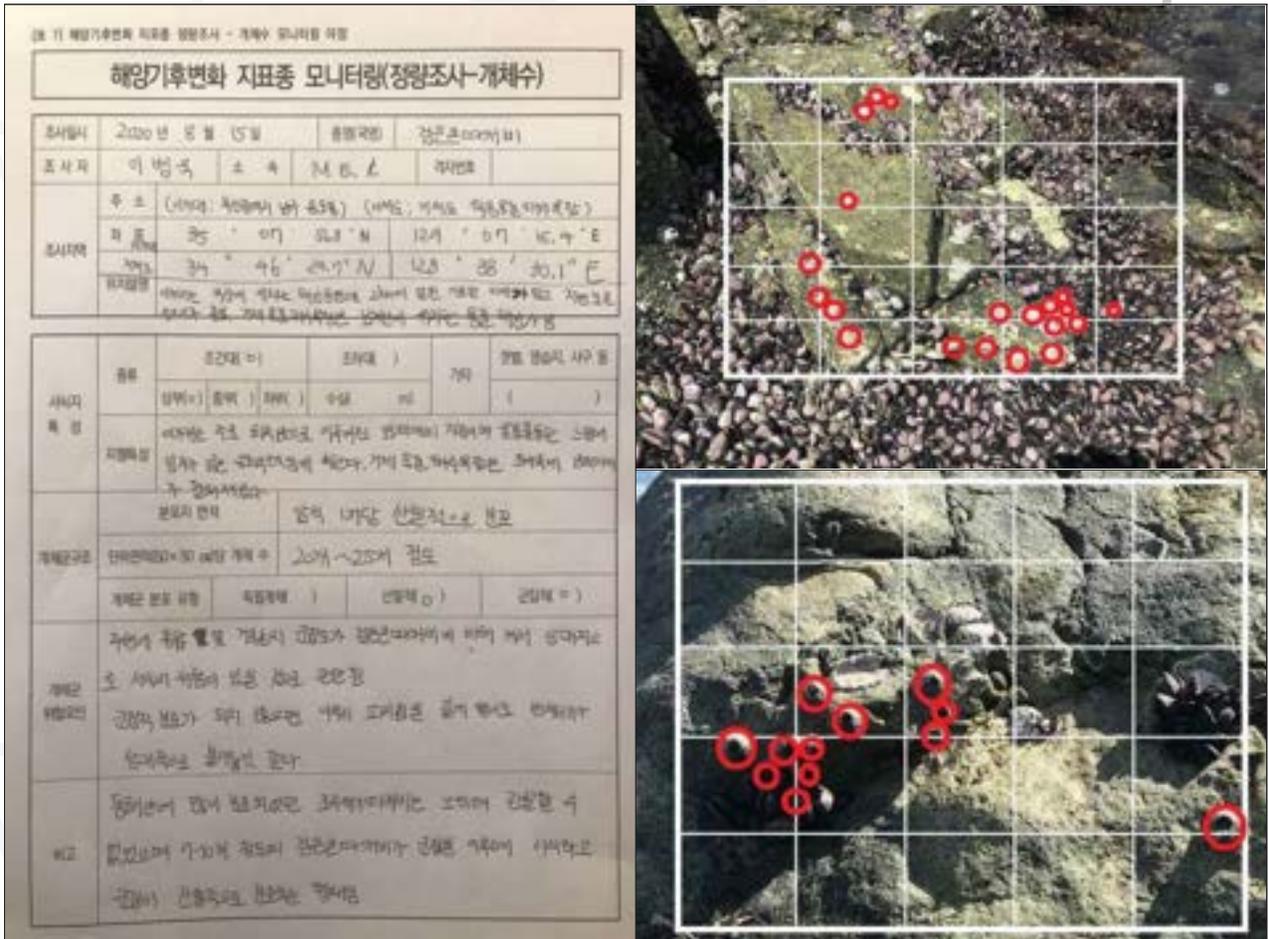
1) 이기대/거제도 생태탐구 (2020년 8월 15일~16일)



2) 이기대/거제도 평균수온 분석 (2019년, 2011년, 2002년)



3) 해양기후변화 지표종 정량적 모니터링 (이기대/거제도)



초등부

남해안의 검은큰따개비의 서식지 분석을 위해 두 곳의 탐구지역을 선정하였는데 첫 번째는 네이처링에 먼저 관찰 이력이 있었던 부산시 소재 이기대 해안공원이었다. 이기대는 약2km에 걸친 넓은 기묘한 바위 및 암석이 분포한 지역으로 자연보존상태가 좋은 곳이었다. 다른 한 곳은 거제도에 위치한 학동몽돌해수욕장이었다. 이곳은 해안가가 모래가 아닌 몽돌로 된 곳으로 해수욕장의 좌우측 조간대 부근에 암석대가 위치해 있는 곳이었다.

이기대는 주로 퇴적암으로 이루어진 암석대이며 울퉁불퉁한 느낌의 입자가 굵은 응회각력암에 속한다. 거제몽돌해수욕장은 이에 비해 암석지대의 분포가 면적이 적은 곳이었다.

지표종 모니터링을 실시한 결과 **이기대에서는 단위면적(50cm×50cm)당 21개의 검은큰따개비를 관찰**할 수 있었다. 소방형구 6~7개에 군집적으로 모여 있는 것이 특징이었으며 주변에 홍합과 거북손의 개체수가 상대적으로 더 많음을 알 수 있었다. 또한 **거제도에서는 단위면적당 12개의 개체를 확인**할 수 있었으며 여기에서도 3~4개의 소방형구에 군집하여 서식하는 것을 확인할 수 있었다.

주변에 홍합 및 거북손의 개체수가 더 많다보니 검은큰따개비의 서식이 위태로워 보였으며 이렇게 군집적인 분포가 어려워진다면 아무리 교미침이 길다고 하더라도 교미하여 번식하기가 상대적으로 불리해질 것 같다는 생각이 들었다.

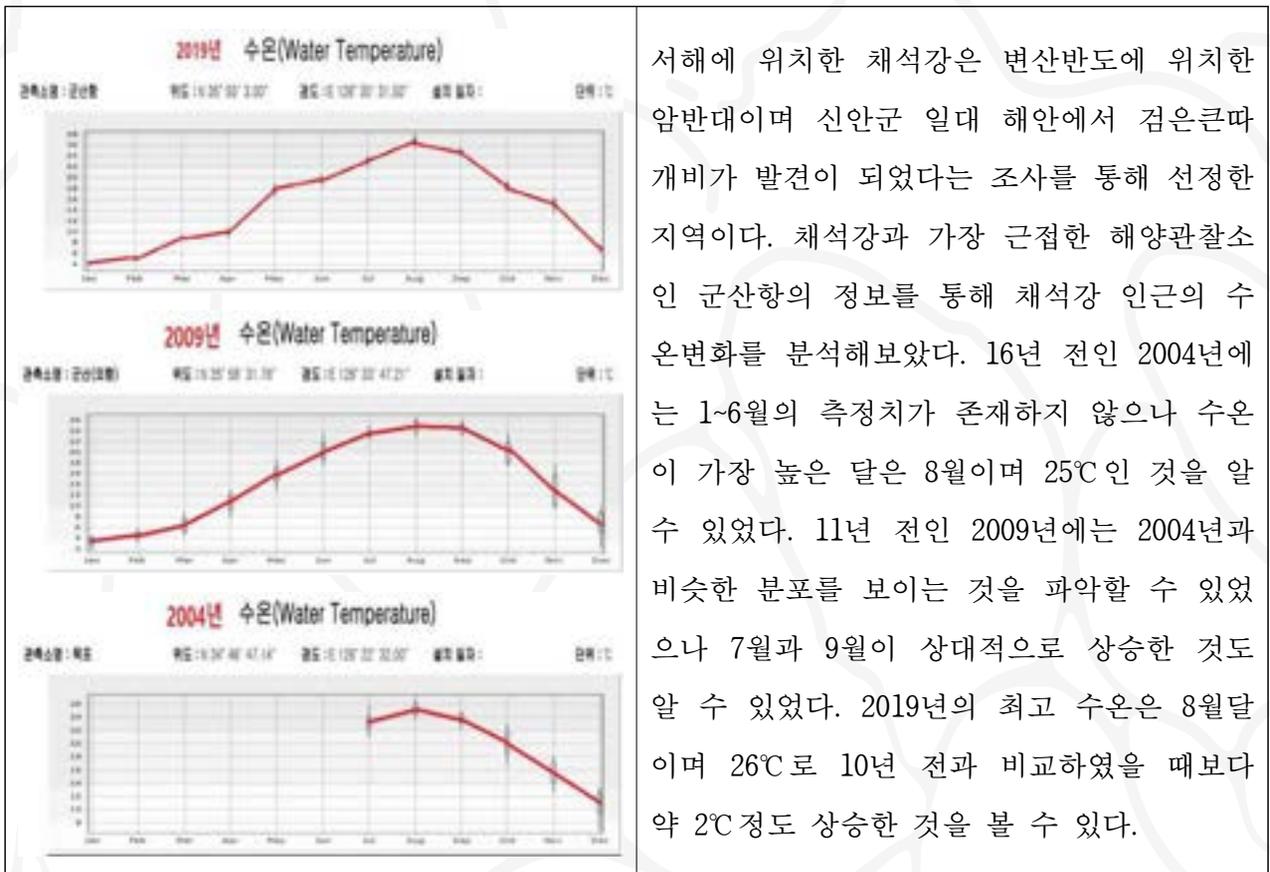
또한 동해안에서와는 달리 조무래기따개비의 서식은 관찰이 어려웠으며 검은큰따개비가 군집적이면서도 산발적으로 암석 옆면에 붙어 있음을 확인할 수 있었다.

라. 채석강 모니터링 결과

1) 채석강 생태탐구 (2020년 8월 23일)



2) 채석강 평균수온 분석 (2019년, 2009년, 2004년)



3) 해양기후변화 지표종 정량적 모니터링 (채석강)

| 해양기후변화 지표종 모니터링(정량조사-개체수) |  |                 |                  |       |
|---------------------------|--|-----------------|------------------|-------|
| 조사일                       | 2022년 7월 25일 (화)   | 조사지             | 진도군대사리           |       |
| 조사자                       | 이영희, 오재민, M.C.윤  | 조사지             | 서해안              |       |
| 조사지                       | 주소   | 전라남도 진도군 대사리    |                  |       |
|                           | 위도   | 35° 31' 30.5" N | 126° 27' 51.3" E |       |
| 비고                        | 진도반도 반도 서쪽에 위치한 대사리 마을에서 채석강이 형성되어 있는 곳이며 수변에서 적은 양의 모래가 있다. |                 |                  |       |
| 조사지                       | 종  | 조사지 1           | 조사지 2            | 조사지 3 |
|                           | 개체수  | 0               | 0                | 0     |
| 비고                        | 조사지 1의 모래가 조사지 2와 3에 비해 훨씬 많았다. 모래는 조사지 2와 3에 적었다.           |                 |                  |       |
| 비고                        | 조사지 1의 모래가 조사지 2와 3에 비해 훨씬 많았다.                              |                 |                  |       |
| 비고                        | 조사지 1의 모래가 조사지 2와 3에 비해 훨씬 많았다.                              |                 |                  |       |
| 비고                        | 조사지 1의 모래가 조사지 2와 3에 비해 훨씬 많았다.                              |                 |                  |       |

초등부

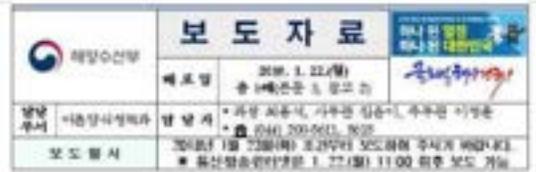
남해안의 두 곳(이기대, 거제도)에서 검은큰따개비를 관찰할 수 있었기에 서해안에서도 과연 검은큰따개비가 서식하고 있을지 궁금했다. 자료조사를 통해 서해 반도 서쪽에 위치한 채석강에서 검은큰따개비가 발견되었다는 정보를 얻을 수 있었다.

넓게 펼쳐진 해식절벽과 거대한 암석대 사이로 조무래기따개비와 석화 등이 넓게 펼쳐져 있는 것을 확인할 수 있었으나 검은큰따개비는 **조간대의 중하류 쪽으로 더 깊숙하게 들어가야 확인**을 할 수 있었다. 검은큰따개비는 쉽게 눈으로 볼 수 없는 바위와 바위 사이에 깊숙한 곳에 서식하는 것을 볼 수 있었다. 바닷물이 파도에 의해 들어왔다 빠지는 것을 반복할 수 있는 곳에 위치하였다. 개체군은 남해안의 군집적 서식과는 달리 독립개체나 산발적인 분포를 하고 있는 것이 특징이었다. 또한 개체수도 남해안보다는 현저하게 적어서 쉽게 관찰하기는 어려웠지만 **채석강의 중앙이 아닌 좌우측 인적이 드문 바위와 바위 사이에 위치하였고 단위면적(50cm×50cm)당 2~3개의 넓지 않은 분포**를 하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

검은큰따개비가 6쌍의 만각을 뺏어내서 휘젓는 동작을 동영상으로 촬영하였으며 플랑크톤을 잡아먹는 모습을 정확하게 확인할 수 있었다.

수온은 남해보다 더 높았지만 남해보다 개체수가 적은 것으로 보아 검은큰따개비가 반드시 수온 상승의 영향으로만 서식지가 확장되는 것은 아닌 것 같다는 생각이 들었다.

다. 기후변화에 따른 개체수 변화 관련 조사(연구보고서, 정책보도자료, 신문기사)

|  |   |
|--|---|
| <p>시민참여형 기후변화 생물지표종 모니터링 시스템 구축</p> <p>Establishment of Citizen Participated Climate-sensitive Biological Indicator Species Monitoring System</p>  <p>송인주</p>   | <p>송인주(2013)에 따르면, 기후변화에 따른 온도 상승 및 강수량의 변화는 현재의 자연환경에 적응되어 있는 생물 및 생태계에 다양한 영향을 미칠 것으로 예측하고 있으며 최근 기후변화 관련 생물다양성 자료수집은 기후변화 생물지표종에 대하여 구체적인 실태 파악 및 모니터링이 활성화될 필요성이 있다고 보고 있다. 또한 시민참여형의 기후변화 생물지표종 모니터링의 활성화를 위해 정보제공 및 공유체계를 구축하고 기존 모니터링 시스템과의 연계를 통해 정보를 수집해야 한다고 본다.</p>  |
|  <p><b>해양수산부, 「양식분야 기후변화 대응전략」 수립</b><br/>- 양식분야 기후변화 피해 저감 및 양식업의 지속가능한 발전기반 마련 -</p> <p>해양수산부 장관 김영춘은 「양식분야 기후변화 대응 종합 추진전략」을 수립하여 22일(월) 발표하였다.</p> <p>최근 여름철마다 평년 대비 2~7℃ 가량 수온이 높게 나타나는 고수온 현상이 고착화*되면서 양식장에서 이상고온으로 인한 어류 폐사 등이 일어나고 있으며, 겨울철 한파로 인한 저수온 피해도 지속 발생하고 있다. 그러나 이와 같은 고수온 현상과 저수온 피해에 따른 복구가 지체될 등 단기적이고 사후적인 조치에 그치고 있는 실정이다.</p> <p>* 17년 수온은 12년 대비 2도 이상(고수온) 지속기간이 6~8일 증가함</p> <p>이에 해양수산부는 양식분야에서의 기후변화 피해를 저감하고 양식업의 지속가능한 발전을 마련하기 위한 종합적인 대응전략을 마련하였다. 구체적으로 ①기후변화 대응시스템 강화 ②해역 상습발생 어장에 대한 관리 강화 ③기후변화 대응 연구개발사업(R&amp;D) 강화 ④양식장 관리체계 개선 등 4대 추진전략을 수립하고, 이에 대응하는 세부 정책과제를 마련하였다.</p> | <p>해양수산부는 기후변화 대응 종합 추진전략을 세워 최근 여름철마다 평년 대비 2~7℃ 가량 수온이 높게 나타나는 고수온 현상이 고착화*되면서 양식장에서 이상고온으로 인한 어류 폐사 등이 일어나고 있으며, 겨울철 한파로 인한 저수온 피해도 지속 발생하는 현상을 대비해야 한다고 하였다. 이에 해양수산부는 양식분야에서의 기후변화 피해를 저감하고 양식업의 지속가능한 발전 기반을 마련하기 위한 종합적인 대응전략을 마련하였다. 구체적으로 ①기후변화 대응시스템 강화 ②재해 상습발생 어장에 대한 관리 강화 ③기후변화 대응 연구개발사업(R&amp;D) 강화 ④양식장 관리체계 개선 등 4대 추진전략을 수립하고, 이에 대응하는 세부 정책과제를 마련하였다.</p> |
| <p>한반도 기후변화가 해양생태 '황' 바뀐다</p>  <p>지구 온난화로 해수면도 상승 등 해양생태 환경이 변해 국내 어류 자원이 대거 고갈되고 있다. 동해는 수온이 상승하면서 남해로 어류가 이동하는 등 어류 자원이 대거 고갈되고 있다. 동해는 수온이 상승하면서 남해로 어류가 이동하는 등 어류 자원이 대거 고갈되고 있다.</p> <p>국립수산물과학원에 따르면 한반도 주변 해역의 표층수온은 최근 20년(1991~2010년)간 0.81℃ 상승해 세계 수온 평균 상승치(0.19℃)의 4배를 넘겼다. 한반도 주변 바다는 수온 상승이 더 가파른 만큼 아열대화가 더욱 빨리 진행되고 있다고 하였다. 이와 같은 수온의 상승은 한반도 해양생태계에 큰 변화를 불러오고 있으며 아열대성 어류 및 패류 등이 점점 한반도 주변 해역을 따라 출현하고 있다고 하였다.</p>   | <p>YTN 사이언스 뉴스(2014.5.7.일자)에서는 한반도 기후변화로 인해 해양생태가 바뀌고 있음을 지적하였다. 국립수산물과학원에 따르면 한반도 주변 해역의 표층수온은 최근 20년(1991~2010년)간 0.81℃ 상승해 세계 수온 평균 상승치(0.19℃)의 4배를 넘겼다. 한반도 주변 바다는 수온 상승이 더 가파른 만큼 아열대화가 더욱 빨리 진행되고 있다고 하였다. 이와 같은 수온의 상승은 한반도 해양생태계에 큰 변화를 불러오고 있으며 아열대성 어류 및 패류 등이 점점 한반도 주변 해역을 따라 출현하고 있다고 하였다.</p>   |

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 가. 검은큰따개비는 주로 남해안의 **조간대 부근 중하부 암석대 중 인적이 드문 곳을 중심으로 서식지가 분포**되어 있다.
- 나. 현재는 남해안에서 주로 관찰이 가능하지만 조사에 따르면, 동해의 독도와 울릉도, 서해의 신안군 일대 암석대에서 관찰이 가능한 것으로 판단된다.
- 다. 이는 기후변화에 따른 수온의 상승과 관련이 있으며 관찰지역의 수온 측정 결과 10년 주기로 1~2℃ 이상 상승한 것으로 보여 향후에도 검은큰따개비의 서식지 변화를 주의깊게 관찰할 필요가 있을 것이다.
- 라. 해안가의 수온이 점점 상승하게 된다면 **남해안과 강원도 이남지역의 해안 뿐만 아니라 그 위쪽의 해안가에도 검은큰따개비의 서식을 볼 수 있을 것으로 예측**할 수 있다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 가. 검은큰따개비의 서식 형태 및 분포 특성 등을 문헌 조사와 함께 실제 현장 임장조사를 통해 알아보고 생태 환경의 특성을 과학적으로 분석할 수 있을 것이다.
- 나. 검은큰따개비의 생태 환경 변화가 기후변화에 의한 것인지에 대한 판단을 과학적 판단 근거를 통해 알아볼 수 있을 것이다.
- 다. 검은큰따개비가 환경에 적응하는 과정과 생태 환경 변화 양상을 통해 생물의 생태적 특성을 이해할 수 있고 기후변화 생물지표종을 지정하여 운영하는 이유에 대한 이해가 가능할 것이다.
- 라. 검은큰따개비의 생태적 서식지 분포 현황 특징을 파악하여 향후 기후변화에 있어서 **수온이 점차 상승함에 따라 개체 분포지역도 점차 상승할 것**이라는 것도 예측해볼 수 있었다.

### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

- 가. 최초 연구 주제를 큰입술갈고등으로 정하였으나 기수갈고등은 멸종위기종 II급으로 지정되어 있는 만큼 기수갈고등을 연구하려면 국가행정기관에 이에 대한 허가를 받아야 한다는 멘토님의 의견이 있었다. 즉 관련 연구기관이 아니면 기수갈고등을 연구대상으로 활용하기 매우 어렵다는 것이었다. 큰입술갈고등의 경우도 마찬가지로 국가적색목록에 포함되어 있는 만큼 여러분들의 연구대상으로는 적절하지 않아 보인다는 의견이 있어 검은큰따개비로 탐구주제를 변경하였다.
- 나. 검은큰따개비를 실제로 관찰하기 위해 이미 관찰이 되었던 곳을 중심으로 현장 모니터링을 계획하였다. 동해는 양양의 정동진을 선택하였는데 검은큰따개비는 없었고 조무래기따개비만 있었다. 검은큰따개비를 관찰하려면 스노쿨링을 하고 잠수를 하여 깊숙이 있는 암반을 관찰해야 한다고 하여 관찰하기를 포기하였다.



## ○ 알게 된 점

- 가. 검은큰따개비의 몸은 샷샷 모양의 단단한 석회질 껍데기에 덮여있는데 일생을 한 자리에 붙어 있다고 하여 삶이 단조롭거나 정적이라고 생각하면 오해다. 몸이 물에 잠기면 순간적으로 입구를 열어 넝쿨같이 생긴 여섯 쌍의 만각을 휘저어 조류가 배달해온 플랑크톤을 잡아먹는다.
- 나. 입구를 열고 닫고, 만각을 뺏어내서 휘젓는 일련의 동작들은 상당히 민첩하여 동영상으로 촬영해도 순간적으로 관찰해내기 어렵다.
- 다. 만각을 휘젓는 모양새로 일정한 패턴이 있다. 파도에 의해 물이 밀려오는 방향으로 한 번 휘저은 다음 만각을 180도 돌려 물이 빠져나가는 방향을 향해 다시 휘젓는다.
- 라. 6쌍(12개)의 만각에는 마디가 있어 검은큰따개비는 새우나 게와 같은 절지동물에 해당된다.
- 마. 부착성이 강한 검은큰따개비는 암수가 한 몸인 자웅동체이며, 이들은 교미침이라는 길고 유연한 생식기로 이를 뺏어 정액을 주입하는 방식으로 번식을 한다.

## ○ 기타

- 가. 탐구수행계획서에는 큰입술갈고등을 탐구하기로 되어 있었으나 이를 대상으로 연구하려면 국가기관의 허가가 있어야 가능하다고 하여 검은큰따개비로 탐구대상을 수정하였다.
- 나. 본 연구의 기간이 4개월 정도로 짧아 많은 지역의 검은큰따개비의 생태를 파악하지 못하였지만 앞으로도 지속적으로 관심을 갖고 기후변화와의 관련하여 생태(서식지 및 특성) 변화에 대해서도 관찰해나갈 예정이다.

## 5. 참고문헌

- 가. 이현제(2015). 기후변화에 따른 함평만의 염생식물 군락변화에 관한 연구, 군산대학교
- 나. 제65회전국과학전람회(2019). 경상남도 갯벌 지역의 염생식물 분포 변화에 관한 생태학적 연구
- 다. 국립생물자원관 한반도의 생물다양성 사이트(<https://species.nibr.go.kr/index.do>)
- 라. 국립수산과학원 수산생명자원정보센터(<https://www.nifs.go.kr/frcenter>)
- 마. 송인주(2013). 시민참여형 기후변화 생물지표종 모니터링 시스템 구축, 서울연구원

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |            |    |        |
|-------|------------|----|--------|
| 팀명    | 울산 작은고래의 꿈 |    |        |
| 학생명   | 문유경        | 학교 | 울산초등학교 |
| 지도교사명 | 문상준        | 학교 | 외솔초등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 바지락 해감 실험을 통한 해양생물 속 미세플라스틱 효과적인 제거 방안 연구  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 15일 ~ 2020년 8월 15일  |
| 탐구목적    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 우리가 생활하고 있는 지역의 해양 환경과 해양생물들을 대상으로 미세플라스틱 조각들을 직접 눈으로 관찰, 실험해 봄으로써 그 심각성을 몸소 느껴 볼 수 있는 기회를 마련하고자 한다.</li> <li>▶ 해양생물 속 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 해감 조건을 찾아 미세플라스틱으로부터 안전하게 섭취할 수 있는 방법을 알고자 한다.</li> <li>▶ 인류가 저지른 플라스틱 재앙의 위험성을 인식하고 인간과 해양생물, 더 나아가 지구 모든 생태계를 지키기 위해 어떤 행동과 실천을 해야 할지 깨닫는 계기를 마련하고자 한다.</li> </ul>  |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 울산 해양 환경(해안지역 모래), 생물 미세플라스틱 오염 실태 조사</li> <li>▶ 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 바지락 해감 방법 연구</li> <li>▶ 플라스틱의 위협으로부터 지구 생태계 보전을 위한 실천 방법 탐구</li> </ul>  |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 울산 동구 지역 일산 해수욕장과 울주군 진하 해수욕장을 찾아 모래 시료를 채취하여 두 지역의 플라스틱으로 인한 오염 실태를 조사한 결과, 육안으로 확인할 수 있는 플라스틱 물질은 총 75개가, 과포화 염화나트륨 용액을 활용한 모래 부유물 여과지를 현미경으로 관찰한 결과 미세플라스틱 추정 입자를 확인할 수 있었다. 대부분의 플라스틱의 모양은 생활 용품의 일부가 떨어져 나온 형태(파편형)으로 확인되었으며, 오랜 기간 파도에 의해서 마모된 형태도 발견되었다.</li> <li>▶ 가자미와 바지락을 바탕으로 해양생물 속 미세플라스틱 오염 정도를 알아 보기위해 현미경으로 관찰한 결과, 가자미 내장에서는 아직 소화되지 않은 먹이들의 모습을 그대로 확인할 수 있었고, 또 파편화된 플라스틱 조각으로 의심되는 플라스틱 추정 물질 4개가 발견되었다. 바지락의 해감 토사물 속에서 관찰한 결과 5개의 미세플라스틱 추정 물질이 관찰되었다.</li> <li>▶ 해감 조건을 달리 한 후 바지락의 토사물 양을 비교 분석한 결과, 바닷물의 평균 염도와 비슷한 3.5% 소금물에서, 조도를 어둡게 했을 때, 해감 시간을 1시간으로, 실온보다 냉장고(3.2℃)에서 해감한 바지락에서 토사물의 양이 더 많이 측정되었다.</li> <li>▶ 면담과 전시회 관람 등을 통해서 인류가 저지른 플라스틱 재앙의 위험성을 인식하고 인간과 해양생물, 더 나아가 지구 모든 생태계를 지키기 위한 시도와 노력들이 우리 사회 다양한 방면에서 이미 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있었다.</li> </ul> |
| 결론 및 의의 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 교과서, TV 등 각 매체를 통해 간접적으로 경험한 미세플라스틱 오염 실태를 직접 관찰, 실험을 수행해 봄으로써 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 노력과 실천의 중요성을 깨닫게 되었다.</li> </ul>  |



|              |  |
|--------------|--|
| <b>탐구 주제</b> | <b>바지락 해감 실험을 통한<br/>해양생물 속 미세플라스틱 효과적인 제거 방안 연구</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>울산 작은고래의 꿈</b>                                    |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 한국의 남해 연안 바닷물 속의 미세플라스틱 오염도는 세계 최고 수준이라고 한다. 미세플라스틱의 심각성을 우리는 뉴스나 TV를 통해서 접해 오고 있지만, 아직 내 이야기라는 인식으로 그 문제의 심각성을 제대로 느끼는 사람은 그리 많지 않다. 우리는 우리가 살고 있는 지역, 울산에서 생산·유통되는 해양생물들은 미세플라스틱에 얼마만큼 노출되어 있는지 알고 싶어졌다.

### ○ 탐구 목적

- 우리가 생활하고 있는 지역의 해양 환경과 해양생물들을 대상으로 5mm 미만의 작은 플라스틱 조각들을 직접 눈으로 관찰, 실험해 봄으로써 그 심각성을 몸소 느껴볼 수 있는 기회를 마련하고자 한다.
- 해양생물 속 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 해감 조건을 찾아 미세플라스틱으로부터 안전하게 섭취할 수 있는 방법을 알고자 한다.
- 인류가 저지른 플라스틱 재앙의 위험성을 인식하고 인간과 해양생물, 더 나아가 지구 모든 생태계를 지키기 위해 어떤 행동과 실천을 해야 할지 깨닫는 계기를 마련하고자 한다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

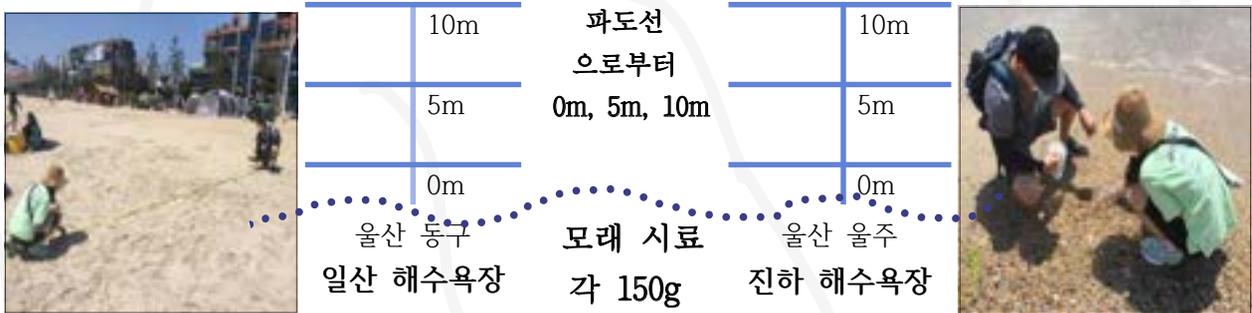
- 미세플라스틱에 대한 기초 자료 조사
  - 미세플라스틱의 개념, 종류, 위험성에 대해 인터넷 자료 및 문헌 조사 실시
- 울산 해양 환경(해안지역 모래) 미세플라스틱 오염 실태 조사
  - 각 지역 해안 모래 속 미세플라스틱 함유 실태 비교 및 분석
- 울산 해양생물 속 미세플라스틱 실태 조사 및 효과적인 바지락 해감 방법 연구
  - 울산에서 유통되는 수산물 조사 및 관찰 시료 구입
  - 대표적인 해양생물 ‘가자미’와 ‘바지락’ 속 미세플라스틱 관찰

- 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 바지락 해감 방법 연구
- 플라스틱의 위협으로부터 지구 생태계 보존을 위한 실천 방법 탐구
  - [환경·사회] 플라스틱으로부터 해양생물들을 보호하기 위해 노력하는 활동가 면담
  - [문화·예술] 세계적인 생태환경사진작가 ‘크리스 조던’ 개인전을 관람
  - 탐구 결과를 바탕으로 해양생물 속 미세플라스틱 오염의 심각성을 알리는 카드 뉴스 제작, 홍보

○ 방법

- 울산 해양 환경(해안지역 모래) 미세플라스틱 오염 실태 조사

울산 동구 지역 일산 해수욕장과 울주군 진하 해수욕장을 찾아 모래 시료를 채취하여 두 지역의 플라스틱으로 인한 오염 실태를 비교를 해보고자 하였다. 각 지역 해안 지역의 동일한 위치, 동일 해안 내 위치별 모래 시료를 달리 설정하여 채취하였다.



- 각 지역 해안 모래 속 미세플라스틱 함유 실태 비교 및 분석
- [1차 관찰] 육안으로 분리할 수 있는 플라스틱 조각 분리 및 분류



[2차 관찰] 육안으로 분리할 수 없는 미세플라스틱(추정) 조각 분리 및 분류

<혼합물 속에 함유된 미세플라스틱 관찰 방법 설계>

| 플라스틱 종류 | 밀도(kg/L)  | 물의 비중 | 염화나트륨 포화용액의 비중 |
|---------|-----------|-------|----------------|
| PP      | 0.85~0.92 | ↑     | ↑              |
| LDPE    | 0.89~0.92 |       |                |
| HDPE    | 0.94~0.97 |       |                |
| PS      | 1.04~1.08 | ↓     | 1.2            |
| PA6     | 1.15      |       |                |
| PVC     | 1.16~1.41 |       |                |
| PET     | 1.38~1.41 |       |                |

- 과포화 상태의 소금물(염화나트륨 수용액)에 모래 시료를 넣어 상층 입자(부유물)들을 분리하여, 거름종이를 이용해 상층 입자(부유물)를 추출
- 건조된 부유물질 입자들을 현미경으로 관찰

- 비중의 차이를 활용한 혼합물의 분리 방법을 활용하여 각 모래 시료 속 미세 플라스틱 조각을 분리하여 관찰하였다.
- 일산 해수욕장 파도선으로부터 0m, 5m, 10m 모래 시료 각 20g/ 진하 해수욕장 파도선으로부터 0m, 5m, 10m 모래 시료 각 20g를 큰 수조에 넣어 염화나트륨 포화용액(300ml)에 넣어 상층 입자(부유물)을 분리하였다.
- 분리한 부유물을 거름종이로 걸러 상온에서 건조시킨 후 현미경을 통해 미세 플라스틱(추정) 입자의 개수를 분류, 비교해 결과를 도출하였다.
- 거름종이를 통해 분리한 부유물질의 입자 수가 많아 여과지를 균일하게 8등분하고, 그중 2등분 여과지를 대상으로(1/4) 현미경 관찰을 통해 미세플라스틱 추정 물질 개수의 통계를 내어, 전체 검출 양을 계산하였다.



#### - 울산 해양생물 속 미세플라스틱 실태 조사 및 안전한 섭취 방법 연구

- 울산 해안에서 즐겨 먹는 대표적인 생물(바지락, 가자미) 선정

우리들이 먹는 해양생물 속에서도 미세플라스틱을 함유하고 있을까라는 궁금증을 해소하기 위한 탐구를 진행하기로 하고, 탐구 계획을 수립하였다. 평소 우리가 자주 먹는 해양생물에 대해 함께 이야기를 나누어 탐구 대상을 선정하였다. 생선류는 학생이 가장 좋아하고 즐겨먹는 가자미를 해조류는 울산 정자 바닷가에서 많이 생산되는 미역을 선정하고자 하였지만, 계절상 생물 미역을 구하기 어려워 해조류는 탐구 대상에서 제외하였다. 조개류는 갯벌 체험에서 직접 채취해 본 경험이 있는 바지락을 선정하여 탐구를 진행하기로 하였다. 앞서 관찰을 진행한 해양 환경(모래) 속 작은 입자의 플라스틱 조각들 관찰 결과를 고려한다면 해양생물들 몸속에서도 미세플라스틱을 발견할 수 있을 것이라고 가설을 설정하였다.

- 울산에서 유통되는 수산물 조사 및 관찰 시료 구입

울산에서 유통되는 수산물들을 조사하고, 해양생물 먹거리 속 미세플라스틱을 관찰하는 데 필요한 탐구 시료를 구입하였다. 상인 아주머니로부터 해양생물 먹거리에 대한 정보를 수집하였으며, 바지락과 관련하여 울산에서도 바지락이 채취되는 시절이 있었으나, 환경오염으로 더 이상 생산되지 않는다는 정보를 알게 되었다. 바지락을 해감하는 방법에 대해서는 소금물에 한 시간 정도, 냉장고에 넣어두면 해감이 잘 된다는 정보를 제공해주셨지만, 세부적인 해감 조건에 대한 수치는 알기 어려워 연구의 필요성을 다시금 느꼈다.



· 대표적인 해양생물 ‘가자미’와 ‘바지락’ 속 미세플라스틱 관찰

〈미세플라스틱 관찰 방법 설계〉

- 가자미의 소화기관(내장)을 분리, 바지락의 경우 조갯살 분리
- 과포화 상태의 소금물(염화나트륨 수용액)에 시료를 넣어 상층 입자(부유물)들을 분리하여 거름종이를 이용해 상층 입자(부유물)를 추출
- 건조된 부유물질 입자들을 현미경으로 관찰



· 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 바지락 해감 방법 연구

조사한 자료에 따르면 2017년부터 2019년 3년간 국내 유통 수산물에 대한 미세플라스틱 오염 수준에 대한 연구에서 평균 1g당 0.47개 정도의 미세플라스틱이 검출되었다고 한다. 1g당 조개류에서는 0.07~0.86개, 두족류 0.03~0.04개, 갑각류에는 0.05~0.30개, 건조 중벌치 1.03개, 천일염 2.22개가 평균적으로 검출되었고, 조개류의 경우 소금의 해감만으로도 상당수의 미세플라스틱을 제거할 수 있다고 한다.

효과적인 해감 조건을 찾기 위해, 해감 결과에 영향을 미치는 변인을 학생 스스로 탐구할 수 있는 시간을 주었으며, 그 결과 동일한 바지락을 대상으로 실험을 한다고 했을 때, 해감의 온도, 해감 소금물 농도, 해감 시간, 어둡기 정도 등이 영향을 미칠 것으로 예상하여 통제 변인과 조작 변인, 종속 변인으로 나누어 탐구 설계하였다. 종속 변인은 해감 후 바지락의 토사물 양을 비교하여 효과성을 검증하기로 했다.



| 바지락 해감 효과 비교·분석을 위한 실험 설계 |  |                  |                 |                       |
|---------------------------|--|------------------|-----------------|-----------------------|
| 통제<br>변인                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 동일한 지역 생산 바지락(경남 남해산)</li> <li>· 바지락의 개수와 중량 : 7개, 100g±0.5g</li> <li>· 해감을 위한 물의 양과 온도: 각 600mL, 상온<br/>(해감 시간 차이 실험에서는 35개, 500g±10g/ 1000mL)</li> <li>· 소금물의 농도: 3.5%</li> </ul> |                  |                 |                       |
| 조<br>작<br>변<br>인          | 소금물의<br>농도 차이  | 소금물의 농도 2%       | 소금물의 농도<br>3.5% | 소금물의 농도 4%            |
|                           | 해감 시간<br>차이  | 해감 시간 30분        | 해감 시간 1시간       | 해감 시간 2시간             |
|                           | 밝기의 차이   | 투명한 비닐로 밀봉<br>밝게 |                 | 알루미늄 포일로 완전 밀봉<br>어둡게 |
|                           | 해감 온도<br>차이  | 냉장고(3.2℃)        |                 | 상온(24.9℃)             |
| 종속<br>변인                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 소금물의 농도를 달리하여 해감을 진행</li> <li>2. 바지락 제거</li> <li>3. 거름종이를 통해 배출 토사물 추출</li> <li>4. 토사물 배출양 측정, 비교</li> </ol>   |                  |                 |                       |

#### - 플라스틱의 위협으로부터 지구 생태계 보존을 위한 실천 방법 탐구

- [환경·사회] 플라스틱으로부터 해양생물들을 보호하기 위해 노력하는 활동가 면담
- [문화·예술] 세계적인 생태환경사진작가 ‘크리스 조던’ 개인전을 관람
- 해양생물 속 미세플라스틱 오염의 심각성을 알리는 카드 뉴스 제작, 홍보
- 해양생물 속 미세플라스틱 문제 해결 방안을 알리는 카드 뉴스 제작, 홍보

### ○ 결과

#### - 미세플라스틱에 대한 기초 자료 조사 결과

- 미세플라스틱의 개념과 종류, 형성 과정

미세플라스틱(microplastics)은 의도적으로 제조되었거나 또는 기존 제품이 조각나서 미세화된 크기 5mm 이하의 합성 고분자화합물로 정의된다. 미세플라스틱은 생성되는 기원에 따라 1차 미세플라스틱(primary microplastic)과 2차 미세플라스틱(secondary microplastic)으로 구분된다. 1차 미세플라스틱은 의도적으로 제조된 플라스틱 알갱이로서 레진펠렛(resin pellet, 크기 2-5mm의 플라스틱 원료물질), 세안제와 치약에 들어 있는 스크럽제(마이크로비즈로 불림), 공업용 연마제 등이 포함된다. 2차 미세플라스틱은 플라스틱 제품이 사용되는 과정이나 버려진 이후에 인위적인 행위나 자연 풍화에 의해 조각나고 미세화된 플라스틱 파편을 가리킨다.

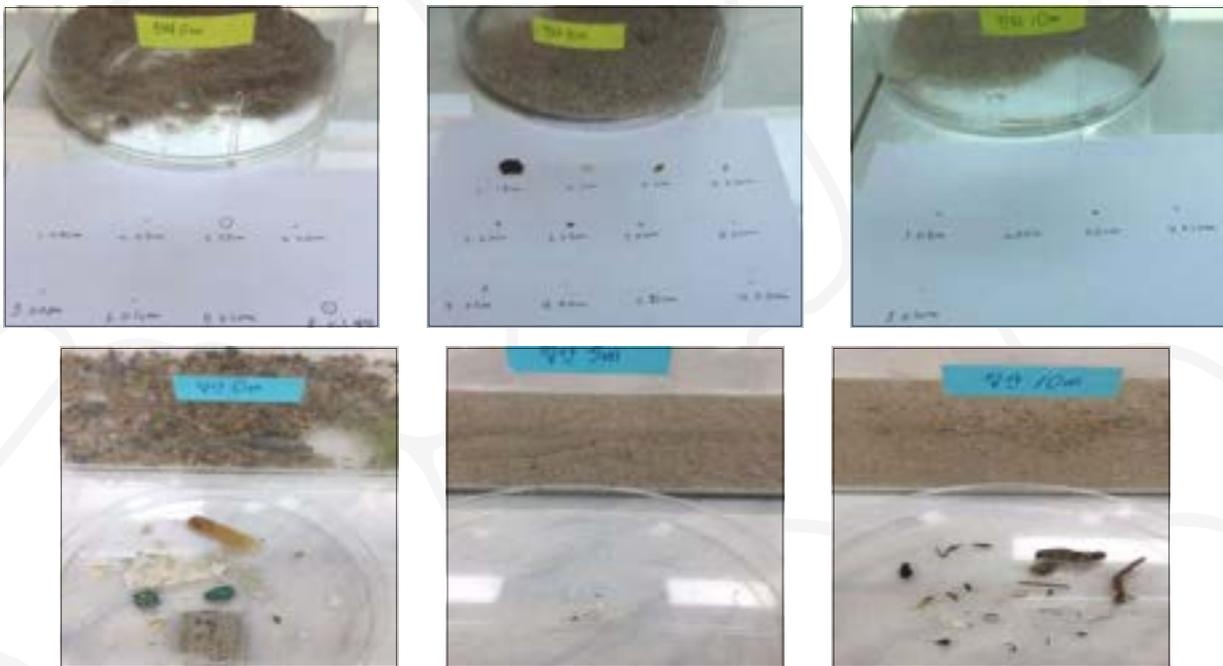
· 해양 생물에 미치는 미세플라스틱의 영향

플라스틱 해양쓰레기는 매년 수백만 톤씩 바다로 유입되고 있으며, 바다에 버려진 밧줄, 그물, 비닐봉지들은 '얽힘(entanglement)' 과 '삼킴(ingestion)' 을 통해 해양생물에 피해를 주고 있다. 바다로 들어온 플라스틱은 강한 자외선과 파도에 마모되고 쪼개지면서 점점 작은 플라스틱 입자가 된다. 입자가 작아지면서 얽힘의 피해는 줄어들지만, 삼킴으로 영향을 받을 수 있는 생물종이 고래, 바다거북, 조류 등 대형 해양생물에서 작은 무척추동물과 동물플랑크톤까지 대폭 확장될 수 있다. 미세플라스틱에는 플라스틱 제조 시 첨가되고 주변의 해수로부터 흡착한 다양한 화학물질이 함유되어 있어, 미세플라스틱을 삼킨 해양 생물은 플라스틱 입자의 물리적 영향과 더불어 미세플라스틱에 붙어있는 화학물질을 흡수하여 추가적인 영향을 받을 수 있다.

- 울산 해양 환경(해안지역 모래) 미세플라스틱 오염 실태 조사 결과

· 각 지역 해안 모래 속 미세플라스틱 함유 실태 비교 및 분석 결과

-[1차 관찰] 육안으로 분리할 수 있는 플라스틱 조각 분리 및 분류 결과



| 모래 채취 지역<br>플라스틱 조각 크기(cm) | 진하 |    |     | 일산 |    |     | 총 입자 개수 |
|----------------------------|----|----|-----|----|----|-----|---------|
|                            | 0m | 5m | 10m | 0m | 5m | 10m |         |
| 3이상                        | -  | -  | -   | 2  | -  | -   | 2       |
| 2이상~3미만                    | -  | -  | -   | 2  | -  | 1   | 3       |
| 1이상~2미만                    | -  | 3  | -   | 3  | 1  | 2   | 9       |
| 0.5이상~1미만                  | -  | -  | 1   | 4  | -  | 3   | 8       |
| 0.1이상~0.5미만                | 7  | 10 | 4   | 19 | 6  | 5   | 51      |
| 0.1미만                      | 1  | -  | -   | 1  | -  | -   | 2       |
| 총 입자 개수                    | 8  | 13 | 5   | 31 | 7  | 11  | 75      |

▲ 각 해안 모래 속 플라스틱 조각 크기별 비교

| 모래 채취 지역   | 진하 0m | 진하 5m | 진하 10m | 일산 0m | 일산 5m | 일산 10m | 총 입자 개수 |
|------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|---------|
| 플라스틱 조각 색깔 |       |       |        |       |       |        |         |
| 흰색         | 2     | 3     | 1      | -     | 1     | 4      | 11      |
| 투명         | -     | 1     | 1      | 15    | -     | 2      | 19      |
| 검정         | 3     | 1     | 2      | 6     | 2     | 1      | 15      |
| 기타 유색      | 3     | 8     | 1      | 10    | 4     | 4      | 30      |
| 총 입자 개수    | 8     | 13    | 5      | 31    | 7     | 11     | 75      |

▲ 각 해안 모래 속 플라스틱 조각 색깔별 비교

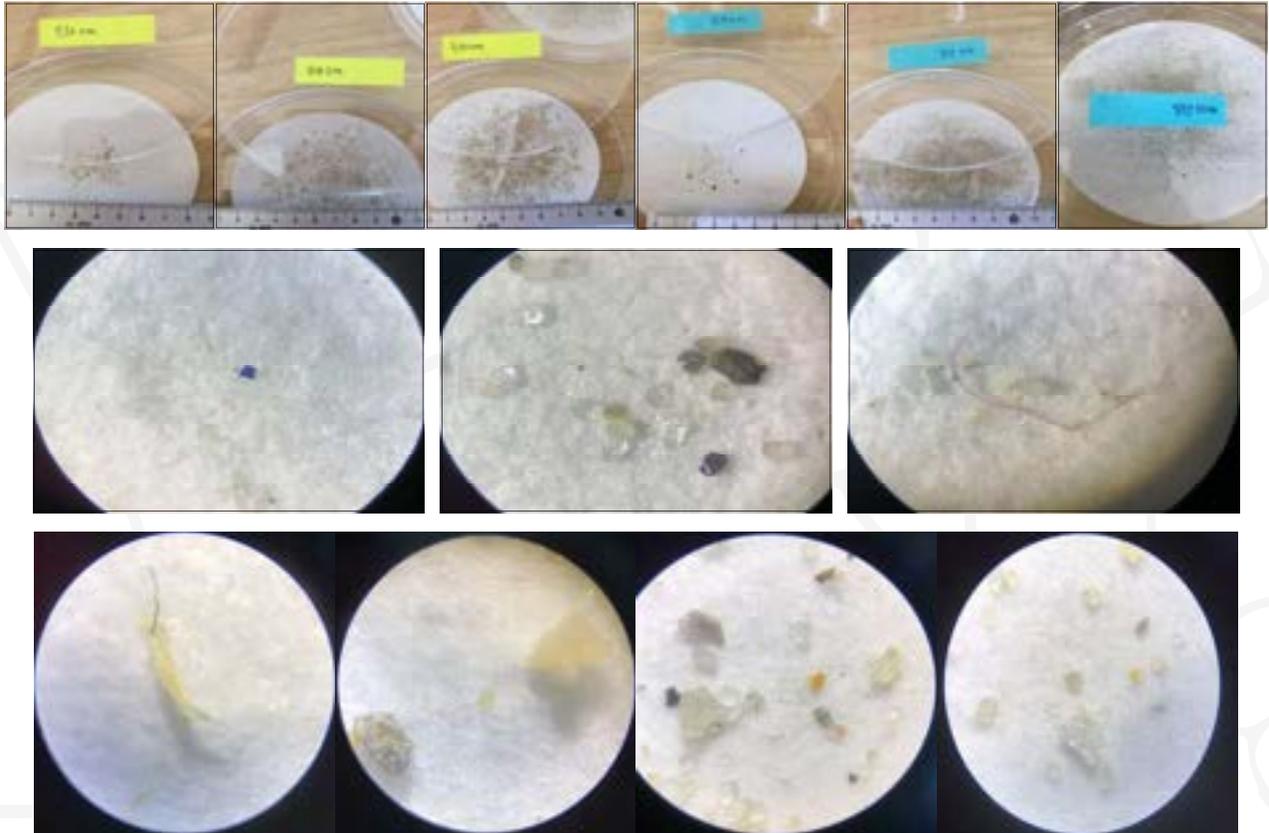
[관찰 결과 분석] 육안으로 확인할 수 있는 플라스틱 물질은 총 75개가 발견되었다. 각 해안 모래 속 플라스틱 조각 크기별 분류를 통해서 0.1cm~0.5cm미만 플라스틱 조각들이 51개, 1cm~2cm미만 9개, 0.5cm~1cm미만 8개, 3cm이상과 0.1cm미만이 각각 2개가 발견되었다. 대부분의 플라스틱의 모양은 생활 용품의 일부가 떨어져 나온 형태(파편형)으로 확인되었으며, 오랜 기간 파도에 의해서 마모된 형태도 발견되었다. 진하 해수욕장에서는 26개, 일산 해수욕장에서는 49개가 발견된 것으로 보아 시료 채취 당시 관찰했던 해변가 주변 환경 관찰을 했을 때 상대적으로 찾는 관광객과 캠핑족들이 많았던 일산 해수욕장의 플라스틱 오염 실태가 조금 더 심각한 것을 알 수 있었다. 발견된 플라스틱들은 색깔에 따라 기타 유색이 30개, 투명 19개, 검정 15개, 흰색 11개 순으로 분류할 수 있었다. 이번 관찰 활동을 통해서 그 동안 피상적으로나마 생각했던 해안가 플라스틱 오염 실태를 수치화하여 비교 분석하는 과정을 거치면서 플라스틱 조각의 다양한 모양과 크기, 색깔을 알게 되었으며, 육안으로 관찰할 수 있는 플라스틱 조각들 중에서도 0.5cm(5mm)미만의 크기가 다수 발견되는 것으로 보아, 더 작게 마모된 형태의 미세플라스틱 조각들이 더 많이 해양 환경 속에 존재할 것으로 추측할 수 있게 되었다.

-[2차 관찰] 육안으로 분리할 수 없는 미세플라스틱(추정)조각 분리 및 분류 결과

| 모래 채취 지역        | 진하 0m | 일산 0m | 진하 5m | 일산 5m | 진하 10m | 일산 10m | 총 입자 개수 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|
| 미세 플라스틱 (추정 물질) |       |       |       |       |        |        |         |
| 흰색              | 32    | 36    | 98    | 272   | 524    | 188    | 1,150   |
| 투명              | 44    | 100   | 260   | 1052  | 196    | 516    | 2,168   |
| 검정              | 16    | 32    | 88    | 448   | 184    | 280    | 1,048   |
| 기타 유색           | 36    | 24    | 220   | 368   | 620    | 284    | 1,552   |
| 총 입자 개수         | 128   | 192   | 666   | 2,140 | 1,524  | 1,268  | 5,918   |

여과지를 1/4등분하여 현미경으로 관찰, 개수를 세어 4배로 환산하여 산출한 결과임.

▲ 모래 시료 속 미세플라스틱 추정 물질 관찰 결과 (갯수/20g)



▲모래 시료 속 미세플라스틱 추정 물질(현미경 관찰)

[관찰 결과 분석] 미세플라스틱 추정 입자가 가장 많은 곳은 일산해수욕장 과도선으로부터 5m 떨어진 지점에서 채취한 모래 시료에서 2,140개로 가장 많이 발견되었다. 가장 적은 입자수를 보인 곳은 진하 0m 시료였다. 미세플라스틱 추정 물질 중에서 많은 입자들이 흰색, 투명을 띄는 경우가 많으며, 이는 우리가 사용하는 플라스틱 제품들의 종류들이 흰색과 투명한 색깔이 많기 때문이며, 워낙 다양한 색감으로 플라스틱 제품들이 제작되고 사용되기 때문에 색깔에서 큰 특이점을 발견하기는 힘든 것으로 분석되었다.

- 울산 해양생물 속 미세플라스틱 실태 조사 및 안전한 섭취 방법 연구 결과

· 대표적인 해양생물 ‘가자미’와 ‘바지락’ 속 미세플라스틱 관찰 결과



▲가자미 시료에서 발견한 미세플라스틱 추정 물질

[관찰 결과 분석] 가자미 내장에서는 아직 소화되지 않은 먹이들의 모습을 그대로 확인할 수 있었고, 또 파편화된 플라스틱 조각으로 의심되는 플라스틱 추정 물질 4개가 발

견되었다. 반면 바지락에서는 플라스틱 추정 물질이 관찰되지 않았다. 작은 입자 형태의 유기물을 흡수하기 때문에 관찰할 수 있는 미세플라스틱이 없었다. 가자미와 같은 생선의 경우 소화기관인 내장을 제거하고 섭취할 경우 미세플라스틱에 섭취하는 사람이 노출되지 않을 것이라 판단되지만, 바지락과 같은 조개류의 경우 별도의 내장 제거 과정 없이 함께 섭취하는 만큼 아주 작은 미세플라스틱이 섭취 과정에서 노출될 가능성이 많을 것이다. 바지락 속에 있을 수 있는 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 방법을 연구할 필요가 있겠다고 그 필요성을 느끼게 되었다.

· 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 바지락 해감 방법 연구 결과

① 소금물의 농도 차이가 해감 효과에 미치는 영향 비교 실험 결과

| 조작변인 | 소금물의 농도 2%     | 소금물의 농도 3.5% | 소금물의 농도 4% |
|------|----------------|--------------|------------|
| 종속변인 | 토사물 배출양 측정, 비교 |              |            |
|      | 1.004g         | 1.484g       | 0.956g     |



[관찰 결과 분석] 해감 조건을 바지락이 살았던 해양 환경에 맞추는 것이 효과적일 것이라는 학생의 가설에 걸맞게 바닷물의 평균 염도와 비슷한 3.5% 소금물에서 토사 배출양이 가장 많이 나타났다. 소금물의 농도가 높을수록 해감 효과가 높을 수도 있겠다고 생각했지만, 2%와 4%의 해감 결과에서 오히려 2% 소금물이 더 많은 토사물이 배출되었다.

② 해감 시간 차이가 해감 효과에 미치는 영향 비교 실험 결과

| 조작변인 | 해감 시간 30분      | 해감 시간 1시간 | 해감 시간 2시간 |
|------|----------------|-----------|-----------|
| 종속변인 | 토사물 배출양 측정, 비교 |           |           |
|      | 1.438g         | 5.064g    | 4.558g    |



[관찰 결과 분석] 지난 번 수산물 시장에서 만난 상인 어주머니께서 조언해주신 대로 1시간에서 가장 토사배출량이 많았다. 1시간의 해감 시간 이후로 2시간에 더 토사물량이 많을 것 같았는데, 오히려 더 양이 줄은 것으로 나타났다. 토사배출물이 다시 흡수되거나 작은 차이를 보이는 것으로 통제 변인에서 오차가 발생했을 가능성이 있는 것으로 보인다. 분명한 점은 30분 해감 결과물에서 확인한 토사물량이 현저히 적는다는 점이다.

| ③ 조도(밝기의 차이) 차이가 해감 효과에 미치는 영향 비교 실험 |                |                    |
|--------------------------------------|----------------|--------------------|
| 조작 변인                                | 투명한 비닐로 밀봉 밝게  | 알루미늄 포일로 완전 밀봉 어둡게 |
| 종속 변인                                | 토사물 배출양 측정, 비교 |                    |
|                                      | 1.223g         | 1.434g             |

[관찰 결과 분석]



- 해감 조건을 바지락이 살았던 해양 환경에 맞추는 것이 효과적일 것이라는 학생의 가설에 걸맞게 바다 환경과 비슷한 어두운 환경에서 더 토사물이 많이 배출되었다. 해감 과정을 지켜 보았을 때 바지락은 어두운 곳에서 흡수관과 출수관이 밖으로 나오는 것이 관찰된 것으로 미루어 볼 때, 조도를 어둡게 했을 때 토사배출이 더

활하게 이루어진다고 볼 수 있다.

| ④ 해감 온도 차이가 해감 효과에 미치는 영향 비교 실험 |                |           |
|---------------------------------|----------------|-----------|
| 조작 변인                           | 냉장고(3.2℃)      | 상온(24.9℃) |
| 종속 변인                           | 토사물 배출양 측정, 비교 |           |
|                                 | 1.309g         | 0.995g    |

[관찰 결과 분석]



- 냉장고에서 해감한 바지락이 배출한 토사물의 양이 상온에서 해감한 바지락의 토사물의 양보다 더 많이 측정되었다. 해감 조건을 바지락이 살았던 해양 환경에 맞추는 것이 효과적일 것이라는 학생의 가설에 비추어 본다면 해수 온도 20℃ 내외와 비슷한 상온에서 더 토사물이 나와야 할 것 같은데, 저온에서의 해감 효과가 높은 것으로 나타났다.



⑤ 해감 토사물 거름종이 현미경 관찰을 통해 확인한 플라스틱 추정 물질



▶ 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 바지락 해감 방법 연구를 위해 추출한 토사물 여과지 10종에 대해 현미경 관찰을 한 결과, 대부분 진흙, 빨, 모래 알갱이가 관찰되었으나, 5개의 플라스틱(추정) 물질이 발견되었다.

- 플라스틱의 위협으로부터 지구 생태계 보존을 위한 실천 방법 탐구 결과

· [환경·사회] 플라스틱으로부터 해양생물들을 보호하기 위해 노력하는 활동가 면담  
울산 지역 무거동에 위치한 우시산 갤러리를 방문하여 사회적 기업 '우시산' 변의현 대표를 만나 강연을 듣고, 인터뷰를 진행하였다.



▲ 사회적 기업 '우시산' 변의현 대표와의 만남과 면담

[탐방 결과 분석]

- 울산 장생포 앞바다를 자주 찾던 귀신고래 모양을 본뜬 별까루 고래 인형을 해양 선박에서 배출되는 폐플라스틱을 리사이클링한 솜을 재료로 개발하였으며, 플라스틱 쓰레기로 생명의 위협을 받고 있는 해양생물들을 지킬 수 있도록 다양한 친환경 제품을 개발하고 판매하고 있음.
- 사회적 기업으로서 환경을 보호하는 기업인 동시에 지역 어르신들의 일자리 창출에 기여하는 기업으로 앞으로 우리 사회 소외된 이웃과 환경을 지켜 나갈 수 있는 다양한 사회적 운동을 해나갈 계획이라고 앞으로의 포부를 밝혀 주심.
- 플라스틱 해양 쓰레기로 인해 몸살을 앓고 있는 지구 생태계를 위한 작은 노력들을 기발한 아이디어로 실천하는 기업 활동에 학생은 큰 감동을 받았으며, 이번 탐구 활동의 일환으로 친구들에게 지구를 살리는 작은 실천에 직접 참여를 유도할 수 있는 카드 뉴스를 제작하여 참여를 독려하자는 아이디어를 제안하게 됨.

· [문화·예술] 세계적인 생태환경사진작가 ‘크리스 조던’ 개인전을 관람  
 울산박물관에서 생태환경사진작가 ‘크리스 조던’ 개인전을 관람하여 우리 지구가 당면한 여러 환경 문제들을 예술작품으로 재창조한 작품들을 감상하였다.

[탐방 결과 분석]

- 비효율적인 전기 사용으로 매 분마다 미국에서 낭비되는 전기의 키로와트의 수와 동일한 320,000개의 백열전구로 만든 작품과 10초마다 전세계에서 소비되는 비닐봉지 240,000개로 만든 사진 작품들을 관람하며 우리가 무심코 아무 생각 없이 버리는 비닐봉지, 잡지책, 플라스틱 쓰레기들이 실제로 엄청난 양이 되고, 그 심각성을 예술 작품으로 재창작하여 사람들의 각성을 유도하고자 노력한 작가의 열정이 대단하다는 생각을 함.
- 많은 작품들 중에서 가장 인상 깊었던 작품으로 태양평의 아름다운 섬 ‘미드웨이’에서 플라스틱 때문에 죽어가는 ‘알바트로스새’의 사체를 찍은 사진 작품이었으며, 새끼 알바트로스 새의 배에 가득 찬 플라스틱 쓰레기들을 보며 인간이 편하게 쓰고 버리는 쓰레기로 인해 한 생명체가 죽어가는 모습이 안타깝게 느껴졌음.



▲세계적인 생태환경사진작가 ‘크리스 조던’ 개인전 관람

· 해양생물 속 미세플라스틱 오염의 심각성을 알리는 카드 뉴스 제작, 홍보



### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 울산 동구 지역 일산 해수욕장과 울주군 진하 해수욕장을 찾아 모래 시료를 채취하여 두 지역의 플라스틱으로 인한 오염 실태를 조사한 결과, 육안으로 확인할 수 있는 플라스틱 물질은 총 75개가 발견되었다. 과포화 염화나트륨 용액을 활용한 모래 부유물 여과지를 현미경으로 관찰한 결과 일산해수욕장 파도선으로부터 5m 떨어진 지점에서 채취한 모래 시료에서 가장 많이 발견되었다. 가장 적은 입자수를 보인 곳은 진하 0m 시료였다. 미세플라스틱 추정 물질 중에서 많은 입자들이 흰색, 투명을 띠는 경우가 많으며, 이는 우리가 사용하는 플라스틱 제품들의 종류들이 흰색과 투명한 색깔이 많기 때문이며, 워낙 다양한 색감으로 플라스틱 제품들이 제작되고 사용되기 때문에 색깔에서 큰 특이점을 발견하기는 힘든 것으로 분석되었다.

대부분의 플라스틱의 모양은 생활 용품의 일부가 떨어져 나온 형태(파편형)으로 확인되었으며, 오랜 기간 파도에 의해서 마모된 형태도 발견되었다.

- 해양생물 속 미세플라스틱 오염 정도를 알아 보기 위해 현미경으로 관찰한 결과, 가자미 내장에서는 아직 소화되지 않은 먹이들의 모습을 그대로 확인할 수 있었고, 또 파편화된 플라스틱 조각으로 의심되는 플라스틱 추정 물질 4개가 발견되었다. 바지락의 해감 토사물 속에서 관찰한 결과 5개의 미세플라스틱 추정 물질이 관찰되었다. 가자미와 같은 생선의 경우 소화기관인 내장을 제거하고 섭취할 경우 미세플라스틱에 섭취하는 사람이 노출되지 않을 것이라 판단되지만, 바지락과 같은 조개류의 경우 별도의 내장 제거 과정 없이 함께 섭취하는 만큼 아주 작은 미세플라스틱이 섭취 과정에서 노출될 가능성이 많을 것이다. 바지락 속에 있을 수 있는 미세플라스틱을 효과적으로 제거할 수 있는 방법을 연구할 필요가 있겠다고 그 필요성을 느끼게 되었다.
- 미세플라스틱을 제거하기 위한 효과적인 해감 조건을 찾기 위해 해감의 온도, 해감 소금물 농도, 해감 시간, 어둡기 정도 등을 달리하여 해감시킨 후 바지락의 해감 토사물 양을 비교 분석한 결과, 바닷물의 평균 염도와 비슷한 3.5% 소금물에서, 조도를 어둡게 했을 때 토사배출이 더 원활하게 이루어지는 것을 확인할 수 있었다. 해감 시간을 1시간으로 설정하였을 경우 토사 배출량이 가장 많이 나타났으며, 실온보다 냉장고(3.2℃)에서 해감한 바지락에서 토사물의 양이 더 많이 측정되었다.
- 면담과 전시회 관람 등을 통해서 인류가 저지른 플라스틱 재앙의 위험성을 인식하고 인간과 해양생물, 더 나아가 지구 모든 생태계를 지키기 위한 시도와 노력들이 우리 사회 다양한 방면에서 이미 이루어지고 있는 것을 확인하였으며, 플라스틱으로 인한 해양, 생태계 오염의 문제는 어느 한 개인이나 단체의 노력으로만 해결할 수 있는 것이 아니라, 우리 모두의 행동과 실천이 함께 이루어져야 할 중요한 일임을 깨닫는 계기가 되었다.

## ○ 의의

- 울산 해양생물 속 미세플라스틱 실태 조사를 통해 우리 지역 해양 생태계 내 미세플라스틱 오염의 실태를 직접 확인할 수 있었다.
- 바지락 속 미세플라스틱 효과적인 제거 방안 연구를 통해 해양생물 속 미세플라스틱이 인체에 미치는 영향을 알고, 이를 예방하기 위한 효과적인 방법을 실생활 속에서 실천하는 계기를 마련하였다.
- 해양생물 속 미세플라스틱의 오염의 심각성을 알리는 카드 뉴스 제작을 통해 직접 수행한 탐구 결과를 바탕으로 많은 사람들에게 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 노력의 필요성을 알리는 기회가 되었다.
- 교과서, TV 등 각 매체를 통해 간접적으로 경험한 미세플라스틱 오염 실태를 직접 관찰, 실험을 수행해 봄으로써 이를 미세플라스틱 문제를 해결하기 위한 노력과 실천의 중요성을 깨닫게 되었다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 미세플라스틱에 대한 기초 연구가 아직 많이 이루어지지 않아서 선행 연구를 조사할 때 참고할 만한 자료가 없는 점이 어려웠다. 미세플라스틱의 입자가 워낙에 작은 단위로 측정되는 면이 있어 정확하게 측정, 관찰하는 데는 한계가 있었다.
- 혼합물 형태로 존재하는 시료에서 플라스틱 성분만을 분리하여 관찰하는 데 어려움을 있었지만, 플라스틱의 물리적 성질에 대한 탐색 과정을 거쳐 플라스틱의 밀도를 활용하여 과포화 상태의 소금물을 활용한 분리 방법을 활용하여 해결하였다.
- 비중의 차이를 활용하여 분리한 미세플라스틱을 정확하게 성분을 분석하여 구체적인 플라스틱 성분과 종류를 밝혀내는 데까지 나아가지 못한 한계점이 있어 아쉽다.

### ○ 알게 된 점

- 해양 환경이 플라스틱 오염에 많이 노출되었다는 것을 직접 확인할 수 있는 기회가 되었다. 육안으로 관찰했을 때 플라스틱으로 만들어진 온전한 형태의 쓰레기들도 많이 있었지만, 자세히 모래 속을 들여다보니, 기존의 플라스틱, 비닐 소재의 제품에서 떨어져 나온 파편 형태의 플라스틱 조각들을 많이 관찰할 수 있었다.
- 다양한 해감 조건들을 적용해 비교 관찰하는 실험을 진행하면서 미세플라스틱으로부터 안전하게 해양생물을 섭취할 수 있는 조건을 탐색해 보았다. 이러한 탐색 과정을 통해 플라스틱으로 인한 피해가 우리 인간들에게 지속적으로 돌아올 것이라는 생각을 하게 되었다.
- 크고 작은 플라스틱 입자들에 의해 해양생물들에게 어떤 영향을 미치는지 알아보는 조사, 실험과 관찰을 통해 플라스틱이 대중화되고, 인간의 생활 속에서 편리하게 사용되는 만큼, 해양생물들에게는 치명적인 존재가 되고 있다는 것을 깨닫게 되었다.

## 5. 참고문헌

[네이버 지식백과] 미세플라스틱 [microplastics] (해양학백과)

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3557889&cid=43667&categoryId=43667>

서한기, 「바지락, 소금물에 30분이상 두면 미세플라스틱 90%이상 제거」, 연합뉴스, 2020.03.03.

박현주, 「플라스틱, 그 견딜 수 없는 아름다움...크리스 조던의 ‘만다라’」, 뉴스스, 2019.02.21.

변의현 대표, 사회적 기업 ‘우시산’

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |          |    |          |
|-------|----------|----|----------|
| 팀명    | 해가빛탐험대   |    |          |
| 학생명   | 강태혁, 양선우 | 학교 | 대전양지초등학교 |
| 지도교사명 | 임유진      | 학교 | 대전양지초등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 해양생물을 활용하여 천연 자외선 차단제를 만들고 스마트 콘텐츠로 홍보 활동하기  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 10일 ~ 2020년 8월 25일  |
| 탐구목적    | 다양한 탐구 방법을 통해 천연 자외선 차단제 재료로 적합한 해양 생물을 찾는다. 그리고 직접 천연 자외선 차단제를 만들어보고 샘플을 제작하여 사람들에게 나누어주며 해양 환경을 보호하자는 캠페인 활동을 벌인다. 마지막으로 우리의 모든 탐구 과정을 담은 영상을 제작하여 온라인으로도 홍보 활동을 벌인다.  |
| 탐구내용    | 자외선 차단제의 의미를 파악하고 유해 물질이 무엇인지 알아보는 조사활동과 사람들의 인식을 파악하는 설문조사활동을 하였다. 자외선 차단제의 원료가 될 해양 생물을 찾으려고 다양한 방법으로 탐구하고 직접 자외선 차단제를 만드는 실험을 해보았다. 피부 흡수력 테스트와 자외선 차단력 테스트를 진행하여 통과된 자외선 차단제로 샘플을 만들어 주변 사람들에게 나누어주며 환경 보호 캠페인 활동을 벌였다. 모든 과정을 동영상으로 제작하여 유튜브에도 탑재하여 사람들의 관심을 촉구하였다.           |
| 탐구결과    | 우리는 자외선 차단력과 피부 흡수력이 가장 좋았던 미역 추출물과 다시마 추출물 자외선 차단제로 샘플을 만들고 홍보 활동을 하였다. 영상은 총 7개가 제작되었고 유튜브 채널은 현재도 운영중이다.  |
| 결론 및 의의 | 사실 우리는 옥토넛에 나왔던 '버섯산호기름'처럼 그 자체만으로도 자외선 차단제의 역할을 하는 해양 생물을 찾고 싶었다. 하지만 원료 자체가 자외선 차단제가 되는 것은 찾기 힘들었고 대신 추출물을 이용해 유해 물질이 섞이지 않은 천연 자외선 차단제를 만들었다. 코로나19로 인해 적극적인 캠페인 활동을 벌일 수 없었고 초등학생의 수준에서 스마트 콘텐츠를 개발하는 것도 어려웠다. 그래서 탐구 방향을 영상 제작쪽으로 바꾸었고 유튜브에 영상을 꾸준히 만들어 올림으로써 성실히 탐구 수행을 하였다. |





|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>해양 생물을 활용하여 천연 자외선 차단제를 만들고<br/>스마트 콘텐츠로 홍보 활동하기</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>해가빛 탐험대</b>  |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- ‘흑등고래의 화상’ 에서 시작된 탐구
  - 바다탐험대 옥토넷’ 에서 알비노 흑등고래 이야기를 듣게 되었습니다. 이 고래는 뜨거운 햇빛에 화상을 입게 되었는데 옥토넷 탐험대원들이 나타나 ‘버섯 산호 기름’ 을 발라줍니다. 버섯 산호의 기름이 햇빛을 막아 고래의 피부가 타지 않게 도와준다는 말에 신기함을 느낀 저는 실제로 효과가 있을까 너무 궁금해졌습니다. 그리고 다른 해양 생물로도 자외선 차단제 효과를 낼 수 있을까 탐구해보고 싶어졌습니다.
- 산호초가 위험해요!
  - 얼마 전 본 뉴스에 의하면 사람들이 몸에 바르는 자외선 차단제 때문에 산호초들이 병들어 죽거나 DNA의 변형으로 번식이 어렵다고 합니다. 자외선 차단제에 있는 유해 화학물질들이 산호초에게 영향을 미친 것입니다. 그래서 저는 버섯 산호 기름이 고래를 보호해준 것처럼 또 다른 해양 생물을 활용하여 천연 자외선 차단제를 만들고 환경 보호에 앞장서고 싶습니다. 그리고 요즘 제 또래 친구들이 좋아하는 스마트 콘텐츠를 만들어 환경 보호에 관심을 가지게 하고 싶습니다.

### ○ 탐구 목적

- 유해 화학 물질이 들어있는 자외선 차단제가 해양 생물에게 미치는 영향 조사하기
- 천연 자외선 차단제 재료로 적합한 해양 생물 찾기
- 천연 자외선 차단제 만들기
- 스마트 콘텐츠로 홍보 활동하기

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

| 날짜     | 탐구 내용                                       |
|--------|---|
| 6월 10일 | 유해 화학 물질이 들어있는 자외선 차단제가 해양 생물에게 미치는 영향 조사하기 |
| 6월 22일 | 친구들이 생각하는 자외선 차단제의 장, 단점을 조사하기 위한 설문지 만들기   |

|        |   |
|--------|---|
| 6월 24일 | 대전양지초 5학년 학생들을 대상으로 설문 조사하고 결과를 수합하여 탐구 방향 정하기                |
| 7월 1일  | 천연 자외선 차단제에 들어갈 해양 생물 중 ‘미역귀’와 ‘다시마’를 관찰하고 원료를 추출하는 방법 탐구하기   |
| 7월 3일  | 천연 자외선 차단제에 들어갈 해양 생물 중 ‘우뭇가사리’와 ‘모자반’을 관찰하고 원료를 추출하는 방법 탐구하기 |
| 7월 14일 | 천연 자외선 차단제에 들어갈 원료와 성분 정하기                                    |
| 7월 15일 | 천연 자외선 차단제 만들기(1)   |
| 7월 16일 | 자외선 차단력 실험(1)   |
| 7월 29일 | 천연 자외선 차단제 만들기(2) + 자외선 차단력 실험(2)                             |
| 7월 30일 | 캠페인 자료 만들고 홍보 활동하기  |

○ 방법

**탐구 1** 유해 화학 물질이 들어있는 자외선 차단제가 해양 생물에게 미치는 영향 조사하기

-탐구재료: 스마트패드, 종이, 연필

-탐구질문

- ① 자외선이란 무엇인가?  
: 태양이 보내는 빛 중 하나이다. 영어로는 Ultra violet이라고 한다.
- ② 자외선의 종류에는 무엇이 있는가?  
: 자외선A, 자외선B, 자외선C 이렇게 세 가지가 있다. UVA, UVB, UVC라고도 한다. 이중 UVC는 오존층에서 막히고 UVA와 UVB만 사람까지 도달한다.
- ③ 자외선 종류에 따라 차단 지수를 어떻게 다르게 나타내는가?  
: 자외선A 차단지수는 PA라고 하고 자외선B 차단지수는 SPF라고 한다.
- ④ 자외선 차단제는 어떻게 우리의 피부를 보호해주는가?  
: 자외선을 흡수하거나 반사해서 보호해준다.
- ⑤ 자외선 차단제에서 유해 화학물질들은 어떤 역할 하는가?  
: 주로 흡수해서 열로 내보내주는 역할을 한다.
- ⑥ 옥시벤존과 옥티녹세이트는 해양 환경에 어떤 영향을 미치는가?  
: 옥시벤존은 산호나 물고기들의 DNA 변형을 일으켜 성장과 번식을 방해한다. 옥티녹세이트는 바이러스를 활성화해 산호초를 죽게 한다.
- ⑦ 사람들은 자외선 차단제에 어떤 성분이 들어 있는지 알고 사용하는가?
- ⑧ 환경을 오염시키는 물질이 들어 있다고 해도 사용할 의향이 있는가?

-기타

· 코로나 19로 인하여 도서관 사용이 어려워 대신 스마트 기기로 자외선 관련 용어를 파악하려 하였으나 인터넷에 나온 자료는 너무 어려워 교사가 아이들의 수준에서 이해할 수 있는 자료를 만들어 스마트 기기로 공유하였습니다. ⑦,⑧번 사람들의 인식은 추후에 5학년 친구들을 대상으로 설문 조사를 할 때 함께 하기로 하였습니다.

**탐구 2** 친구들이 생각하는 자외선 차단제의 장, 단점을 조사하기 위한 설문지 만들기

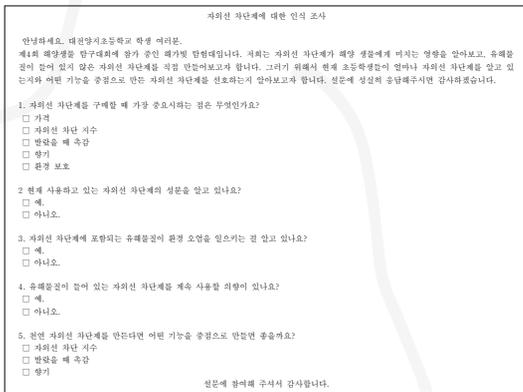
-탐구재료: 종이, 연필

-탐구방법

- 유해 화학물질이 들어 있는 자외선 차단제에 대한 사람들의 인식을 설문 조사한다.
- 자외선 차단제를 사용했을 때 장점, 단점을 대전양지초 5학년을 대상으로 설문 조사한다. (발랐을 때 촉감, 향, 사용 후 제거 방법, 지속성 등)

-탐구질문

- ① 사람들은 자외선 차단제를 살 때 무엇을 중요시하며 살 것인가?
- ② 자외선 차단제의 성분표를 한 번이라도 확인할 것인가?
- ③ 옥시벤존과 옥티녹세이트라는 물질을 알고 있을까?
- ④ 우리가 유해 화학 물질에 대해 알려주면 사람들의 생각은 바뀔까?
- ⑤ 천연 자외선 차단제를 만들어 준다고 할 때 사람들은 무엇을 중요시할까?



<함께 만든 설문지>

<함께 설문지를 만드는 모습>

**탐구 3** 대전양지초 5학년 학생들을 대상으로 설문 조사하고 결과를 수합하여 탐구 방향 정하기

-탐구재료: 연필, 스마트기기

-탐구방법

- 등교 개학 중 5학년 1반 16명, 5학년 3반 19명 총 35명을 대상으로 조사한 설문지의 결과를 정리하여 그래프로 나타낸다.
- 설문 결과를 보고 자외선 차단제의 어떤 기능을 중점으로 만들면 좋을지 탐구 방향을 정한다.

-탐구결과

| 설문 내용                                | 결과 정리   |
|--------------------------------------|---|
| 1. 자외선 차단제를 구매할 때 가장 중요시하는 점은 무엇인가요? | <p>1위 자외선 차단지수(22명)<br/>                 2위 환경보호(6명)<br/>                 3위 가격(4명)<br/>                 4위 발랐을 때 촉감(2명)<br/>                 5위 향기(1명)</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>2. 현재 사용하고 있는 자외선 차단제의 선분을 알고 있나요?</p>           | <p>0. 현재 사용하고 있는 자외선 차단제의 선분을 알고 있나요?</p>           | <p>1위 아니오(29명)<br/>2위 예(6명)</p>                            |
| <p>3. 자외선 차단제에 포함되는 유해물질이 환경 오염을 일으키는 걸 알고 있나요?</p> | <p>0. 자외선 차단제에 포함되는 유해물질이 환경 오염을 일으키는 걸 알고 있나요?</p> | <p>1위 아니오(24명)<br/>2위 예 (11명)</p>                          |
| <p>4. 유해물질이 들어 있는 자외선 차단제를 계속 사용할 의향이 있나요?</p>      | <p>0. 유해물질이 들어 있는 자외선 차단제를 계속 사용할 의향이 있나요?</p>      | <p>1위 아니오(30명)<br/>2위 예(5명)</p>                            |
| <p>5. 천연 자외선 차단제를 만든다면 어떤 기능을 중심으로 만들면 좋을까요?</p>    | <p>0. 천연 자외선 차단제를 만든다면 어떤 기능을 중심으로 만들면 좋을까요?</p>    | <p>1위 자외선 차단 지수(29명)<br/>2위 발랐을 때 촉감(5명)<br/>3위 향기(1명)</p> |

- 결론: 대전양지초 5학년 학생들은 현재 사용하고 있는 자외선 차단제의 성분에 관심이 없었지만 설문을 통해 유해물질이 들어 있는 자외선 차단제를 계속 사용하지 않겠다는 의사를 밝혔습니다. 그래서 저희는 친구들이 원하는 자외선 차단 지수가 높으면서 유해 물질이 들어 있지 않은 천연 자외선 차단제를 만들어 보고자 합니다.

**탐구 4** 천연 자외선 차단제에 들어갈 해양 생물 중 ‘미역귀’와 ‘다시마’를 관찰하고 원료를 추출하는 방법 탐구하기

-**탐구재료:** 실험복, 보안경, 장갑, 미역귀, 다시마, 수조 2개, 돋보기, 전자저울, 비커 2개, 삼발이, 알코올램프, 점화기, 칼, 아크릴 판 등

-**탐구방법**

- 해양생물 중 ‘미역귀’와 ‘다시마’를 다양한 방법으로 관찰한다.

(선택한 이유: 점액질 때문에 선택하였고 피부에 바르면 열을 낮추는 효과와 빛을 차단하는 효과가 있으며 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 해양 생물이기 때문이다.)

- 해양생물의 원료를 추출하는 방법을 실험을 통해 직접 탐구해본다.

-**탐구질문**

- ① ‘옥토넷’에서 보았던 버섯 산호의 기름처럼 점액질의 형태에 더 가까운 것은 무엇일까?
- ② 미역귀와 다시마를 화장품 원료로 바꾸려면 어떻게 해야할까?

-**탐구내용**

- 실험1 : 건조 상태의 미역귀와 다시마 관찰하기
- 실험2 : 물에 3시간 불려놓은 미역귀와 다시마 관찰하기
- 실험3 : 미역귀+물, 다시마+물을 비커에 넣고 가열한 후 물의 변화 관찰하기



<실험1의 모습>



<실험3 중 미역귀>



<실험 3 중 다시마>

**-탐구 결과**

- 실험1 : 건조 상태의 미역귀와 다시마 관찰하기  
(돋보기로 관찰, 냄새맡기, 만져보기 등 오감 활용)

|       | 건조 상태의 미역귀    | 건조 상태의 다시마    |
|-------|---------------|---------------|
| 색깔    | 아주 진한 초록색     | 검정색 + 하얀가루    |
| 크기,모양 | 귓바퀴 모양, 리본 모양 | 건조 오징어 머리 모양  |
| 냄새    | 비린내가 조금 남     | 비린내가 아주 심함    |
| 촉감    | 맨들맨들거림        | 쭈글쭈글거리는 게 느껴짐 |

- 실험2 : 물에 3시간 불려놓은 미역귀와 다시마 관찰하기  
(돋보기로 관찰, 칼로 잘라서 관찰, 냄새맡기, 만져보기 등 오감 활용)

|        | 물에 3시간 불린 미역귀            | 물에 3시간 불린 다시마    |
|--------|--------------------------|------------------|
| 색깔     | 갈색, 초록색                  | 진한 갈색, 초코색       |
| 크기,모양  | 귓바퀴 모양이 더 자세해짐.<br>더 커짐. | 더 커짐.<br>주름이 퍼짐. |
| 냄새     | 비릿함.                     | 짠내가 남.           |
| 촉감     | 미끌거림.                    | 미끌거림.            |
| +물의 변화 | 점액질이 아주 많고 물색은 초록색으로 변함. | 물색이 연노랑색으로 변함.   |

- 실험3 : 미역귀+물, 다시마+물을 비커에 넣고 가열한 후 물의 변화 관찰하기

|        | 물에 넣고 가열한 미역               | 물에 넣고 가열한 다시마                   |
|--------|----------------------------|---------------------------------|
| 색깔     | 더 연한 녹색이 됨.                | 투명해보임. 투명한 갈색.                  |
| 크기,모양  | 건조미역보다는 커지고 불린거랑은 크기가 비슷함. | 크기변화는 별로 없음. 모양은 주름이 더 매끈하게 퍼짐. |
| 냄새     | 별로 나지 않음.                  | 짠내가 남.                          |
| 촉감     | 미끌거림.                      | 미끌거림.                           |
| +물의 변화 | 점액질 형태의 물이 됨.              | 노랑색으로 변함.                       |

**• 결론**

- ① ‘옥토넷’에서 보았던 버섯 산호의 기름처럼 점액질의 형태에 더 가까운 것은 무엇일까?  
→ 다시마보다는 미역귀가 물에 불리거나 가열했을 때 더 점액질이 많이 보였다. 미역귀는 물에 불리기만 해도 집어 올렸을 때 점액이 뚝뚝 떨어지고 수조 안의 물 전체가 노란빛을 띠었다. 점액질 형태의 추출물을 만든다면 미역귀가 더 적합할 것 같다.
- ② 미역귀와 다시마를 화장품 원료로 바꾸려면 어떻게 해야 할까?  
→ 버섯 산호 기름처럼 점액질의 형태로 추출물을 넣으면 좋겠으나 이번 탐구를 하다 보니 짠 냄새와 향이 너무 좋지 않아 가루로 분쇄해보면 어떨까 라는 생각이 해냈다. 그래서 집으로 돌아가 각자 믹서기에 미역귀와 다시마를 갈아보기로 하였다.

|      |   |
|------|---|
| 탐구 5 | 천연 자외선 차단제에 들어갈 해양 생물 중 ‘우뭇가사리’와 ‘모자반’을 관찰하고 원료를 추출하는 방법 탐구하기 |
|------|---|

**-탐구재료:** 실험복, 보안경, 장갑, 우뭇가사리, 모자반, 수조 2개, 돋보기, 전자저울, 비커 2개, 삼발이, 알코올램프, 점화기, 칼, 아크릴 판 등

**-탐구방법**

- 해양생물 중 ‘우뭇가사리’와 ‘모자반’을 다양한 방법으로 관찰한다.

(선택한 이유: 우뭇가사리는 한천의 원료로 영양분이 가득한 웰빙 식품이므로 화장품 원료로도 좋을 것 같았고, 모자반은 해양에 피해를 주는 갯생이 모자반에서 힌트를 얻어 해양 환경을 보호하기 위해 제거의 의미에서 사용하고자 하였으나 COVID-19로 직접 갯생이 모자반을 채취하려 바다에 갈 수 없었다. 대신 우도에서 판매하는 식용 모자반을 택배로 받아 실험하였다.)

- 해양생물의 원료를 추출하는 방법을 실험을 통해 직접 탐구해본다.

**-탐구질문**

- ‘옥토넷’에서 보았던 버섯 산호의 기름처럼 점액질의 형태에 더 가까운 것은 무엇일까?
- 우뭇가사리와 모자반을 화장품 원료로 바꾸려면 어떻게 해야 할까?

**-탐구내용**

- 실험1 : 건조 상태의 우뭇가사리와 모자반 관찰하기
- 실험2 : 물에 3시간 불려놓은 우뭇가사리와 모자반 관찰하기
- 실험3 : 우뭇가사리+물, 모자반+물을 비커에 넣고 가열한 후 물의 변화 관찰하기

**-탐구 결과**

- 실험1 : 건조 상태의 우뭇가사리와 모자반 관찰하기  
(돋보기로 관찰, 칼로 잘라서 관찰, 냄새맡기, 만져보기 등 오감 활용)

|          | 건조 상태의 우뭇가사리    | 건조 상태의 모자반            |
|----------|-----------------|-----------------------|
| 색깔       | 하얀색 + 노란색, 누룽지색 | 거무스름                  |
| 크기,모양    | 뭉쳐있고 실가닥과 비슷함.  | 시래기 같고 동글동글한 게 달려 있음. |
| 냄새       | 비릿한 냄새가 남.      | 비릿한 냄새와 짠 내가 심하게 남.   |
| 촉감       | 바삭거림, 거칠거칠함.    | 바삭거림.                 |
| 칼로 잘랐을 때 | 잘 잘림.           | 매우 질김.                |

- 실험2 : 물에 3시간 불려놓은 우뭇가사리와 모자반 관찰하기  
(돋보기로 관찰, 칼로 잘라서 관찰, 냄새맡기, 만져보기 등 오감 활용)

|        | 물에 3시간 불린 우뭇가사리    | 물에 3시간 불린 모자반 |
|--------|--------------------|---------------|
| 색깔     | 조금 더 투명해짐.         | 초록색으로 변함.     |
| 크기,모양  | 별 차이 없음.           | 두 배 이상 커짐.    |
| 냄새     | 비린내가 심해짐.          | 오히려 비린내가 덜 함. |
| 촉감     | 거칠거칠함.             | 미역처럼 미끌거림.    |
| +물의 변화 | 물색이 다른 재료에 비해 투명함. | 초록빛으로 변함.     |

- 실험3 : 우뭇가사리+물, 모자반+물을 비커에 넣고 가열한 후 물의 변화 관찰하기

|        | 물에 넣고 가열한 우뭇가사리 | 물에 넣고 가열한 모자반         |
|--------|-----------------|-----------------------|
| 색깔     | 투명함.            | 초록색으로 변함.             |
| 크기,모양  | 별 차이 없음.        | 말렸던 게 퍼진 느낌.          |
| 냄새     | 비린내가 남.         | 짠 내가 나지만 말린 것보다는 덜 남. |
| 촉감     | 거칠거칠함.          | 미끌거림.                 |
| +물의 변화 | 투명한 물 색.        | 물색이 초록빛으로 변함.         |

· 결론

① ‘옥토넷’에서 보았던 버섯 산호의 기름처럼 점액질의 형태에 더 가까운 것은 무엇일까?

→ 우뚝가사리나 모자반에서는 점액질 형태가 전혀 나타나지 않았다.

② 우뚝가사리와 모자반을 화장품 원료로 바꾸려면 어떻게 해야 할까?

→ 우뚝가사리는 물에 넣었을 때 비린내가 더 심해지므로 말려서 가루를 내는게 더 좋을 것 같다는 생각이 들었다. 모자반은 건조된 상태에서는 짠 내가 너무 심했지만 물에 넣고 가열하자 짠 내가 덜해졌다. 그래서 모자반은 가열한 추출물을 사용하는 것이 좋을 것 같다는 생각이 들었다.

탐구 6 천연 자외선 차단제에 들어갈 원료와 성분 정하기

-탐구재료: 시중에 판매되는 천연 자외선 차단제 만들기 키트(믹스오일, 올리브유화왁스, 정제수, 그린검, 티타늄디옥사이드+징크옥사이드, 천연방부제, 에센셜오일 등), 미역 분말, 다시마분말, 우뚝가사리 분말



<천연 자외선 차단제 만들기 키트>



<미역, 다시마, 우뚝가사리 분말>

-탐구방법

- 천연 자외선 차단제를 만들기 위해 반드시 필요한 원료들을 조사한다.
- 탐구했던 해양 생물 원료들을 어떤 방식으로 어느 정도 넣을지 결정한다.

-탐구질문

- ① 자외선 차단을 하기 위해 꼭 들어가야 하는 화장품 원료와 각각의 역할은 무엇일까?
- ② 우리가 찾은 해양 생물을 어떻게 넣는 게 가장 좋을까?

-탐구내용

- 자외선 차단제 원료의 역할 찾기: 천연 차단제 만들기 키트를 분석해보자!
- 우리가 찾은 해양 생물을 어떻게 넣는 게 가장 좋을까?

(1) 원료 형태에 대한 고민

(→초등학생 수준에서 가능한 추출 방법을 생각해 본 것입니다.)

| 해양 생물 | 액상형태 | 분말형태 | 기타   |
|-------|------|------|--|
| 미역    | ○    | ○    | 점액의 형태를 가장 잘 띄며 냄새도 심하지 않음.                        |
| 다시마   | ○    | X    | 점액의 형태는 얻기 어려웠으나 물에 우려 추출물을 얻을 수 있음. 냄새도 심하지 않음.   |
| 우뚝가사리 | X    | ○    | 물에 우려 추출물을 얻기는 어려우나 분말의 형태는 가능함. 냄새도 심하지 않음.       |
| 모자반   | X    | X    | 냄새가 가장 심하고 점액질 형태가 나타나지 않아 액상 형태, 분말 형태 모두 넣기 어려움. |

(2) 양에 대한 고민

: 정제수의 양을 줄인만큼 해양 생물을 첨가한다. 예를 들어 자외선 차단제 만들기 키트에 필요한 정제수의 양이 200ml인데 해양 생물을 5ml 정도 넣는다면 정제수는 195ml로 줄게 된다.

(3) 언제 넣을 것인가에 대한 고민

: 액상 형태로 넣을 경우에는 수상층을 만들 때 넣도록 한다.  
분말 형태로 넣을 경우에는 마지막에 후첨하도록 한다.

탐구 7 천연 자외선 차단제 만들기(1)

**-탐구재료:** 실험복, 보안경, 장갑, 미역분말 5g, 우뭇가사리분말 5g, 전자저울, 비커 3개, 삼발이, 알코올램프, 점화기, 온도계, 호호바오일 20ml, 올리브유화왁스 20g, 정제수 190ml, 그린검20g, 그린ps 천연방부제10ml, 라벤더오일1ml, 용기 4개 등

**-탐구방법**

· 분말 형태의 해양 생물을 이용하여 천연 자외선 차단제를 직접 만들어본다.

**-탐구질문**

- ① 미역 분말과 우뭇가사리 분말로 크림 형태의 자외선 차단제를 만들 수 있을까?
- ② 색은 어떻게 나오게 될까?
- ③ 발랐을 때 느낌은 어떨까? 피부에 잘 스며들까?

**-탐구내용**

- 실험1 : 미역분말 자외선 차단제 만들기
- 실험2 : 우뭇가사리 분말 자외선 차단제 만들기

| <자외선 차단제를 만드는 방법> |  |
|-------------------|--|
| 1.                | 사용할 도구들을 깨끗이 소독하고 준비합니다.                         |
| 2.                | 비커에 유상층을 모두 넣고 60℃ 정도로 가열합니다.                    |
| 3.                | 가열하면서 잘 녹을 때까지 저어줍니다.                            |
| 4.                | 다른 비커에 수상층을 모두 넣고 60℃까지 가열하면서 잘 저어줍니다.           |
| 5.                | 온도가 60℃정도가 되면 4번의 수상층 비커의 재료를 2번 유상층에 넣고 섞어 줍니다. |
| 6.                | 용액이 40℃정도로 내려가면 천연방부제와 에센셜오일을 넣고 잘 섞어 줍니다.       |
| 7.                | 잘 소독한 자외선 차단제 용기에 넣어 줍니다.                        |

**-탐구결과**

|           | 우뭇가사리 분말 자외선 차단제                     | 미역 분말 자외선 차단제   |
|-----------|--------------------------------------|---|
| <b>형태</b> | 미역분말에 비해 더 쫀쫀한 크림 형태의 자외선 차단제가 나왔다.  | 다소 물처럼 보이긴 하지만 어느 정도의 점성은 가지고 있어서 크림 용기에 담아 사용이 가능할 것 같다. |
| <b>색</b>  | 하얀색                                  | 아주 짙은 초록색   |
| <b>촉감</b> | 거칠거칠하고 알갱이가 느껴짐                      | 부드러움  |
| <b>향</b>  | 비린내가 전혀 나지 않음<br>첨가한 오일 덕분에 라벤더 향이 남 | 비린내가 전혀 나지 않음<br>첨가한 오일 덕분에 라벤더 향이 남                      |

|       |   |  |
|-------|---|--|
| 흡수력   | 때처럼 피부에 다 남고 흡수되지 않음  | 때처럼 피부에 다 남고 흡수되지 않음   |
| 세정력   | 흐르는 물에 잘 씻겨 나감  | 흐르는 물에 잘 씻겨 나감   |
| 참고 사진 |  <p>바르기 전 → 바른 후</p> |  <p>바르기 전 → 바른 후</p> |
| 결론    | 색이나 향은 기존의 자외선 차단제와 비슷하여 거부감이 없으나 발랐을 때의 흡수력이 좋지 않고 촉감 또한 좋지 않아 피부에 바르는 용도로는 부적합하다.                   | 향은 기존의 자외선 차단제와 비슷하여 거부감이 없으나 색이 너무 초록색이라 거부감이 들고 발랐을 때의 흡수력이 좋지 않고 촉감 또한 좋지 않아 피부에 바르는 용도로는 부적합하다.    |

**탐구 8 자외선 차단력 실험(1)**

-탐구재료 : UV랜턴, 자외선 조사 카드, 미역 분말 자외선 차단제, 우뚝가사리 분말 자외선 차단제, OHP필름, 일회용 장갑, 네임펜 등

-탐구방법 : ‘미역 분말 자외선 차단제’와 ‘우뚝가사리 분말 자외선 차단제’의 자외선 차단력을 테스트해보자.

**-탐구질문**

- ① 자외선을 교실로 어떻게 옮겨 올까?
- ② 자외선 차단력은 어떻게 테스트할 수 있을까?
- ③ 미역 분말, 우뚝가사리 분말 자외선 차단제는 자외선을 얼마나 차단할 수 있을까?

**-탐구내용**

- 실험1 : 미역 분말 자외선 차단제의 자외선 차단 테스트
- 실험2 : 우뚝가사리 분말 자외선 차단제의 자외선 차단 테스트

| 〈미역 분말과 우뚝가사리 분말 자외선 차단제의 자외선 차단 테스트 과정〉 |  |
|--|--|
| 1.                                       | 자외선 조사 카드에 UV 랜턴을 비추고 불빛이 닿은 부분이 보라색으로 변하는지 확인한다.  |
| 2.                                       | 미역 분말 자외선 차단제를 OHP 필름에 고르게 펴 바른다.  |
| 3.                                       | 미역 분말 자외선 차단제를 바른 OHP 필름을 자외선 조사 카드 위에 올려 놓고 UV 랜턴으로 불빛을 비추 후 미역분말 자외선 차단제를 바른 부분의 색 변화를 관찰한다. |

**-탐구결과**

|      | 미역 분말 자외선 차단제   | 우뚝가사리 분말 자외선 차단제   |
|------|---|--|
| 사진   |  |  |
| 관찰결과 | 얇게 발린 부분은 차단이 잘되지 않아 보라색으로 변했으나 두툼하게 발린 부   | 거의 모든 부분이 보라색으로 변했다.   |

|       |   |       |
|-------|---|-------|
|       | 분은 보라색으로 변하지 않았다.   |       |
| 차단효과  | 어느 정도 있음  | 거의 없음 |
| 종합 결론 | 일단 우리의 결론은 미역 분말 자외선 차단제가 자외선 차단 효과가 더 좋은 것으로 검증되었다. 그러나 자외선 차단제를 OHP 필름에 펴 바를 때 똑같이 바르지 못했던 것이 다른 결과를 불러일으킨 것 같아 아쉬웠다. 검정 유성펜은 자외선 차단 효과가 좋은 것으로 보아 색이 있는 자외선 차단제가 더 효과가 있는 것일까 궁금해졌다. |       |

**탐구 9** 천연 자외선 차단제 만들기(2)

**-탐구재료:** 실험복, 보안경, 장갑, 미역추출물 100ml, 다시마추출물 100ml, 전자저울, 비커 3개, 삼발이, 알코올램프, 점화기, 온도계, 호호바오일 20ml, 올리브유화왁스 20g, 그린검20g, 그린ps 천연방부제10ml, 라벤더오일1ml, 용기 4개 등

**-탐구방법**  
· 추출물 형태의 해양 생물을 이용하여 천연 자외선 차단제를 직접 만들어본다.

- 탐구질문**
- ① 미역 추출물과 다시마 추출물로 크림 형태의 자외선 차단제를 만들 수 있을까?
  - ② 색은 어떻게 나오게 될까?
  - ③ 발랐을 때 느낌은 어떨까? 피부에 잘 스며들까?

- 탐구내용**
- 실험1 : 미역 추출물 자외선 차단제 만들기
  - 실험2 : 다시마 추출물 자외선 차단제 만들기

**-탐구결과**

|       | 미역 추출물 자외선 차단제  | 다시마 추출물 자외선 차단제   |
|-------|---|---|
| 형태    | 뭉게 흐르지 않고 크림처럼 쫀쫀하다.  | 뭉게 흐르지 않고 크림처럼 쫀쫀하다.  |
| 색     | 하얀색   | 하얀색   |
| 촉감    | 부드러움  | 부드러움  |
| 향     | 살짝 미역 냄새가 나는 듯하나 라벤더 향이 더 강하게 느껴져서 거부감이 없다.   | 비린내가 전혀 나지 않음<br>첨가한 오일 덕분에 라벤더 향이 남  |
| 흡수력   | 피부에 발랐을 때 남김 없이 잘 흡수된다.   | 피부에 발랐을 때 남김 없이 잘 흡수된다.   |
| 세정력   | 물로 씻었을 때 잘 씻기지 않고 남아 있다.  | 물로 씻었을 때 잘 씻긴다.   |
| 참고 사진 | <br>바르기 전 → 바른 후           | <br>바르기 전 → 바른 후  |
| 결론    | 색이나 향 모두 거부감이 없고 발랐을 때 흡수력도 좋았다. 바른 후 촉촉한 느낌도 들고 다 흡수되어 산뜻하기도 했다. 물에 손을 씻었을 때 잘 안 지워지고 남아 있어 물놀이용으로 적당할 것 같다. | 색이나 향 모두 거부감이 없고 발랐을 때 잘 흡수되어 흡수력도 좋았다. 바른 후 촉촉한 느낌도 들어 좋았으나 세정이 너무 쉽게 되어 물놀이를 할 때 사용은 어려울 것 같고 일상 자외 |

|  |                          |
|--|--------------------------|
|  | 선 차단제 정도로 사용이 가능 할 것 같다. |
|--|--------------------------|

**탐구 10** 자외선 차단력 실험(2)

-**탐구재료** : UV랜턴, 자외선 조사 카드, 미역 추출물 자외선 차단제, 다시마 추출물 자외선 차단제, OHP필름, 일회용 장갑, 네임펜 등

-**탐구방법** : ‘미역 추출물 자외선 차단제’와 ‘다시마 추출물 자외선 차단제’의 자외선 차단력 테스트하기

-**탐구질문**

- ① 자외선을 교실로 어떻게 옮겨 올까?
- ② 자외선 차단력은 어떻게 테스트할 수 있을까?
- ③ 미역 추출물, 다시마 추출물 자외선 차단제는 자외선을 얼마나 차단할 수 있을까?

-**탐구내용**

- 실험1 : 미역 추출물 자외선 차단제의 자외선 차단 테스트
- 실험2 : 다시마 추출물 자외선 차단제의 자외선 차단 테스트

-**탐구결과**

|       | 미역 추출물 자외선 차단제  | 다시마 추출물 자외선 차단제  |
|-------|---|--|
| 사진    |    |  |
| 관찰 결과 | 자외선 차단제가 발린 부분은 차단이 잘되어 보라색으로 변하지 않고 하얀색으로 남아 있었다.  | 자외선 차단제가 발린 부분은 차단이 잘되어 보라색으로 변하지 않고 하얀색으로 남아 있었다.                                   |
| 차단 효과 | 좋음  | 좋음   |
| 종합 결론 | 지난 번 분말로 만든 자외선 차단제보다 훨씬 더 좋은 자외선 차단 효과를 보였다. 미역 추출물과 다시마 추출물 둘 다 비슷하게 자외선 차단 효과가 있었고 실제로 확인했을 때 미역이 조금 더 자외선을 차단해 주는 것 같았다. 흡수력이나 세정력, 자외선 차단력을 따져보았을 때 종합적으로 미역 추출물 자외선 차단제가 사용했을 때 만족도가 높을 것 같다. |  |

**탐구 11** 캠페인 자료 만들고 오프라인 활동하기

-**탐구재료**: 10ml 공병 10개, 5ml 공병 10개, 미역 추출물 자외선 차단제, 다시마 추출물 자외선 차단제, 접착 봉투, 라벨지, 검은색 도화지, 마카, 파스넛, 우드락 등

-**탐구방법**

- 지난 탐구 때 만든 천연 자외선 차단제를 샘플 용기에 옮겨 담는다.
- 사람들이 읽을 만한 간단한 캠페인 자료를 그림판을 사용하여 제작한다.

**-탐구내용**

- 천연 자외선 차단제 샘플 용기에 옮겨 담고 홍보자료와 함께 포장하기,
- 캠페인용 피켓 만들기



**-탐구결과**

· 학교 교장실과 교무실에 가서 교장 선생님과 교감 선생님께 직접 홍보 활동을 하고 격려를 받았습니다. 그리고 유해 물질이 들어간 자외선 차단제를 사용하지 않겠다는 다짐을 받아 내었습니다. (코로나 19로 마스크를 쓰고 사진 촬영을 하였습니다.)

**탐구 12** 영상을 제작하고 온라인 활동하기

**-탐구재료:** 스마트폰

**-탐구방법**

- 앞서 한 탐구내용들을 영상으로 제작한다.
- 유튜브에 ‘해가빛탐험대’ 계정을 신설하고 제작한 영상을 꾸준히 올린다.

**-탐구내용**

- ‘블로’ 와 ‘키네마스터’ 앱을 활용하여 앞서 한 탐구 영상을 제작한다.
- ‘해가빛 탐험대’ 라는 이름으로 유튜브 계정을 신설한다.
- 만든 동영상은 2~3일에 하나씩 꾸준히 올리고 홍보 활동을 한다.

**-탐구결과**

- 구독자수와 동영상 조회수가 꾸준히 늘어났다.



**○ 결과**

-탐구 1을 통해 ‘자외선’에 대해 자세히 알게 되었고 우리가 아무렇게 얇게 쓰는 자외선 차단제가 해양 생물들을 위협하고 있다는 것을 알게 되었다.

-탐구 3에서는 직접 설문 조사를 하고 결과를 정리해보았다. 친구들은 현재 사용하고 있는 자외선 차단제의 성분에는 관심이 없었지만 설문을 통해 유해물질이 들어 있는 자외선 차단제를 계속 사용하지 않겠다는 뜻을 밝혀주었다. 앞으로의 탐구 방향이 자



외선 차단 지수가 높은 천연 자외선 차단제를 만드는 것으로 정해졌다.

-탐구 4, 5에서는 우리가 흔히 볼 수 있는 해양 생물들 중 화장품 원료로 적합한 것을 찾아보는 실험을 했다. 미역귀, 다시마를 구해 다양한 방법으로 관찰해보았고 난생 처음 해조류의 점액질을 생생하게 보았다. 옥토넷에서 본 점액 형태를 찾게 되었고 이걸 어떻게 화장품에 넣을지 고민해보게 되었다. 우뚝가사리와 모자반은 냄새도 너무 심하고 점액질의 형태가 나오지 않아 실망스러웠다.

-탐구 6에서는 천연 자외선 차단제에 들어갈 원료와 성분을 결정짓는 회의를 했다. 앞서 한 실험 결과를 놓고 어떤 형태로 차단제를 만들면 좋을지 고민해보았다. 결론은 미역은 액상과 분말 형태를 모두 사용하고 우뚝가사리는 분말만 사용해보기로 했다. 다시마는 액상 형태만 사용해보기로 했다.

-탐구 7과 9는 우리가 정한 재료로 직접 자외선 차단제를 만들어보는 실험을 했다. 분말 형태의 자외선 차단제들은 도저히 사람들에게 나누어 줄 수 없을 정도로 까끌거리거나 색이 이상했다. 하지만 탐구 9에서 만든 추출물 형태의 자외선 차단제는 성공적이어서 다음 탐구로 진행할 수 있었다.

-탐구 8과 10은 UV 램프와 자외선 조사 카드를 사용하여 우리가 만든 자외선 차단제가 얼마나 자외선을 차단해주는지 테스트해보았다. 캄캄한 실험실에서 UV램프를 쬐며 결과를 기다리는 순간이 정말 즐거웠다. 탐구 8에서는 실망스러운 결과에 속상하였지만 탐구 10에서는 환호성을 지르며 기뻐했다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 해양 생물 원료 자체만으로 자외선 차단기능이 있는 건 없을까?
  - 사실 우리는 옥토넷에 나왔던 ‘버섯산호기름’ 처럼 그 자체만으로도 자외선 차단제의 역할을 하는 해양 생물을 찾고 싶었다. 하지만 원료 자체가 자외선 차단제가 되는 것은 현재 우리 수준에서는 찾기 힘들었다. 더 깊이 공부해서 꼭 찾고 싶다.
- 해양 생물을 원료로 하는 자외선 차단제는 가능할까?
  - 분말형태는 매우 까끌거리려 화장품 기능이 어려웠고 자외선 차단력도 좋지는 않았다. 하지만 추출물을 이용해 만든 차단제는 흡수력도 좋고 자외선 차단력도 좋았다.
- 스마트 콘텐츠를 활용하여 홍보 활동하기
  - 코로나19로 인해 적극적인 캠페인 활동을 벌일 수 없었고 우리 수준에서 스마트 콘텐츠를 개발하는 것도 어려웠다. 그래서 탐구 방향을 영상 제작쪽으로 바꾸었고 유튜브에 영상을 꾸준히 만들어 올림으로써 성실히 탐구 수행을 하였다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 해양 바이오 산업에 대한 관심 증가
  - 자외선 차단제에 들어갈 원재료를 탐색할 때 다양한 해양 생물들이 거론되었다. 흔히 볼 수 있는 해조류 외에도 게 껍질이나 조개, 생선 등을 활용할 수 있는 방법은 없을까 고민해보며 해양 바이오 산업에 큰 관심을 가지게 되었다.

- 환경 보호에 대한 관심 촉구
  - 병든 산호초, 바다의 골칫덩어리가 되어버린 갯생이 모자반 등을 보며 인간이 얼마나 해양 생태계를 파괴하고 있는지 실감했다. 특히나 최근 일본 선박이 모리셔스의 산호초 바다를 죽음의 바다로 만든 뉴스는 우리 모두를 슬프게 했다. 이런 마음을 담아 천연 자외선 차단제를 사용해 달라는 홍보 문구를 만들고 캠페인 활동을 벌이며 환경 보호에 대한 사람들의 관심을 촉구하였다. 우리의 작은 움직임이 나비 효과처럼 커져 미래 해양 환경에 도움이 되었으면 좋겠다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 설문 조사지 작성의 어려움
  - 우리가 궁금해하는 점들을 설문문항으로 만드는 데 시간과 노력이 참 많이 들었다.
- 용어 사용의 어려움
  - 초등학생 수준에서 수행하는 탐구여서 어려운 과학 용어에서 어려움을 느꼈다.
- 코로나19로 인한 어려움
  - 온라인 수업 기간에는 학교에 나와서 실험하는 것이 불가능하였다.
- 스마트 콘텐츠를 개발의 어려움
  - 책으로 공부하는 스마트 콘텐츠 개발은 우리에게 너무 어려웠다. 전문가의 도움을 받거나 더 공부해서 꼭 친구들이 좋아할 만한 게임이나 자료를 만들어 보고 싶다.

### ○ 알게 된 점

- 해양 오염의 심각성
  - 대부분의 저렴한 자외선 차단제들은 유해 화학 물질을 포함하고 있으며 이것이 우리의 소중한 바다를 서서히 오염시키고 있다.
- 자외선 차단제 만들기의 난이도
  - 잠깐의 시간과 노력으로 1년정도 사용할 양의 자외선 차단제를 똑딱 만들어 볼 수 있다. 실제 실험은 너무나 재미있었고 부모님과 하기 어렵다면 학교에서 친구들과 함께 또 만들어보고 싶다는 생각이 들었다.
- 홍보의 중요성
  - 교실과 과학실에서 조용히 실험해서 우리가 무엇을 하고 있는지 아무도 몰랐다. 하지만 홍보 피켓을 들고 샘플을 나누어주며 홍보 활동을 하는 순간 모든 친구들과 선생님들이 격려해주었고 환경 보호 운동을 함께 하기로 다짐해주었다.

### ○ 기타

- 유해 화학물질이 들어 있는 자외선 차단제에 대한 사람들의 인식을 온라인 폼을 활용하여 설문조사한다 → 학교 등교 기간에 친구들에게 직접 설문 조사하였다.
- 대전양지초 5학년을 대상으로 창의적 체험활동 시간을 활용하여 스마트 콘텐츠를 소개하고 사용 소감 및 후기를 들어본다. → 동영상 제작 당시 여름방학이 시작되어 창작 시간을 활용하지는 못하고 유튜브 주소를 공유하여 친구들이 볼 수 있도록 하였다.

## 5. 참고문헌

NAVER 지식 백과 - ‘자외선’

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1137712&cid=40942&categoryId=32238>

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |             |    |          |
|-------|-------------|----|----------|
| 팀명    | 평택새빛초 해양탐험대 |    |          |
| 학생명   | 박지민, 유혜린    | 학교 | 평택새빛초등학교 |
| 지도교사명 | 장덕진         | 학교 | 평택새빛초등학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 기초탐구과정 기반 '패각류'분류 및 활용법 탐구<br>(굴패각 재활용 방법을 중심으로)  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 9일 ~ 2020년 8월 26일  |
| 탐구목적    | 1. 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 조개를 우리만의 기준으로 쉽게 분류하는 방법을 만들 수 있다.<br>2. 패각(껍데기)이 쓰레기 및 폐기물로서 매우 큰 사회문제를 일으키고 있는데 이를 재활용할 수 있는 방안을 탐구해본다.  |
| 탐구내용    | 1. 체험학습(갯벌체험학습, 씨큐리움)을 통한 해양생물감수성 함양 및 조개류에 대한 이해 증진<br>2. 관찰,분류,측정을 통한 조개분류법 탐구<br>3. 패각류 재활용 아이디어 확인 및 실험을 통해 검증 실시   |
| 탐구결과    | 무게와, 길이를 기준으로 백합조개(평균) : 길이 4.62cm, 무게 12.96g/모시조개(평균) : 길이 3.45cm, 무게 5.29g/동죽조개(평균) : 길이 3.66cm, 무게 5.94g/바지락(평균) : 길이 3.30cm, 무게 6.1g이었으며, 두께와 표면의 매끈한 정도, 볼록한 정도 등을 통해서 조개류를 분류할 수 있었다. 그리고 굴패각비료를 활용해 탄산칼슘 분필을 만들어서 재활용 아이디어를 한 가지 확인해보았다. |
| 결론 및 의의 | -초등학생이 쉽게 분류할 수 있는 조개류 4가지 구분법 생성<br>-재활용 방안으로 전국의 수많은 학교, 학원 등에서 쓸 수 있는 '분필만들기'방안을 제시<br>-실험설계 및 시행에 걸리는 시간이 생각보다 오래 걸리고 코로나로 인해 탐구시간이 부족하여 원래 계획보다 많은 실험을 수행하지 못한 아쉬운 점이 있었다. 다음에 탐구할 때는 특정 분야를 집중적으로 탐구하고 싶다.                                |





국립해양생물지원관  
MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA

## 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |   |
|-------|---|
| 탐구 주제 | 기초탐구과정 기반 ‘패각류’ 분류 및 활용법 탐구<br>(굴패각 재활용 방법을 중심으로) |
| 팀명    | 평택새빛초 해양탐험대                                       |

### 1. 탐구 동기 및 목적

#### ○ 탐구 동기

4학년에 지층과 화석 단원에서 ‘조개화석’ 만들기에 대해 배운 두 명의 5학년 학생들은 해양생물 중 우리의 생활환경에서 가장 쉽게 찾아볼 수 있는 ‘패각류’에 대해 관심을 가지게 되었습니다. 이에 따라 우리가 흔히 ‘조개’로만 표현하는 패각류를 관찰 분류 및 측정하여 정확하게 그 특징을 살펴보고 여러 친구들에게 나눔할 수 있는 다양한 콘텐츠를 만들고 싶어졌습니다.

더 나아가 포털사이트를 검색하던 중 특히 ‘굴패각(굴껍데기)’의 활용과 관련된 많은 뉴스들을 보게 되었습니다. 우리의 식탁을 책임지는 굴(석화)이 껍데기로 인해 수십 년째 고통을 받고 있었습니다. 이 굴 껍데기를 활용할 방안이 개발되면 이내 곧 다시 쓰레기가 쌓이는 등 최근까지도 정확하게 해결이 되지 않고 있는 사회문제를 발견할 수 있었습니다. 따라서 우리는 패각류에 대한 기초탐구를 기반으로 굴패각 처리방법과 관련된 기존의 대안적 방법에 대해 종류와 그 과정을 한 번 따라서 탐구해보고 우리만의 ‘굴패각 문제해결방법’을 탐구해보기로 하였습니다.



#### ○ 탐구 목적

- 본 탐구를 통해서 우리가 수행하고자한 목적은 다음과 같습니다.

첫 째, 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 조개를 분류하는 우리만의 기준을 만들어 친구들이 쉽게 조개의 종류를 구별할 수 있는 방법을 만들고자 합니다. 둘째, 굴패각 및 조개껍데기 등을 이용해 그 재활용방법을 탐구하여 쓰레기로 버려지는 자원을 새롭게 하는 방법에 대해서 탐구해서 그 방안을 주변에 널리 알려주고 싶었습니다. 이를 통해 해양생물 중 우리가 쉽게 접할 수 있는 패각류를 좀 더 잘 이해하고 싶었습니다.

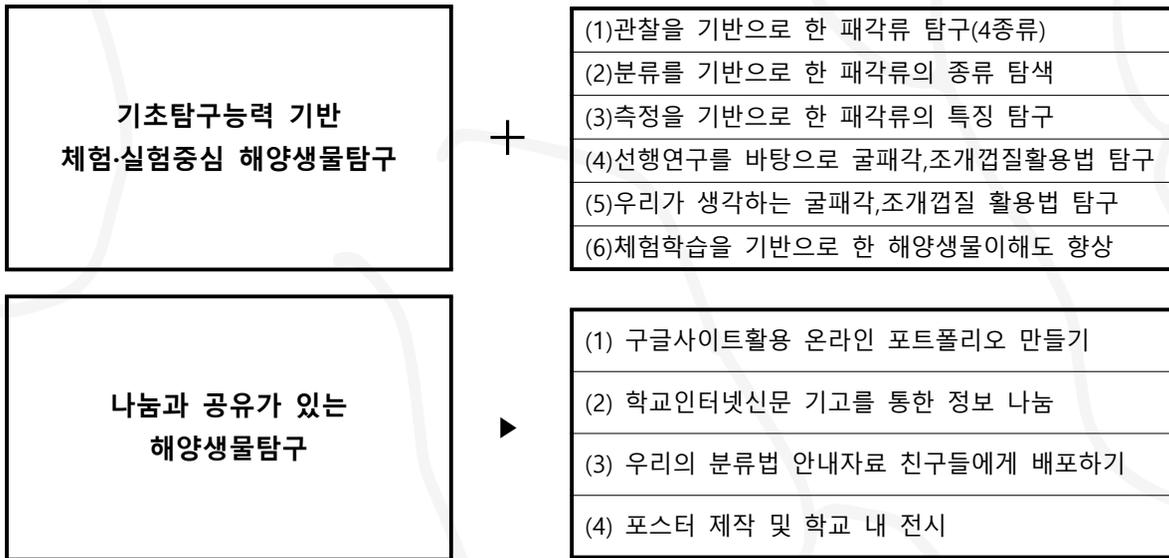
## 2. 탐구 내용 및 결과

## ○ 내용

| 활동명                                   | 활동일자                           | 탐구내용  | 방법               |
|---------------------------------------|--------------------------------|---|------------------|
| [1]해양생물 사전에서 찾아보기                     | 6.9(화)<br>14:00-15:30          | 사전에서 해양생물을 찾아보고<br>해양생물 분류표를 확인하고<br>궁금한점 탐구하기    | 자료<br>수집         |
| [2]갯벌에 대해서 인터넷에서 찾아보기                 | 6.11(목)<br>14:30-15:30         | 갯벌의 정의와, 갯벌의 특성을 인터넷에서<br>찾아서 정리하고 이야기해보기         | 자료<br>수집         |
| [3]온라인 씨큐리움 탐험하기                      | 6.16(화)<br>14:00-15:30         | 온라인 씨큐리움을 탐방하고<br>궁금한 점과 신기한 점을 알아보기              | 자료<br>수집         |
| [4]굴의 성분과 껍데기 알아보기                    | 6.18(목)<br>14:00-15:30         | 굴의 성분과 껍데기의 뜻, 기존의 껍데기<br>재활용방안 알아보기              | 자료<br>수집         |
| [5]갯벌체험학습 (제부도)                       | <b>6.20(토)-가정</b>              | <b>가족과 제부도 갯벌 탐방가기</b>                            | <b>자료<br/>수집</b> |
| 1차 자료 정리하기                            | 6.23(화)<br>14:00-15:30         | 1차 자료 정리하기 및<br>기사 및 사이트 작성 원고준비                  | 자료<br>정리         |
| 구글 문서 쓰는법 배우기(사이트작성)                  | 6.25(화)<br>14:00-15:30         | 해양생물도감 구글 사이트 제작시작                                | 자료<br>제작         |
| 학교 인터넷 신문 기사 작성법 교육                   | 7.1(수)<br>14:00-15:30          | 인터넷학교신문 기사 작성 및 등록<br>강의 듣기(ZOOM 경기도교육청)          | 실험               |
| [6]갯벌체험학습 (왜목마을)                      | <b>7.5(일)<br/>08:00-16:00</b>  | <b>갯벌의 해양생물<br/>탐구 및 껍데기수집</b>                    | <b>자료<br/>수집</b> |
| [7]왜목마을 채취 조개류 탐구                     | 7.7(화)<br>14:00-15:30          | 굴, 조개, 고둥, 바지락 탐구                                 | 자료<br>제작         |
| [8]마트에서 구할 수 있는 껍데기류 탐구하기(1차)         | 7.9(목)<br>14:00-15:30          | 동네마트에 파는 껍데기류를 찾아보았는데<br>우리 학교앞 마트에는 바지락만 존재      | 탐구<br>및<br>실험    |
| [9] 껍데기류 특이점 탐구                       | 7.11(화)<br>14:00-15:30         | 껍데기류의 종류-바지락<br>바지락 관찰도중 특이점 탐구계획세우기              | 자료<br>수집         |
| 2차 자료 정리하기                            | 7.14(화)<br>14:00-15:30         | 2차 자료 정리하기  | 자료<br>제작         |
| [10] 씨큐리움 현장체험학습                      | <b>7.20(토)<br/>08:20-17:10</b> | <b>씨큐리움 현장체험학습</b>                                | <b>자료<br/>수집</b> |
| [11]구글사이트 제작하기                        | 7.28(화)<br>14:00-15:30         | 탐구일지 및 사이트에 자료 올리기                                | 자료<br>제작         |
| [12] 주제탐구계획세우기                        | 7.30(목)<br>14:00-15:30         | 주제 탐구계획 세우기<br>(조개껍데기 활용방안)                       | 탐구<br>계획         |
| (13) 굴껍데기 재활용 기준 연구 아이디어 확인           | 방학 중, 원격<br>8. 5(수요일)          | 굴껍데기 비료 아이디어 확인                                   | 자료<br>수집         |
| (14) 마트에서 파는 우리 주변의 조개류 관찰 및 측정하기(2차) | 방학 중, 원격<br>8. 7(금요일)          | 동죽, 모시조개, 백합조개의 길이와 무게를<br>직접 측정하기                | 자료<br>수집         |
| (15) 조개 관찰 결과 정리하기                    | 방학 중, 대면<br>8. 11(화요일)         | 조사 결과 정리하기 및<br>더 알고 싶은 점 알아보기                    | 자료<br>정리         |
| (16) 조개 껍데기 활용방법 아이디어 탐구하기            | 방학 중, 집에서<br>8. 13(목요일)        | 개별 사례 탐구 후 아이디어 발견하기<br>(4가지 : 칼슘영양제,네일아트,픽서,소화기) | 자료<br>수집         |
| (17) 조개 분류법 찾아보기                      | 방학 중, 집에서<br>8. 14(금요일)        | 조개를 분류하는 공식적인 기준 알아보기                             | 자료<br>수집         |

|                                       |                        |   |           |
|---------------------------------------|------------------------|---|-----------|
| (18) 우리가 만든<br>조개분류기준                 | 8.18(화)<br>14:00-15:30 | 우리 주변의 대표 4종 조개를 분류하는<br>우리만의 분류기준을 만들어보기 | 자료<br>정리  |
| (19) 분필만들기실험                          | 8.20(목)<br>14:00-15:30 | 조개껍데기 활용방안 탐구<br>1)분필만들기 실험               | 실험<br>관찰  |
| (20) 수질정화실험<br>탐구계획 세우기               | 8.24(월)<br>14:00-15:30 | 수질정화실험 계획세우기                              | 계획        |
| (21) 굴패각껍질을 활용한<br>분말소화기 만들기<br>계획세우기 | 8.25(화)<br>14:00-15:30 | 분말소화기 계획세우기                               | 계획세<br>우기 |
| (22) 결과보고서 만들기                        | 8.26(화)<br>14:00-15:30 | 결과보고서 작성하기                                | 정리        |

○ 방법



본 탐구를 진행하는 과정 중에 학생들이 선택한 방법은 다음과 같습니다. 우선 학생들이 가장 관심 있어하며 일상생활 속에서 쉽게 찾아볼 수 있는 해양생물인 조개 및 굴 등 ‘패각류’를 중점으로 탐구하게 되었습니다. 이에 따라 초창기에는 우리들이 관심있어 하는 조개류들을 직접 채취하고 관찰할 수 있도록 갯벌에 체험학습을 가기도 하고, 씨큐리움에 방문하여 다양한 분류법에 대해서 찾아보고 각종 자료를 수집하는데 중점을 두었습니다. 그리고 연구의 후반기에 들어가면서 우리는 좀 더 우리가 수집한 자료들을 정교화하고 여러 가지 실험을 위한 설계를 실시하여 실험을 위한 준비를 해 보았습니다.

○ 결과

탐구에 있어서 가장 먼저, 여러 번의 현장체험학습을 통해 알게 된 점은 우리가 아는 조개의 껍데기는 그 자체로 생물이 아니라 연체동물인 조개가 들어가서 사는 집이라는 것을 가장 우선적으로 알게 되었습니다. 그리고 조개가 가만히 있는 동물인줄 알았는데 설새 없이 물을 뿜어대는 것을 확인할 수 있었고 움직이는 것을 알 수 있었습니다. 특히나 생명의 위협을 느꼈을 때 껍데기 밖으로 나오는 것을 눈으로 확인할 수 있었습니다. (예를 들어서 수질이 좋지 않을 때 밖으로 나오려고 한다)

<체험학습 - 제부도>

물때를 못맞춰서 밀물 직전에 도착해서 해변에서 조개잡기를 했다. 갯고둥, 작은 게, 바지락, 소라계를 잡아보았고 갈매기에게 먹이를 주었다.

\*갯고둥(갯다슬기)

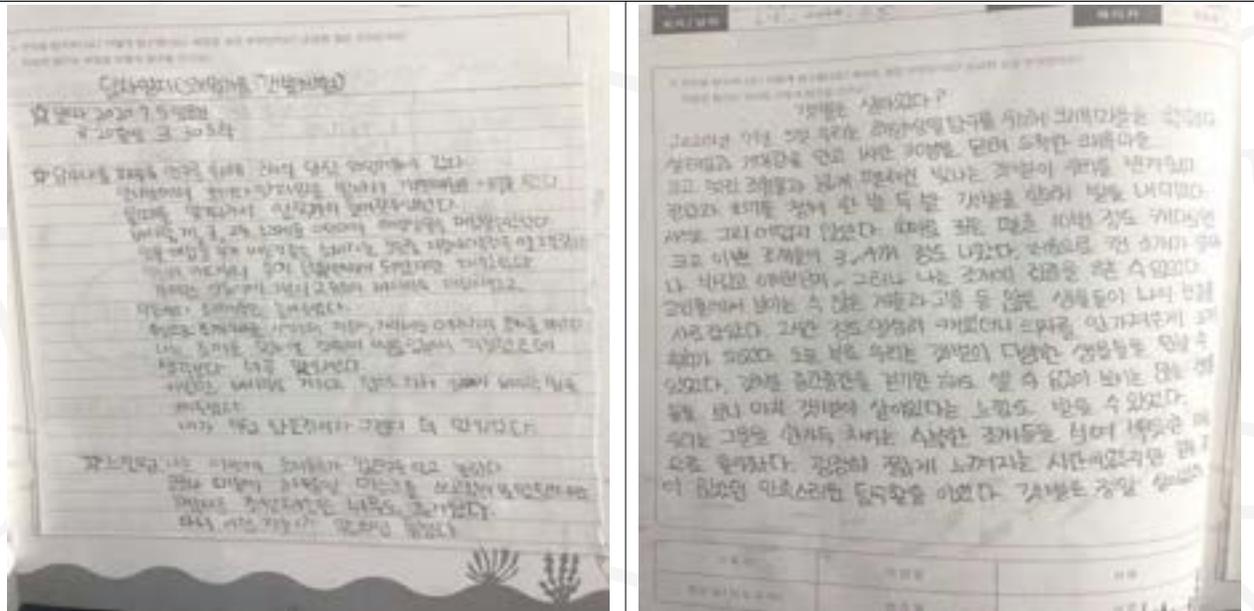
갯고둥과의 연체동물. 떼지어 생활함. 껍데기는 원뿔형으로 두껍고 단단하고 나선 모양으로 감겨져있는 선이 8층이다.

\*소라계

참집게상과인 절지동물(복부가 연합), 포식자로부터 보호하기 위해 고동류의 껍데기를 집으로 사용한다. 성장하면서 큰 껍데기로 이사한다. 큰 소라계가 사용하던 껍데기를 버리면 작은 소라계가 다시 재활용한다. 빈 껍데기의 수는 고동류와 소라계의 수에 비례한다.

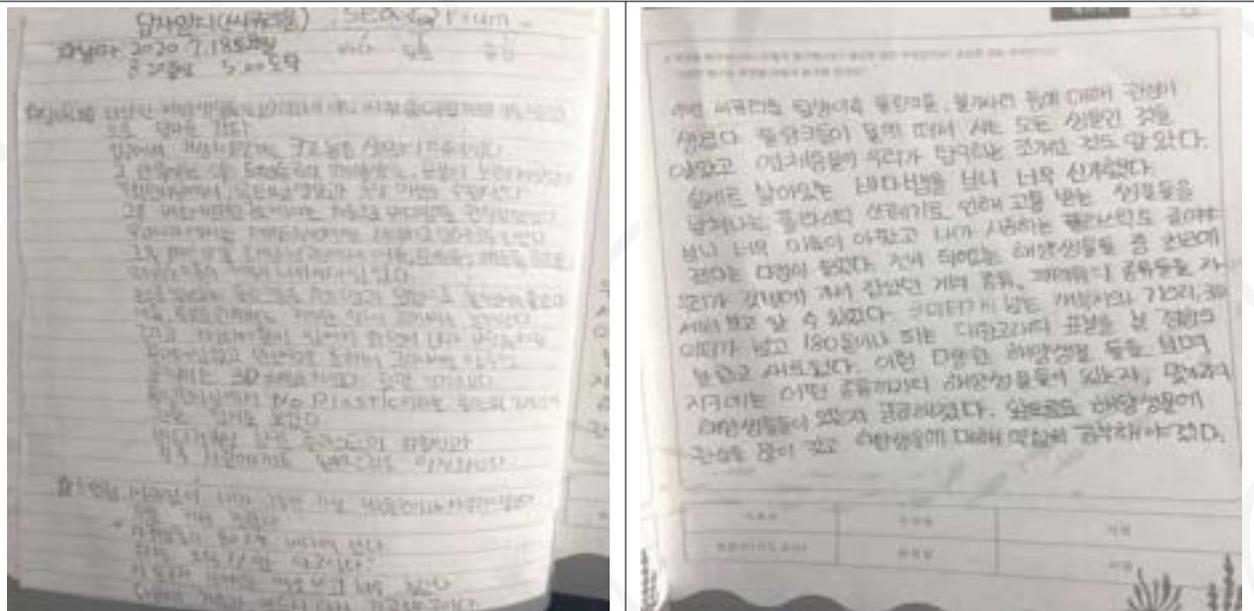
제부도에서는 맛조개와 썩(갯가재)를 잡을 수 있다고 한다. 코로나가 끝나면 일찍 가서 오랫동안 갯벌 체험을 해보고 싶다.

<체험학습 왜목마을>



왜목마을을 다녀와서 (좌)지민, (우)혜린

<체험학습 씨큐리움(+국립생태원)>



씨큐리움을 다녀와서 (좌)지민, (우)혜린

[왜목마을에서 채취한 조개의 관찰 탐구]

<왜목마을 채취 조개의 겉모습>

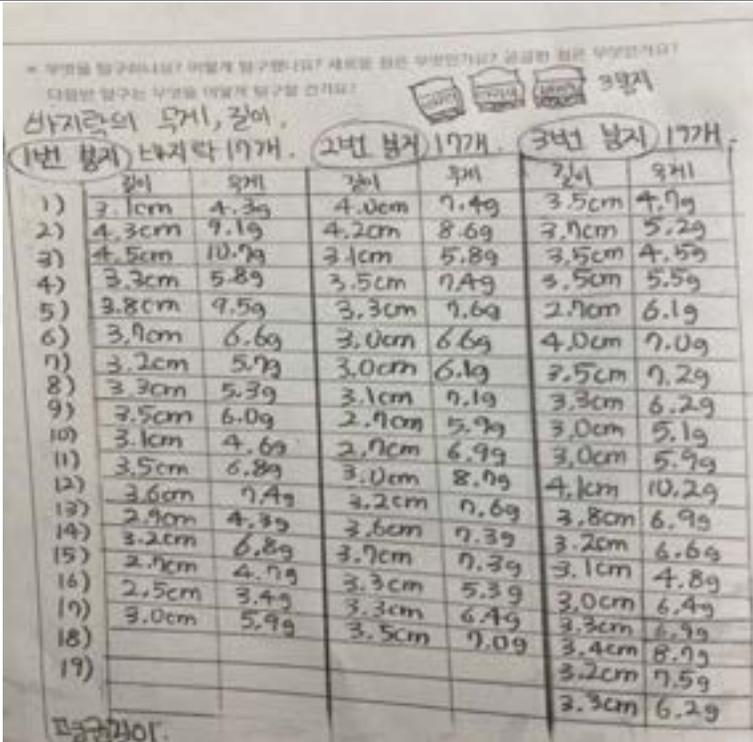
|   |      |                          |                                  |       |         |         |
|---|------|--------------------------|----------------------------------|-------|---------|---------|
|  | *혜린  |                          | *지민                              |       |         |         |
|   |      | 무게(g)                    | 길이(cm)                           |       | 무게(g)   | 길이(cm)  |
|   | 굴    | 4.2g, 6.4g               | 3.9cm<br>5cm                     | 바지락1  | 3.0g    | 1.7&1.5 |
|   | 조개   | 2.5g, 2.6g<br>1.3g, 4.4g | 3.1cm<br>4.2cm<br>4.3cm<br>4.3cm | 바지락2  | 2.0g    | 1.5*1   |
| 고둥  | 3.7g | 2cm                      | 바지락3                             | 2.3g  | 1.8*1.8 |         |
|   |      |                          | 바지락4                             | 3.1g  | 1.7*1.4 |         |
|   |      |                          | 굴                                | 10.5g | 3*2     |         |

왜목마을의 바지락은 1.3g - 4.4g 사이, 길이는 가로 기준 1.5cm ~ 4.3cm의 범위에 있었다. 평균 무게 2.65g, 평균길이 2.825cm였다.  
 굴은 4.2g~10.5g사이, 길이는 3.9~5cm사이였다. 평균 무게 : 7.03g, 평균길이 3.9cm였다.  
 고둥은 1개를 확인하였고 무게 3.7g, 길이 2cm였다.

[동네마트에서 구매한 조개(바지락) 관찰 탐구]

<동네마트의 패각류탐구 - 바지락의 평균을 알아보기>





시중에 판매되는 바지락에는 각각 17개, 17개, 19개의 바지락이 들어 있었다.  
 1번 봉지에 있는 바지락의 평균 길이는 3.36cm이며, 평균 6.01g이 나갔다.  
 2번 봉지에 있는 바지락의 평균 길이는 3.17cm이며, 평균 7.0g이 나갔다.  
 3번 봉지에 있는 바지락의 평균 길이는 3.37cm이며, 평균 6.4g이 나갔다.  
 전체 평균으로는 평균 길이 3.3cm, 평균 무게 6.47g이 나갔다.

[동네마트에서 구매한 조개(동족,모시조개,백합조개) 관찰 탐구]

<대형마트의 패각류탐구 - 동족조개, 모시조개, 백합조개>



시중에서 가장 많이 판매되는 조개의 종류인 동족,모시,백합조개의 길이와 무게를 측정한 결과는 다음과 같습니다.

백합조개(평균) : 길이 4.62cm, 무게 12.96g

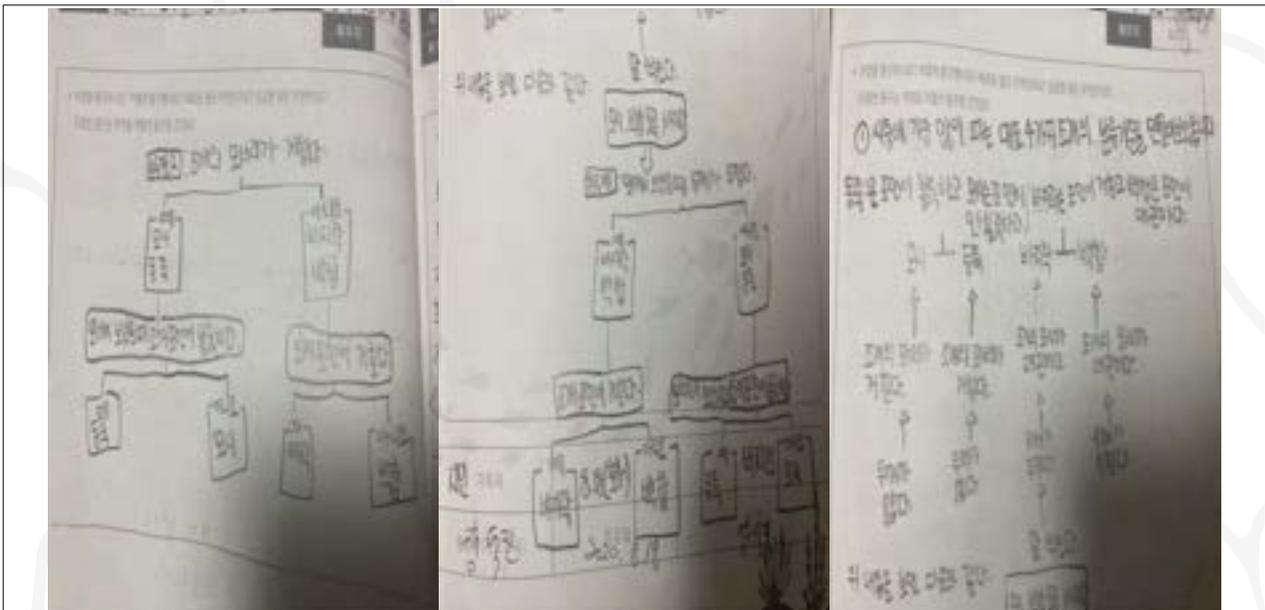
모시조개(평균) : 길이 3.45cm, 무게 5.29g

동족조개(평균) : 길이 3.66cm, 무게 5.94g

바지락(평균) : 길이 3.30cm, 무게 6.1g

▶백합조개는 그 크기와 길이가 가장 큰 것으로 다른 것에 비해서 무게와 크기만으로도 충분히 구분 가능해보였다. 하지만, 다른 것들은 거의 비슷하여서 다른 분류법이 필요해보였다.

[우리가 만든 우리만의 대표조개 분류법]



우리가 만든 조개분류법을 소개하면 다음과 같습니다. 4가지의 조개(바지락, 동족, 모

시, 백합)를 비교했을 때 무게와 크기로 명확히 구분되는 것은 백합이었습니다. 하지만 친구들이 쉽게 구분할 수 있는 조개분류법을 만들기 위해서 우리는 눈으로, 그리고 손으로 구별할 수 있는 구분법을 만들고자 하였습니다. 그 결과는 다음과 같습니다.

먼저, **두께를 기준**으로 구분하여 모시와 동죽은 상대적으로 두께가 얇고, 바지락 백합은 상대적으로 두꺼운 것을 확인했습니다. 그리고 모시와 동죽은 **조개의 모서리**가 거친데, 바지락과 백합은 조개의 모서리가 매끈하였습니다. 따라서 이렇게 2가지씩 나누어서 살펴볼 수 있고 추가적으로 모시와 동죽을 2차로 구분해보면 동죽은 **표면이 불룩**한데 반해 모시는 표면이 불룩하지 않고 평평했습니다. 그리고 바지락과 백합은 크기와 무게로도 구분할 수 있지만 **표면을 만져보면** 바지락은 표면이 거친데, 백합은 표면이 매끈하였습니다. 이러한 방법을 통해서 우리는 조개를 친구들이 쉽게 분류하는 법을 소개하였습니다.

[굴 및 조개껍데기 활용방안 탐구(기존 아이디어)]



우리가 온라인 쇼핑몰을 통해서 구매할 수 있었던 것은 크게 2가지였습니다. 패화석 비료와 껍데기를 활용해 만든 칼슘제였습니다. 즉, 현재 시장에서 인정받는 재활용방안은 껍데기 비료와 껍데기 칼슘제였습니다. 이 중 영양제는 그 비율이 미미했지만 패화석 비료의 경우 그 성분이 무려 98%에 달했습니다. 따라서 앞으로의 실험에서 우리가 직접 조개나 굴 껍데기를 갈아서 만들 수 없는 대신 비료를 넣는 방법으로 실험을 진행하였습니다.

[우리가 생각해본 아이디어]

기존의 시중에 나와 있는 아이디어를 제외하고 우리가 직접 생각해본 아이디어를 정리하면 다음과 같습니다.

- ①**분필** : 탄산칼슘 성분이 껍데기의 주성분을 이루고 있어서 분필을 만들면 어떨까라는 생각이 들었습니다. 분필 역시도 주성분이 탄산칼슘으로 알고 있고 분필은 전국에서 수많은 학교에서 사용하기 때문에 충분히 필요성도 있다고 생각하였습니다.
- ②**소화기** : 소화기 안에 분말가루가 들어있는데 이러한 소화기안에 탄산수소나트륨이

라는 재료가 들어가는 소화기가 있는 것을 알 수 있었습니다. 우리가 쓰는 탄산칼슘과 거의 비슷해보이고, 또 가루를 넣어서 공기가 들어가지 못하게 막는다면 불을 끄는데 충분히 쓸 수 있지 않을까 생각이 들었습니다.

③네일아트 : 도자기에 넣는 것처럼 네일아트(굽는 네일)에 친환경 재료로 쓰면 좋을 것 같았습니다.

④3D프린터재료 : 3D프린터 재료가 플라스틱에서 금속, 그리고 유리까지 확대되고 있는데 보존이 길고 친환경적인 폐각류 가루를 연구하여서 3D프린터 재료로 쓰면 활용도가 좋을 것 같습니다. 특히 병원 등에서 쓰면 플라스틱, 금속에 비해서 좀 더 사람들의 거부감이 적지 않을까 생각이 듭니다.

⑤수질정화 : 수질정화의 가능성에 대해서는 미처 생각해보지 못했었는데 멘토링해주신 선생님께서 이러한 것이 있다라는 것을 알려주셨고 여기에 대해서 기사와 자료를 찾아보게 되었습니다. 그 결과 조개를 넣었을 때 중금속의 제거와 p.H농도를 낮추어주는 효과가 있음을 알게 되었고 이로 인해 궁극적으로 수질이 정화됨을 알 수 있었습니다.

[아이디어 구현 및 실험 실시 (1)분필]



분필만들기 키트(탄산+석고)를 구매하여 먼저 만들어본 후 분필만들기 키트에 들어있는 탄산을 굴패각 98%인 ‘폐화석비료’를 넣어서 대체하여 만들어보았습니다. 그 결과는 놀라웠습니다. 폐화석비료를 넣은 분필이 훨씬 더 빨리 굳었고 필기하는 것은 똑같았으나 가루가 덜 날리는 것을 알 수 있었습니다. 칠판에 직접 써보니 우리가 기존에 알고 있는 분필과 완전히 똑같이 대체할 수 있었습니다. 그 결과 우리는 굴껍데기 -> 1차가공을 통한 폐화석 비료 -> 2차가공을 통한 분필로 쌓여있는 폐화석들을 재활용할 수 있음을 알 수 있었습니다.

[아이디어 구현 및 실험 실시 (2)수질정화]



우리는 조개의 수질정화 가능성을 탐구하기 위해 폐화석비료, 조개류, TDS측정기, p,H 측정을 위한 리트머스 종이, 토양미생물 검사키트 등을 준비하였습니다. 그러나 생각보다 기존 실험들을 차근차근 진행하는 데 시간이 많이 지나 실험을 설계하는 수준에서 탐구가 종료되었습니다.

그 외 추가적인 실험은 시간상의 문제로 보고서제출까지 시행하지 못했습니다.

제부도



왜목마을



씨큐리움



국립생태원



구글사이트(포트폴리오)



학교인터넷신문



패각류탐구1(동네마트)



패각류탐구2(이마트)



다양한 패각류를 미각으로 느끼다!



[탐구과정]



## [궁금한 점, 더 알고 싶은 점]

<‘패각류’는 주변의 환경에 영향을 받는지 궁금해졌다.>



위의 바지락 실험을 한 후 과학실을 떠나고 주말을 보냈는데 수조 안에 있던 바지락이 비린내를 풍기며 모두 죽어 있었다. 급하게 바지락을 꺼내서 물에 씻어도 껍질의 색깔이 검게 되어 있었다. 그 후 2일 정도가 지나서 가보았더니 다시 하얗게 저절로 껍질의 색이 변했다. 우리가 왜목마을에서 채취한 바지락과 마트에서 산 바지락을 비교해보아도 두 가지의 색차이가 눈에 드러나게 차이가 났는데 아마 패각류의 껍질은 몸이 아닌데도 주변의 환경에 어떻게 영향을 받는지 궁금해졌고 전문가분께 여쭙어보고 싶어졌다. -> 미처 전문가분에게 여쭙어보지 못해서 아쉬웠다. 그리고 다른 조개류는 괜찮은데 바지락류만 유독 주변 환경에 따라서 색깔 변화가 심하고 썩거나 하는 것이 심했다. 이것도 왜 그런지 추가적으로 궁금했다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

기초탐구과정(관찰,분류,측정)을 기반으로 하여 패각류를 분류 및 활용법을 탐구한 우리의 탐구의 종합적 결론을 다음과 같습니다. 시중에서 우리가 흔히 볼 수 있는 4가지 종류의 조개류를 분류해보면 ‘백합조개’가 다른 조개에 비해서 길이로는 평균 1cm이상(25%이상), 무게로는 2배 정도 차이가 나서 여러 조개들이 섞여 있을 때 좀 더 길고 큰 조개를 백합조개로 추측해볼 수 있을 것입니다. 그리고 4가지 조개를 우리가 쉽게 알 수 있는 분류기준으로 나누어보면 공통적으로 두께가 두껍고, 조개의 모서리가 매끈할 경우 바지락과 백합일 확률이 높으며, 두께가 얇고, 조개의 모서리가 거칠 경우 모시나 동죽일 확률이 높습니다. 여기에 추가적으로 각 조개의 표면을 만져보았을 때 동죽은 표면이 블록하고, 모시는 표면이 평평하며, 바지락은 표면이 거칠고, 백합은 표면이 매끈한 특징을 이용해서 정확하지는 않지만 초등학생의 수준에서 비교적 간단하게 비슷하게 생기고 우리 주변에서 쉽게 볼 수 있는 4가지 종류의 조개류를 쉽고 간단하게 구분해보는 방법을 찾을 수 있었습니다.

추가적으로 이미 많은 패각류의 재활용방법들이 나왔지만 실제로 시중에 적용이 되어서 판매되는 경우는 매우 적었는데 우리가 구할 수 있는 경우는 대표적으로 굴패각비료와 굴 및 조개 성분이 든 영양제 정도였습니다. 그 중 직접적으로 사용된 경우는 굴패각비료가 거의 유일하고 나머지는 사회문제가 될 정도로 폐기물이 쌓임을 알 수 있었는데 우리의 탐구실험 결과 ‘분필’을 만드는데 있어서 탄산칼슘 대신 굴패각비료를 넣어도 같은 결과를 도출할 수 있었으며 오히려 가루가 날리지 않는 것으로 확인이

되어서 이러한 조개 및 굴 등의 껍데기류를 재활용하는 방안으로 ‘분필’을 만드는 방법을 제안하고자 합니다. 추가적으로 아직 실험을 많이 진행해보지 못했지만 소화기로서의 사용가능성과 3D프린터의 재료로서의 가능성도 우리가 최초로 한 번 탐구를 해보고 싶습니다.

## ○ 의의(기대효과)

- ▶ 체험 및 실험중심 해양생물활동을 바탕으로 해양생물에 대한 관심과 이해를 증진하고 자율주제를 탐구하는 과정 속에서 꼬마과학자로 성장할 수 있다.
- ▶ 기존의 선행연구들을 생각해보고 탐구해가는 과정을 통해 과학자들의 탐구방법을 모방하여 익히고 이를 바탕으로 과학적 사고방법에 대해서 인식하고 수행할 수 있다.
- ▶ 해양쓰레기로 방치된 굴껍데기 문제를 해결하는 방안에 대해 시사점을 줄 수 있다.
- ▶ 구글사이트 및 유인물을 활용하여 탐구내용을 친구들과 나누어 함께 성장하는 해양생물 교육을 실현할 수 있다.

## ○ 활용방안

이상의 우리의 탐구결과를 활용할 방안은 다음과 같습니다. 현재 굴껍데기 및 조개류의 껍데기의 활용방안 중 그나마 가장 시장성을 인정받은 것은 ‘굴껍데기비료’였습니다. 하지만 이 역시도 ‘비린내’ 등의 이유로 시장에서 주류로 선택받지 못하고 있으며 전국적으로 널리 쓰이지 않고 있습니다. 우리의 탐구결과를 보면 굴껍데기 비료를 활용해 만든 분필은 충분히 잘 쓰였으며 가루가 적게 날리는 장점도 있었습니다. 그리고 분필을 쓰는 곳은 전국에 수많은 학교와 학원들이 있습니다. 따라서 굴껍데기를 가루로 1차 가공하고 분필로 2차 가공하여 사용하면 버려지는 자원을 경제성 있게 활용할 수 있는 방안이라고 생각이 들었습니다. 그리고 우리가 만든 우리만의 조개분류법을 활용하면 정확하지는 않지만 대략적으로 비슷한 조개류를 만졌을 때 시각과 촉각 등으로 1차적으로 기본 종류를 분류하는 데 유용하게 쓸 수 있을 것으로 기대됩니다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

-일단 가장 문제가 되었던 점은 바로 ‘코로나19’였습니다.

우리가 탐구를 진행하는 데 있어서 체험학습을 가는데 있어서도 제약이 있었고 모여서 탐구를 하는데도 힘들었습니다. 물론 소독을 하고 방과 후에 주2회 정도 과학실에 모여서 탐구를 진행하였지만 코로나로 인해서 자유롭게 탐구하는 데 있어서 많은 제약을 받았던 점이 아쉬웠던 것 같습니다.

또한, 우리가 탐구를 진행하면서 진행 과정 중에 어려웠던 점들은 다음과 같습니다.

1) 가장 먼저 해양생물인 조개류에 대한 정보를 얻을 곳이 많지 않았습니다.

강아지나 고양이 등 반려동물의 경우 많은 사람들이 관심을 가지고 있어서 인터넷에

많은 정보가 있었는데 조개류에 대해서는 그 종류와 구분법에 대해서 쉽게 설명해주는 곳이 없었고 자료를 찾는 데 많은 어려움이 있었습니다.

2) 실험의 설계와 수행에 너무 많은 시간이 걸렸습니다.

우리가 예상한 것과 달리 주 3시간~5시간 정도의 탐구시간으로는 실험을 제대로 계획하고 수행하기에 너무나도 벅찼습니다. 특히 중간에 방학이 있어서 휴가를 다녀와서 학교에 모이지 못하는 시기가 있어서 집중 탐구할 시기를 놓쳐서 많이 아쉬웠습니다. 우리는 하루에 한 실험씩 할 수 있을 줄 알았는데, 실제로는 하나를 진행하는 데도 너무 많은 시간이 필요해서 결국 8월 27일까지 모든 계획했던 실험을 수행하는 것이 어려웠습니다.

3) 철에 맞는 탐구수행을 해야 합니다.

우리는 처음에 굴패각과 관련해서 중심으로 탐구를 하려고 했었는데 굴의 계절이 아니어서 굴껍데기를 가지고 탐구하기에 자연스럽지 않았습니다. 따라서 조개류를 중점적으로 탐구하게 되었습니다. 만약 다음에 해양생물탐구대회에 또 참여하게 된다면 시기에 맞는 해양생물을 탐구 주제로 선정할 것 같습니다.

4) 조개의 종류가 너무 많았습니다.

우리는 그냥 흔히 ‘조개’라고 이름을 붙여서 이야기를 하는데 조개 안에도 수많은 종류의 조개가 있고 내용이 방대해서 이 모든 것을 분류하고 그 분류법을 만드는 것이 쉽지 않았습니다. 그래서 우리는 갯벌에서 채취하거나 마트에서 가장 쉽게 구할 수 있는 대표조개 4개를 이용해서 탐구를 진행하였습니다.

## ○ 알게 된 점

- 우리는 이번 탐구를 통해 전체적으로 해양생물, 갯벌, 조개류, 패각 등에 대해서 알게되었습니다. 기존에 알지 못했던 조개는 위치에 따라서는 저서생물이며, 동물계 연체동물에 해당하여 패각(껍데기) 자체는 조개라는 동물에 속하지 않는 것을 알 수 있었습니다. 특히 갯벌 및 씨큐리움 체험학습을 통해 우리는 조개의 서식지와 생활환경 및 모습에 대해 조금 더 깊이 있게 알 수 있었으며 조개 및 굴껍데기로 인해 벌어지고 있는 사회문제와 이를 처리하기 위한 여러 과학자들의 수십년에 걸친 노력들에 대해서도 알 수 있었습니다. 그리고 궁극적으로 우리가 생각하는 재활용방안에 대해서도 직접 실험해보면서 그 가능성에 대해서도 한 번 생각해볼 수 있었습니다.

6월부터 8월말까지 3달에 걸친 탐구기간동안 주제를 잡은 후 관련된 내용을 처음부터 알아가는 과정 속에서 어려운 점도 많았지만 서로 서로 도와가면서 함께 탐구하니 어느덧 우리도 우리만의 생각을 구체화하고 표현할 수 있게 되었다는 것을 알 수 있었고 이를 통해 앞으로 해양생물 및 우리 주변의 해산물에 관심을 가지고 자세히 살펴 보아야함을 알 수 있었습니다.

## ○ 기타

탐구수행계획서 상에는 굴패각류 등을 활용한 다양한 선행연구방법들을 먼저 실험 등을 통해서 검증은 해보고 우리의 아이디어를 검증해서 만들어보고자 하였습니다. 그리고 최대한 다양한 실험을 진행하고자 하였습니다. 그런데 실제로 우리가 탐구계획을 세우고 준비물을 마련하여 실험을 해보는데 시간이 매우 많이 걸려 예상했던 그리고 우리가 찾아보았던 모든 경우의 수를 검증해보지 못했으며 우리의 아이디어를 실현 및 검증하는 데 있어서도 1가지(분필)만 온전히 수행하였으며 소화기와 수질정화 등과 관련해서는 탐구계획만 세웠으며, 3D프린터 등과 관련해서는 계획도 세우지 못한 아쉬운 점이 있었습니다. 이러한 부분들은 발표대회 전에 최대한 할 수 있는 범위 내에서 실험을 진행하여 우리의 탐구결과를 조금 더 보완하여 사람들에게 공유하고 나눔하고 싶습니다.

## 5. 참고문헌

## [언론보도]

비료로 만들고, 바다에 투기해도, 쌓여만 가는 굴 껍데기, 해결방안은?(2019.11.5.KBS)

[https://www.youtube.com/watch?v=L1\\_y41QdVqM](https://www.youtube.com/watch?v=L1_y41QdVqM)

모래산처럼 쌓이는 굴껍데기, 가루날림, 악취 피해(2019.6.7. 연합뉴스)

<https://www.youtube.com/watch?v=od9myEOPCHQ>

갯빛동산, 냄새도 지독, 통영 곳곳 쌓이는 ‘굴껍데기’ (2019.6.13.JTBC)

<https://www.youtube.com/watch?v=CisUoOmV5nk>

버려지던 굴껍데기 신소득자원으로(2018,10,15, TJB뉴스)

[https://www.youtube.com/watch?v=ulbpE\\_NTn24](https://www.youtube.com/watch?v=ulbpE_NTn24)

조개껍데기에 중금속 제거 효과(2009.4.28. 연합뉴스)

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20090428049000009>

## [인터넷사이트-특허]

<https://patents.google.com/patent/KR20190070608A/ko>

폐각 껍질을 이용한 수질 정화 및 개선용 조성물(2017, 황석현 외 3인)

## [과학전람회 수상작(선행연구사례탐구용으로만 사용, 학생의 발달수준고려 과학전람회선행자료만 탐구)]

-폐각분말을 이용한 친환경 단열재 개발에 관한 탐구(2019, 김동현 외2인)

-전복 폐각을 활용한 타일 줄눈 제작(2016, 최승현)

-폐각을 이용한 나토다공성탄소 개발 및 적용을 통한 에너지리사이클링시스템 구현 (2016,강순기)

- 황토의 구조를 통해 알아본 폐각의 녹조제거제로서 가능성 탐구(2014,김건웅외1인,)

- 가리비 폐각의 구조와 움직임 특성에 대한 탐구(2012,박하늘외1인)

- 굴패각 황토벽돌 제작 및 제조방법(2009,황영진외1인)

- 폐각을 이용한 친환경 타일 및 제조제작(2008,황영진외1인)

- 버려진 폐각을 이용한 고칼슘식품첨가제 개발에 관한 연구(2007,최순옥외1인)

- 굴패각 입자를 이용한 중금속함유폐수의 처리방법에 관한 연구(2002,김덕중외1인)

- 폐패각을 이용한 고순도 침강탄산칼슘의 제조에 관한 연구(2001,홍호중외1인)

- 패류의 먹이별에 따른 폐각색깔의 변화와 성장효과연구(1995, 고수연외1인)

- 버려진 폐각을 이용한 염화칼슘 제법에 관한연구(1989,천귀봉외1인)

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |          |    |         |
|-------|----------|----|---------|
| 팀명    | 블루오션     |    |         |
| 학생명   | 박현성, 김태형 | 학교 | 해남동초등학교 |
| 지도교사명 | 김진희      | 학교 | 해남동초등학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 해안 모래를 지켜라! 갯완두 너는 누구냐?   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 14일 ~ 2020년 8월 27일   |
| 탐구목적    | 해안 사구 식물의 하나인 갯완두가 가진 특성을 살펴봄으로써 열악한 환경에서 잘 살 수 있는 여러 가지 비밀을 찾아보고 갯완두가 해안 모래밭에서 어떤 역할을 하고 있는지에 대한 의문을 풀어보고자 함   |
| 탐구내용    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 갯완두 생태 및 서식 환경 조사</li> <li>2. 갯완두의 비밀 탐구 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 갯완두 식물 관찰(육안, 현미경 관찰)</li> <li>- 갯완두 키우면서 땅속줄기와 덩굴손 역할 탐구</li> <li>- 갯완두 발아 실험</li> </ul> </li> <li>3. 갯완두와 다른 사구식물의 공통점과 차이점 탐구</li> </ol> |
| 탐구결과    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 갯완두는 해안가 모래밭에 군락의 형태로 자생하고 있음</li> <li>2. 해안가의 중간부터 육지쪽으로 잘 자람</li> <li>3. 염분 농도가 높은 곳에서는 발아가 이루어지지 않음</li> <li>4. 모래보다는 영양분이 있는 흙에서 더 잘 자람</li> <li>5. 땅속 줄기 번식이 가능하며 그물처럼 엮어져 토양 유실을 방지함</li> </ol>                         |
| 결론 및 의의 | 바람과 파도에 의해 불안정한 해안 사구는 요즘 많이 없어지고 있는 추세이다. 하지만 갯완두와 같은 사구식물이 자리를 잡게 되면 더 많은 모래가 쌓이고 더 많은 식물이 살 수 있는 생태계가 유지가 될 것이다. 이에 갯완두를 해변가에 인공적으로 심어 기른다면 해일의 피해를 줄이고 아름다운 경관을 만들어 줄 것이다.  |



|       |                         |
|-------|-------------------------|
| 탐구 주제 | 해안 모래를 지켜라! 갯완두 너는 누구냐? |
| 팀명    | 블루오션                    |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### 가. 탐구 동기

작년 과학동아리의 주제는 생태계 교란식물을 통한 천연화장품을 개발하는 연구를 진행하였다. 그때 선생님과 함께 돌아다닌 곳에 해남군 화산면에 있는 송평 해수욕장에 다양한 풀들이 살고 있었던 것이 떠올랐다. “선생님, 어떻게 햇빛이 강하고 바람이 많이 부는 해수욕장에서 식물들이 살 수 있을까요?”, “식물이 밀물에 의해 잠길텐데 이 식물들은 어떻게 살까요? 다양한 호기심들이 생겼다. 그때 선생님이 알려준 식물은 갯메꽃, 갯씀바귀, 갯완두 등으로 생각났다.

특히, 식물들이 살기에 적합하지 않은 환경 속에서 완두콩을 맺는 갯완두가 신기하였다. 그래서 선생님께 말씀을 드렸더니 해안 사구 식물들을 탐구해 보면 좋겠다고 하셔서 열심히 해보기로 하였다.

본 탐구를 통하여 해안 사구식물의 하나인 갯완두가 가진 특성을 살펴봄으로써 열악한 환경에서 잘 살 수 있는 여러 가지 비밀을 찾아보고 갯완두가 해안 모래밭에서 어떤 역할을 하고 있는지에 대한 의문과 해안 사구 식물에 대한 역할을 함께 공부하고자 한다.

### 나. 탐구 목적

본 탐구를 통하여 갯완두가 가진 특성을 살펴봄으로써 바람이 많이 불고, 물이 부족하며, 뜨거운 햇볕이 내리쬐는 모래밭에서 잘 자라는지에 대한 생존 비밀을 탐구하고자 한다.

- 1) 직접 해남과 완도, 전북 부안의 바닷가를 탐방하면서 갯완두를 찾아 관찰과 탐구를 하고 자라는 환경을 조사한다.
- 2) 갯완두의 씨앗, 잎, 줄기가 어떤 특징을 가지고 있는지 분석하여 열악한 환경에서 잘 자랄 수 있는지를 알아본다.
- 3) 갯완두가 해안 모래밭에서 어떤 역할을 하고 있는지 알아본다.
- 4) 갯완두가 다른 해안 사구식물과 어떤 공통점과 차이점이 있는지 살펴본다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### 탐구과제 1

### 갯완두 너는 누구냐?

#### 가. 갯완두에 대한 기초 조사

##### 1) 탐구방법

- 가) 인터넷과 식물도감을 이용하여 갯완두 식물의 기초 조사를 한다.
- 나) 식물 형태에 대한 조사를 해남, 완도, 전북 부안의 바닷가에 나가 직접 관찰 탐구를 실시한다.
- 다) 갯완두를 직접 채취하여 화분에 키우면서 관찰한다.

##### 2) 탐구결과

##### 가) 갯완두 식물 기초 조사

- 분류: 식물 > 쌍자엽식물 이관화 > 콩과(Fabaceae)
- 학명: *Lathyrus japonicus* Willd.
- 본초명: 대두황권(大豆黃卷), 해변향완두(海邊香豌豆)
- 특징: 다년생 초본으로 땅속줄기나 종자로 번식한다. 전국적으로 분포하며 해안지방의 바닷가에서 자란다. 원줄기는 길이 20~60cm 정도로 옆으로 길게 자라서 곧추서며 능각이 있다. 어긋나는 잎은 우수 우상복엽이고 끝의 덩굴손은 1개이나 2~3개로 갈라지는 것도 있다. 6~12개의 소엽은 길이 15~30mm, 너비 10~20mm 정도의 난형으로 분백색이 돈다. 5~6월에 개화하며 총상꽃차례에 한쪽으로 치우쳐서 달리는 꽃은 적자색이다. 꼬투리는 길이 5cm, 너비 1cm 정도이고 3~5개의 종자가 들어 있다.

#### 나. 갯완두가 사는 곳 조사 탐방

갯완두를 찾기 위해 해남 송평 해수욕장, 해남 사구미 해변, 해남 송호리 해변, 해남 땅끝 모래사장, 완도 정도리 해변, 전북 부안 고사포 해변을 다녀왔다. 이 중에서 갯완두의 집단 군락은 완도 정도리와 전북 부안 고사포 해변에서 관찰할 수가 있었다.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 해남 송평해수욕장   | 해남 송호리 해수욕장   | 해남 땅끝 주변 모래사장   |
|  |  |  |
| 해남 사구미 해수욕장   | 완도 정도리 해수욕장   | 전북 부안 고사포 해변  |

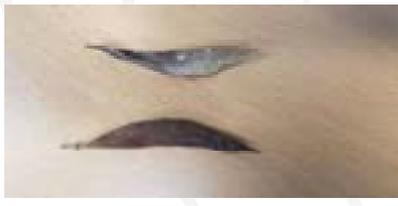
다. 갯완두가 사는 환경 조사

1) 갯완두 군락 환경의 특징

- 가) 갯완두 군락이 발견된 곳의 특징은 사구 언덕 위에 솔밭이 조성되어 있었다.
- 나) 사구가 형성된 곳에서 군락을 형성된 것을 관찰할 수가 있었다.
- 다) 염생식물처럼 바닷물이 많이 올라오는 곳에선 관찰할 수 없었다.

2) 완도 정도리 구계등에서 발견된 갯완두의 특징

- 가) 모래가 아닌 몽돌에서도 갯완두 군락을 발견할 수 있었다.
- 나) 다른 곳보다 열악한 환경이어서 그런지 벌써 꼬투리를 맺어 식물의 잎이 마른 경우가 많았다.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 일찍 핀 갯완두 꽃(7. 1.)   | 마르기 시작하는 갯완두 잎(7. 1.)   | 갯완두 꼬투리(7. 1.)  |

탐구과제2

갯완두의 비밀 탐구

가. 갯완두의 비밀을 본격적으로 파헤쳐 보자

1) 갯완두 육안 관찰 내용(완도 정도리 7월 1일 수요일 관찰)

| 식물 기관 | 식물 사진   | 관찰 결과와 특징  |
|-------|---|--|
| 씨앗    |  | 색깔은 녹갈색이며, 씨앗의 지름이 0.3-0.6cm정도이고 대체로 둥근 모양이며 모가 나있다. 모서리 끝 쪽에 씨앗의 배꼽이 보인다. 완두콩처럼 꼬투리에 씨앗이 3-5개 정도 들어 있다.   |
| 잎     |  | 잎맥이 뚜렷하게 보이며 겹입이 큰 축을 따라 잎이 마주 보는 형태로 나있다. 대략 한 줄기에서 6-12개의 잎이 짝수로 짝지어져 있으며 너비는 10~20mm 정도로 하얀 빛이 돌며 만져보면 손의 지문이 찍히기도 한다. 잎의 끝부분에는 덩굴손이 있어 땅에 잘 부착하거나 다른 식물에 붙어 지탱을 하고 있는 것을 관찰할 수 있다. |
| 줄기    |  | 땅속줄기가 매우 잘 발달되어 있었다. 한 개체를 채집했을 때 길이가 약 1m 정도로 모래사장에 땅속으로 펼쳐져 있는 것을 볼 수가 있었다. 땅위줄기는 비스듬히 눕는 성질을 볼 수가 있었다.  |



|            |   |   |
|------------|---|---|
| <p>꽃</p>   |  | <p>보라색을 띠고 있으며 5-7월경까지 꽃을 볼 수가 있었다. 앞겨드랑이 쪽에 3~5송이가 달려서 한쪽으로 치우치며 나는 특징이 있었다. 또한, 꽃받침은 5개로 갈라지며 화관은 나비모양을 하고 있다. 수술은 10개이며 암술은 1개로 구성되어 있다.</p> |
| <p>꼬투리</p> |  | <p>완두콩과 거의 유사한데 좀 작은 것이라 생각하면 된다. 꼬투리의 길이는 5cm, 폭은 1cm로 타원형태로 생겼으며 안에는 3~5개의 종자가 들어 있다.</p>   |

2) 갯완두 현미경 관찰 내용

|   |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| <p>줄기 가로 단면</p>   | <p>줄기 세로 단면</p>   | <p>잎의 뒷면</p>  | <p>잎의 앞면</p>   | <p>씨앗 내부</p>  |
| <p>바깥쪽에 두터운 층이 있어 방수 역할을 할 것처럼 보이고 속은 일반적인 식물의 모양과 비슷하다</p>                       | <p>일반적인 식물의 모습과 비슷하게 보이지만 크기가 비슷한 관이 무수히 많이 보인다</p>                               | <p>육안으로도 보이는 하얀 털같이 촘촘하게 되어 있는 것이 관찰되고 잎맥이 선명하게 잘 관찰된다.</p>                       | <p>앞면보다 하얀 털이 더 많이 관찰되고 앞면보다 초록색이 덜한 것으로 보아 광합성을 주로 하는 것은 앞면이다</p>                 | <p>단단한 씨앗을 잘라내어 안을 살펴보니 발아전 떡잎 2겹이 말려져서 발아 대기 중인 모습이 인상적이다.</p>                     |

나. 갯완두를 화분에서 키워도 잘 자랄까?

갯완두를 국립해상공원에서 채취할 수가 없어 해남 갈두리의 작은 해변에서 채취하여 화분에 옮겨 심었다.

1) 갯완두 관찰일지

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>7월 4일</p>  | <p>7월 5일</p>  | <p>7월 6일</p>  |
|  |  |  |
| <p>7월 7일</p>  | <p>7월 12일</p>   | <p>7월 17일</p>   |



|   |   |   |
|---|---|---|
|  |    |  |
| 8월 3일   | 8월 5일   | 8월 10일  |
|  | <p>[알게 된점]<br/>                 식물의 생장이 모래보다 영양분이 있는 흙에서 더 잘 자란다.<br/>                 모래에서도 잘 자라긴 하지만 줄기의 왕성한 번식은 흙에서 더 잘 번식함을 알수가 있다.</p> |   |
| 8월 19일  |   |   |

2) 갯완두 관찰 결과

- 가) 화분에 처음 심고 2~3일까지는 환경이 바뀌어서인지 잎들이 시들시들해지고 몇가지가 죽는 경우가 발생했다.
- 나) 일주일 정도 뒤 새 줄기에서 새싹들이 자라며 잘 자라는 것을 볼 수가 있었다.
- 다) 모래가 아니어도 일반 흙에서 잘 자라는 것을 볼 수가 있었다.
- 라) 화분에 심다 보니 갯완두가 옆으로 뻗어가는 것을 쉽게 볼 수가 없었다.
- 마) 새싹들이 잎이 둥글게 말려졌다가 잎이 성장하면서 펴지는 것을 볼 수가 있다.

다. 갯완두 줄기의 비밀 탐구

1) 땅위줄기와 땅속줄기의 차이는 무엇일까?

가) 땅위줄기와 땅속줄기의 차이점

- 땅속줄기는 땅위줄기보다 훨씬 두껍고 하얀 색깔을 띠고 있다.
- 땅위줄기는 보라색을 띠고 잎이 매달리고 꽃과 열매를 맺는다.
- 땅속줄기의 눈 같은 곳에서 새로운 줄기가 땅을 뚫고 새잎이 나온다.
- 땅위줄기의 끝에는 덩굴손이 있다.

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| 땅위 줄기   | 땅속 줄기  |

나) 땅속줄기의 번식과 씨앗 번식의 차이는 무엇일까?

· [전문 영역] 멘토링 지원단 Q&A

Question 1

갯완두는 다년생 초본으로 땅속줄기나 종자로 번식하는 것으로 알고 있습니다. 땅속 줄기로 번식한다는 것이 새싹 눈 같은 것이 줄기에서 자동적으로 생겨서 번식을 하는 것인지 궁금합니다. 갯완두를 조사를 하다 보니 완도 구계등은 모래는 일절 없고 몽돌 사이에서 자라는 것으로 보아 땅속줄기 번식이 맞을 것 같은데 쉽게 이해가 가지 않습니다.

Answer 1

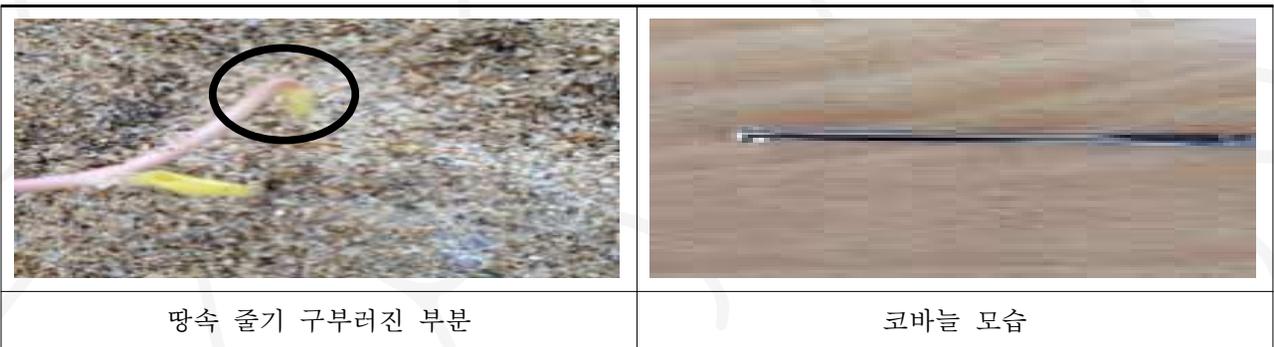
뿌리와 줄기의 구분은 해부학적으로 관다발의 구조가 다르냐 아니냐, 물의 흡수가 가능한 세포 이냐 아니냐를 떠나서, 기본적으로는 땅에 묻혀 있느냐, 지상으로 나와 있느냐로 흔히 구분이 가능합니다. 그런데, 뿌리에서 줄기로 발생학적 전환이 일어나는 부위, 즉 땅의 가장 윗부분에서 줄기가 시작되는 부위(뿌리와 줄기가 접해 있는 부위)에서 또 다른 줄기가 옆으로 발달하여 얇은 땅을 기어다니듯이 수평 생장이 가능합니다. 그러다가 모체와 어느 정도의 간격을 둘 만큼 뻗어 나가면 특정 부분에서 다시 뿌리발생이 시작하여 새로운 개체가 생겨날 수 있습니다.

2) 땅속줄기 끝은 왜 구부러져 있을까?

가) 탐구 방법

땅속줄기가 구부러진 이유를 모래밭 환경을 살펴보면서 관찰하고, 땅속줄기 모형을 송곳과 코바늘로 비교하여 모래밭에서 뿔히는 정도를 유추해본다.

나) 탐구 결과



3) 자라는 장소가 다르면 줄기 모양이 달라질까?

가) 탐구 방법

· 화분에 심어보아 위로 자라나는지, 옆으로 뻗어서 자라나는지를 비교해 본다.

나) 탐구 결과

· 화분에 심은 결과 위로 성장하는 것을 볼 수가 있었다.



라. 갯완두의 덩굴손의 역할은 무엇일까?

1) 덩굴손이 있는 식물 찾아보기

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| 학교 포도숲  | 갯메꽃  | 호박꽃   |

- 덩굴손의 역할은 무엇일까?

· [전문 영역] 멘토링 지원단 Q&A

Question 2

식물에서 일반적으로 덩굴손은 바람에 흔들리거나 충격으로부터 줄기와 열매를 보호하는 것으로 알고 있습니다. 어떤 메커니즘으로 줄기와 열매를 보호할 수 있는지 궁금합니다.

Answer 2

덩굴손은 줄기 또는 잎이 실처럼 변해서 다른 식물이나 물체를 돌면서 감아서 올라가는 부위를 말합니다. 산길을 가다 보면 감아 올라가는 식물을 종종 보실 수 있으실텐데 그런 식의 줄기 발달이 이루어지는 것을 덩굴손이라고 합니다.

이처럼 생장이 진행되는 부위가 덩굴손으로 변하게 되면 다른 식물이나 또는 다른 물체 부분에 부착이 일어나서 그 식물은 ①땅과의 부착, ②덩굴손의 부착으로 2군데 지지 부위를 가지게 됩니다. 덩굴손이 많이 생기게 되면 더 많은 지지 부위를 가지게 되구요. 그렇게 되면 부착할 수 있는 부위가 많아져서 바람에 흔들림에 있어서도 그 흔들림이 약화될 수 있고, 외부 충격이 오더라도 지지역할을 할 수 있게 됩니다.

마. 갯완두의 씨앗을 발아시켜 볼까?

1) 발아 실험 장치 만들기

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| 갯완두 발아 실험 장치  |  |   |

2) 발아 실험 결과

- 일주일 동안 놀러 다녀온 후 발아했던 식물이 말라 죽어버렸다.
- 줄기가 어떻게 자라는지 보고 싶었는데 아쉬웠다.

## 모래 깊이에 따라 발아율은 어떨까?

### 가) 탐구 방법

흙이 담긴 비커에 똑같이 물에 불린 씨앗 20개를 깊이를 달리하여(모래 위, 5cm, 10cm, 15cm) 심고 관찰하였다.

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 모래 위 씨앗   | 깊이 5cm  | 깊이 10cm  | 깊이 15cm   |
| 7개 발생   | 2개 발생   | 1개 발생  | 없음  |

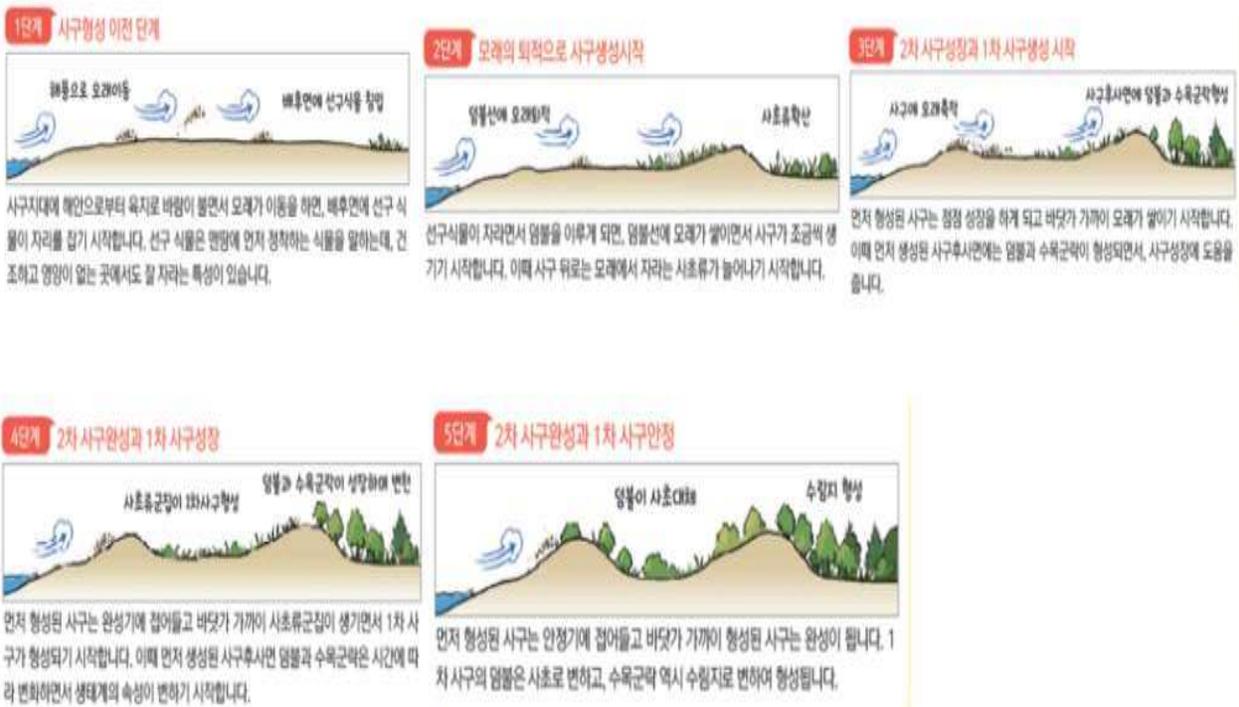
### 나) 탐구 결과

예상과 달리 모래 위 씨앗이 가장 많이 발아되어 드러나고 5cm, 10cm 차례대로 발아가 이루어졌다.

### 바. 갯완두는 해안 모래밭에서 어떤 역할을 할까?

#### 1) 해안 사구는 왜 생길까?

해류에 의해 사빈으로 운반된 모래가 파랑으로 밀려 올려지고 그 곳에서 같은 조건에서 항상 일정하게 불어오는 작용을 받아 모래가 낮은 구릉 모양으로 쌓여서 형성된 퇴적 지형이다. 해안 사구는 모래 공급량과 풍속, 풍향, 식물의 특성, 주변의 지형, 기후 등의 요인에 따라 형성과 크기가 결정된다.





|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 해남 송평 해변 사구   | 해남 사구미 해변 사구  | 고사포 해변 사구   |

2) 해안 사구 역할 탐구

|  |
|--|
| <p>조사한 내용 : 해안 사구의 역할</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 자연이 만든 최고의 방파제. 점점 줄어드는 해안사구는 자연재해의 위험성을 증가시킴</li> <li>② 해일같은 재해가 일어났을 때 일차적으로 이를 막아줘 방어선 역할,</li> <li>③ 재해의 강도를 줄이는 완충 역할</li> <li>④ 피해를 예방하는 방파제 역할,</li> <li>⑤ 마을과 농경지를 보호하고 사람들에게 휴식처 제공,</li> <li>⑥ 아름다운 해안 경관을 형성</li> </ul> <p>바람은 사구의 모래 공급과 사구의 형태를 만드는 데 기여한다. 특히 활동 사구는 바람이 사구의 형태를 결정하는 중요한 요소로 작용한다. 바람이 한 방향에서 계속 불면 모래가 움직임이 형성되어 흔적이 남게 된다.</p> |
|--|

3) 땅속줄기 관찰 모습

바다로부터 15~20m 이상의 모래밭에 갯완두 군락을 이루고 있으며 모래밭 끝으로는 바위와 풀, 소나무가 자라고 있다. 또한, 모래밭을 파헤쳐 보니 땅속줄기가 열기설기 엮여 있는 것이 마치 그물 모양 같았다. 이러한 그물 모양으로 모래를 잡아주는 역할도 하고 지표면에 식물들이 덮고 있어 바다에 바람이 불어도 모래가 날라가지 않게 해 준다는 것을 알수가 있었다.

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| 그물 모양 같은 땅속줄기   | 땅속줄기 확대모습  |

사. 갯완두와 비슷한 사구 식물에는 무엇이 있을까?

우리 지역의 해남에 있는 해변가를 둘러다 보고 인터넷에서 식물의 특징을 조사해 보았다. 갯완두와 비슷하게 대부분 모래밭을 덮고 있는 군락 형태를 띄었고 지역에 따라 식물의 분포가 일정하지 않다는 결론을 내렸다. 바닷물이 들어오는 만조때 지점을 기준으로 하여 염분 함유량이 많은 곳에서도 적응력이 강한 좁보리초가 살고 있고 그 다음으로 해당화, 갯메꽃, 순비기나무, 갯완두, 모래지치 등을 볼수가 있었다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 해안가 모래밭에 군락의 형태로 자라며 주위보다 움푹한 곳에서 군락을 더 잘 이루면서 자생한다.
- 씨앗이 모래 속에 있는 것보다 모래 위 자연그대로 노출되었을 때 발아율이 높다.
- 땅속줄기도 눈 같은 곳에서 새로운 개체가 자라난다.
- 토양에 영양분이 많은 흙에서 더 잘 자란다.
- 땅속 줄기는 그물처럼 엮여져 있어서 토양의 유실을 방지한다는 것을 알 수 있었다.
- 땅속줄기의 끝은 코바늘처럼 구부러져 있어 서로 줄기들이 얽혀 강하게 지탱할 수 있다.
- 갯완두의 한 개체는 2m가 넘을 정도로 매우 길고 여러 다른 개체들이 자라고 있음을 알수가 있다.

#### ○ 기대효과

해안사구는 사구식물이 자리를 잡게 되면서 더 많은 모래가 쌓이고 더 많은 식물이 살 수 있는 공간이 되어 점차 안정화 된다. 쯤보리사초, 통보리사초, 갯완두, 갯메꽃으로 뿌리와 땅속줄기가 땅속 깊이 박고 있어 바람과 파도에 견딜 수 있다. 이후 모래이동이 적고 나뭇잎이 쌓이면 키 작은 나무인 순비기나무와 해당화가 분포하여 모래언덕을 단단하게 만들고 솔숲까지 들어서게 된다. 이러한 과정을 과학적으로 천이라고 한다.

토양을 고정시키는 능력이 있는 1차 천이 식물인 갯완두를 비롯한 사구식물을 인공적으로 심어 기른다면 사구를 형성하는데 도움을 주고 아름다운 경관을 줄 것이라 생각한다. 하지만 해변가에 넘쳐나는 쓰레기, 하수관의 유입, 무분별한 개발로 인한 모래 손실 등으로 해안 사구가 무너져 자연스럽게 갯완두를 비롯한 사구식물이 많이 사라지고 있는 실정이다.

해안 사구는 바다에서 밀려오는 거센 파도의 에너지를 분산시키고 충격을 흡수하는 천연방파제로서의 역할을 하며 인간의 거주지역과 농경지를 보호하는 역할을 한다. 이런 천혜의 자원을 이제 관심을 가져야 할 때이다.

### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

- 작년에 송평해수욕장에서 발견하였던 갯완두 군락이 없어져서 다른 곳에서 갯완두를 찾는 것이 어려웠다.
- 완도 정도리와 고사포는 다도해상 국립공원으로 지정되어 있어 식물을 채취할 수 없어 깊은 관찰을 할 수가 없었다.
- 코로나19로 인하여 학교가 격일제로 등교를 하다 보니 해안가로 자주 나가서 해안 사구식물의 추이를 쉽게 살펴볼 수 없는 점이 아쉬웠다.

## ○ 알게 된 점

- 갯완두가 자라는 생태 환경 조사에서 갯완두는 해안가의 모래밭이나 자갈밭에 군락의 형태로 자라며 바다에서 육지쪽으로 바라보았을 때 중간 정도의 백사장에서 잘 자라는 것을 알 수가 있었다.
- 갯완두는 씨앗과 땅속줄기로 번식한다는 것을 알 수가 있다.
- 봄과 여름에는 땅속줄기로 번식하는 영양번식으로 번식을 하고 꼬투리가 맺히고 나면 잎들이 모두 갈색으로 말라버린다.
- 갯완두의 땅속 줄기는 마치 그물처럼 엮여져 있어서 토양의 유실을 방지한다는 것을 예측할 수 있으며 보호해야 할 가치가 있는 식물이다.
- 민가에서 내려오는 하수관으로 인해 해안 사구가 많이 무너지고 있는 현실과 쓰레기가 너무 많다는 사실을 알았다.

## 5. 참고문헌

- 최광희 (2011), 『자연방파제 해안사구』, 국립환경과학원, 인천, 대한민국, 인용 없음
- 해안 사구 형성과정 <https://m.blog.naver.com/purityguy68/220606132460>

[부록] (사진으로 보는 갯완두 탐구이야기)

[해남 송평 해변]



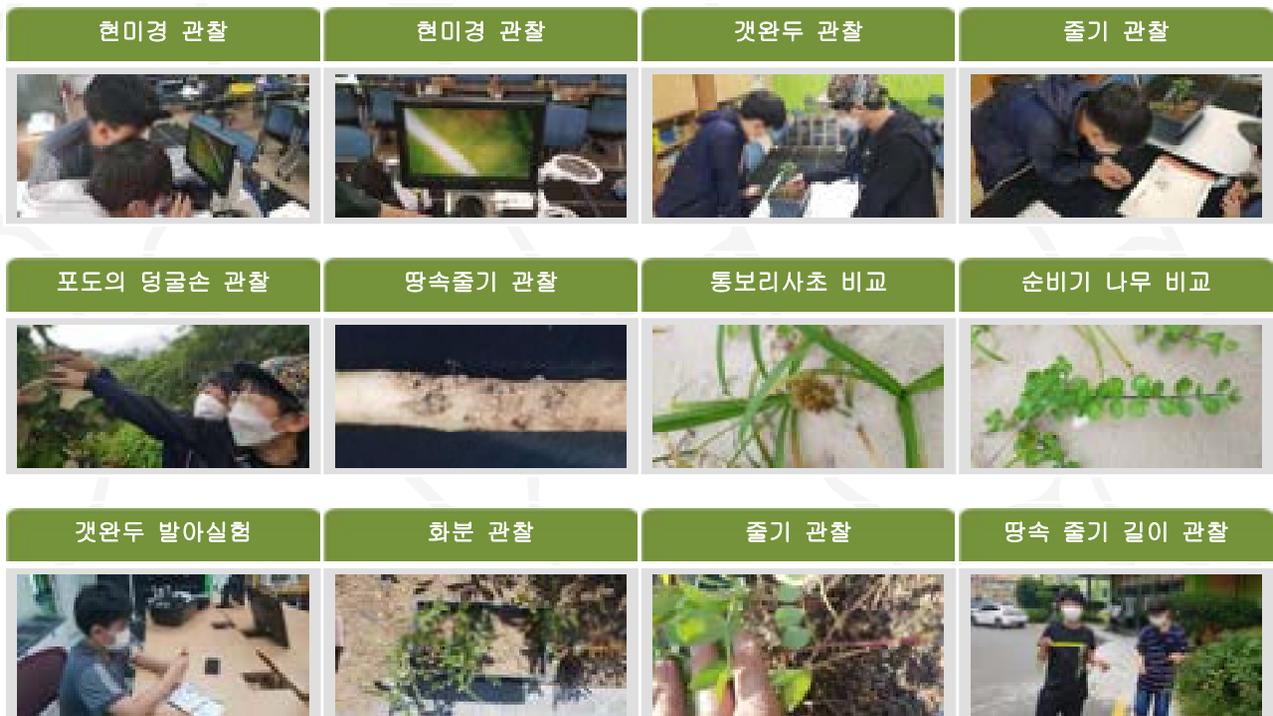
[완도 정도리 해변]



[다양한 해안 사구 식물]



[실험활동 모습]



# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |         |    |          |
|-------|---------|----|----------|
| 팀명    | 갯벌탐정사무소 |    |          |
| 학생명   | 고정훈     | 학교 | 부천상도초등학교 |
| 지도교사명 | 박민재     | 학교 | 부천상도초등학교 |

| 항목      | 내용   |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
|---------|--|--------|--|--------|--|--------|-------------------------------------|--------|---|
| 탐구주제    | 강화갯벌에 살던 조개는 어디로 이사갔을까?  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구기간    | 2020년 06월 15일 ~ 2020년 08월 20일  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구목적    | ○ 강화도 갯벌과 영종도 갯벌을 탐사하여 갯벌에 서식하는 조개를 채집하여 조개 종류를 알아보고 개체수에 변화가 있는지 확인하여 그 이유에 대해 유추하고 알아보고자 한다  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구내용    | <p><b>【사전자료수집】</b><br/>서적과 연구논문, 인터넷 기사를 통하여 자료를 수집한다.</p> <p><b>【가설설정】</b><br/>첫째, 바다의 수온, 염분 등의 양상 변화로 조개 서식지의 변화로 개체수가 감소했을 것이다.<br/>둘째, 시간이 흐르면서 해류가 변하고, 그로 인해 조개 등의 개체수가 감소했을 것이다.<br/>셋째, 채석장에서 돌을 깨는 과정에서 발생하는 소음, 먼지 등으로 인해 조개 개체수가 감소했을 것이다.<br/>넷째, 지속적인 간척사업으로 인해 갯벌이 사라져 조개 개체수가 감소했을 것이다.</p> <p><b>【탐구내용】</b></p> <table border="1"> <tr> <td>탐구과제 1</td> <td>→ 인천 바다의 수온 및 염분 조사 및 주변 갯벌을 탐사하여 종류 관찰 및 확인</td> </tr> <tr> <td>탐구과제 2</td> <td>→ 서해안 및 강화도, 영종도에 영향을 미치는 해류 조사 및 전문가 인터뷰 시행</td> </tr> <tr> <td>탐구과제 3</td> <td>→ 확인채석장 조사 및 채석장과 갯벌의 관련성에 대한 자료 수집</td> </tr> <tr> <td>탐구과제 4</td> <td>→ 간척사업이 이뤄진 영종도와 강화도에 영향을 미쳤는지 간척사업 전후의 조개 채집 양상 조사</td> </tr> </table> | 탐구과제 1 | → 인천 바다의 수온 및 염분 조사 및 주변 갯벌을 탐사하여 종류 관찰 및 확인 | 탐구과제 2 | → 서해안 및 강화도, 영종도에 영향을 미치는 해류 조사 및 전문가 인터뷰 시행 | 탐구과제 3 | → 확인채석장 조사 및 채석장과 갯벌의 관련성에 대한 자료 수집 | 탐구과제 4 | → 간척사업이 이뤄진 영종도와 강화도에 영향을 미쳤는지 간척사업 전후의 조개 채집 양상 조사 |
| 탐구과제 1  | → 인천 바다의 수온 및 염분 조사 및 주변 갯벌을 탐사하여 종류 관찰 및 확인   |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구과제 2  | → 서해안 및 강화도, 영종도에 영향을 미치는 해류 조사 및 전문가 인터뷰 시행   |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구과제 3  | → 확인채석장 조사 및 채석장과 갯벌의 관련성에 대한 자료 수집  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구과제 4  | → 간척사업이 이뤄진 영종도와 강화도에 영향을 미쳤는지 간척사업 전후의 조개 채집 양상 조사  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 탐구결과    | 바닷물의 수온과 염도는 해마다 큰 차이가 없었으며 채석장은 생태계에 영향을 주나 채취가 끝난 후 1-2년이 지나면 점진적으로 생태계가 회복된다는 논문 결과에서처럼 채석장의 영향은 볼 수 없었다. 그러나 갯벌 생태계에 영향을 미치는 것은 조류의 영향으로 간척사업과 관련하여 조류가 변화되어 조개의 종류는 변화되지 않았지만, 개체수는 확연히 감소한 것으로 확인되었다.  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |
| 결론 및 의의 | 조개의 개체 수 감소는 간척사업으로 인한 조류의 변화로 개체수가 감소한 것으로 확인되었다. 세계 5대 갯벌 보유국으로 무분별한 개발에 앞서 우선적으로 갯벌관리와 방문자들의 환경보호의 중요성을 인식하기 위한 근거자료로 활용될 것이며 학생들의 갯벌 환경 보호와 관련된 인식 개선에 기여할 것이다.  |        |  |        |  |        |                                     |        |   |





|       |  |
|-------|--|
| 탐구 주제 | 강화 갯벌에 살던 조개는 어디로 이사갔을까?<br>-사라진 조개들을 찾아서- |
| 팀명    | 갯벌탐정사무소                                    |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

친할머니의 고향은 강화도 장화리이다. 할머니는 끝이 보이지 않는 광활한 갯벌에서 화수분처럼 뿜어져 나오는 조개를 잡으셨다고 하셨다. 아빠도 어렸을 때는 자주 가서 많이 잡으셨다고 하셨다. 지난봄 우리 가족은 장화리 갯벌에 나가 호미로 조개를 캐려고 해봤다. 하지만 화수분처럼 쏟아져 나왔다던 할머니의 말씀이 거짓말처럼 느껴질 만큼 조개는 잡히지 않았다. 조개가 많이 잡히지 않아 몸도 마음도 힘들었지만, 그나마 작은 게들은 무척 많아서 관찰하는 재미가 좋았다. 조개가 별로 없다고 툭툭거리는 나의 말에 지나가시던 할머니께서 채석장 때문이라며 채석장이 생긴 이후로 돌을 캐고 깨는 큰 소리에 조개들이 다 도망가서 그렇다고 속상해하셨다.

우리나라는 갯벌 천국이다. 특히 서해안 갯벌은 세계 5대 갯벌로 꼽히기도 한다. 서해안 갯벌은 퇴적물을 실어나르는 강이 많고 복잡한 해안선으로 인해 갯벌이 잘 발달해서 많은 생물이 살고 있다. 하지만 현재는 간척사업으로 인해 많은 갯벌이 사라졌다고 해서 매우 아쉬웠다.

나는 ‘장화리에서 많이 잡혔던 조개가 지금은 왜 잡히지 않을까?’ 하는 궁금증이 생겼다. 만약 채석장 때문에 조개들이 사라졌다면 현재는 채석장이 없어져서 다시 조개들이 돌아와야 하는데 여전히 조개들은 잡히지 않고 있다. 그렇다면 간척사업으로 인해서 그런 것일까? 갯벌에 종류에 따라 사는 조개들도 다르다고 했는데 이 갯벌이 예전과 다르게 다른 종류의 갯벌로 변화한 것은 아닐까 알아보고 싶은 생각에 이 연구를 하게 되었다.

[사진1] 갯벌 탐사 수업



장화리 갯벌



갯벌에 대한 수업



○ 탐구 목적

갯벌은 어류 및 여러 생물자원이 살고 있는 곳이며 오염물질을 정화하고 태풍과 홍수 등 자연재해와 기후를 조절한다. 특히 그중에서도 강화도 여차리 갯벌은 천연기념물 419호로 지정받을 만큼 유명한 곳이다. 갯벌은 그 종류의 따라 모시조개, 바지락, 동죽, 대합, 맛 등 서식하는 조개의 종류도 달라진다. 먼저 채석장이 생기기 이전에 채집되었던 조개와 채석장이 생긴 이후에 채집되는 조개 변화를 알아본다. 또한 현재 서식하고 있는 조개를 채집하여 변화 추이를 알아보고 간척사업이 이뤄졌던 영종도 주변 갯벌을 방문하여 간척사업 전과 후의 조개 종류 및 개체 수의 변화를 아래와 같은 가설들을 통해 알아보고자 한다.

- 첫째, 바다의 수온 염분 등의 양상 변화로 조개 서식지의 변화가 있어 조개 개체 수가 감소했을 것이다.
- 둘째, 시간이 흐르면서 해류가 변하고 그로 인해 조개 등의 개체 수가 감소했을 것이다.
- 셋째, 채석장에서 돌을 깨는 과정에서 발생하는 소음, 먼지 등으로 인해 조개 개체 수가 감소했을 것이다.
- 넷째, 지속적인 간척사업을 통해 갯벌이 사라지고 개설 감소로 인해 조개 종 및 개체 수가 감소했을 것이다.

2. 탐구 내용 및 결과

|        |  |
|--------|--|
| 탐구과제 ① | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 강화도 및 인천 영종도 갯벌에서 살고 있는 조개 종 탐사</li> <li>· 바다의 수온 및 염분 변화 조사</li> </ul> |
|--------|--|

○ 내용

- 가. 갯벌의 개념과 종류 살펴보기
- 나. 강화도와 인천 영종도에 위치한 갯벌을 선정하기
  - 강화 장화리 갯벌 (여차리 갯벌은 천연기념물로 방문이 어려워 근처 갯벌선정)
  - 인천 용유도 마시안 갯벌
  - 인천 영종도 갯벌
- 다. 강화도와 인천 지역 갯벌에 대한 사전 연구와 자료 탐구하기
- 라. 갯벌에서 서식하는 조개를 채집하고 분류하기
- 마. 인천 관측소에서 측정한 바다 수온과 염분 측정 조사

○ 방법

- 가. 갯벌의 종류에 대해 책, 연구논문, 자료집 등을 수집한다.
- 나. 강화 장화리 갯벌에 방문하여 갯벌의 형태를 알아보고 조개를 채집, 관찰한다.
- 다. 인천 용유도 마시안 갯벌에 방문하여 갯벌의 형태를 알아보고 조개를 채집, 관찰한다.
- 라. 인천 영종도 갯벌에 방문하여 갯벌의 형태를 알아보고 조개를 채집, 관찰한다.

- 마. 지역사회 주민과 인터뷰하고 자료를 수집한다.
- 바. 전문가와 인터뷰 (국립 해양조사원, 해양관측과)

○ **결과**

가. 갯벌이란?

갯벌이란 개흙땅, 간석지라고도 불리며 밀물 때는 바닷물로 덮여 있으나 썰물 때는 육지로 드러나는 연안 가로 바닥이 모래와 빨로 이뤄진 평평한 지역을 말한다. 바닷물과 하천수가 뒤섞여 다양한 생물 종이 서식하는 곳으로 바닷가의 평평하고 물의 흐름이 완만한 곳에 퇴적물이 내려앉아 야생 생물에 있어 중요한 지역이다. 갯벌은 종류에 따라 펄 갯벌, 모래 갯벌, 혼성 갯벌로 나누어지며, 갯벌의 양상에 따라 서식생물도 달라진다. 갯벌은 생물 서식지를 형성하고 바다에 유입되는 오염 물질과 수질을 정화해주며 해안가 물질을 퇴적하여 천연 방파제 형성하고 홍수 등으로 인한 육지 보호와 정화작용을 하기도 한다(5,6).

[표1] 갯벌의 종류에 따른 조개의 서식지

| 종류   | 형태                                    | 조개 종류   |
|------|---------------------------------------|---|
| 펄갯벌  | 펄(진흙)이 많은 갯벌<br>육지에 가까운 움푹 들어간 지형에 발달 | 가무락, 모시조개, 갈색새알조개, 꼬막, 바지락, 왕우럭조개, 가리맛조개, 맛조개 |
| 모래갯벌 | 모래로 된 갯벌                              | 맛조개, 백합조개, 빛조개, 동죽, 개량조개                      |
| 혼합갯벌 | 펄과 모래, 작은 돌등이 섞여있는 갯벌                 | 바지락, 개맛, 띠조개(모래진흙 또는 진흙모래)                    |

나. 강화 장화리 갯벌 탐구(2020.06.20.)

① 탐구계획

- 강화 여차리 갯벌 주변에 위치한 장화리 지역의 갯벌 종류를 알아본다.
- 장화리 지역의 갯벌에 서식하는 조개에 대해 알아본다.
- 채집한 조개를 관찰하고 종류를 알아본다.

② 탐구방법

- 긴팔 옷과 장화를 준비하고 조개를 쉼 수 있는 호미, 채집통을 준비한다.
- 호미(갈퀴호미)를 이용하여 갯벌을 파고 조개를 채취한다.
- 조개를 관찰하고 채집한 조개의 종류를 도감을 이용하여 알아본다.
- 채집 후 사진을 촬영하고 자료를 정리한다.

③ 탐구결과

- 육안으로 관찰했을 때 진흙 갯벌이었다.
- 20cm~ 25cm 정도 흙을 파낸 곳부터는 모래 갯벌이었다.
- 탐사한 날은 ‘사리’여서 먼 바다까지 갈 수 있었는데 채집한 조개는 바지락과 모시조개였다. (2020.6.20)
- 해안 가까이 있는 갯벌에서는 조개가 채취되지 않았고, 30분 정도 걸어서 나간

갯벌에서부터 조개 채취가 가능하였다.

- 지역 주민과 인터뷰에서 이곳 장화리 갯벌에서 채취되는 조개는 바지락, 삔죽, 까만 가무락이 잡힌다는 것을 알았으며 영종도 간척사업 후 조개 채취가 감소했다고 하셨다.

[사진2] 장화리 갯벌 탐사



다. 인천 용유도 마시안 갯벌(2020.06.27.)

① 탐구계획

- 인천 용유도 마시안 갯벌 갯벌 종류를 알아본다.
- 갯벌에 서식하는 조개에 대해 알아본다.
- 채집한 조개를 관찰하고 종류를 알아본다.

② 탐구방법

- 모자와 장화, 조개를 썰 수 있는 장비와 채집통을 준비한다.
- 갯벌의 종류를 육안으로 관찰 후 갯벌 안쪽의 종류도 관찰한다.
- 조개를 채취하고 사진 촬영한다.
- 조개를 관찰하고 채집한 조개의 종류를 도감을 이용하여 알아본다.

③ 탐구결과

- 육안으로 관찰했을 때는 진흙 갯벌이었으나, 호미를 이용하여 파고 내려간 갯벌은 모래와 진흙이 혼합된 갯벌이었다.
- 관찰된 조개로는 바지락, 피조개였으며 생산되는 조개로는 가무락, 피조개, 백합, 동죽, 개조개등이 있다.
- 관찰된 피조개는 ‘꼬막’ 이라 불리는 조개보다 큰 어린아이 주먹 크기로 지름이 6~8cm 정도의 크기였다.

[사진3] 용유도 갯벌 탐사



라. 인천 영종도 갯벌(2020.07.07.)

① 탐구계획

- 인천 영종도 갯벌 종류를 알아본다.
- 인천 영종도 갯벌에 서식하는 조개에 대해 알아본다.
- 채집한 조개를 관찰하고 종류를 알아본다.

② 탐구방법

- 영종도 갯벌의 종류를 육안으로 관찰한다.
- 호미를 이용하여 갯벌을 파고 자세히 관찰 후 조개를 채취한다.
- 조개를 관찰하고 채집한 조개의 종류를 도감을 이용하여 알아본다.
- 채집 후 사진을 촬영하고 자료를 정리한다.

③ 탐구결과

- 육안으로 관찰했을 때는 진흙 갯벌이었으나, 호미를 이용하여 파고 내려간 갯벌 또한 진흙 갯벌이었다.
- 관찰된 조개는 전혀 없었고 방게, 따개비, 갯지렁이, 굴, 망둥어 등이 관찰되었다.

[사진4] 영종도 갯벌 탐사



마. 바다의 수온 및 염도 변화 조사

- 국립 해양 조사원 해양관측과 박지혜 주무관님과 인터뷰 시행
- 국립해양 조사원 바다누리정보서비스 : 통계자료 분석
- 관측소 : 인천, 위도: N37° 27' 7.00 " , 경도: E 126° 35' 32.00 "
- 조석관측에 대한 조사 내용은 2000년 이전의 자료도 탑재되어 있으나 해양 및 해양 관측(수온, 염도등)에 대한 조사내용은 2000년 이후 측정한 자료로 이전 기록은 없는 상태임

[표2] 인천관측소에서 측정한 바다 수온 및 염도(6월 평균)

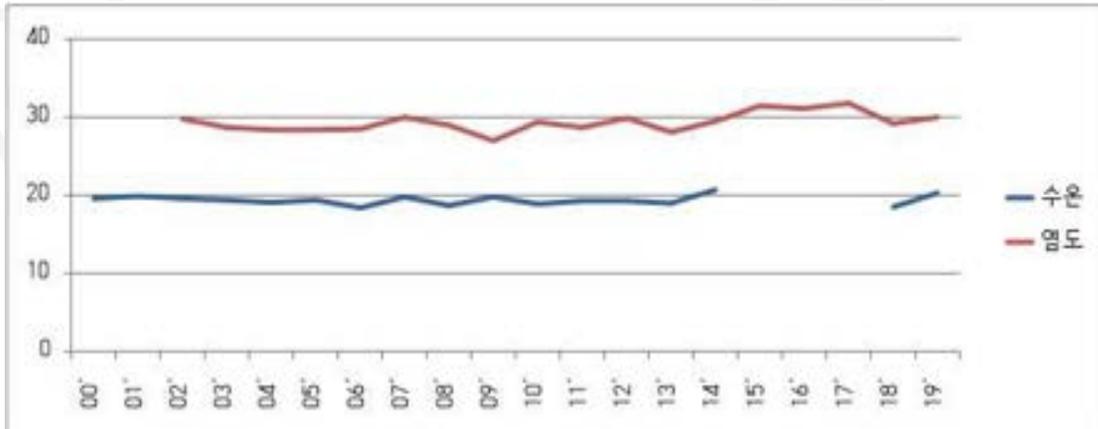
| 구분      | 2019  | 2018  | 2017  | 2016  | 2015  | 2014  | 2013  | 2012  | 2011  | 2010  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 수온      | 20.30 | 18.50 | 23.65 | 23.65 | 23.03 | 20.70 | 19.00 | 19.30 | 18.30 | 18.90 |
| 염도(psu) | 30.00 | 29.20 | 31.79 | 31.12 | 31.47 | 29.50 | 28.10 | 29.90 | 28.70 | 29.40 |

| 구분      | 2009  | 2008  | 2007  | 2006  | 2005  | 2004  | 2003  | 2002  | 2001  | 2000  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 수온      | 19.80 | 18.70 | 19.80 | 18.40 | 19.40 | 19.10 | 19.40 | 19.60 | 19.90 | 19.60 |
| 염도(psu) | 27.00 | 29.00 | 30.00 | 28.50 | 21.90 | 28.40 | 28.70 | 29.80 | •     | •     |

※국립해양조사원 해양정보- 관측년보 통계자료, 2015~17년도 평균온도와 염도가 없어 최대온도와 최대염도로 작성

- 해수의 수온이나 염도는 계절의 영향이 지배적이거나 조간대에서 해수의 유입과 유출에 따라 관측지점의 수온변화는 해수 이동에 의한 수온변화의 영향으로 간주할 수 있어(4) 6월 한달간의 평균 수온과 염도를 년도별로 비교해 보고자 했다.

[표3] 인천 바다 수온 및 염도 변화 그래프



- 조개는 변온동물이기에 변식, 성장, 영양대사와 같은 생리상태가 수온 변화에 의해 직접적인 영향을 받기 때문에 수온은 무척 중요한 요소이다(7).
- 1990년대 인천관측소의 바다 수온과 염도에 대한 조사 내용을 알고 싶었으나 자료가 없었다. 그래서 지난 2000년~2019년까지의 자료를 토대로 유추해볼 때, 그래프에서 볼 수 있듯이 수온이나 염분은 지난 2000~2019년(6월 평균)까지 20년간 큰 차이가 없어 수온이나 염분에 의하여 조개 개체수에 변화를 주었다고 단정지을 수 없다.

바. 국립생물자원관 견학

- 직접 탐사했던 갯벌에서 부족하거나 궁금했던 점들을 확인하였다.
- 여러 가지 다양한 패류에 대해 알아보았다.
- 국립생물자원관은 우리나라의 생물자원을 확보하고 소장하는 곳이며 체계적인 관리와 고유종 도감을 발간하고 국가간의 협력을 통해 서로 정보를 교류하는 곳이다.

[사진5]국립생물자원관



국립생물자원관

## 탐구과제 ②

강화도, 영종도에 영향을 미치는 해류 조사

## ○ 내용

- 강화도 및 영종도 주변으로 흐르는 해류에 대해 알아본다.
- 인터넷을 이용하여 신문기사 및 자료를 탐색한다.
- 국립 해양 조사원 연구원과 인터뷰를 통하여 강화도 및 영종도 주변에 흐르는 해류 및 탐구에 대한 자료를 수집한다.

## ○ 방법

- 해양수산부 자료나 위성사진 등을 이용하여 수집한다.
- 해양수산부 국립 해양조사원 해양예보과 최원진 주무님과 인터뷰를 요청한다.
- 인터뷰에 대한 질문과 답변의 내용을 정리한다.

## ○ 결과

- 인천지역에 영향을 주는 해류로는 서한 연안류와 황해난류가 있다.
- 해류는 단순한 바닷물의 흐름이 아닌 일정한 방향과 흐름을 가지는 바닷물의 흐름을 말한다. 해류는 오랜 기간에 걸쳐 일정한 방향으로 꾸준히 흐르는 지속성을 가지므로 계절과 상관없으며 해양 생태계에 영향을 줄 수 있으나 갯벌 생태계에 영향을 주는 것은 시각이나 계절에 따라 바뀌는 조류와 관련이 깊다.
- 강화도와 영종도에 있는 갯벌 생태계에 영향을 미치는 것은 일정한 방향과 흐름을 가지는 해류이기보다는 계절이나 시간에 따라 변화되는 조류에 기인한 것으로 보이며 조류는 간척사업에 의해 영향을 받는다.

[사진6] 해류모식도



우리나라 해류 모식도(국립해양조사원)

탐구과제 ③

채석장 문헌조사 및 탐사

○ 내용

- 채석장과 관련된 논문이나 자료를 조사한다.
- 강화도에 위치한 채석장을 알아본다.

○ 방법

- RISS, NDSL, KISS, 페이퍼서치, 한국정책평가연구원 등에서 논문을 검색한다.  
(검색어 : 채석장, 석산, 골재채취)
- 위키백과, 다음백과사전에서 검색한다.
- 검색한 논문 자료를 정리한다.
- 구글지도를 이용하여 채석장 위치를 알아본다.
- 과거 강화군 장화리에 위치한 채석장을 탐사한다
- 채석장 주변환경을 관찰하고 사진 촬영한다.

○ 결과

- 채석장이란? 돌을 채취하기 위한 곳으로 일반적으로 개방된 광산을 말한다. 채석장에서는 일반적으로 건축용 골재, 석재, 모래, 자갈 등이 채취된다. 채석산업은 산림이 훼손되고 인접한 계곡과 수계 해양계를 황폐화 시키고 그곳에서 발생하는 비산먼지, 분진, 소음, 진동등은 주변 지역에 영향을 준다.
- 비산먼지란? 공사장등 일정한 배출구를 거치지 않고 대기중으로 직접 배출되는 먼지로 골재공장, 건축공사, 시멘트 공장등에서 발생한다(1).
- 채석장은 인접 하천의 수생태계와 해양생태계에 무차별적인 영향을 주어 심한 경우 인접 지역에서 모든 종류의 개체들이 사라진 수서 생태계가 멸절되었다가 거리가 멀어지면서 다시 회복되는 경향을 볼 수 있다(2).
- 자연자원을 이용한 생태체험이 증가하는 가운데 자연환경 보전을 위해서는 무분별한 시설물을 제한하고 지속 가능한 관리와 운영을 위해 지역주민의 참여와 모니터링이 활성화되어야 한다(3).



<강화도 양사면 인화리 채석장>

[표4] 강화군에 위치한 채석장(국가광물자원지리정보망)

| 시도    | 시군구 | 읍면동 | 경산명   | 종류 | 경산주소                                   |
|-------|-----|-----|-------|----|--|
| 인천광역시 | 강화군 | 삼산면 | 삼산석상  | 골재 | 인천광역시 강화군 삼산면 대룡리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 양도면 | 양도석재  | 골재 | 인천광역시 강화군 양도면 간월리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 선원면 | 선원제비갈 | 골재 | 인천광역시 강화군 선원면 선왕리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 삼산면 | 동서석재  | 골재 | 인천광역시 강화군 삼산면 대룡리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 삼산면 | 대회석재  | 골재 | 인천광역시 강화군 삼산면 대룡리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 불은면 | 양상제비갈 | 골재 | 인천광역시 강화군 불은면 삼성리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 내가면 | 오상제비갈 | 골재 | 인천광역시 강화군 내가면 오상리<br>인천광역시 강화군 내가면 오상리 |
| 인천광역시 | 강화군 | 내가면 | 오상제비갈 | 골재 | 인천광역시 강화군 내가면 오상리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 내가면 | 강화제비갈 | 골재 | 인천광역시 강화군 내가면 오상리                      |
| 인천광역시 | 강화군 | 양도면 | 간월제비갈 | 골재 | 인천광역시 강화군 양도면 간월리                      |

- 강화군에 위치한 채석장은 화도면, 양도면, 삼산면, 선원면, 불은면, 내가면에 위치하고 있으나 현재 화도면에 위치했던 채석장은 운영하고 있지 않았다.
- 장화리에 위치했던 채석장은 현재 운영하고 있지 않았으며 흔적만 볼 수 있었다.

[사진8] 강화군에 위치한 채석장



강화군 화도면 장화리에 위치했던 채석장

**탐구과제 ④** 간척사업 전후의 조개 양상 조사

○ **내용**

- 국립수산 과학원 홈페이지 자료 수집 및 어촌계장님 인터뷰를 통한 간척사업 전후의 조개 양상 조사

○ **방법**

- 국립수산 과학원 홈페이지에 방문하여 자료를 수집한다.
- 강화군 화도면 신재성 어촌계장님과 인터뷰한다.

○ **결과**

- 강화군 화도면에서 한 해 생산되는 패류 생산량은 정확히 알 수 없었다.
- 강화군은 관광객이 많고 외부 유입객이 많아 종패 살포율도 낮고 개인적으로

갯벌에 들어가 조개를 채취하는 사람이 많아 정확히는 알 수 없으나 간척사업 전의 조개 생산량은 하루 4시간, 100여명의 인원이 1인당 50~80kg 많게는 100kg까지 채취 가능했으나 간척사업 후로는 하루 4시간 20여명 내외의 인원이 1인당 25~30kg의 조개를 채취하고 있다고 한다.

- 현재 화도면에서 채취하고 있는 조개 종류로는 바지락, 동죽, 가무락, 백합이며 드물게 맛도 채취한다고 한다.

[표5]갯벌 수산물 생산 현황 - 국립수산물과학원

| 구분   | 패류 전체(톤) | 기타 패류  | 갯벌패류(톤) |        |        |        |        |         | 갯벌/전체 (%) |
|------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|-----------|
|      |          |        | 바지락     | 동죽     | 개량 조개  | 맛류     | 백합류    | 계       |           |
| 1990 | 168,202  | 59,588 | 74,581  | 27,234 | 3,353  | 2,511  | 935    | 108,614 | 64.57     |
| 2000 | 104,255  | 48,970 | 38,909  | 9,225  | 4,149  | 1,572  | 1,430  | 55,285  | 53.03     |
| 2007 | 92,533   | 57,748 | 27,459  | 2,601  | 606    | 1,457  | 2,662  | 34,785  | 37.59     |
| (%)  | -44.99   | -3.09  | -63.18  | -90.45 | -81.93 | -41.98 | 184.71 | -67.97  |           |

갯벌 패류 생산량은 1990년→2007년 68.0% 감소

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 국립 해양조사원의 전문가 인터뷰 및 자료조사의 결과 바닷물의 염도와 수온은 큰 차이가 없었던 것으로 나왔으며 해류는 한류, 난류에 따라 해양 생태계 환경에 영향을 줄 수는 있으나 갯벌생태계에 직접적인 영향을 주는 것은 조석에 의해 생기는 조류와 지형이다. 이것은 최근까지 진행되고 있는 간척 사업으로 인해 물길이가 변하고 즉, 조류의 변화로 인해 갯벌 생태계에 영향을 주어 조개 개체수 감소에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.
- 채석장에서 나오는 비산먼지와 소음은 주변 생태계를 변화시켜 종수 중 다양성을 감소시키나 채석장에서 거리 멀어질수록, 채석장을 운영하지 않는 시간이 1-2년 이상이 되면 주변 생태계나 수 생태계가 조금씩 회복되는 양상을 보인다는 논문 결과에 따라 현재 채석장이 인한 조개 개체 수 감소의 큰 원인이라 단정지을 수 없다.
- 갯벌은 생태계 오염물질을 정화하고 홍수 등 재해를 예방하며 고단백의 수산물을 제공하는 중요한 곳이다. 그러나 우리나라에서 자행되는 대규모의 간척사업과 매립(영종도 인천공항, 시화호, 새만금) 등으로 인해 생산성 높은 갯벌이 많이 사라졌다. 이번 결과로 갯벌 중요성을 깨달아 갯벌을 보호하고 세계 5대 갯벌 보유국으로서 갯벌의 가치를 재조명하고 자연 활용을 위한 노력과 중요성을 깨달아 교육하고 보호하는 활동이 필요하다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 갯벌 서식지에 따른 생물의 이해도를 높이고 갯벌 생태계에 변화된 생태에 대해

비교하여 말할 수 있다. 또한 조류, 수온, 염도가 조개 생태와 개체수에 영향을 줄 수 있으나 간척 사업이나 매립으로 인해 조개 서식지에 영향을 줄 수 있다는 것을 알고 갯벌 개발에 앞서 우선적 갯벌 관리와 방문자들의 환경보호의 중요성을 인식하기 위한 근거 자료로 활용하게 될 것이며 학생들이 갯벌 환경을 보호하고 앞장서는데 기여할 것이다.

## ○기타

- 채석장 운영 전후 조개 개체수의 변화를 알아보던 중 강화군 장화리의 경우 관광객 및 외부인들의 채취가 많아 생산량을 알 수 없어 문서화된 내용이 없어(계장님 인터뷰) 조사하지 못했다. 그래서 어촌계장님과 인터뷰를 통하여 채취되는 조개의 생산량을 가늠할 수 있었으며 조개의 생산량은 채석장 운영보다는 간척사업 전후가 더 크게 영향을 받았다고 하셨다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 갯벌에 가서 갯벌 생물을 탐구하는 것은 즐겁고 재미있었는데 매번 탐구일지를 작성하는 것이 어려웠다.
- 코로나바이러스로 인해 박물관 견학을 거의 할 수 없었고 직접적인 대면 인터뷰가 어려워 전화상으로 인터뷰하였는데 잘 이해하지 못하는 부분에 대해 자세히 설명해 주시다 보니 긴 시간 동안 통화를 해야 해서 너무 죄송했다.

### ○ 알게 된 점

- 해류와 조류에 대해 확실히 구분할 수 있게 되었고, 갯벌에 직접적인 영향을 주는 것이 조류와 관련이 깊다는 것을 알게 되었다.
- 박물관 견학은 거의 할 수 없었지만, 직접적인 탐사는 가능하였는데 이런 탐구로 인해 조개의 생산이 간척사업, 조류 등과 관련이 깊고 나아가 갯벌 생태계에 영향을 준다는 것에 대해 알게 되었다.

## 5. 참고문헌

1. 김지영외(2004), 석산개발사업의 환경영향 저감 방안에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원, P5-16, 171-172
2. 이상동(2009), 영산강의 골재채취에 영향을 받은 하천생태계의 어류상, 호남대학교 대학원 석사학위 논문, p15-21
3. 구분현외(2010), 자연환경시설의 문제점 및 개선방안연구, 국토지리학회, Vol 22 No2, p257-266
4. 조홍연외(2008), 강화도 남단 조간대에서의 수온 및 염분 변동양상 분석, 해양공학회 논문집, Vol 20 No3 pp.310~320.

5. 이병구(2002), 갯벌환경과 생물, 아카데미서적
6. 고철환외(2001), 한국의 갯벌 환경, 생물 그리고 인간, 서울대학교 출판부
7. 양송이외(2013), 이매패류 3종의 크기 및 수온에 따른 여수율과 노닐폐놀 흡수율과의 관계, 한국해양학회지, Vol 18 No2, pp 80~88.
8. 국립수산과학원 - [www.nifs.go.kr](http://www.nifs.go.kr)
9. 국립해양조사원 - [www.khoa.go.kr](http://www.khoa.go.kr)
10. 위키백과, 다음백과

- 도움주신분 -

- 강화군 화도면 신재성 어촌계장님
- 국립해양조사원 해양예보과 최원진 주무관님
- 국립해양조사원 해양관측과 박지혜 주무관님

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |          |    |         |
|-------|----------|----|---------|
| 팀명    | 맛시멜로     |    |         |
| 학생명   | 권나경, 김태환 | 학교 | 을숙도초등학교 |
| 지도교사명 | 한승민      | 학교 | 을숙도초등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 맛조개는 맛소금으로만 잡아야 할까?  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 17일 ~ 2020년 8월 25일  |
| 탐구목적    | 갯벌체험을 하고 싶은 사람들에게 바다를 오염시키지 않으면서 효과적으로 체험할수 있는 방법을 알린다.  |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 여러가지 소금으로 맛조개를 잡아보고 가장 잘 잡히는 소금 알아보기</li> <li>○ 소금이 바다와 갯벌을 오염시키는지 알아보기</li> <li>○ 효과적으로 맛조개를 잡을 수 있는 방법, 안내서 만들기</li> </ul>  |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 맛조개의 이름의 유래와 생김새와 서식지에 대해서 조사하였다.</li> <li>○ 맛조개를 잡는 방법과 맛조개가 왜 맛소금을 뿌렸을 때 올라오는지에 대한 원리를 탐구하여 알게 되었다.</li> <li>○ 만드는 방법에 따라 달라지는 소금이 종류에 대해 알아보았다.</li> <li>○ 맛소금 성분의 유해성에 대해서 조사하여 맛소금 자체는 나쁘지 않다는 것을 알게 되었다.</li> <li>○ 탐구 활동에서 확장하여 외국인들을 위한 안내서와 맛조개 잡는 방법을 영어로 제작하였다.</li> </ul> |
| 결론 및 의의 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 맛소금은 유해하지 않다는 것과 다른 종류의 소금으로도 맛조개를 잡을수 있다는 것을 알게 되었다.</li> <li>○ 우리 고장에 있는 생태갯벌체험장을 오염시키지 않고 체험할수 있도록 안내서와 맛조개 잡는 방법을 만화로 만들어 알린다.</li> </ul>   |



|       |                     |
|-------|---------------------|
| 탐구 주제 | 맛조개는 맛소금으로만 잡아야 할까? |
| 팀명    | 맛시멜로                |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 부산 사하구에 살고 있는 우리 가족은 여름마다 사하구에 있는 다대포에 간다. 어느 날 사람들이 이상하게 생긴 무언가를 잡는 것을 보았다. 우리는 호기심이 생겨 가까이 가보니 ‘맛조개’ 라는 것을 잡고 있는 것을 알게 되었다. 너무 재미있게 잡고 있는 모습에 우리도 바로 다대포 근처 상점에 가서 맛조개를 잡을 때 필요한 물품들, 모종삽과 맛소금을 샀다. 하지만 맛조개 잡는 과정이 쉽지는 않았다.
- 집으로 돌아오는 길에 ‘맛조개는 맛소금으로 잡아서 맛조개인가?’, ‘정말 맛이 좋아 맛조개인가?’ 라는 궁금증이 생겼다. 그리고 맛소금은 조미료라고 알고 있는데 맛조개를 잡으면서 사용되었던 맛소금이 그대로 바다에 흘러 들어가도 괜찮을까? 바닷물을 오염시키지는 않을까? 라는 걱정이 되었다. 그리고 양동이 가득 맛조개를 잡아가는 사람들도 있었는데, 이렇게 맛조개를 잡아가면 맛조개는 멸종되지 않을까? 라는 생각도 들었다. 이번 해양생물 탐구대회가 있다는 것을 알고 어떤 것을 탐구주제로 하면 좋을지 생각하는데 맛조개를 잡았을 때의 추억과 그때 궁금했던 것이 떠올랐다. 이번 기회를 통해 궁금증도 풀어보고 맛조개에 대해 더 알아보려고 한다.

### ○ 탐구 목적

- 맛소금은 가공소금으로 맛조개를 잡기 위해 맛소금을 사용하는데 그 맛소금이 바닷물로 흘러 들어가도 괜찮은지, 바닷물을 오염시키지는 않는지 알아본다.
- 맛소금 이외의 다른 소금으로 맛조개를 잡을 수 있는지 탐구해보고 맛조개를 잡는데 효율적인 소금을 찾아본다.
- 우리고장 다대포 해수욕장이 부산에서 갯벌체험을 할 수 있는 유일한 해수욕장이라고 해서 해마다 갯벌체험을 하러 오는 사람들이 늘어나고 있다. 갯벌 체험을 하고 싶은 사람들에게 바다를 오염시키지 않으면서 효과적으로 체험할 수 있는 방법을 알린다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

1. 탐구 준비하기

## 1) 맛조개에 대해 알아보기

맛조개 관련 궁금증을 풀어보고, 탐구 수행을 위한 맛조개에 관한 기본 지식을 쌓는 것이 목표이다.

## 2) 소금에 대해 알아보기

소금의 종류나 평소 소금에 대해 가지고 있던 궁금증을 풀고, 소금에 대한 기본적인 지식을 쌓는 것이 목표이다.

## 3) 다대포와 갯벌에 대해 알아보기

탐구 진행을 위해 다대포와 갯벌에 대해 알아보고 배우는 것이 목표이다.

## 2. 맛조개를 가장 효율적으로 잡을 수 있는 소금 알아보기

맛조개 잡는 법을 검색하면 거의 대부분의 포스팅이 맛소금으로 잡는 법이 나온다. 맛소금 이외의 소금으로도 맛조개를 잡을 수 있는지 실제로 가정이나 우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 여러 가지 소금으로 맛조개를 잡아본다.

## 3. 맛조개를 잡는데 쓰이는 소금이 갯벌 생태계에 미치는 영향 알아보기

많은 사람들이 맛조개를 잡을 때 맛소금을 사용하고 있다. 맛소금의 성분을 알아보고 맛소금이 환경에 안 좋은 영향을 미치지 않는지 맛소금에 관한 각종 자료를 찾아서 정보를 모은다.

## 4. 효율적이고 갯벌 생태계를 오염시키지 않게 갯벌체험을 하는 방법 알리기

사람들이 맛조개를 잡을 때 소금을 너무 많이 넣고, 쓰레기를 버리고 가고, 맛조개를 잡아서 다시 놔주지 않고 그냥 가져가는 것은 다 제대로 된 안내가 없어서 그런 것이다. 그래서 갯벌체험을 하는 올바른 방법을 알리는 것이 목표이다.

## ○ 방법

## 1. 탐구 준비하기

## (1) 맛조개에 대해 알아보기

맛조개를 포함하여 갯벌생물을 주제로 다룬 도서를 찾아보고 관련된 부분을 발췌하고 읽어본다.

## (2) 소금에 대해 알아보기

소금을 주제로 다룬 도서나 논문을 찾아본다.

## (3) 다대포와 갯벌에 대해 알아보기

-인터넷에서 다대포에 대한 내용을 검색하여 다대포를 이용하는 사람들의 소개글과 인식을 알아본다.

-다대포 관련 신문기사를 검색하여 우리 탐구와 관련성 높은 정보를 모은다.

-다대포와 갯벌에 대해 안내되어 있는 안내서를 찾아보고 직접 방문해 본다.

## 2. 맛조개를 가장 효율적으로 잡을 수 있는 소금 알아보기

가정에서 사용하고 쉽게 구할 수 있는 여러 가지 소금으로 다대포 갯벌을 방문하여 맛조개를 잡아본다. 어떤 소금으로 가장 잘 잡히는지 알아본다.

3. 조개를 잡는데 쓰이는 소금이 갯벌 생태계에 미치는 영향 알아보기  
맛조개를 잡을 때 사용하는 맛소금이 갯벌 생태계에 나쁜 영향을 끼치는지 알아보고, 사람들이 평소에 나쁘다고 생각하는 맛소금이 실제로 우리에게 해로운지 알아본다.
4. 효율적이고 갯벌 생태계를 오염시키지 않게 갯벌체험을 하는 방법 알리기  
앞에서 수행했던 두 탐구를 바탕으로 효율적으로, 또 갯벌을 오염시키지 않는 범위 내에서 갯벌 체험을 할 수 있는 방법을 사람들에게 안내서를 통해 알린다.

## ○ 결과

### 1. 탐구 준비하기

#### 1) 맛조개에 대해 알아보기

##### (1) 맛조개는 왜 맛조개일까?

- 조개들의 이름은 대체로 개체들의 형태나 색, 부속기관의 생김새에서 이름이 지어지는데 맛조개는 유난히 맛이 좋아 ‘맛’ 이라고 한다.
- 맛조개는 죽합과에 속하는 조개류로 ‘맛’ 이라고 한다. 다른 이름으로 죽합, 참맛이라고도 한다.

##### (2) 맛조개는 어떻게 생겼을까?

- 조개류는 보통 둥그스름한데 맛조개 종류는 길고 납작하고 빛깔이 누렇게 대나무 마디같이 생겼다.
- 몸길이는 10~15cm이고 다른 조개류에 비해 두께가 얇다.
- 맛조개는 껍질밖 으로 입수관과 출수관이 나와 있으며 입수관을 아가미와 연결되어 있고 작은 충격에도 쉽게 떨어져 나간다.

##### (3) 맛조개는 어디서 살고 있을까?

- 갯벌이나 얕은 바다의 모래펄에 구멍을 파고 살고 있다.
- 다른 조개들에 비해서 긴 입수공과 출수공을 가지고 있어서 작은 숨구멍을 모래 위에 내놓고 살고 있다.

##### (4) 맛조개를 어떻게 잡을까?

- 간조때 작은 구멍이 보이면 모래를 조금 걷어낸다.
- 그 구멍에 소금을 살살 뿌리면 소금에 자극을 받은 맛조개가 구멍 입구로 쏙 튀어나오는데 이때 살이 빠지지 않게 살살 잡아당기면 쏙 빠져서 잡을 수 있다.

##### (5) 맛조개는 왜 맛소금을 뿌렸을 때 올라올까?

- 이유에 대해서는 여러 의견들이 있는데 다음과 같다.
- 맛조개 구멍에 소금을 넣으면 바닷물이 들어왔는지 알고 먹이를 먹으러 올

나온다.

- 입수관으로 들어간 소금물을 출수관으로 보내 물을 내뿜는 동시에 발을 움직여 위로 오르려고 하는 원리로 맛조개 구멍 입구로 올라온다.
- 맛조개 구멍에 소금을 뿌렸을 때 맛조개가 갑자기 들어 온 소금에 삼투압을 견디지 못해서 올라온다.  
삼투압은 염분 차이로 인해 액체의 농도가 낮은 곳에서 높은 곳으로 이동하는 현상이다.

2) 소금에 대해 알아보기

소금은 크게 바닷물을 염전에 끌어들여 바람과 태양열로 수분을 결정화한 천일염과 지층이나 바위와 같이 암석을 이룬 소금을 채취한 암염, 원료 소금을 볶음, 태움 등의 방법으로 그 원형을 변형한 소금 또는 식품첨가물을 가하여 가공한 가공염으로 나눌 수 있다.

3) 다대포에 대해 알아보기

(1) 다대포 사전 방문 조사하기

본 탐구를 하기 전에 다대포 생태체험장을 방문하여 어떻게 운영되고 있는지, 사람들은 어떻게 이용하고 있는지, 갯벌체험도구들은 주변상가에서 구입할 수 있는지 알아보았다.



- 생태체험학습 프로그램 안내서가 비치되어 있었다.
- 모래갯벌 체험용 도구를 대여하고 있었으나 현재는 코로나19로 인해 운영을 안 하고 있었다.
- 매점에서는 맛조개잡기에 필요한 도구들을 팔고 있어서 준비 없이 와서도 쉽게 살 수 있다.
- 매점에서는 맛소금만 팔고 있었다.

(2) 사하 자연학교 (과도길 체험)

-사하 자연학교라는 프로그램이 있다는 것을 알고 「물운대 과도길」을 신청해서 가게 되었다. 바다생물에 대해서 설명해 주시고 물운대를 따라 데크산책길

을 걸으며 주변의 식물에 대한 이야기도 해주시고 갯벌로 내려가서 엽낭게도

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 해설사선생님의 설명  | 사하자연학교 팸플렛  | 염해를 입은 옮겨 심은 나무  | 염해 피해를 입지 않은 해안식물   |

직접 잡아서 관찰해 보았다.

(3) 낙동강 하구 을숙도 에코센터 견학하기

갯벌생태에 대해 더 알아보기 위해 낙동강 하구 을숙도 에코센터를 방문했다.

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  |  |
| 낙동강하구<br>을숙도 에코센터  | 갯벌과 서식생물<br>모형   | 모래갯벌과<br>서식생물 모형   | 모래갯벌 설명   | 체험 프로그램  |

- 우리지역에 살고 있는 생물들이 전시되어 있었는데 우리는 갯벌생물 부분에서 자세하게 견학하였다.
- 혼합갯벌, 썰갯벌, 모래갯벌들이 어떻게 생겼는지 알려주는 모형과 설명이 전시되어 있었고 각 갯벌에 살고 있는 생물들이 정리되어 있었다.
- 갯벌생물로 머그컵을 만드는 체험수업이 있어서 체험도 참가해 보았다.

(4) 다대포 생태체험 학습장의 관리 담당부서 공무원 인터뷰 (전화와 이메일)

- 본 체험에 앞서 다대포 해수욕장과 다대포 생태체험 학습장을 방문해 보았는데 코로나로 인해 다대포 생태체험 안내소는 운영하고 있지 않아 운영 실태를 알아볼 수 없었다. 사하구청에 문의해본 결과 7월1일부로 담당자가 바뀌어 업무과약 중이라고 생태학습장 관련 자료를 찾아서 보내주신다고 하셨다.
- 우리는 알고 싶은 것들을 이메일로 인터뷰 요청을 하여 생태체험 학습장 안내문과 리플렛도 받고 이메일 인터뷰도 할 수 있었다.

〈이메일 인터뷰내용〉

갯벌체험 도구의 대여에 대하여

Q : 대여물품은 몇 개가 구비되어 있고 대여시간이 정해져 있습니까?

A : 갯벌체험도구 대여기간 : 3월 ~ 11월 ▷ 10:00 ~ 17:00

대여물품 : 3종 ▷ 물통 479개, 모종삽 94개, 장화 177개

Q : 반납은 어떻게 이루어지고 있습니까?

A : 개인이나 단체 방문객 대표가 신청서 작성 → 물품대여 → 사용 후 즉시 반납

Q : 물품대여를 이용하는 사람은 많이 있습니까?

A : 연간 4,000여명, 13,857개 대여( '2019년 기준)

#### 시설안내에 대하여

Q : 갯벌체험도구 대여와 학습용 안내 책자 배부라고 쓰여 있는데 학습용 안내책자에는 어떤 내용이 있습니까?

A : 메일로 보내드렸던 생태체험학습 안내자료(리플렛)를 배부해 드리고 있습니다.

Q : 갯벌체험으로 지정된 구역을 미리 알아보고 갯벌체험이 가능한 지역에서 갯벌체험을 하라고 쓰여 있는데 갯벌체험으로 지정된 구역은 어디인가요?

A : 다대포 갯벌체험장 현황

- 위 치 : 다대1동 1546번지선 공유수면 ▷ 노을정 앞
- 면 적 : 25,000㎡ 중 일부 사용
- 생태체험장 제막 : 2012. 6. 27.(수) 09:40
- 범 위 : 노을정휴게소 앞 40~50M 이내 갯벌
- 활용용도 : 자연생태환경의 소중함을 교육시키기 위하여 어린이·초등학교·학생, 주민들에게 생태체험학습 장소로 제공

Q : 계와 조개 등은 잡은 후 학습용으로 관찰후 갯벌로 돌려주라고 쓰여져 있는데 대부분의 사람들이 가지고 가는 것을 보았습니다. 심지어 한 통 가득 많은 양을 잡아서 가지고 가시는 분들도 있는데 이에 대한 관리와 감독은 어떻게 이루어지고 있는지 궁금합니다.

A : 생태체험장 입구 등에 현수막, 안내문 등을 통해 주의사항 홍보, 다대포 해수욕장을 관리하는 해변관리센터에서 수시로 안내방송을 통해 계도하고 있습니다.

#### 갯벌체험학습장 안내에 대하여

Q : 안내문은 어디에서 볼 수 있을까요?

A : 다대포 갯벌체험학습장은 2012.6월 제막 이후 생태체험학습장을 운영하고 있으며 사업초기 구보, 사하구홈페이지, 유관기관 공문 등을 통해 안내하고 있었으나, 올해는 코로나19 지역사회 확산 방지를 위해 생태체험장 체험도구 무료 대여 사업이 잠정 중단된 상태

로, 현재 갯벌체험학습장을 따로 안내하고 있지는 않으나, 코로나 19 사태가 완화되면 구청 홈페이지, 구보 등을 통해 안내 예정 입니다.

Q : 리플렛은 어디에 비치되어 있나요?

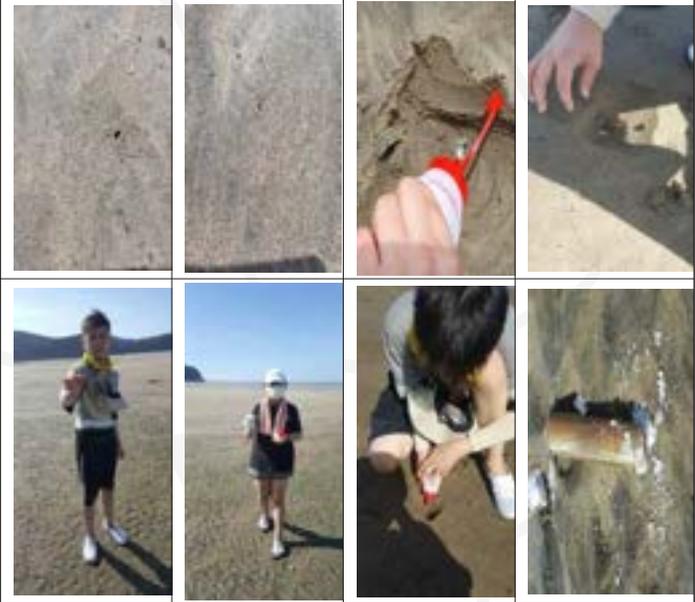
A : 다대포 생태체험학습장에 비치

Q : 외국어로 된 안내문이 있습니까?

A : 현재, 외국어로 된 안내문은 없으나 향후 필요시 제작 검토 예정입니다.

2. 맛조개를 가장 효율적으로 잡을 수 있는 소금 알아보기

1) 다대포 갯벌에서 실제로 여러 가지 소금으로 맛조개를 잡아 본다.

| 일시 (장소)                                    | 체험내용 및 결과   | 의견   |
|--|---|--|
| <p>8월1일<br/>간조시간<br/>13시30분<br/>다대포 갯벌</p> | <p>&lt;맛조개 잡기 체험 1&gt;<br/>-바다타임이라는 사이트에서 다대포 물때를 확인하고 간조시간에 맞춰 다대포를 방문하였다.</p>  <p>- ①천일염, ②죽염, ③바닷물, ④맛소금, ⑤히말라야 핑크솔트(암염)등 총 5가지의 염분이 있는 물질을 이용하여 맛조개를 잡아 보았다.<br/>- 먼저, 손톱모양이나 8자 모양의 구멍이 보이면 모종삽으로 살짝 판 뒤에 양념통에 들어있는 소금을 그 구멍 입구에 맞추어서 솔솔 뿌렸다.<br/>- 또, 굳이 구멍을 찾지 않아도 평평한 곳 중에 유난히 들어가 있는 부분을 파보아도 잡을 수 있었다.</p> | <p>-천일염, 죽염, 맛소금, 히말라야 핑크솔트를 뿌렸을 때는 맛조개가 올라왔지만, 바닷물을 넣었을 때는 올라오지 않았다.<br/>-맛조개가 많이 잡히지 않아 각 5회씩 관찰할 수 없었다.<br/>-죽염은 맛조개를 잡을 수는 있었지만 통속에서 뭉쳐져서 솔솔 뿌려지지 않아 편리하지 않았다. 그래서 다음에는 이것을 개선하기 위해 뭉쳐있는 소금을 사전에 부셔서 고운 입자로 만들어 두어야겠다.</p> |

|   |   | 소금에 따라 나타난 반응  |    |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|---|---|--|----|----|----|-----|----|---|---|-----|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|-----------|----|---|---|---|---|---|
|   |   | 1회   | 2회 | 3회 | 4회 | 5회  |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   |   | 맛소금  | ○  | ○  | ○  | ○   | ○  |  |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   |   | 천일염  | ○  | ○  | ○  | ·   | ·  |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   |   | 죽염   | ○  | ○  | ×  | ○   | ×  |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   |   | 히말라야 핑크솔트  | ○  | ○  | ○  | ·   | ·  |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   |   | 바닷물  | ×  | ×  | ×  | ×   | ×  |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   |   | ○는 구멍위로 맛조개가 올라온 경우  |    |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| <p>8월14일<br/>간조시간<br/>10시16분<br/>다대포 갯벌</p> | <p>&lt;맛조개 잡기 체험2&gt;<br/>8/1일 다대포 맛조개 체험 이후 두 번째 방문</p>  <p>여러 가지 소금에 따른 맛조개 반응을 측정하려고 했지만 처음 한번씩 이후로 잡히지 않았다.</p>   | <p>-장마의 영향으로 맛조개를 잡을 수 없어서 탐구수행을 할 수 없었다.</p> <p>-맛조개를 잡는 생태체험장 주변에는 나뭇가지와 그 나뭇가지를 청소하시는 분들이 많으셨다.</p> <p>-해변 곳곳에 쓰레기와 해파리 그리고 엄청난 양의 빈 조개껍데기 등이 많이 보였고, 심지어 죽은 물고기들도 볼 수 있었다.</p> |    |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1회</th> <th>2회</th> <th>3회</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>맛소금</td> <td>○</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>천일염</td> <td>○</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>히말라야 핑크솔트</td> <td>○</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> </tbody> </table>   |  | 1회 | 2회 | 3회 | 맛소금 | ○  | ·   | · | 천일염 | ○ | · | · | 히말라야 핑크솔트 | ○ | · | · |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
|   | 1회  | 2회   | 3회 |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| 맛소금   | ○   | ·  | ·  |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| 천일염   | ○   | ·  | ·  |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| 히말라야 핑크솔트                                   | ○   | ·  | ·  |    |    |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| <p>8월15일<br/>간조시간<br/>11시31분<br/>다대포 갯벌</p> | <p>&lt;맛조개 잡기 체험3&gt;<br/>-소금은 어제와 마찬가지로 3가지 종류를 준비했다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1회</th> <th>2회</th> <th>3회</th> <th>4회</th> <th>5회</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>맛소금</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>·</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>천일염</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> <tr> <td>히말라야 핑크솔트</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>·</td> <td>·</td> </tr> </tbody> </table> <p>소금에 따른 맛조개 반응시간(초)</p> |  | 1회 | 2회 | 3회 | 4회  | 5회 | 맛소금   | 7 | 5   | · | · | · | 천일염       | 6 | 7 | 5 | · | · | 히말라야 핑크솔트 | 10 | 8 | 9 | · | · | <p>-2회차 보다는 많이 잡혔지만, 실험을 충족할 만큼은 안 잡혔다.</p> <p>-오늘도 갯벌에 쓰레기들과 조개껍데기들이 많이 보였다.</p> <p>-맛조개가 잘 잡히지 않는 것에 대한 조사가 필요하다.</p> |
|   | 1회  | 2회   | 3회 | 4회 | 5회 |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| 맛소금   | 7   | 5  | ·  | ·  | ·  |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| 천일염   | 6   | 7  | 5  | ·  | ·  |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |
| 히말라야 핑크솔트                                   | 10  | 8  | 9  | ·  | ·  |     |    |   |   |     |   |   |   |           |   |   |   |   |   |           |    |   |   |   |   |   |

3. 맛조개를 잡는데 쓰이는 소금이 갯벌 생태계에 미치는 영향 알아보기

1) 맛조개 잡기에 주로 쓰이는 맛소금에는 어떤 성분이 들어 있을까?

맛소금의 90%는 일반소금과 같은 염화나트륨(NaCl)으로 되어있으며, 이는 바다 물에 포함된 성분과 완벽하게 일치한다.

나머지 10%는 글루탐산나트륨(MSG)인데 이는 사탕수수를 발효시켜 나온 성분이지만 다시마에도 들어있는 자연 감칠맛 성분이기도 하다.

2) 맛소금이 나쁘다? 나쁘지 않다?

맛소금에 들어있는 MSG는 몸에 좋지 않다, 많이 섭취하면 건강에 안 좋다 라는 인식 이 강한데 이 이유는 무엇이며 실제로도 나쁜지에 대해 알아본 결과 다음과 같은 기사를 볼 수 있었다.

(1) JECFA(국제식량농업기구)가 MSG의 일일섭취허용량을 별도로 정하지 않은 것 뿐 만 아니라 대부분의 식품의학기구에서도 이를 납득한 것 등을 미루어보아 MSG는 유해하지 않다는 것을 알 수 있다.

FDA에서의 실험을 보면 3g이상의 MSG를 식품 없이 한 번에 섭취한 경우에 한해 예민한 사람은 홍조나 복통 등의 증상이 일시적으로 나타나기도 했지만 식품과 함께 섭취할 경우 오히려 완화되었다. 보통 식품에는 0.5g미만의 MSG를 포함하고 있기 때문에 증상이 미미하다.

(2) “중국음식 증후군이라고 하여 MSG 과량 함유된 중국음식을 먹은 다수 특정 사람들이 복통, 메쓰거움, 두통, 가스통증, 안면 압박 등을 일시적으로 일으키는 증상, 극단적으로 호흡곤란, 심장 박동 수 증가 등이 나타난다.”(美 의사 로버트 호만 곱(New England of Medicine, 1968) 라는 어느 미국 의사의 주장으로 전 세계에서 식품첨가물의 안전성에 대한 논란이 퍼지기 시작했는데 기업들은 식품첨가물에 대한 오해를 바로잡지 않고, 첨가물 마케팅으로 소비자들에게 msg에 대한 부정적인 인식 확산에 일조를 하였다.

(3) 우리나라 식품의약품안전처에 따르면 우리 주변에 유통되고 있는 MSG를 포함하여 식품 첨가물을 안전하다고 알리고 있다.



<https://www.foodsafetykorea.go.kr>



4. 효율적이고 갯벌 생태계를 오염시키지 않고, 갯벌체험 하는 방법 알리기  
 사람들이 맛조개를 잡을 때 소금을 너무 많이 넣고, 맛조개를 잡아서 다시 놔주지 않고 그냥 가져가는 것은 안내가 잘되지 않기 때문이라고 생각한다. 갯벌체험을 하는 올바른 방법을 알리고 외국어로 된 안내문이 없기 때문에 영어로 된 안내문도 만들었다. 이후에 이 안내문은 사하구청 담당부서에도 제안하고 블로그 포스팅 등 많은 사람들이 볼 수 있도록 할 것이다.

1) 다대포 생태체험학습장 안내서

다대포 생태체험학습장 안내

- 위 치 ● 다대동 1546번지선 공유수면 ▷ 노을정 앞
- 이용안내 ● 입장료 : 없음 / 이용가능시간 : 09:00~18:00
- 시설안내 ● 생태체험학습장 안내소 및 세족시설  
 ● 갯벌체험도구(삽, 물통, 장화) 대여 및 학습용 책자 배부
- 유의사항 ● 어패류(조개·게) 는 학습용으로 관찰 후 자연생태 보전을 위해 원래 장소에 돌려주시기 바라며, 식용으로 사용할 수 없음  
 ● 갯벌체험장은 **문화재 보호구역**으로 낚시 등 환경훼손 행위를 금지함

Guide to Dadaepo Ecological Experience Learning Center

- Location ● In front of Noyuljeong (designated place)
- Operation guide ● No admission fee/available from 9:00~18:00
- Facilities ● Information center & washing facilities for feet  
 ● experience tools (shovel/bucket/boots)
- Notice ● Clams and crabs should be observed for learning  
 ● The experience tools should be returned to the original location  
 ● Mudflat experience center is prohibited from damaging the environment, such as fishing

2) 맛조개 잡는 방법 안내서

1. 위와 비슷한 구멍을 찾는다.  
(갈자모양, 손잡모양 등)

2. 삽을 이용하여 최대한 수평으로 모래를 판다.

3. 삽으로 판을 때 구멍이 계속 이어지면 맛조개 구멍이다.  
(구멍이 이어지지 않으면 맛조개 구멍이 아니므로 다른 구멍을 찾아야 한다.)

4. 소금이 담긴 소스병의 입구를 맛조개 구멍에 잘 맞추어 소금을 뿌린다.

5. 소금을 부은후 대략 5~10초이내에 나온다.

6. 살이 빠지지 않도록 맛조개살 뽑는다.

1. Search some holes

2. Dig the ground with shovel

3. You will find out that the hole is getting bigger.

4. Spray the salt.

5. in 5~10 seconds, the solen pop-up

6. Pull the solen out carefully

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 맛소금이 유해하는 것은 MSG에 대한 오해에서 비롯된 것으로 맛소금은 유해하지 않다. 따라서 맛조개를 잡을 때 사용하는 맛소금은 갯벌을 오염시키지 않는다. 오히려 맛소금을 맛조개 잡이용으로 구입하고 남은 맛소금을 가정에서 사용하지 않기 때문에 버리고 가는 경우가 많아서 자원낭비와 버리고 간 쓰레기로 의한 오염이 더 심각했다.
- 여러 가지 다른 소금으로 잡아본 결과 맛소금과 같이 잘게 부수어진 형태의 소금으로 잡을 수 있었다.
- 맛조개 구멍에 소금을 담은 소스병 입구를 넣어서 소금을 넣으면 적은 양의 소금으로 맛조개를 잡을 수 있다.
- 채집한 맛조개는 자연생태 보호와 다른 체험자들을 위해 방생할 수 있도록 안내가 필요하다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 이번 탐구를 통해 우리고장에서 갯벌체험을 할 수 있는 곳이 가까이 있다는 것이 많이 알려져서 많은 사람들이 다대포를 찾을 수 있었으면 한다. 맛조개 잡는 법을 몰라서 소금을 봉지째 붓는 사람들이 많았는데 맛조개를 잘 잡을 수 있는 방법을 안내서로 만들어서 갯벌체험도구를 대여할 때 같이 배부할 것이다.
- 코로나가 조금 잠잠해지면 외국인들도 해운대뿐만 아니라 해수욕과 갯벌체험을 동시에 할 수 있는 다대포로 와서 맛조개를 잡아보는 신기한 기회를 가지면 좋겠다. 그래서 우리는 외국인들을 위한 리플렛을 만들어 이해하기 쉬운 만화로 잡는 방법을 안내하고, 영어로 된 갯벌체험에 대한 안내를 하려고 한다.
- 해양생물 보호를 위해 채취한 맛조개는 방생하도록 홍보한다.
- 이상의 내용은 담당부서에 제안하고 사하구청 공식 블로그와 개인 블로그에 포스팅 하여 많은 사람들이 다대포에 가기 전에 알고 갈 수 있도록 홍보한다.

### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

- 탐구를 진행하면서 가장 어려웠던 점은 맛조개에 관한 조사가 다른 조사들에 비해서 너무 적다는 점이었다. 관련 자료를 찾을 때에도 맛조개에 대해 자세히 나와 있는 책이 없어서 갯벌 관련 책에서 맛조개에 대해 찾아야 했다. 몇 백 페이지가 넘는 두꺼운 책에서도 맛조개 관련된 내용은 단 2페이지밖에 없는 경우도 많았다. 인터넷 자료를 찾아볼 때도 다섯 줄 정도로만 정리되어 있어서 자료 조사가 힘들었다.
- 그리고 코로나로 인해 다대포 생태체험 안내소도 문이 닫혀 운영 실태를 알아볼 수도 없었다. 사하구청에 문의해본 결과 7월1일부터 담당자가 바뀌어 업무과약 중

이라고 말씀하셔서 자세한 것을 알 수 없었다.

- 이번 해양생물대회를 탐구하면서 역대 가장 긴 장마로 다대포갯벌에 맛 조개를 잡으러 갈 수 있는 날이 많이 없었다. 그리고 코로나로 인해 부산의 소재의 해수욕장이 8월21일부터 긴급폐장이 되는 등 조사에 어려움을 겪었다. 그리고 찌는 듯하 무더위에 오랫동안 바닷가에 머물기가 힘이 들었다.
- 장마로 인해 갯벌화경에 육상으로부터 오염물질이 연안으로 유입되어서 그런지, 몇 년 전에 왔을 때에 비해 맛조개가 잘 잡히지 않았다. 그래서 처음에 계획한 것처럼 맛조개를 잡아야 하는 탐구를 하는데 어려움이 있었고 탐구진행이 조금 어려웠다.

### ○ 알게 된 점

- 평소에는 궁금한 사항이 있으면, 인터넷에서 검색해서 찾았는데 탐구를 진행하면서 내가 원하는 전문적인 자료를 찾는 법을 알게 되었다. 그리고 학술연구정보서비스에 관련 단어 ‘맛조개’, ‘소금’, ‘갯벌’ 등을 검색어에 넣었을 때, 나오는 참고문헌들을 통해 이런 자료들을 찾을 수 있다는 사실도 알게 되었다.
  - 사하 자연학교에서 가장 기억에 남는 것은 해염(바다소금 피해)에 관한 것이었다. 다대포 해변공원을 만든다고 옮겨 심은 나무들은 해풍의 염도 때문에 가을도 아닌데 낙엽 저서 떨어져 있고 성한 초록 잎이 없었다. 그런데 맞은 편 언덕에 있는 나무들은 건강해 보였다. 이 나무들은 이 곳에서 오랜 시간 해풍을 견디며 해풍에도 자신을 보호할 수 있는 생명력을 가지게 된 것 같다.
  - 맛소금에 포함된 MSG가 유해하지 않다는 것과 그런 고정관념을 갖게 된 이유는 주변사람들의 영향과 언론의 영향이 가장 크다는 것을 알게 되었다. 그래서 맛소금으로 맛 조개를 잡아도 바다생태계에는 별다른 문제가 없다.
  - 그리고 히말라야 핑크솔트, 천일염 등으로 잡아도 지장이 없으니 집에서 이런 소금들을 덜어와 체험해보는 것도 좋을 것이다.
- 맛조개를 잡으러 현장답사를 하면서 실제로 본 바다의 상태가 생각보다 심각한 것을 알게 되었다. 여기저기 흩어져 있는 쓰레기와 나뭇가지들 해양생물들의 사체 등이 많았고, 바닷물도 깨끗하지 않았다. 또 해안가를 청소하시는 분들이 작업을 하면서 쓰레기들을 포대에 주워 담았는데, 그 포대가 10자루가 넘어서 놀랐다.
- 처음에 선입견으로 시작해서 맛소금의 유해성에만 초점을 두고 탐구를 진행했는데, 탐구를 진행하다 보니 맛소금 자체로의 문제가 아니라는 것을 알게 되었다. 그리고 다른 요인들, 사람들이 쓰다 버리고 간 맛소금 비닐봉지, 맛소금 양념통, 제대로 뒷정리를 하지 않고 간 사람들의 태도가 문제라고 생각했다.

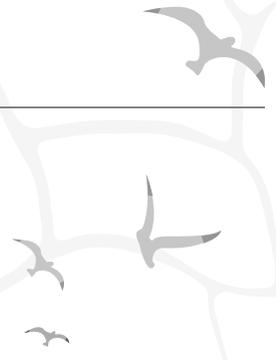
### ○ 기타

- 맛소금이 갯벌 생태계를 오염시킨다고 생각해서 갯벌을 오염시키지 않는 다른 소금으로 맛조개를 잡는 것을 탐구의 목적으로 설정했다. 하지만 이번 탐구를 수행하면서 맛소금이 갯벌을 파괴하지 않고, 지금까지 우리의 생각이 선입견 이었다는 것을 알게

되었다. 그리고 또 갯벌을 오염시키는 것은 오히려 맛소금이 아니라 사람들이 버리고 사는 쓰레기였다. 따라서 탐구의 목적이 올바른 방법으로 갯벌 체험하는 법을 안내서를 통해 알리는 것으로 변경 되었다.

## 5. 참고문헌

- 제49회 전국과학전람회 (2003), 「맛소금을 뿌리면 맛조개가 왜 쭈욱 올라올까?」  
 태영경, 최성경 (2012) 『디스커버리 에듀케이션 28. 갯벌탐사』 주니어 김영사, p36  
 박수현(2018), 『바다에서 건진 생명의 이름들 ; 바다생물 이름의 유래』 지성사, p307  
 유종생(1995), 『한국패류도감』 일심사, p140  
 정동효(2013), 『소금의 과학』 유한문화사, p.88  
 백용해(2003), 『갯벌이야기』 여성신문사, p83  
 백용해(2004), 『하늬와 함께 떠나는 갯벌여행』  
 함경식공저 (2008), 『소금, 이야기 : 우리 몸 살리는 천연 미네랄』 동아일보사  
 이해영(2004), 『갯벌, 무슨 일이 있을까?』  
 김종문(2000), 『갯벌탐사도감』  
 김지현, 김우주, 「MSG, 진짜 인체에 유해할까요?」, 『인제대신문』 2019년 11월30일  
 인터뷰 협조 (사하구청 환경위생과 주무관 안순주 asj9559@korea.kr)  
 식품안전정보포털 식품안전나라 (<https://www.foodsafetykorea.go.kr/>)



# 중등부 수상작



중등부 수상팀 명단

| 구 분          |           | 팀 명                           | 학 교          |
|--------------|-----------|-------------------------------|--------------|
| 해양수산부 장관상    | 대상 (1팀)   | 바다는 보물이다                      | 이현중학교, 국수중학교 |
| 국립해양생물 자원관장상 | 최우수상 (1팀) | Agar! You are Sea-Keeper! ASK | 대전관평중학교      |
|              | 우수상 (2팀)  | 집게리아                          | 진포중학교        |
|              |           | 김예찬씨[Sea]                     | 대전하기중학교      |
|              | 장려상 (6팀)  | MRI                           | 인천신정중학교      |
|              |           | 후무후무누쿠누쿠 아푸아아                 | 서귀포여자중학교     |
|              |           | Silver                        | 다송중학교, 경일중학교 |
|              |           | 4J                            | 배곧해솔중학교      |
|              |           | 문어빨판                          | 경신중학교        |
| 바다정원(해원)     | 인천해원중학교   |                               |              |

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |          |    |       |
|-------|----------|----|-------|
| 팀명    | 바다는 보물이다 |    |       |
| 학생명   | 최정윤, 최형세 | 학교 | 이현중학교 |
|       | 이효인      | 학교 | 국수중학교 |
| 지도교사명 | 김연희      | 학교 | 이현중학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 우뭇가사리(한천)와 조개껍질(탄산칼슘)을 이용한 안전한 단열재 만들기   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 7일 ~ 2020년 8월 23일   |
| 탐구목적    | 해양자원을 이용하여 안전한 단열재 만들 수 있다   |
| 탐구내용    | 농도, 온도 등을 고려한 최적의 단열재 조성을 찾아서 단열판을 만든다. 열원에 따른 단열 실험을 하고 단열재의 내구성 실험, 연소 시 발생하는 유해물질 확인, 연소성 실험, 경도 실험을 한 후 결과를 분석해서 안전한 단열재인지 확인한다.   |
| 탐구결과    | 한천과 한천+탄산칼슘 단열재가 우레탄에 준하는 단열효과가 있음을 확인할 수 있었다.<br>한천+탄산칼슘을 넣은 단열재는 높은 습도에서도 곰팡이가 생기지 않았다.<br>CG-MS 기기에서 단열재 연소시에 인체에 유해한 물질(HCN)이 발생하지 않았고 연소성 실험에서 우레탄은 불이 순식간에 타오르고 유해한 연기가 발생하였으나 한천+탄산칼슘 단열재는 불이 잘 붙지 않고 약간의 그을음이 발생하였다.<br>경도는 우레탄보다 한천, 한천+탄산칼슘의 경도값이 높았다. |
| 결론 및 의의 | 한천과 탄산칼슘을 섞은 단열재가 단열효과가 크고, 한천에 탄산칼슘을 넣으면 내구성이 좋아지고 부패하지 않는다. 또한 연소 실험에서 인체에 유해한 독성이 발생되지 않았고 경도값도 우레탄에 비해 컸으므로 한천+탄산칼슘 단열재는 건축자재로 쓰일 수 있을 것 같다.   |





|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| <b>탐구 주제</b> | <b>우뭇가사리와 조개껍질을 이용한 안전한 단열재 만들기</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>바다는 보물이다</b>                     |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

2020년 4월, 이천의 물류창고에서 화재가 발생했는데, 유독가스로 인해 인부들이 탈출할 시간을 놓쳐 많은 사망자가 발생했다는 안타까운 뉴스를 보았다. 이렇게 많은 근로자가 목숨을 잃은 것은 단열재인 우레탄폼에서 나온 연기 때문이라고 했다.

(Ref.1/<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=5945253&cid=43667&categoryId=43667>, 2020.5.6. 이천 물류센터 공사장

화재사고) 이 연기는 우레탄 폼이 타면서

HCN(시안화수소)라는 유독가스가 발생하는데, 이 가스를 마시면 3분 안에 목숨을 잃을 정도로 해롭다고 알려져 있다. 새로운 단열재 소재의 필요성이 중요하게 떠오르고 있는 가운데, 우리 팀은 해양 생물자원을 이용한 안전한 단열재 소재를 생각하게 되었다. 여름철 바닷가 온도가 육지에 비해 낮다는 것을 떠올렸고, 단열재 소재는 비열이 높은 물을 포함하고 있어야 하며, 완전 연소되어 유독한 가스를 배출하지 않아야 한다는 생각을 했다. 해양 생물 중에서 이를 충족할 수 있는 재료로 생각한 것은 양갱, 젤리 등의 식재료로 사용되는 우뭇가사리였고, 조개껍질의 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ ) 성분을 첨가하여 단열재를 단단하게 해주고 부패 방지를 위해 방부제(페녹시에탄올)도 첨가하는 실험을 설계하게 되었다. 결과적으로, 물을 함유하여 단열 효과를 낼 수 있는 우뭇가사리를 이용한 한천(agar)에 조개껍질에서 비롯된 탄산칼슘으로 경도를 높이고, 방부제를 첨가하여 부패되지 않으며, 완전 연소되어 유독한 가스가 나오지 않는 친환경적인 단열재를 생각하게 되었다.

(Ref.2 한천 특징, 민족문화 대백과사전,1995. 이성우

[http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Index?contents\\_id=E0062010](http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Index?contents_id=E0062010))

(Ref.3 탄산칼슘 특징.

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3568447&cid=58949&categoryId=58983>)



<사진1. 2020.4.29. 이천 물류창고>



<사진2. 한천의 재료로 사용되는 우뭇가사리>

## ○ 탐구 목적

해양 생물자원 중 우뚝가사리(한천)와 조개껍질(탄산칼슘)을 이용하여 단열재를 만들고 화재 상황에서도 인체에 무해하며, 단열효과도 뛰어난 안전한 단열재로서의 가능성 확인한다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

단열재의 안전성과 단열효과를 검증하기 위해 먼저 우뚝가사리와 조개껍질을 이용한 단열재를 만들기 위해 최적의 조성을 찾는다. 그리고 단열재의 안전성을 측정하기 위해 단열재의 내구성 실험, 연소성 실험, 단열재 연소 시 발생하는 연기의 유해성 실험, 경도 실험을 진행한다.

### ○ 단열재 제작 및 단열효과 실험 방법

#### 1) 단열재 제작 실험

해양생물인 우뚝가사리와 조개껍질을 뿜고 분쇄기로 갈아보았다. 그러나 입자가 크고 고르게 갈아지지 않아서 우뚝가사리에서 추출한 한천 가루와 조개껍질에서 비롯된 탄산칼슘을 이용하여 단열재를 제작하였다.



<사진3. 우뚝가사리와 조개껍질을 가루로 만들기>

한천 가루의 경우 90~95℃의 수온에서 완전히 용해되기 때문에, 실험용 히팅 교반기와 마그네틱 바를 이용하여 물에 용해시킨다.

한천의 비율은 흔히 볼 수 있는 우뚝가사리 목에서의 한천 비율(6.25%)을 응용하여 5% 정도로 사용하며, 탄산칼슘의 경우 유리 제작 시 5%의 탄산칼슘을 사용하는 것에 근거하여 5%로 사용한다. 한천과 탄산칼슘을 잘 녹이기 위해 glycerin을 사용하며, glycerin의 경우 한천가루와 탄산칼슘이 완전히 액상이 될 정도로 사용하며 상황에 맞게 양을 조절한다. 페녹시에탄올의 경우 한천과 탄산칼슘이 물에 완전히 용해된 이후 어느 정도 온도가 낮아졌을 때 첨가하며, 화장품 만들 때 사용되는 비율에 근거하여 약 0.2%~0.5%로 첨가하였다. 글리세린과 페녹시에탄올 0.3% 첨가는 인체에 무해하다. 물에 완전히 재료들을 용해시킨 뒤 이를 SPL Petri Dish에 부어 상온에서 1시간 정도 굳힌 뒤 Para-film으로 밀봉하여 보관하였다. 한천과 탄산칼슘의 비율을 조절하여 최적



의 단열재 재료를 찾는 실험을 반복하였다.



<사진4. 최적의 단열재 재료를 찾는 실험 과정>

## 2) 단열재 단열효과 실험

단열재의 단열실험은 외부의 영향을 최소화 한 상태에서 단열재 자체의 단열효과를 측정하기 위해 직육면체의 스티로폼 박스(40\*13\*14cm)를 이용하여 단열 실험을 진행할 단원 열량계를 제작하였다. 스티로폼 박스의 가운데 부분에 단열판을 세우고 한쪽 공간 T1S (Temperature 1 Space)와 다른 한쪽 공간을 T2S (Temperature 2 Space)라 두고, T1S 와 T2S 뚜껑에 온도계를 꽂는다.



<사진5. 열원이 백열등일때>

T1S에 열원을 두면 처음엔 양쪽 모두 온도가 올라가거나 내려가다가 온도 변화가 멈추는 시점이 있다. 이때를 열 이동이 멈추어진 시점으로 보고 T1S와 T2S의 온도차를 측정한다. |T1-T2|의 값이 클수록 열 이동이 차단되어 단열효과가 크다고 생각한다.



< 모식도 1. 단열재 단열효과 실험 모식도 >

열원으로는 60W의 백열전구와 시중에서 구할 수 있는 핫팩, 330mL의 얼린 생수 2병과 각열음을 사용 한다. 실험군으로는 5% 한천으로만 구성된 단열판과 5%의 한천과 5%의 탄산칼슘으로 구성된 단열판을 사용한다. 액체 상태의 단열재 재료를 각각 아크릴 상자틀(13\*14\*5cm)에 부어 밀봉 시킨다. negative control로는 아크릴판 자체의 단열효과만 생각하기 위하여 두 개의 아크릴 판(13\*14\*0.3cm 두개)을 가운데 공간 없이 밀착시킨다. positive control은 이미 단열효과가 있다고 알려져 있는 우레탄을 아크릴 상자틀(13\*14\*5cm)에 넣어 밀봉시킨다.

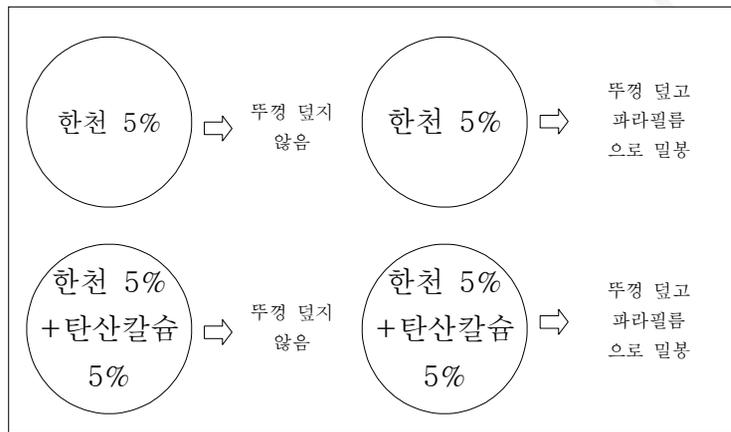
○ 단열재의 안정성 측정 방법

1) 내구성 실험

내구성 실험은 한천 단열재를 실제로 건물에 사용할 수 있는지를 확인하기 위해서 두가지 변화를 관찰한다.

첫째, 만든 단열재는 해양생물로 이루어졌기 때문에, 페녹시에탄올이 한천의 부패방지 기능을 잘 하는가?

둘째, 우뭇가사리와 조개껍질이 물기를 잃게 된다면, 갈라질 수도 있다. 단열재 내부의 갈라짐은 후에 건축자재로 사용했을 경우, 안정성에 위협이 될 수 있다고 판단하였다. 따라서 단열재가 갈라지는지를 관찰하였다. 아래 모식도와 같이 4개의 sample을 만든 후 베란다에 두고 실온에서 보관하며, 1주일간 매일 아침 8시에 변화를 관찰하였다.



<모식도 2 : 내구성 실험>

2) 연소성 실험

난연성과 가연성을 확인하기 위해 연소성 실험을 진행하였다. 연소성 실험은 촛불에 sample을 태우는 것으로 진행하였으며, 시료가 타는데 까지 걸리는 시간과 시료가 타고 남은 재의 양이나, 연소되지 않고 남은 시료를 통해 확인하는 실험을 진행하였다.

3) 연소 시 발생하는 유해물질 확인

연소 실험은 단열재가 연소되었을 때, 우레탄 폼에서의 경우와 같이 HCN 계열의 유독 가스가 나오는지 확인하기 위해 실험을 진행한다. 5% 한천으로만 구성된 단열재, 5% 한천+5% 탄산칼슘으로 구성된 단열재를 각각 페트리 접시에 담는다. 응고된 시료를 가로 세로 높이가 각 1cm 크기의 정육면체로 잘라내어 사용한다.



<사진6. GC-MS 기기>

GC-MS 측정기기에 규격화된 시료를 넣고 이후 250℃ 30min조건에서 연소 실험을 하여 발생한 연기를 GC-MS peak형태로 분석하였다. 실험은 강남제비스코(제비표 페인트) 분석실에 의뢰하였다.

#### 4) 경도 실험

건축자재로 사용하기 위해서는 단열재가 단단해야 하는데 우레탄, 한천, 한천+탄산칼슘 단열재가 gel상의 단열재이기 때문에 일정 경도를 유지하는지 확인하기 위해 물성 시험기 texture analyzer (TAXTplus/50, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 사용하였다. 가로,세로, 높이 각각 3×3×3 cm 시료를 압착실험으로 각 3회씩 측정하였다.



<사진7. 경도 실험>

### ○ 결과

#### 1) 단열재 제작 실험 결과

단열재 제작 실험을 여러 차례에 걸쳐서 진행하였다.

첫 번째 실험은 일반적으로 한천 배지는 보통 2%의 농도로 사용하기 때문에 한천 농도 2%, 5%탄산칼슘, 폐녹시 에탄올(방부제), 용액의 온도는 60℃로 맞추어 시료를 만들었으나 용액이 잘 굳지 않았고, 묽은 액체 상태를 유지하였다. 이는 굳기 위한 충분한 한천이 녹아있지 않았기 때문이라는 생각이 들었다.

두 번째 실험에서는 한천의 농도를 3%와 5%, 탄산칼슘 농도 10% 용액을 90~96℃로 끓여 식힌 후 폐녹시에탄올 0.3%를 넣었다. 실험 결과는 다음과 같다. 탄산칼슘의 경도 효과를 관찰하기 위해 한천만 넣은 용액과 한천과 탄산칼슘을 넣은 용액을 각각 나누어 실험을 진행하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

<표 1. 두 번째 단열재 제작 실험 결과>

| 한천 3%<br>(90~96℃)         | 한천 3%<br>(100℃ 이상)        | 한천 3% + 탄산칼슘<br>10% (90~96℃) | 한천 5%<br>(90~96℃) | 한천 5% + 탄산칼슘<br>10% (90~96℃) |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|
|                           |                           |                              |                   |                              |
| 한천 5%와 비슷하게<br>굳음. 경도는 약함 | 한천 5%와 유사하게<br>굳음. 경도는 약함 | 굳었으나 갈라짐                     | 굳었으며<br>갈라지지 않음   | 굳지 않음                        |

한천 3%의 경우 굳었으나 한천 5%보다 경도가 약한 것으로 확인되었다. 또한, 한천 3%에 탄산칼슘 10%를 넣었을 경우 갈라짐이 발생하는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 과량의 탄산칼슘이 첨가되어 물에 잘 녹지 않아 불균일한 용액이 되었기 때문이라고

생각할 수 있었다. 한천 5%의 경우 잘 굳었으며 갈라지지 않았으나, 한천 5%에 탄산칼슘 10%를 첨가했을 때는 굳지 않은 것을 확인할 수 있었는데, 이 또한 과량의 탄산칼슘이 첨가되어, 수분이 증발하는 것을 탄산칼슘이 막았기 때문이라고 생각할 수 있었다. 따라서 한천 농도는 5%일 때, 탄산칼슘의 농도는 10%보다 낮은 조건으로 물에 용해시켜야 된다는 결론을 얻게 되었다.

세 번째 실험에서는 한천5%, 한천 5% + 탄산칼슘 2.5%, 한천 5% + 탄산칼슘 5%, 한천 5% + 탄산칼슘 7.5%를 만들고 용액을 90~96℃로 끓여 식힌 후 페녹시에탄올 0.3% 넣었다. 실험 결과는 다음과 같다.

한천 5%를 대조군으로 두고 각각의 탄산칼슘의 농도의 변화를 주어 용액을 만든 결과, 한천 5%에 탄산칼슘 2.5%를 넣었을 경우를 제외하고 나머지는 다 잘 굳었으며, 탄산칼슘의 농도에 따라 단열재가 단단해지는 것을 확인할 수 있었다. 잘 굳지 않은 한천 5% + 탄산칼슘 2.5%의 경우 실험 오차로 인해 발생한 결과라고 생각되며 탄산칼슘 5%와 7.5%의 굳기 정도는 비슷하였으나 경제성을 고려하여 5% 한천에 탄산칼슘 5%, 페녹시에탄올 0.3%로 용액을 구성하는 것이 최적의 단열재의 조성이라고 생각되었다.

<표 2. 세 번째 단열재 제작 실험 결과>

| 한천 5%   | 한천5%+<br>탄산칼슘2.5%   | 한천5%+<br>탄산칼슘5%  | 한천5%+<br>탄산칼슘7.5%   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 잘 굳음  | 잘 굳지 않음   | 잘 굳음   | 잘 굳음  |

이후 이 조건에 따라 단열 효과 실험을 위해 아크릴로 단열판을 제작하였으며, 단열판의 경우 정확한 단열되는 정도를 비교하기 위해 negative control과 positive control 부분을 같이 제작하였다.

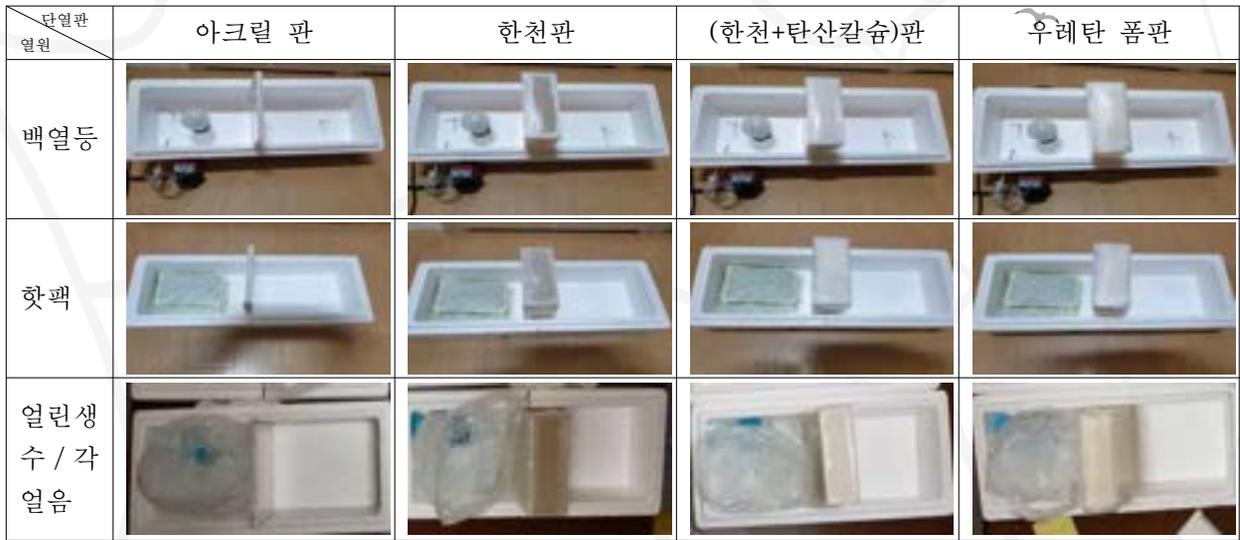
< 표 3. 단열판 제작 결과 >

|              | 아크릴 단열판   | 5%한천 단열판  | 5%한천+5%탄산칼슘 단열판  | 우레탄 폼 단열판   |
|--------------|---|---|--|---|
| 겉 모습         |  |  |  |  |
| 가로*세로<br>*두께 | 13*14*0.6 cm<br>옆면 두장 붙임  | 13*14*5cm   | 13*14*5cm  | 13*14*5cm   |

## 2) 단열재 단열 실험

단열재의 단열 실험은 각 열원 당 총 3번의 반복 실험을 진행하였다.

<표 4. 단열재 단열실험 사진>

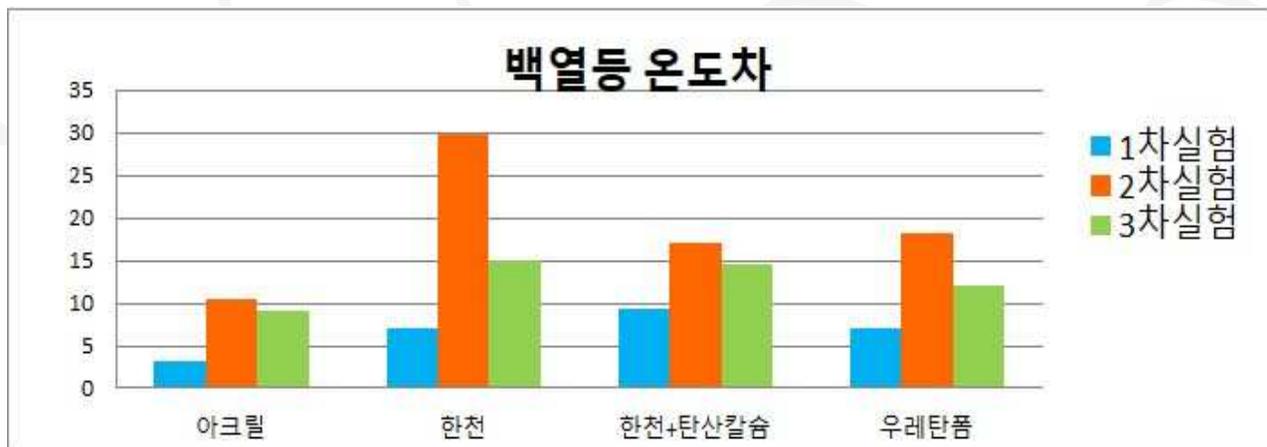


① 60W의 백열전구를 열원으로 사용

T1S와 T2S의 온도를 측정하고 T1S, T2S의 온도 차를 계산한 결과는 다음과 같다.

<표 5. 백열등에서 단열실험 결과>

| 열원:백열등  |         |      |     |         |      |      |         |      |      |
|---------|---------|------|-----|---------|------|------|---------|------|------|
| 단열재     | 1차 (°C) |      |     | 2차 (°C) |      |      | 3차 (°C) |      |      |
|         | T1S     | T2S  | 온도차 | T1S     | T2S  | 온도차  | T1S     | T2S  | 온도차  |
| 아크릴     | 34.7    | 31.4 | 3.3 | 41.5    | 30.9 | 10.6 | 40.5    | 31.3 | 9.2  |
| 한천      | 34.1    | 27   | 7.1 | 58.1    | 28.2 | 29.9 | 44.1    | 29.1 | 15   |
| 한천+탄산칼슘 | 36.5    | 27.2 | 9.3 | 44.4    | 27.2 | 17.2 | 42      | 27.8 | 14.2 |
| 우레탄폼    | 33.5    | 26.4 | 7.1 | 46.4    | 28.2 | 18.2 | 42.5    | 30.5 | 12   |



<그래프 1. 백열등에서 단열실험 결과>

1차 실험은 파란색 막대로 나타내었는데 온도차가 한천+탄산칼슘이 가장 컸고 한천과

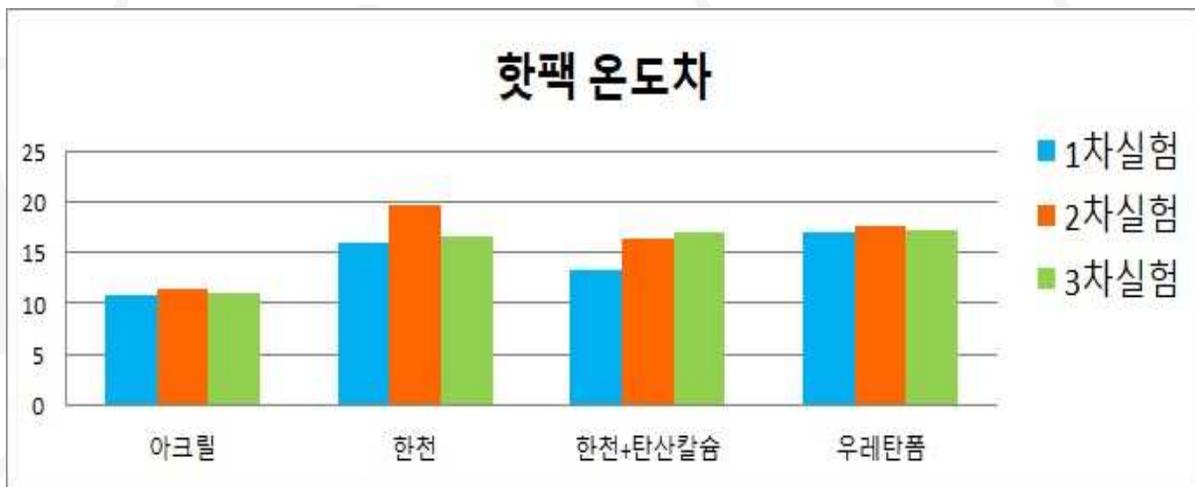
우레탄폼이 그다음으로 컸다. 2차는 빨간색 막대로 나타내었는데 한천이 월등히 컸고, 3차는 초록색 막대로 나타내었는데 한천과 한천+탄산칼슘의 온도차가 컸다.

② 열원으로 핫팩을 사용

T1S와 T2S의 온도를 측정하고 T1S와 T2S의 온도차를 계산한 결과이다.

<표 6. 핫팩에서의 단열 실험>

| 열원: 핫팩  |        |      |      |        |      |      |        |      |      |
|---------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
| 단열재     | 1차(°C) |      |      | 2차(°C) |      |      | 3차(°C) |      |      |
|         | T1S    | T2S  | 온도차  | T1S    | T2S  | 온도차  | T1S    | T2S  | 온도차  |
| 아크릴     | 40.2   | 29.5 | 10.7 | 40.4   | 28.9 | 11.5 | 40.1   | 29.1 | 11   |
| 한천      | 42.8   | 26.9 | 15.9 | 45.7   | 26   | 19.7 | 42.6   | 26   | 16.6 |
| 한천+탄산칼슘 | 40.1   | 26.8 | 13.3 | 41.3   | 25   | 16.3 | 44.5   | 27.5 | 17   |
| 우레탄폼    | 43.9   | 26.8 | 17.1 | 45.4   | 27.7 | 17.7 | 45.6   | 28.4 | 17.2 |



<그래프 2. 핫팩에서 단열 실험 결과>

1차와 2차에서는 한천과 우레탄폼이, 3차에서는 한천+탄산칼슘과 우레탄폼이 온도차가 컸다.

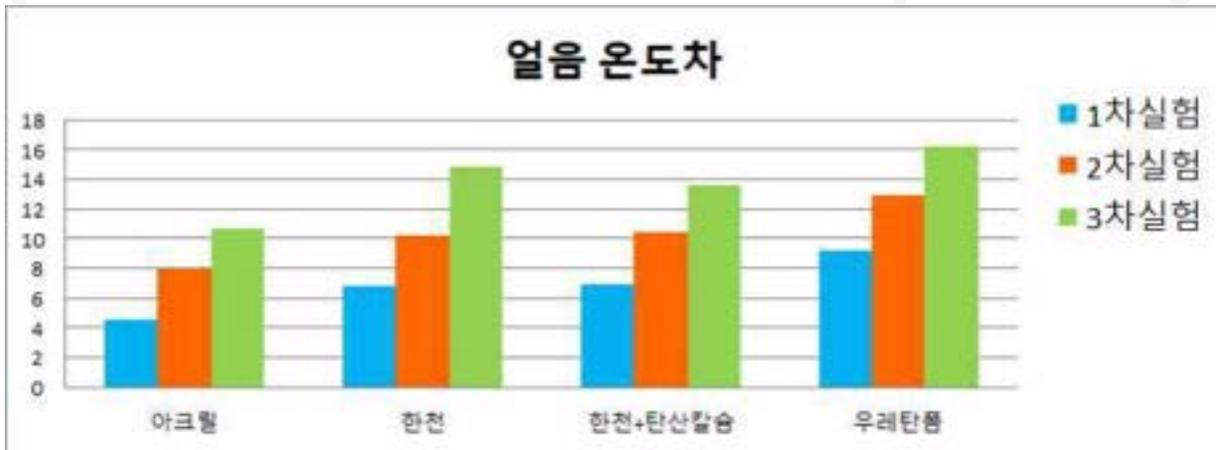
③ 열원으로 얼린 생수와 각 얼음을 사용

얼음을 열원으로 한 실험에서는 1차 실험 시 얼음 쪽 (T1S) 온도가 기대만큼 낮아지지 않아 2차 실험은 각 얼음과 소금을 얼음 표면에 뿌려서 온도를 낮추는 방법으로 실험했다. 3차 실험에서는 2차보다 각 얼음과 소금을 더 추가 후 실험했다. T1S와 T2S의 온도를 측정하여 T1 와 T2 온도 차를 계산한 결과이다.

<표 7. 얼음에서의 단열 실험 결과>

열원: 얼음

| 단열재     | 1차(°C) |      |     | 2차(°C) |      |      | 3차(°C) |      |      |
|---------|--------|------|-----|--------|------|------|--------|------|------|
|         | T1S    | T2S  | 온도차 | T1S    | T2S  | 온도차  | T1S    | T2S  | 온도차  |
| 아크릴     | 21.4   | 26   | 4.6 | 13.4   | 21.4 | 8    | 10.1   | 20.8 | 10.7 |
| 한천      | 19.8   | 26.6 | 6.8 | 14.3   | 24.5 | 10.2 | 9.8    | 24.7 | 14.9 |
| 한천+탄산칼슘 | 20.3   | 27.2 | 6.9 | 14.1   | 24.5 | 10.4 | 10.8   | 24.4 | 13.6 |
| 우레탄폼    | 17.4   | 26.6 | 9.2 | 11.3   | 24.2 | 12.9 | 8.6    | 24.8 | 16.2 |



<그래프 3. 얼음에서 단열 실험 결과>

1차 2차 3차 모두 우레탄폼의 온도차가 컸다. 한천, 한천+탄산칼슘은 우레탄폼보다는 작았지만 아크릴보다 높은 온도차를 보였다.

④ 단열재별 1차 2차 3차의 T1S, T2S의 평균을 구하고 평균의 온도차를 구해 본 결과이다.

<표 8. 단열재 평균 온도차>

| 단열재     | 백열등(°C) |      |      | 햇빚(°C) |      |      | 얼음(°C) |      |      |
|---------|---------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
|         | T1S     | T2S  | 온도차  | T1S    | T2S  | 온도차  | T1S    | T2S  | 온도차  |
| 아크릴     | 38.9    | 31.2 | 7.7  | 40.2   | 29.2 | 11.1 | 15.0   | 22.7 | 7.8  |
| 한천      | 45.4    | 28.1 | 17.3 | 43.7   | 26.3 | 17.4 | 14.6   | 25.3 | 10.6 |
| 한천+탄산칼슘 | 41.0    | 27.2 | 13.7 | 42.0   | 26.4 | 15.5 | 15.1   | 25.4 | 10.3 |
| 우레탄폼    | 40.8    | 28.4 | 12.4 | 45.0   | 27.6 | 17.3 | 12.4   | 25.2 | 12.8 |



<그래프 4. 단열재 평균 온도차>

세가지 열원에서의 단열재별 평균 온도차 그래프를 그려보았다. 정도의 차이는 있지만 세 열원 모두에서 negative control로 사용한 아크릴의 온도차가 항상 가장 낮았다. 한천과 한천+탄산칼슘은 positive control로 사용한 우레탄폼과 비슷한 온도차를 보였다. 따라서 한천과 한천+탄산칼슘은 우레탄만큼 단열효과가 있으므로 단열재로 사용될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

### 3) 단열재 내구성 실험 결과

<표 9. 내구성 실험 결과 >

| 날짜 | 7/27  | 7/28  | 7/29  | 7/30  | 7/31   | 8/1   | 8/2   |
|----|---|---|---|---|--|---|---|
| 온도 | 23℃   | 24℃   | 23℃   | 23℃   | 25℃  | 25℃   | 25℃   |
| 습도 | 99%   | 89%   | 92%   | 92%   | 95%  | 95%   | 100%  |
| 사진 |  |  |  |  |  |  |  |

뚜껑을 열어둔 시료 1, 2는 표면에 먼지가 묻었고, 약간 거친 모습이었으나 뚜껑을 닫은 시료 1-1, 2-1은 표면이 매끄럽고. 시료를 처음 만들었을 때 모습과 변화가 거의 없었다. 위 시료 모두 날짜가 지날수록 시료 표면의 변화 및 가장자리의 들뜸 현상 등 형태 변화가 거의 없고 일정한 상태를 유지하였다.

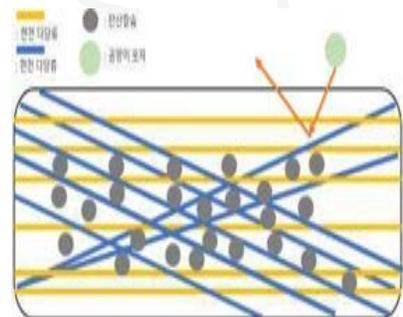
또한 1주일 동안 모든 시료들이 부패되는 현상은 나타나지 않았으나 2주후 한천 sample에서 곰팡이가 핀 것을 확인하였다. 2주 동안 습도가 매우 높은 상태였음을 감안하였을 때, 한천 sample에 곰팡이가 핀 것은 폐녹시에탄올 0.3%는 극한의 습한 환경에서 부패 방지가 힘들다는 것을 나타내는 결과였다.

하지만 한천+탄산칼슘 sample에서는 곰팡이가 피지 않았다. 다당류로 이루어진 한천이 gel을 형성할 때 생기는 그물 구조의 공간에 곰팡이 포자가 침투하여 번식하게 되는데, 탄산칼슘이 그 공간을 메꾸어 곰팡이 포자의 침투를 억제했기 때문이라고 생각된다.

결과적으로 한천만 사용하기 보다는 한천과 탄산칼슘을 같이 사용한 경우 부패가 되지 않음을 확인할 수 있었다.



<사진 8. sample 2주 후 상태>



<모식도3 : 방치 실험 해석>

### 4) 연소성 실험 결과

sample을 촛불에 댄 후 sample이 연소되는데 걸리는 시간을 측정하는 실험을 하였다. 탄산칼슘+한천과 한천만 있는 시료에서는 불이 붙지 않고 불과 닿은 부분에

그을음이 생기고, 우레탄 폼은 촛불에 닿자마자 불이 붙어서 약 15초 안에 연소되었다. 우레탄 폼 경우 연소되면서 이상한 냄새가 많이 났고 검은색 연기가 발생했다.

<표 10. 연소성 실험 결과>

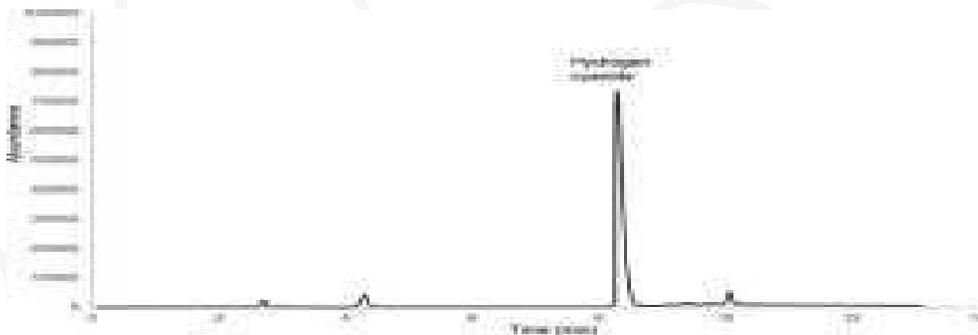
| 시료종류   | 한천+탄산칼슘   | 한천   | 우레탄   |
|--------|---|--|---|
| 연소성 실험 |  |  |  |
| 실험결과   | 불이 붙지 않고<br>그을음 생김  | 불이 붙지 않고<br>그을음 생김   | 2초만에 불이 붙고<br>15초만에 연소됨   |

결과적으로 우리가 만든 한천과 한천+탄산칼슘 시료는 발화점이 높아서 약한 불에서는 불이 붙지 않았지만 우레탄 폼은 작은 불꽃에도 바로 연소된다는 사실과 강한 독성을 가진 검은 연기가 발생되는 것을 확인 할 수 있었다.

#### 5) 연소시 발생하는 유해 물질 측정 결과

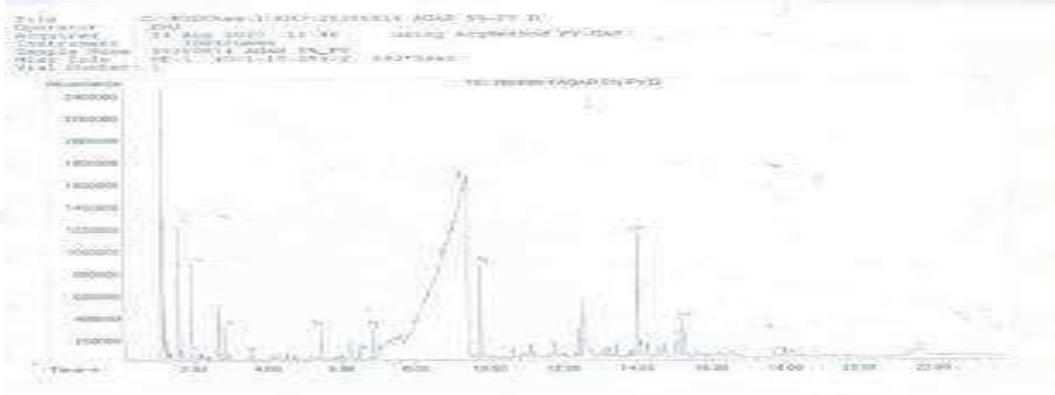
250℃ 에서 GC-MS를 통해 실험을 진행하였다. 실험 결과는 다음과 같이 GC-MS peak 으로 나타내었으며, X축은 gas의 체류시간, Y축은 양을 나타낸다.

실험의 목적은 단열재가 연소 시 HCN(시안화수소)이 발생하는지 확인하기 위함이며, 아래 그림은 250℃ 에서의 GC-MS를 이용하여 우레탄폼의 연소 성분 분석을 한 자료이다. 8 min에서 HCN의 강한 peak가 나타나는 것을 확인할 수 있다.

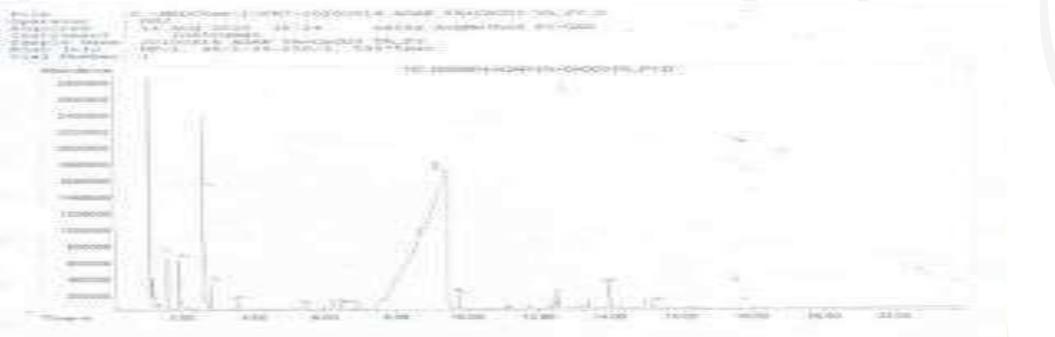


<GC-MS data 0 : hydrogen cyanide GC-MS peak>

( Ref. 4 Determination of hydrogen cyanide in residential ambient air using SPME coupled with GC-MS, Sharifah Mazrah Sayed Mohamed Zain, Atmospheric Pollution Research, Volume 8, Issue 4, July 2017, Pages 678-685 )



< GC-MS data 1 : 한천 5% 로 만든 단열재의 GC-MS peak >



<GC-MS data 2 : 한천 5%+ 탄산칼슘 5% 로 만든 단열재의 GC-MS peak >

5%한천 단열재의 data 1과 한천+탄산칼슘 단열재 data 2를 보면 6분~10분 사이에 강하고 넓은 peak가 나타나는데 이 성분이 glycerin으로 분석되었다. 만약 한천 단열재에 질소성분이 포함되어 있다면 8 min에 검출되는 성분이 HCN peak가 나타나야한다. 그러나 6분~10분사이에 glycerin peak가 나타난 것으로 보아 한천 연소시에는 HCN이 발생되지 않았다고 해석할 수 있다.또한 한천, 한천+탄산칼슘 성분 자체에 glycerin이 존재하는 것이 아니라 시료를 glycerin에 녹여 만든 것이므로 6분~10분 사이에 glycerin peak가 나타난다. 원래 glycerin의 분해 온도는 650°C~750°C 정도인데 GC-MS기기는 250°C의 연소 조건하에서 시료 분석을 하였으므로 glycerin이 분해되지 못한 형태로 peak가 나타난 것으로 해석된다.

6) 경도 실험

<표 11. 경도 실험 결과>

| 단열재 | 경도       | 단열재      | 경도       | 단열재  | 경도      |
|-----|----------|----------|----------|------|---------|
| 한천1 | 3792.932 | 한천+탄산칼슘1 | 4968.536 | 우레탄1 | 848.459 |
| 한천2 | 3927.520 | 한천+탄산칼슘2 | 5056.422 | 우레탄2 | 771.082 |
| 한천3 | 5602.753 | 한천+탄산칼슘3 | 4752.133 | 우레탄3 | 896.955 |
| 평균  | 4441.068 | 평균       | 4925.697 | 평균   | 838.832 |

제 4 회 탐 구 대 회



〈그래프 5. 단열재의 평균 경도값〉

한천, 한천+탄산칼슘, 우레탄폼의 평균 경도값을 비교해보니 한천의 경도는 우레탄폼에 비해 약 5배 정도 나왔고 한천+탄산칼슘의 경도는 우레탄에 비해 5.9배쯤 높은 것을 확인할 수 있었다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

1) 한천 단열재와 한천+탄산칼슘 단열재가 단열이 되는지 확인하기 위한 단열실험과 사용 가능성을 확인하기 위한 내구성 실험과 화재 안전성을 확인하기 위한 연소 실험을 하였다. 단열실험에서는 한천의 평균온도 차는 15.1℃, 우레탄 폼의 평균 온도 차는 14.2℃, 한천+탄산칼슘의 평균 온도 차는 13.2℃, 아크릴 판의 평균 온도 차는 8.8℃로 결과가 나왔다. 평균 온도차가 클수록 단열이 잘 된다고 판단한 이유는 T1S와 T2S의 온도차가 클수록 중간에 있는 단열재가 열의 이동을 막았다는 의미인데 각각의 실험에서 열원을 다르게 해 실험은 하였기 때문에 열원에 따른 실험 결과가 다르게 나오게 되었다.

단열재 실험에서 단열 효과가 높은 단열재를 확인하기 위해 각 단열재 별로 평균을 내 비교를 하게 되었는데 평균온도의 차가 클수록 전체적인 실험에서 T1S와 T2S의 온도차가 크다는 의미이기 때문에 평균 온도차가 클수록 단열이 잘 된다고 판단하였다. 따라서 우리가 만든 단열재도 단열효과가 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

2) 내구성 실험 결과 우리가 만든 단열재는 밀폐된 공간과 밀폐되지 않은 공간에 두고 육안으로 각 시료들을 관찰하였을 때 한천 단열재에는 곰팡이가 생겼고 한천+탄산칼슘 단열재에는 곰팡이가 생기지 않았다. 한천 단열재의 경우 한천 다당류들이 network구조를 만들고 그 속에 곰팡이 포자가 침투하였지만, 한천 + 탄산칼슘 단열재의 경우 다당류가 이룬 network 구조 속에 곰팡이 포자 대신 탄산칼슘이 침투하여 그 속을 매우고 있기 때문에 곰팡이 포자가 뿌리 내릴 공간이 부족하여 곰팡이가 피지 않았다고 추측할 수 있었다. 따라서 실제 단열재로 사용하기에는 한천만 사용하기보다는 한천에 탄산칼슘을 섞어서 사용하는 것이 적합하다고 판단할 수 있었다.

3) 연소성 실험에서는 우레탄은 촛불에 닿는 순간 순식간에 타서 검은 연기와 함께 시료가 타 버렸으나 한천과 한천+탄산칼슘은 촛불에 닿아도 타지 않고 그을음이 발생하고 불이 붙지 않았다. 작은 불꽃에서 우레탄보다 안전하다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 우리가 만든 단열재의 안전성을 확인할 수 있었다.

4) GC/MS 연소 실험 결과, 기존 우레탄 단열재의 연소에서 발생하는 시안화수소(HCN)가 발생하지 않고 Glycerin과 C, H, O로 구성되어 있는 유기화합물 위주로 발생함을 확인할 수 있었으며, 6분-10분에서 Glycerin의 peak가 나타난 건 연소 온도가 250°C이었기 때문인것으로 생각되며, 연소 온도가 높아질 경우 모두 완전 연소되어 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O만 발생할 것으로 생각된다. 결과적으로 이천 화재사고의 사망원인으로 지목되었던 HCN이 한천과 탄산칼슘을 이용한 단열재에서 발생하지 않아, 안전한 단열재로의 가능성을 확인할 수 있었다.

5) 경도 실험 결과 평균적으로 우레탄 보다도 5배 정도 단단함을 알 수 있었고, 연소성 실험 결과 낮은 온도나 스파크 정도의 불꽃에서 우레탄 보다 안전하다는 것을 확인할 수 있었다.

### ○ 의의(기대효과)

이번 실험을 통해 바다에서 쉽게 구할 수 있는 우뭇가사리와 조개껍질을 이용해 안전한 단열재의 가능성을 확인할 수 있었고 바다에서 쉽게 얻을 수 있으므로 경제적으로 뛰어나다고 생각된다. 또 다른 단열재들과 다른 천연소재 기반의 단열재이기 때문에 환경오염도 방지할 수 있다고 생각한다. 그리고 한천은 천연 다당류이기 때문에 연소되어도 이론상 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O만 발생하여 이천 물류창고 화재사고의 재발을 막을 수 있는 단열재가 될 수 있다고 생각한다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

1) 단열재를 만들 때 직접 건조된 우뭇가사리와 조개껍질을 막자사발과 믹서기등으로 으깨보았지만 잘 분쇄되지 않았다. 이를 보완하기 위해서 한천 가루와 탄산칼슘을 구매해 단열재를 만드는 실험을 진행하게 되었다.

2) 단열재를 만드는 과정에서 과학실에서 쓰이는 히팅 교반기와 마그네틱 바를 쓰는 것이 익숙하지 않아 온도 조절이 가능한 전기레인지에 냄비를 올려두고 주걱으로 저으며 시료들이 잘 녹도록 했다.

3) 한천가루와 탄산칼슘을 섞는 과정에서 물에 바로 투입하면 가루들이 물에 용해되지 않아 층이 생겼다. 이를 보완하기 위해 한천가루와 탄산칼슘을 글리세린과 섞어 액상이 되었을 때 물에 투입하는 식으로 실험을 진행하게 되었다.

4) 단열실험을 할 때 단열재의 규격을 동일화시키기 위해 기존 단열재의 규격에 맞게 단열재를 제작하려고 했으나 장비 부족으로 큰 단열재를 만들 수 없어 따라서 쉽게 규격을 맞추기 쉬운 틀을 고안하게 되었다. 종이, 나무 등 여러 재료들이 있었지만 우수한 내구성과 방수성과 내부 상태도 확인 가능한 아크릴을 선택해 틀을 만들어 실험하

게 되었다.

### ○ 알게 된 점

- 1) 한천은 90~95℃에서 용해가 되고 굳은 후에는 실온에서 액체화 되지 않는다.
- 2) 단열재를 만드는 과정을 반복하게 되면서 한천의 농도와 탄산칼슘의 농도가 단열재의 경도에 영향을 준다는 사실을 알게 되었다.
- 3) 단열실험 결과 한천과 탄산칼슘을 이용한 단열재가 우레탄 폼을 이용한 단열재와 비슷하게 단열효과를 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.
- 4) 단열재의 부패 실험 결과 한천으로만 이루어진 단열재 보다는 한천과 탄산칼슘으로 이루어진 단열재가 더 안정적인 것을 확인할 수 있었다.

### ○ 기타

- 1) 탐구수행계획서에서는 단열실험과 단열재의 유독성 검증 실험을 한다고 적었지만 우리가 만든 단열재가 안전하다는 것을 증명하기 위해 경도 실험과 내구성 실험을 추가했다.
- 2) 경도 실험을 한 이유는 단열재가 건물에 쓰이기 위해서는 어느 정도 단단한 정도를 가지고 있어야하기 때문에 우리가 만든 단열의 경도를 측정하기 위해 경도 실험을 하였다.
- 3) 내구성 실험을 한 이유는 우리가 단열재를 실온에 두었을 때 부패하거나 형태, 성질이 변화하는지 관찰을 하기 위해서이다.

## 5. 참고문헌

Ref.1

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=5945253&cid=43667&categoryId=43667>

Ref2. [http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Index?contents\\_id=E0062010](http://encykorea.aks.ac.kr/Contents/Index?contents_id=E0062010)

Ref.3

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3568447&cid=58949&categoryId=58983>

Ref.4 Determination of hydrogen cyanide in residential ambient air using SPME coupled with GC-MS, Sharifah Mazrah Sayed Mohamed Zain, Atmospheric Pollution Research, Volume 8, Issue 4, July 2017, Pages 678-685

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

| 팀명      | Agar! you are Sea-Keeper! ASK!   |    |         |
|---------|--|----|---------|
| 학생명     | 임 정 훈  | 학교 | 대전관평중학교 |
| 지도교사명   | 김 민 아  | 학교 | 대전관평중학교 |
| 항목      | 내용   |    |         |
| 탐구주제    | 바다 생물자원 <b>우뭇가사리(Agar)</b> 의<br>다양한 <b>특성 탐구</b> 를 통한 <b>바다 환경 구하기</b>   |    |         |
| 탐구기간    | 2020년 5월 19일 ~ 2020년 8월 27일  |    |         |
| 탐구목적    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우뭇가사리의 다양한 특성을 탐구하고 그 특성을 이용하여 플라스틱으로 오염된 바다 환경을 구할 수 있는 플라스틱 대체재를 제작해 본다.</li> <li>· 소셜미디어를 통해서 환경보호의 필요성 및 해양 생물의 중요성을 공유</li> </ul>  |    |         |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우뭇가사리 및 한천, 해양생물 관련 자료 조사(인터넷, 도서 등)</li> <li>· 해양 환경오염 및 우뭇가사리 분포지 탐사활동</li> <li>· 우뭇가사리 및 한천의 특성 탐구 및 이를 활용한 플라스틱 대체재 연구</li> <li>· YouTube, 블로그 등을 활용한 우뭇가사리를 비롯한 해양생물의 중요성 및 환경오염의 심각성 등 홍보</li> </ul>  |    |         |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 식초 및 종이죽 등을 첨가한 한천 겔을 활용하여 플라스틱 대체재의 개발의 가능성을 발견하였고, 우뭇가사리 및 해양 쓰레기 조사 및 탐사를 진행함.</li> <li>· 해양 생물의 중요성 및 환경오염의 심각성 등을 홍보하는 자체 제작 블로그에 약 1600번의 방문이 일어났으며, 특정 키워드(우뭇가사리, 한천, 환경오염등)에 대한 daum 검색 결과 최상단에 블로그의 자료가 게재되는 등 블로그의 인지도와 더불어 해양생물과 환경에 관한 사람들의 관심 또한 증진됨.</li> </ul> |    |         |
| 결론 및 의의 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우뭇가사리를 비롯한 해양생물을 이용한 플라스틱 대체재 개발은 경제성이 높고 친환경적 재료의 사용으로 환경을 보호할 수 있으며, 해양생물로 해양생물을 보호하는 선순환 구조를 형성할 수 있음.</li> <li>· 해양생물 자원의 중요성 및 해양환경 보호의 심각성, 플라스틱 대체재 개발의 중요성을 대중에게 공유하고, 우뭇가사리와 한천의 활용 가능성을 보여줄 수 있었으며, 우리나라 지역 생물의 종다양성 보호 및 새로운 생물종에 대한 관심을 제고할 수 있음.</li> </ul>      |    |         |





|       |  |
|-------|--|
| 탐구 주제 | 바다 생물자원 <b>우뭇가사리(Agar)</b> 의<br>다양한 <b>특성 탐구</b> 를 통한 <b>바다 환경 구하기</b> |
| 팀명    | <b>Agar! you are Sea-Keeper! ASK!</b>                                  |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 요즘 인간의 환경 파괴로 인한 여러 가지 문제가 대두되면서, 특히 인간이 사용한 비닐이나 플라스틱으로 인해 고통 받고 있는 바다거북, 수달, 고래 등의 사진은 이제 뉴스 등을 통해 심심치 않게 접할 수 있다. **플라스틱뿐 아니라 미세플라스틱 문제까지 제기되면서 이런 바다 생물에 그치지 않고, 인간의 건강과 생존까지 위협당하는 형편에 이르렀다.**

이런 고민을 하다 보니 작년 과학 동아리 활동에서 초과리 배지에 들어가는 한천이 생각났다. 바다생물인 우뭇가사리를 이용한 한천을 이용하면 플라스틱보다 훨씬 더 쉽게 자연친화적으로 분해되고, 쉽게 성형되는 특성과 변형성에 강도를 높이는 방법을 탐구한다면 바다 환경과 생태계를 위협하는 플라스틱을 어느 정도는 대체할 수 있을 것 같아 이 주제를 선택하였다.

### ○ 탐구 목적

- 자료 조사 활동 및 관찰을 통해 우뭇가사리의 형태학적 · 생태학적 특성 탐구
- 탐구 · 실험 활동을 통해 우뭇가사리로 만든 한천의 특성 탐구
- 탐구한 특성을 바탕으로 플라스틱을 대체하기 위한 과학적 방법 탐구
- 우뭇가사리와 한천을 이용한 다양한 플라스틱 대체재 제작
- 제작 용기의 대체 가능성 및 경제성 등 평가
- 소셜 미디어(YouTube, Tistory 등) 등을 통해 환경 보호의 필요성 및 대체재 탐구의 중요성 공유
- 우뭇가사리와 한천의 여러 특성을 고려하여 다른 생활 속 적용 방법 모색

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- **우뭇가사리의 정의와 특성, 채취 방법과 활용 방안**에 대한 조사
  - 우뭇가사리(학명: Gelidium Amansil, 영문: Ceylon moss)의 기본적인 정보와 주요 생산 지역 등을 조사하였다. 우뭇가사리는 우뭇가사리과에 속하는 홍조류의 해조류로서, 연골질인 납작한 실 모양으로 깃털처럼 가지를 많이 내어 다발을

이루며 주로 한천의 주원료로 사용되는 바닷말의 일종이다.

- 채취 방법은 바닷가에 떠밀려 내려오는 우뚝가사리를 채취하거나 해녀들이 바다에 직접 들어가 채취하기도 한다.
- 우뚝가사리의 가장 큰 용도는 **한천을 제작하는 용도**이지만, 우뚝가사리를 이용하여 **우묵**을 만들어 먹거나, 포항시의 ‘영일만 친구’ **막걸리**와 같이 **우뚝가사리를 잘 소화 시키면서도 열량(칼로리)을 낮추는 효과를 이용한 이색 상품**으로 활용되고 있기도 하다.

- 해양생물 관련 도서 조사

- 해양생물 관련 도서를 거주지 인근의 **신탄진도서관**에서 조사하였다.
- 조사 결과, 박수현의 ‘**바다에서 건진 생명의 이름들**’ 등의 도서에 우뚝가사리를 비롯한 여러 해양생물에 대한 내용이 있었고 이를 통해 필요한 정보를 얻을 수 있었다.



[그림 1] 관련 도서 조사 활동



[그림 2] 관련 도서

- 우뚝가사리 및 한천의 활용 조사

- **우뚝가사리와 한천의 다양한 활용**에 대해 조사하였다.  
우뚝가사리를 비롯한 **홍조류(해조류)**를 이용한 Evoware사의 **컵라면 수프 포장지**, 우뚝가사리로 만든 **한천** 등에 대해 조사  
**세균, 곰팡이, 초파리** 등을 배양하는 **배지**, **양갱**, **분자요리**, **광택제**, **의료용** 등으로 활용되는 **한천**에 대해 조사

- 환경오염 문제의 심각성 조사

- 환경오염 문제의 심각성을 **해양환경 보호의 필요성과 플라스틱 대체재 탐구의 중요성**으로 나누어 조사하였다.
- 해양 오염의 80% 이상이 육상의 오염물로부터 기인하고, 이들은 해양생물의 서식처 파괴 및 생태계 교란 등의 문제점을 야기하므로 **해양 환경 보호의 필요성**이 크다.
- 플라스틱을 소각할 때에는 단 1g만으로도 성인 2만명을 죽음에 이르게 할 수 있는 **다이옥신**을 비롯한 여러 물질들이 배출되며, 이렇게 위험한 플라스틱 쓰레기 중 일상생활에서 많이 사용되고, 쓰레기장에서 많이 찾아볼 수 있는 **플라스틱 용기나 스티로폼** 등은 500년 이상이 지나야지만 분해되며, 해양으로



유입되는 플라스틱 폐기물의 양이 480만~1270만 톤에 이를 것으로 예상되는 만큼 바다에 쌓이게 되어 해양 생태계 파괴의 원인이 된다. 또한 조사를 통해 계속하여 무분별하게 일회용 플라스틱을 사용하다 보면 앞으로 훨씬 더 많은 해양 쓰레기가 발생하여 해양 생태 환경오염은 더욱 심각해질 수 있다는 것을 깨달을 수 있었다. 만약 플라스틱 대체재를 개발하게 된다면 이러한 플라스틱 쓰레기의 양을 최소화하여 해양환경오염을 대폭 절감할 수 있을 것이다.

- 해양 환경오염 실태 조사

- 해양 환경오염 현황을 웹 검색뿐만 아니라 우뭇가사리 탐사 일정에 포함된 해양 쓰레기 조사를 통해 직접 확인하였다. **해양 환경오염의 실태가 생각보다 심각하다**는 것을 조사와 탐사 활동을 통해 알게 되었다. 특히, 육지에서 버려지거나 쓸려내려 온 **플라스틱**뿐 아니라 어장이나 양식장에서 사용하는 스티로폼 부표 중에서도 특히 **미세플라스틱**이 해양 생태계를 심각하게 파괴한다는 것을 알게 되었다.

- 우뭇가사리 탐사지 선정 및 탐사

- 우뭇가사리를 비롯한 해양생물을 탐사하고, 해양 쓰레기의 실태를 조사하며, 향후 실험에 사용할 우뭇가사리를 확보하기 위해 **우뭇가사리 탐사지를 선정**하였다. 탐사지는 다음과 같은 기준으로 선정하였다.
  1. 서해(황해), 동해, 남해, 제주 지역에서 한 곳씩 선정
  2. 거주 지역으로부터의 거리
  3. 우뭇가사리의 품질
  4. 우뭇가사리의 생산량

|        | 거리          | 품질        | 생산량       |
|--------|-------------|-----------|-----------|
| 제주도    | X (매우 멀)    | O (우수)    | O (많음)    |
| 보령(서해) | O (약 100km) | △ (보통)    | △ (보통)    |
| 포항(동해) | △ (약 250km) | ◎ (매우 우수) | ◎ (매우 많음) |
| 여수(남해) | △ (약 230km) | O (우수)    | △ (보통)    |

- 선정 결과 : 거리가 다소 멀더라도 당진영덕고속도로, 상주영천고속도로, 새만금포항고속도로 등 쉽게 이용할 수 있는 교통 시설이 있고, 품질이 매우 우수하며 매우 많은 양의 우뭇가사리가 생산되는 동해 지역의 **포항**으로 선정하였다.
- 선정된 지역에 방문하여 탐사를 진행하였으며, 해양 탐사(오전·오후), 죽도시장 방문, 해수욕장 해양 쓰레기 수거 및 오염 실태 확인 및 조사, 밀양 한천박물관 견학 활동을 진행하였다.
- 해당 지역의 해수욕장에 방문하여 탐사를 진행한 결과 우뭇가사리를 비롯한 해양생물들을 바닷가에서 쉽게 발견할 수 있었으며, 해양생물에 대한 재발견을 할 수 있는 계기가 되었다.  
또한, 해안가로 쓸려왔거나 해안가에 버려진 다량의 쓰레기를 쉽게 발견할 수



있었고, 해양 쓰레기 문제의 심각성에 대해 다시 한 번 생각해 볼 수 있었다.



[그림 3] 바닷가에서 발견한 우뭇가사리



[그림 4] 해안가 해양생물과 쓰레기

제 4 회 탐 구 대 회

- 탐사지 주변 어업기술센터를 방문하고자 하였으나 코로나19로 인하여 방문은 불가하였으며 비대면 전화 통화를 통해 알게 된 사실은 아직 우뭇가사리를 양식하는 방법이 특별히 없기에 해녀들이 채취한 소량의 우뭇가사리만 주변 죽도 시장에서 판매되고 있다는 것이다.
- 포항 죽도시장에서 다양한 해양생물과 수산물을 구경하고 우뭇가사리를 비롯한 각종 수산물을 구매하여 어민들께 조금이라도 보탬이 되고자 하였다.
- 밀양 한천박물관에서 우뭇가사리로 만드는 한천에 대한 다양하고 자세한 정보를 습득하였고, 실험 활동에 필요한 재료를 구입하였다.



[그림 5] 밀양 한천박물관 앞



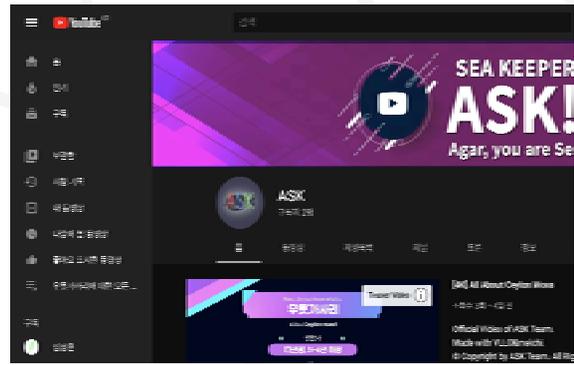
[그림 6] 밀양 한천박물관 내부 모습

- SNS를 활용한 해양생물 홍보 활동

- Tistory 블로그를 활용하여 조사한 각종 자료를 보관하고, 해양생물 탐구대회 활동과 우뭇가사리를 비롯한 해양생물을 홍보하며, YouTube를 통해 업로드한 영상도 함께 홍보하기 위해 블로그를 개설하였다.
- YouTube를 활용하여 실험 및 탐구 영상과 우뭇가사리를 비롯한 해양 생물에 대한 정보 등을 홍보하기 위해 YouTube 채널을 개설하였다.

\* YouTube 채널 주소 : <https://agarlink.ml/youtube>

\* Tistory 블로그 주소 : <https://agarseakeeper.tistory.com/> 또는 <https://agar-ask.ml>



[그림 7] Tistory 블로그 (사이드바 펼침)

[그림 8] YouTube 채널 스크린샷

※ 블로그의 화면은 수시로 변경될 수 있으며, 최신 정보는 상기 주소에서 확인할 수 있다. (<https://agar-ask.ml/>)

- 우뭇가사리 및 한천, 환경 문제에 대한 대중 인식 조사

- 우뭇가사리 및 한천과 환경 문제에 대한 대중의 인식을 NAVER (데이터랩), Daum (CLIX 키워드 광고 관리자), Google (Trends, 광고 관리자 등)의 검색 엔진 자료 및 블로그, 트위터, 인스타그램, 뉴스 자료를 제공하는 SOME 플랫폼을 활용하여 조사하였다.

조사 결과 사람들의 검색량(NAVER: 일 약 100건, Google: 월 1천~1만 건, Daum: 월 약 2천건 등으로 사람들의 관심을 나타냄)에 비해 블로그, 뉴스, SNS 등의 언급 횟수는 일 최대 20~80건으로 적은 것을 나타냈다.

- 사람들의 우뭇가사리와 한천, 환경 문제 등에 관한 관심에 비해 콘텐츠가 부족한 상황에서 본인의 블로그 등을 통한 홍보 활동의 중요성을 보여준다.
- 우뭇가사리와 한천에 관한 연관 검색어 조사 결과, ‘한천’에 관한 연관 검색어가 많았으며 한천가루, 우뭇가사리, 우무, 밀양한천, 한천효능 등이 있었고, ‘우뭇가사리’에 관한 연관 검색어로는 우뭇가사리효능, 우무, 우무묵, 해조류, 한천 등이 있었다.

- 우뭇가사리로 만든 한천을 이용한 플라스틱 대체재 개발

- 우뭇가사리를 이용하여 만든 한천을 이용하여 **플라스틱을 실제로 대체할 수 있는 대체재로서의 가능성을 탐구해 보기 위해 다양한 실험**을 하였다.
- 한천은 응고성, 점탄성, 보수성등을 가지고 있어서 쉽게 성형되고 자유자재로 모양의 변형이 가능하다.
- 한천 겔을 만든 후 한천 제작의 기본 원리인 동결·건조를 통해 한천 겔의 강도를 높인다.
- 플라스틱 대체재 개발 준비 단계(한천 겔 특성 탐구 단계)에서는 3% 농도<sup>1)</sup>의

1) <https://agarlink.ml/3percent>의 자료에는 한천 겔은 0.1%~1.0%에서 성형되며, 3%가 용해의 한계라고 설명되어 있다. 추가적으로 탐구 과정에서 5% 비율의 한천 겔을 만드는 실험도 진행하였지만, 당시에는 동결·건조를 하지 않았기 때문에 3%의 한천 겔과 큰 차이가 없어 경제성 면을 고려하여 3% 농도의 한천 겔을 기준으로 탐구하였다.

한천 겔을 사용하였지만, 실제 플라스틱 대체재 성형 시 3%의 한천 겔은 밀도가 낮아 동결·건조를 통해 플라스틱 대체재의 강도를 높이는 과정에서 문제가 발생하였다. 그래서, 한천과 물의 비율을 1:20 (한천 5%)으로 하여 대체재를 개발을 연구하였다.

- 한천을 이용한 플라스틱을 1차로 제작해 본 결과, 강도는 각한천처럼 단단하였으며, 중간 중간에 비어 있는 공간이 생기는 모습을 볼 수 있었다.



[그림 9] 1차 제작한 대체재



[그림 10] 각한천

- 플라스틱 대체재 제작 전에 실험 해 본 것과 같이 한천 겔을 성형하고, 관찰·탐구 실험을 진행하는 단계에서 발생한 문제점(곰팡이)과 동일하게 일정 시간 이후 곰팡이와 세균이 배양되는 문제점이 발생하였다. 1차 제작 대체재를 보완하기 위해 천연 살균제에 대한 조사를 진행하고, 다양한 천연 살균제(베이킹소다, 구연산, 계피, 식초, 소금, 생강, 레몬 등) 중 생활에서 쉽게 구할 수 있고 널리 알려져 있는 식초를 첨가하여 겔을 성형하였다.
- 동결·건조를 통하여 만든 1차 제작 대체재의 강도는 탐구 과정에서 제작한 기본 한천 겔보다 강하였지만, 실제 플라스틱의 강도보다는 약해서 동결·건조 횟수를 증가시켜 보기로 하였다.
- 다소 오랜 시간이 소요되는 동결·건조를 하지 않고도 강도를 높여보기 위해 친환경 경화제(응고제)로 작용할 수 있는 종이죽을 첨가하여 플라스틱 대체재를 실험하였다.
- 최종적으로 한천 + 식초(천연 살균제) + 종이죽(친환경 경화·응고제), 한천 + 식초(천연 살균제), 한천(비교군)을 사용한 3가지 종류의 모델을 제작하였다.



[그림 11] 대체재 모델1  
(약 2시간 후)  
(종이죽 + 식초 첨가)



[그림 12] 대체재 모델2  
(약 2시간 후)  
(식초 첨가)



[그림 13] 대체재 모델3  
(약 2시간 후)  
(한천 + 물 기본 모델 비교군)

- 동결·건조를 반복하는 과정에서 동결 시에 한천 겔 내의 수분이 동결되고, 해동 시에 한천 겔 내의 수분이 밖으로 배출되는 것으로 보이며, 남아있는 수분을 완전히 증발시키는 과정이 건조일 것으로 여겨진다.  
아래 그림처럼 동결, 해동 후에는 동결된 물이 녹아서 고여 있는 것을 볼 수 있다.



[그림 14] 대체재 모델2 (동결, 해동 후)  
(식초 첨가)



[그림 15] 대체재 모델3 (동결, 해동 후)  
(한천 + 물의 기본 모델 비교군)

- **한천과 물의 비율**, 추가로 **다른 물질을 첨가하는 방식**으로 여러 종류의 대체재를 시제품 형식으로 연구, 제작하였고, 탐구대회 이후에도 더욱 발전시킬 계획이다.

## ○ 방법

### - 자료 조사

- 웹 검색, 도서(도서관 대여) 등을 통해 여러 자료를 조사한다.
- 조사한 자료를 Tistory 블로그에 공유 및 홍보한다.

### - 홍보 활동

- 앞에서 언급한 바와 같이 우뚝가사리 등 해양생물에 관한 정보와 환경 보호의 필요성, 한천 및 우뚝가사리의 활용 등에 관한 내용을 Tistory(블로그), YouTube 등의 플랫폼을 이용하여 홍보하며, 특히 YouTube에 업로드하는 영상은 편집 프로그램을 이용하여 제작하고, 블로그에도 함께 홍보한다.
- 조사한 자료를 인용하여 홍보할 때에는 인용 출처를 밝힌다.

### - 탐구 및 실험

- 자택 및 학교 과학실 등에서 우뚝가사리를 포함한 해양생물, 한천 등을 이용하여 실험 및 탐구한다.

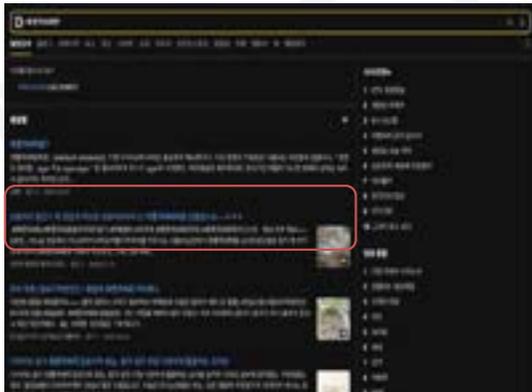
### - 탐구일지 작성

- Tistory 블로그에 조사한 모든 자료를 업로드하고 있으며, 이를 참고하여 탐구를 계획하고 궁금하거나 느낀 점을 기록하고 다른 탐구를 계획하는 일들을 탐구일지에 빠짐없이 작성하고 있다.

○ 결과

- SNS 홍보 활동 결과

- 2020. 8. 25. 기준 방문 수 1,560회를 달성하였다.  
특히, Tistory를 운영하는 Kakao의 Daum을 통해 많은 사람들이 방문하였다.
- Daum 검색에서 최상위에 노출되는 등 블로그의 인지도가 높아졌다.  
더불어, 우뚝가사리를 비롯한 해양생물과 한천 등에 대한 사람들의 관심과 흥미, 인지도가 함께 높아질 것으로 보여진다.



[그림 16] Daum 검색 최상위 노출1



[그림 17] Daum 검색 최상위 노출2

- 플라스틱 대체재 제작 결과

- 물 400ml에 종이죽 40g, 식초 20ml, 한천가루 20ml를 넣은 한천 겔을 동결·건조하여 플라스틱 대체재를 제작하였다.  
또 다른 형태의 플라스틱 대체재로 종이죽을 제외한 앞의 재료를 첨가한 한천 겔을 동결·건조하여 제작하였다.



[그림 18] 대체재 모델1  
(종이죽 + 식초 첨가)



[그림 19] 대체재 모델2  
(식초 첨가)



[그림 20] 대체재 모델3  
(한천 + 물의 기본 모델  
비교군)

3. 탐구의 결론 및 의의

○ 결론

- 우뚝가사리를 비롯한 해양생물을 활용한 플라스틱 대체재의 가능성이 높다.
- 플라스틱 대체재 제작 활동을 통해 우뚝가사리(한천)을 물에 끓여서 다양한 틀에 부어 겔화 시키고 다시 그 한천 겔을 동결하여 수분을 제거하고 건조하여

한천 겔이 그물망처럼 엉겨서 단단해지고 건조를 여러 번 할수록 더욱 단단해지는 실험을 통해서 플라스틱을 대체할 수 있을 것이라는 가능성을 보았으며, **우뭇가사리뿐만 아니라 홍조류 등 비슷한 특성을 가진 해양생물이 있다면** 이들을 통한 플라스틱 대체재 제작의 가능성 또한 보인다. 바다를 오염시키는 플라스틱을 대신하여 바다의 해양 생물자원인 **우뭇가사리**로 바다를 구할 수 있을 것이다.

- **우뭇가사리로 만든 한천을 이용한 플라스틱 대체재의 경제성이 높다.**

- 경제성 조사 및 가격 비교 결과, 우뭇가사리(한천)을 이용하여 제작한 플라스틱 대체재는 개당 약 790원(재료비), 기존 플라스틱 용기는 약 1100원으로 기존 플라스틱보다 한천을 이용한 플라스틱 대체재의 경제성이 높은 것으로 보여진다. 이에 플라스틱 대체재 제작에 들어가는 인건비, 제작비 등을 고려하더라도 한천을 이용한 친환경 플라스틱 대체재의 가격이 기존 플라스틱보다 더 저렴하다고 할 수 있으며, 플라스틱 대체재를 사용함으로써 창출할 수 있는 사회적·환경적 효과 및 플라스틱 쓰레기 처리 비용을 고려한다면 플라스틱 대체재와 기존 플라스틱 사이에 더욱 큰 가치 차이가 발생할 것이다.

- **해양생물을 이용한 해양생물 및 해양 환경 보호의 선순환 구조를 형성할 것이다.**

- 현재 생산량이 많고, 해변 등에 가면 쉽게 구할 수 있는(흔한) 우뭇가사리와 홍조류의 바다 생물들을 활용하여 플라스틱을 대체하고, 플라스틱 쓰레기를 줄이며, 이를 통해 해양 생태계를 보존하고, 다른 해양생물 또한 지킬 수 있도록 하여 해양생물이 자신을 비롯한 다른 해양생물과 해양 환경을 보호하고, 보호된 해양 환경에서 더 많은 개체가 서식할 수 있는, **선순환 구조**를 형성할 수 있을 것이다.

## ○ **의의(기대효과)**

- **해양 생물자원 보호의 중요성 공유**

- **해양 생물자원 보호의 중요성**을 SNS(Youtube, Tistory 블로그 등)를 통해 공유함으로써 다른 사람들이 해양생물에 대해 더욱 많은 관심을 가지게 되고 이를 통해 더 많은 사람들이 **해양 생물자원 및 해양 생태계 보전**에 힘쓸 수 있도록 한다.
- 해양 환경오염 문제를 바다생물을 통해 해결하는 등 비교적 쉬운 접근법을 통해 **해양 생물자원을 통해 바다 환경오염 문제를 해결**할 수 있을 것이다.
- 해양 생물자원(우뭇가사리, 우뭇가사리로 만든 한천 등)에 대한 사람들의 관심에 비해 이를 충족시킬 수 있는 **양질의 콘텐츠가 많지 않기 때문에 직접 운영하는 블로그가 해당 역할을 수행**할 수 있을 것으로 기대되며, 현재 상황에서도 밝은 전망을 보이고 있다.
- 해양생물탐구대회 일정 종료 이후에도 다양한 해양 생물 콘텐츠를 지속적으로

포스팅 함으로서 사람들에게 지속적인 공유 및 홍보 활동을 할 것이다.

#### - 바다 환경을 비롯한 환경 보호에 대한 중요성 공유

- 바다 환경 및 해양 생물자원에 대한 중요성과 보호 필요성에 공감함으로써 환경 보호를 위하여 노력하는 사람들이 증가하고 연쇄반응을 통해 더욱 많은 사람이 환경 보호에 동참할 수 있도록 할 수 있을 것이다.

#### - 우뚝가사리와 한천의 다양한 활용 가능성

- 우뚝가사리라는 해양생물이 단순히 일부 식품(우묵)이나 초파리 배지, 세균 배양 배지 등 일부 용도로만 주로 활용이 되고 있다고 인식하는 대중들에게 우뚝가사리와 한천이 친환경 플라스틱 대체재로서의 가능성뿐만 아니라 여러 분야에서의 활용도도 고려해 볼 수 있을 것이다.

#### - 우리나라 지역 생물 종다양성 보호 및 새로운 생물종에 대한 관심 제고

- 우뚝가사리 등 우리나라 지역에서 서식하는 다양한 생물종들이 먼 훗날에는 훌륭한 자원이 될 수 있다는 사실을 인식시킬 수 있고 다양한 생물종에 대한 관심과 그 보호의 필요성을 제고할 수 있을 것이다. 또한, 아직 우뚝가사리는 양식이 되지 않고 있다는 사실을 알게 되었는데 우뚝가사리를 양식할 수 있는 조건에 대한 탐구 등 본 탐구자와 여러 학생에게 후속 연구의 필요성과 도전 정신을 불러일으킬 것이다.

#### - 우뚝가사리 및 한천, 해양생물 관련 콘텐츠 확보 및 관련 분야에 대한 관심 제고

- 우뚝가사리와 한천, 해양생물 등에 대한 사람들의 관심에 비해 양질의 콘텐츠가 부족함을 여러 통계 자료가 보여주며, 운영하는 블로그(<https://agar-ask.ml/>)가 사람들의 우뚝가사리 및 한천, 환경 등에 관한 관심을 충족시키고, 더 나아가 다양한 홍보와 매체 노출로 관심을 가지고 있지 않은 사람들에게도 해양생물 관련 분야에 대한 관심을 가질 수 있도록 하는 중간 매개체로 작용할 수 있을 것으로 보인다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

#### - 탐사 중 어려운 점

- 시장 상인들과 기타 관계자들이 잘 협조해주지 않았고, 코로나19 상황으로 어업 기술센터 관계자와의 비대면 전화 면담 이외에는 전문가와의 면담이 불가능하였다.

#### - 탐구 활동 중 어려운 점

- 직접 채집한 우뚝가사리를 이용하여 직접 우묵을 만들어 보고, 이를 사용하여 플라스틱 대체재를 제작하고자 하였으나, 직접 채집한 우뚝가사리를 끓인

후 식혔지만 여러 시간이 지나도 굳지 않아 **우묵이 잘 만들어지지 않는 문제**가 발생하였다. (우묵가사리를 가루로 만든 **한천 겔을 이용하여 플라스틱 대체재를 제작**하여 해결)

- 플라스틱 대체재를 제작하는 과정에 있어 한천 겔에서 곰팡이 및 세균이 배양되는 문제가 발생하였다. (천연 살균제인 **식초를 첨가**하여 해결)

#### - 자료 조사 시 사용할 **이미지(컨텐츠)의 저작권 문제**

- 저작권이 불분명하여 사용해도 되는 이미지인지 모르는 경우가 다수 있었다.
- Wikimedia Commons 등 저작권자의 표시만 하면 자유롭게 사용할 수 있는 이미지의 경우 선택의 폭이 작고 품질이 낮은 컨텐츠가 많았다.

#### - 홍보 영상 제작 및 블로그 활동

- 홍보 영상(티저)의 제작을 위해 영상 편집하는 과정에서 **프로그램의 오류**가 자주 발생하고, **제작 시간이 긴 어려움**을 겪었다.
- **영상 편집 프로그램상 문제**로 인하여 동영상 추출이 되지 않아 배경음악 없이 화면 녹화를 이용하여 YouTube에 업로드해야 했다.

또는 아이패드를 이용하여 영상 제작시 프로그램 상의 오류로 YouTube에 바로 업로드되지 않는 문제점이 발생하여 컴퓨터를 통해 YouTube에 업로드해야 했다.

- **블로그 작성 시 영상 자료 업로드가 어려워** YouTube를 통해 업로드해야 한다.

#### - 활동일지 작성 시 웹사이트 링크

- 활동일지 작성 시 웹사이트 링크가 긴 경우가 있어 직접 링크를 줄여 작성해야 하는 어려움이 있었다.

또한, 개인 도메인을 사용하여 링크를 줄일 수 있도록 하는 도구에서 **인증서 문제**가 발생하거나 특정 단어(예: source, youtube 등)를 입력할 수 없도록 되어 있는 문제가 있어 이를 해결하는 도구를 찾는 데 있어 어려움이 있었다.

(Google FireBase Dynamic Link로 해결)

- 코로나 19의 장기화로 더 다양한 탐구 활동을 하지 못한 아쉬움이 있었다.

## ○ 알게 된 점

#### - 우묵가사리를 비롯한 해양생물의 소중함

- 해양생물 탐구대회 참가 이전에는 바닷가에 가서 우묵가사리를 비롯한 해양생물을 보아도 우묵가사리인지, 어떤 바다생물인지도 모르고 대수롭지 않게 지나쳤지만, 해양생물 탐구대회 활동을 통해 해양 탐사를 진행하며 해양생물에 대해 더 많은 관심을 가지게 되었고, 소중함을 다시 한번 느낄 수 있는 계기가 되었다.

#### - 해양 쓰레기 문제의 심각성

- 해양생물탐구대회 참가 이전에는 해양 쓰레기 문제의 심각성에 대해 조금 둔

감하였지만, 해양생물 탐구대회 탐사, 조사 활동 등을 통해 해양 쓰레기 문제의 심각성이 정말 피부로 와 닿았으며 이러한 문제를 외면하면 결국 인간들이 따구 버린 쓰레기들은 인간들에게 더 큰 문제로 돌아올 것이라는 생각이 들었다.

#### - 해양생물 중요성 및 환경오염 심각성 홍보의 필요성

- 대회 참가 전의 본 탐구자처럼 해양 쓰레기 문제에 둔감하고 우뚝가사리를 비롯한 해양생물 자원의 중요성과 보호의 필요성을 잘 느끼지 못하는 사람들이 많다고 생각된다. 이러한 사람들에게 바다 환경오염의 심각성, 해양생물 자원의 중요성과 보호의 필요성을 알려 더 많은 사람이 해양 생태계 오염 문제에 관심을 가지고 해양생물 자원을 보호해야겠다는 인식 전환과 이를 실천하고자 하는 의지를 갖게 하고자 결심하게 되었다.

#### - 우뚝가사리 및 한천의 과학적 특성

- 탐구가 진행 중이긴 하지만 우뚝가사리의 형태·생태적 특성, 한천의 기본 성질에 대해 알게 되었고 이 부분은 플라스틱 대체재 및 용기 개발 실험을 하며 더 구체적으로 탐구 실험하며 알아볼 계획이다.

#### ○ 기타

- 코로나19로 인하여 탐구수행계획서에서 작성한 일정 중 일부가 연기되었음.
- 코로나19로 인하여 전문가와의 면담을 진행하기 어렵게 되었음.

## 5. 참고문헌

- 박수현 (2018), 『바다에서 건진 생명의 이름들』, 지성사
- <https://blog.naver.com/myal941> (밀양한천 네이버 블로그)
- Wikimedia Commons (이미지)
- Wikipedia
- 네이버 지식백과
- 탐구일지 및 <https://agar-ask.ml/>에서 밝힌 개별 글 및 활동에 대한 자료
- <https://agarlink.ml/source1> ~ <https://agarlink.ml/source14>
- 포항 죽도시장 상인 분들
- 경상북도 어업기술센터 직원 (코로나19로 인한 비대면 전화 면담)

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |          |    |         |
|-------|----------|----|---------|
| 팀명    | 집게리아     |    |         |
| 학생명   | 강민채, 안서원 | 학교 | 군산진포중학교 |
| 지도교사명 | 박지은      | 학교 | 군산진포중학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 바닷가재의 시각구조를 이용하여 360도 카메라를 만들 수 있을까?   |
| 탐구기간    | 2020년 06월 3일 ~ 2020년 08월 24일   |
| 탐구목적    | 360°를 볼 수 있는 바닷가재 눈의 구조를 파악하여 이를 활용하여 현재 기술에서 발견되는 문제점을 개선하는 아이디어를 제공하는 데 있다.  |
| 탐구내용    | 정방형 반사관을 사용하는 바닷가재의 시각구조를 생태모방기술에 적용시켜 360도를 볼 수 있는 카메라를 제작하도록 한다. 카메라를 통해 현대사회의 문제점인 과속운전, 불법주차 등의 문제점을 해결할 수 있는지 여부를 탐구한다. 또한, 360도 카메라 제작을 통해 자율주행자동차, 드론 등 미래기술의 문제점을 보완한다.            |
| 탐구결과    | 바닷가재의 시각구조를 이용해 정방형 반사관을 만들고, 이 거울에 비친 화면들을 조합하면 하나의 큰 360도 화면을 만들 수 있었다. 이와 같은 원리로 촬영한다면 미래 기술인 자율주행자동차와 드론의 발전에 더 기여할 것이며 불법주차와 과속운전과 같은 현대 사회의 문제점을 더욱 개선할 수 있을 것이다.                    |
| 결론 및 의의 | 바닷가재의 시각구조를 적용시켜 정확한 수치를 가진 정방형 반사관을 통해 360도를 볼 수 있는 카메라를 제작할 수 있었다. 하지만 더 맞는 크기의 거울과 양면 거울이 아닌 점 그리고 카메라로 인해 완벽하게 실험에 성공하지 못하였다. 하지만 더 큰 거울에 비친 각 화면을 조합하면 360도의 화면을 볼 수 있을 것이라는 결론을 내렸다. |



|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>바닷가재의 시각구조를 이용하여 360도 카메라를 만들 수 있을까?</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>집게리아</b>                                 |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 작년 학교에서 주최된 과학의 달 행사로 우연히 참가하게 된 과학 토론회의 주제가 ‘자율주행자동차’였다. 그 때 자율주행 자동차에 대한 내용을 학습하면서 자동차에 설치된 카메라가 밖의 모든 상황을 동시에 파악할 수 없기 때문에 사고의 위험성이 크다는 사실을 알았다. 또한 부모님께서 차가 긁히셨는데, 주차된 곳이 사각지대였기 때문에 정확한 상황을 파악하기 어려웠다. 이러한 사각지대가 보이지 않아 일어나는 CCTV의 사건사고는 매년 끊이지 않고 있으며 최근에는 불법주차, 과속운전 등 다양한 범죄로 이어지고 있다고 한다.
- 그러다 만화 ‘네모바지 스피어지밥’을 보았는데 주인공인 집게사장, 가재인 래리의 눈은 다른 주인공들과 다르게 앞으로 튀어나와 있어 웬지 다른 물고기, 불가사리인 주인공들과 다르게 주변의 모든 상황을 조금 쉽게 볼 수 있을 것이란 생각이 들어 바닷가재의 눈의 구조에 대해 알아보기로 하였다.

### ○ 탐구 목적

- 이번 탐구의 목적은 360° 볼 수 있는 바닷가재 눈의 구조를 파악하여 이를 활용한 카메라를 만들어 자율 주행 자동차나 CCTV, 드론에 활용하여 현재 기술에서 발견되는 문제점을 개선하는 아이디어를 제시하고 새로운 시각매체와 인공시각에 대한 정보를 제공함에 있다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 1. 바닷가재, 동물, 그리고 인간의 눈은 어떻게 다를까?  
바닷가재의 시각구조를 적용한 생체모방기술을 실험하기 전 보다 원활한 실험을 위해 다양한 동물들의 눈의 구조와 빛을 받아들이는 과정을 학습하였다. 여러 눈의 구조를 크게 구분하자면 먼저, 눈의 진화에서 가장 단순한 구조인 안점은 대표적으로 플라나리아나 해파리, 불가사리가 가지고 있는 눈의 형태이다. 안점은 한쪽 면에 빛을 받아

들이는 색소가 배열된 단순한 형태이다. 이러한 안점은 복잡한 영상을 형성하기에는 적합하지 않기 때문에 영상 형성을 위해 일부 척추동물과 두족류에서 카메라 눈이 진화하였다. 카메라 눈은 빛을 모으는 능력을 향상시켰으며 안점보다는 보다 복잡한 형태로 사람과 같이 빛의 밝기와 모양을 느낄 수 있다. 카메라 눈을 갖는 대표적인 해양 생물로는 오징어와 문어가 있다. 안점과 카메라 눈뿐만 아니라 겹눈과 홑눈의 형태로도 눈의 구조가 진화되었는데, 우리는 이 겹눈과 홑눈의 차이에 집중하였다. 홑눈은 단순한 형태로 명도만을 감지할 수 있으며 시각계가 약 2~3° 로 좁기 때문에 시각영상이 모자이크처럼 나타난다. 반면에 겹눈은 대부분의 절지동물에서 나타나며 수많은 시각 조직이 모여 있는 형태로 이를 이용하여 하나의 영상을 감지한다. 각각의 시각구조는 육각형의 별집모양으로 짜여있어 360° 를 모두 감지할 수 있다. 비록 겹눈은 비교적 정교하지 않은 영상을 만들지만 포식자나 먹이의 움직임을 감지하거나 넓은 시야를 갖는데 큰 이점을 가지고 있다. 우리의 탐구 주제인 바닷가재는 절지동물의 한 종류로서 겹눈의 형태를 보인다. 뿐만 아니라 캄브리아기 중반에 살았던 삼엽충과 투구게, 여러 새우 종과 같은 다양한 해양 생물들도 겹눈을 가지고 있었다.

#### - 2. 바닷가재의 시각구조를 본뜬 생체모방기술 제작 실험

직접 카메라를 제작하기 전 바닷가재의 시각구조를 본뜬 생체모방기술을 구상하는 단계이다. 바닷가재의 시각구조 원리를 이해했는지 확인하고, 이 기술을 카메라에 적용시키는 데 필요한 준비물을 알아보는 과정에 해당했다. 여러 방면에서부터 오는 빛을 일직선으로 그리고 그 빛들이 거울로 인해 반사되어 정해진 점으로 가야 할 선을 그렸다. 보다 정확한 실험을 위해 각도기와 컴퍼스를 사용하여 1차, 2차, 3차 구상도를 그렸는데, 1차와 2차의 구상도에서는 거울의 두께를 고려하지 못하고 계산의 오차가 있어 실패하였다. 마지막 3차 구상도에서는 앞서 실패한 것을 토대로 이론적으로 완벽한 구상도를 만들었다.

#### - 3. 바닷가재를 시각구조를 사용한 카메라 제작 고안

바닷가재의 시각구조를 모방한 기술로 직접 카메라를 제작을 구상하였다. 2번에서 했던 구상도를 여러 종류의 판에 그려 거울의 위치를 선정하고, 이 위치를 바탕으로 거울을 부착하여 정방형 반사관을 제작하였다. 제작한 정방형 반사관을 이용하여 외부환경을 관찰 한 후, 각 반사관의 한계점을 파악하여 이를 수정함으로써 최종 정방형 반사관을 만들도록 한다.

#### - 4. CCTV 사용 가능 여부 실험

현대 사회에서 가장 문제가 되고 있는 점 중 하나인 불법주차를 예방하기 위해서 돌아가지 않아도 360도를 한 번에 볼 수 있는 CCTV를 만들 수 있는지 확인하였다. 본 팀이 만든 발명품은 거울에 비친 여러개의 화면을 조합하면 하나의 화면이 만들어졌고 그 화면을 통해 360도를 볼 수 있었다. 따라서 이 cctv에 적용시킬 수 있도록 고안해야 할 점을 생각해 보았다.



- 5. 자율주행자동차, 드론 설치 여부 가능 실험

이 생태모방기술을 가지고, 미래기술인 자율주행자동차와 드론에 설치가 가능한지 여부를 고안하였다. 아직 자율주행자동차와 드론은 미완성으로 자율주행자동차는 사각지대를 보지 못하는 것이 큰 문제가 있었고 드론도 360도를 볼 수 있으면 충돌 사고가 더 방지될 수 있다. 따라서 이 미래기술들에 설치가 가능한지 여부를 실험해 보았다.

○ 방법

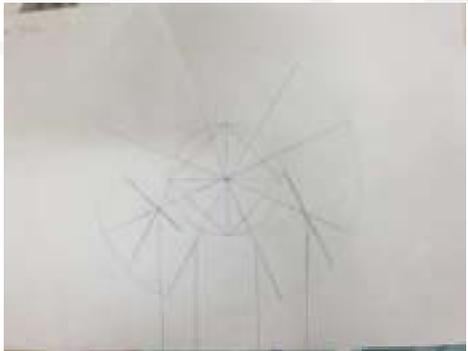
- 1. 바닷가재, 동물, 그리고 인간의 눈은 어떻게 다를까?

인터넷 검색과 여러 동물의 눈과 관련된 책을 찾아봄으로써 각 특징을 확인할 수 있었다.

- 2. 바닷가재의 시각구조를 본뜬 생태모방기술 제작 실험

탐구 방법 : 바닷가재의 시각구조의 정방형 반사관을 제작할 수 있도록 구상도를 그림.

- 1) 빛을 한 방향에서 일직선으로 오도록 빛의 방향을 그린다
- 2) 일직선인 빛을 반사시킬 때 빛이 정해진 한 점에 오도록 빛의 경로를 설정한다.
- 3) 빛의 경로의 각도를 구하고, 이 각도를 2로 나누는 선을 그린다.
- 4) 거울의 입사각과 반사각이 같은 성질을 이용하여 (3)에서 그린 선에 수직인 선을 그린다. 이 선은 거울을 놓는 위치이다.

|        | 구상도 사진  | 실패 이유   |
|--------|---|---|
| 1차 구상도 |  | <p>정확한 각도를 수치화하지 않고 실험부터 하여 정확하지 않은 거울의 위치를 얻음.</p> |



|                   |  |  |
|-------------------|--|--|
| <p>2차<br/>구상도</p> |  | <p>각도를 수치화 하였지만 계산에서 오차가 생겨 거울의 위치가 잘못 측정되었음</p>                 |
|                   |  | <p>각도를 정확하게 수치화하여 언제 어디서나 만들 수 있도록 구상되었으며 정확한 거울의 위치를 얻게되었다.</p> |
| <p>3차<br/>구상도</p> | <p>&lt; 구상도 검증 실험 &gt;</p> <p>가장 바깥쪽 거울 위치</p> <p>→</p> <p>→</p> <p>→</p> <p>구상도에 따라 거울을 위치시키고 레이저를 쬐었을 때 거울에 반사된 레이저가 정해놓은 한 곳으로 모임을 확인 하였다.<br/>이 구상도를 바탕으로 반대 쪽에도 대칭으로 하여 거울을 놓는다면 모든 방향에서 오는 빛이 한 점으로 모여 360도를 볼 수 있을 것이다.</p> |  |

- 3. 바닷가재를 시각구조를 사용한 카메라 제작 실험

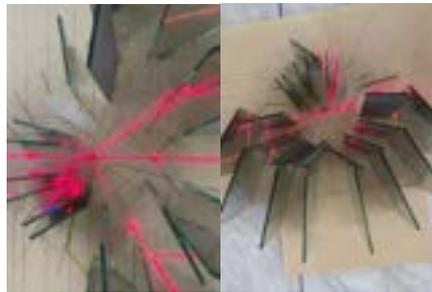
탐구방법 : 빛을 레이저로 표현하고, 정방형 반사관을 거울을 통해서 앞서 구상한 그림을 바탕으로 제작하였다.

- 1) 구상도에서 수치화 한 각도를 바탕으로 정방형 반사관을 설치할 판에 구상도를 나타낸다.
- 2) 설치한 판에 빛을 레이저를 통해 나타내고, 거울의 위치를 지정한 곳에 거울을 설치한다.
- 3) 설치한 거울을 보고 화면을 조합하여 관찰한다.

|      | 실험 과정   | 실패 이유  |
|------|---|--|
| 1차실험 |   | 판을 도화지로 정하였는데, 보다 정확한 수치를 낼 수는 있었지만 거울을 고정하는 데 한계가 있어 거울을 설치하는 과정에서 실패함.                         |
| 2차실험 |  | 도화지보다 두꺼운 우드락을 사용하였지만, 구상도를 우드락에 그리는 과정에서 우드락이 뚫리거나 사용하기 어려워 계산의 오차가 생겨 결국 한 점으로 빛이 모이는 실험에 실패함. |
| 3차실험 |  | 앞서 1차, 2차실험에서 실패한 경험을 바탕으로 캔트지를 판으로 정하였고, 보다 정확한 수치와 한 점으로 모이는 것을 가능케 함.                         |



4차 실험



한 쪽 방향으로 오는 빛으로 실험을 하였기 때문에 그 점을 보완하고자 모든 방향에서 오는 빛으로 구상도를 그리고, 이를 토대로 모든 방향에서 오는 빛들을 반사시킬 수 있도록 하였다. 그러나 단면거울이었기 때문에 한쪽에서는 반사가 되었지만 반대 쪽 측면에서는 단면거울에 가려져 반사가 되지 않는 경우가 한계점이였다.

- 4. CCTV에 적용가능한 지 여부 실험

탐구방법 : 탐구해야할 점- 본 팀이 만든 발명품이 CCTV 제작에 보편화 될 가능성을 탐구하였다. 기존의 cctv와 발명품으로 찍힌 사진을 비교해 보기도 하였다.

|       | 사진<br>CCTV에 찍히는 모습   | 한계점과 차이점   |
|-------|--|--|
| CCTV  |   <p>CCTV에 찍히지 못하는 사각지대의 모습</p>   | <p>현재 기존하는 CCTV는 위 사진과 같이 앞, 옆, 뒤를 완벽하게 찍지 못한다는 큰 한계점을 가지고 있다. 움직이는 CCTV가 있지만 그 역시도 돌아가면서 사각지대를 가지고 이동하기 때문에 완벽하게 찍을 수 없기는 마찬가지이다.</p> |
| 본 발명품 |  <p>이처럼 카메라를 제작한다면 각 거울에 있는 화면을 조합하여</p>  <p>이러한 식으로 화면을 구성할 수 있다.</p> | <p>옆 사진처럼 저렇게 거울 각각을 구성하는 화면을 순서대로 조합하고 더 많은 거울과 큰 거울을 사용한다면 분면 360도를 한 화면을 통해 볼 수 있다.</p>   |

- 5. 자율주행 자동차, 드론 카메라 제작 고안실험

(1) 드론 카메라 제작 고안실험

현재 떠오르고 있는 미래에 사용되는 기술에 직접 제작한 발명품을 올리고 사진을 찍어보았다. 앞서 설명한 것처럼 카메라에 정방향 반사관의 썬위 한번에 다양한 각도의 이미지를 받아들여 인식하게 한 후 위 사진에서 거울에 각각 비친 화면을 조합한 것처럼 매핑 하여 하나의 연결된 이미지로 만든다면 드론에 360도 촬영 카메라를 도입하는 것이 가능할 것이다.



2. 자율주행자동차 카메라 제작 고안 실험

자율주행자동차의 가장 큰 문제 중 하나는 사각지대를 보지 못한다는 것이었다. 하지만 위 사진처럼 자동차 위에 돔형으로 보호막을 씌운 후 정방향 반사관을 설치하고, 그 안에 카메라를 설치해 본 사진처럼 화면을 조합한다면 사각지대도 볼 수 있는 360도 카메라를



만들어 미래에 큰 도움이 될 수 있을 것이라 예상한다.

○ 결과

- 바닷가재의 시각구조를 이용해 정방향 반사관을 만들고, 이 거울에 비친 화면들을 조합하면 하나의 큰 360도 화면을 만들 수 있었다. 모든 화면을 보기 위해서는 더 큰 거울과 카메라 같은 장비, 그리고 각 거울에 비치는 이미지를 하나로 연결시켜 순서를 조합해주는 프로그램이 있었다면 가능했지만 장비가 부족했기 때문에 조금 부족한 사진을 찍게 되었다. 하지만 이와 같은 원리를 적용하여 카메라를 보완하고 이를 바탕으로 촬영한다면 미래 기술인 자율주행자동차와 드론의 발전에 더 기여할 것이며, 나아가 카메라가 사용되는 상황인 CCTV감시 카메라를 통한 불법주차와 과속운전과 같은 현대 사회의 문제점 또한 개선할 수 있을 것이다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 우리 사람의 눈은 시각을 성립할 때 수정체(카메라서 렌즈의 역할)를 통한 빛의 굴절로 상이 맺혀 성립한다. 바닷가재의 눈과 사람의 눈이 다른 가장 큰 점은 굴절이 아닌 반사를 이용하여 바라보고 바닷가재는 결눈의 형태로 수많은 시각조직이 얽혀 있다
- 바닷가재의 시각 구조를 이용해 생태모방기술을 적용하기 가장 좋은 예로는 카메라이므로 카메라에 한계를 보일 수 있는 CCTV, 드론, 자율주행자동차와 같은 것들이 있는데 이를 적용시키기 위해서는 굴절이 아닌 반사로 상을 맺히게 하여 여러 각도를 볼 수 있는 정방향 반사관을 제작 하였다
- 바닷가재의 시각 구조를 이용해 카메라를 제작하기 위해서는 정방향 반사관을 이용해 구상도를 그려 실험을 해야 되는데 실험하기에 앞서 여러 거울의 모양 위치 각도를 미세 조정과 수치화를 시켜서 고정하여 카메라가 볼 수 있도록 구상도를 제작하였다
- 제작한 정방향 반사관을 바탕으로 하여 이 카메라를 자율주행자동차와 드론에서 사용할 수 있도록 하였다. CCTV 또한 360도를 볼 수 있도록 제작 할 수 있었고 사각지대를 볼 수 없는 문제점을 개선할 수 있으며 보편화 될 가능성이 아주 크다고 판단할 수 있었다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 만약 바닷가재의 시각구조를 적용시켜 카메라를 만들면, 먼저 일반 도로에서 교통체증이나 교통사고를 줄일 수 있다. 요즘은 주차지역이 아닌 도로가나 상권 앞에 카메라가 찍지 않는다고 불법으로 주차하는 차량이 늘어나 이로 인한 접촉사고가 일어나 교통체증이 다반수로 일어나고 있다. 하지만 우리가 360도를 볼 수 있는 카메라를 만든다면 많은 사람들이 불법 주차를 하는 것을 예방하고 이러한 인식을 만든다면 조금 더 편리한 교통사회를 기대할 수 있을 것 같다.
- 또한, 미래의 기술 발전에도 도움을 줄 수 있을 것 같다. 앞서 말한 자율주행 자동차뿐만 아니라 미래세대의 가장 큰 발전 가능성으로 뜨고 있는 드론과 여러 카메라를 사용한 기술 발전의 효율을 높일 수 있다. 예를 들어, 요즘 화재가 났을 때 사용하는 촬영용 드론의 효율을 높일 수 있다. 화재 상황을 보기 위해 사용하고 있는 촬영용 드론을 조금 더 빠르고 잘 보이게 카메라를 제작할 수 있다면 더 빠른 시간 안에 불을 진압할 수 있다. 따라서 만약 이 카메라가 만들어지고 보편화 된다면 미래 세대의 기술을 조금 더 빨리 만날 수 있는 발걸음이 될 수 있을 것이라 생각한다. 결국 선생님의 조언으로

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

-바닷가재는 우리의 눈과 다르게 굴절이 아닌 반사여서 어떻게 접근해야 하는지에 관해 많은 시간이 소요되었고 사람의 눈과 다른 관점에서 접하여 새로운 실험을 해야 했다. 또한 실험을 하기 위해 많은 관련 서적과 논문을 찾아보면서 여러 가지의 오차를 찾아내었고, 차근차근 오차를 고치며 360도를 볼 수 있는 구상도를 만들어야 했다. 이 과정에서 수치가 잘못 나오면 다시 처음부터 계산해야 했기에 오차를 찾아내는 일이 힘들었고, 1도라도 어긋나는 차이가 발생하면 한 점으로 모아지지 않았기에 계산하는 과정이 어려웠다.

- 처음 바닷가재의 시각구조를 모방한 구상도를 만들 때 정확하지 않은 구상도로 임의로 각도를 맞춰서 레이저를 쏘아서 상에 맺히도록 하여 거울을 봤더니 제대로 넓은 시야까지 보이지 않았다. 결국 선생님의 조언으로 “정확한 수치화를 통해 구상도를 그리자” 라는 아이디어를 얻게 되면서 각도와 거리를 세세하게 맞추어서 하다보니 점점 가능성이 보였다. 또한 후에 거울의 모양이 정사각형인 것이 문제가 되어 화면이 정확하게 보이지 않았다. 당시 보이지 않는 이유가 정사각형이라는 것을 찾기 어려웠고 수많은 시행착오 끝에 결국 이유를 찾아 직사각형을 만들었지만 찾는 과정에서 시간이 오래 소요되었고 문제점을 찾는 데에 어려움을 겪었다.

-구상도를 만들고 나니 여러 가지 각도가 보이 드는 것에 성공한 듯 하였으나 장비와 기술면에서 많이 미흡함을 보여 가지고 있는 최대한의 장비를 동원해 만들었지만 구상도의 크기와 거울의 크기로 인해 여러 각도가 보이긴 하지만 보기에 힘들다는 점이 컸다. 이와 같은 크기, 기술, 카메라 등 여러 이유로 정확하고도 완벽한 카메라를 만드는 데에 큰 어려움이 있었다.

### ○ 알게 된 점

-포유동물의 눈의 여러 특징과 절지동물에 홑눈의 원리인 명도만을 감지할 수 있고 겹눈은 수많은 시각조직이 모여 있는 모양으로 이를 이용하여 하나의 영상을 감지하고 시각구조 모양인 육각형 벌집모양으로 360를 감지할 수 있음을 알게 되었다.

-물고기의 눈은 3가지의 결정층으로 이루어져 눈에 움직임에 따라 정렬되는 각도가 다르다 현대 기술로는 제브라피쉬의 시각구조를 적용시킬 수 없지만 만약 기술이 더 발전한다면 카메라의 기술도 더 정교해질 것이다

- 바닷가재의 눈은 우리 사람의 눈과 다르게 굴절이 아닌 반사를 이용하여서 거울을 사용해 레이저를 거울에 반사 시켜 상에 맺히게 한 후 각도를 보이게끔 미세하게 조정해야 했다. 정말 제대로 된 기술력과 카메라가 있었다면 충분히 360도가 보이는 카메라를 현실화 시킬수 있으며 정교한 카메라를 만들 수 있다는 점이 놀라웠다. 이렇게



360도가 보일 있다는 가능성을 얻고 나서 cctv와 자율주행 자동차 드론에 적용 시킬 수 있으며 미래 기술의 보급에 도움이 될 수 있다는 사실이 신기하였다.

- 카메라의 원리는 촬영용 렌즈를 통해 들어온 빛이 거울과 프리즘에 반사되어 뷰티파인더로 들어오게 하여 미리 상의 모습을 볼 수 있어 이 때 셔터를 눌러 거울이 올라가며 있는 그대로의 모습을 상이 맺게 한다는 원리를 알게 되었다. 평소 카메라의 원리에 대해 깊게 생각해 본 적이 없었는데 이번 기회를 통해 카메라가 굴절을 이용한 기구이며 카메라의 구조와 원리에 대해 자세히 알게되었다.

○ 기타

-

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 탐구계획서 작성                   | 바닷가재의 시각구조를 알기위해 원리를 조사하고, 그 원리를 적용하기 위한 모방기술을 만들 계획서를 작성하였다.   |
| ↓                          |   |
| 실험 재료 준비물 탐색               | 바닷가재의 시각구조중 하나인 정방형 반사관을 대체할 수 있는 재료를 거울로 찾았고, 정방형 반사관을 만들 때 사용할 적합한 판을 찾기 위해 실험하였다.  |
| ↓                          |   |
| 여수 아쿠아리움 방문                | 현재 가재에 대하여 소개가 되어있는 박물관을 방문하고, 가재에 대해 더 흥미를 가지기 위해 아쿠아리움을 방문하였다.-코로나 19 확산으로 인해 대전 아쿠아리움 방문이 어려워져 여수로 목적지를 변경하였다. 마스크를 착용하였으며 코로나 생활규칙을 준수하며 견학하였다. |
| ↓                          |   |
| 바닷가재 시각구조를 본떠 360도 카메라 만들기 | 앞서 조사한 자료와 배경지식을 바탕으로 생체모방기술을 적용시켜 360도 카메라를 제작해보았다.  |
| ↓                          |   |
| 자율주행자동차에 사용 가능 여부 실험       | 모형자동차를 이용해 전방, 후방, 측방이 모두 보이는지 실험하였다.   |
| 드론에 사용 가능 여부 실험            | 드론에 360도 카메라를 달아 드론을 중심으로 밖이 보이는지 실험하였다.  |
| ↓                          |   |
| 실험보고서 작성하기                 | 지금까지 해왔던 모든 실험의 보고서를 작성하고 결과를 도출하였다.  |

제 4 회 탐 구 대 회

## 5. 참고문헌

- 우리의 지구 - 천해
- 도서 - 이은희(2016) 『하리하라의 눈 이야기』, 한겨레출판사
- [www.scienceall.com](http://www.scienceall.com) - 코마 사진 출처
- 네이버 백과사전
- 카메라와 레이저 거리 센서를 이용한 자율주행 - 서울과학기술대학교 김희성
- 라이프사이언스 동물생리학
- 바다가재의 눈 : 놀라운 기하학적 디자인 (Jonathan Sarfati)
- 구글학술-(한국창조과학회) 바닷가재의눈:기하학적 디자인
- 에이스뷰 공식 블로그

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |               |    |         |
|-------|---------------|----|---------|
| 팀명    | 김예찬씨[Sea]     |    |         |
| 학생명   | 김현조, 김예은, 양찬솔 | 학교 | 대전하기중학교 |
| 지도교사명 | 전시철           | 학교 | 대전하기중학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 굴패각의 친환경소재 치약과 곤충사료로서의 활용방안 탐구  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 6일 ~ 2020년 8월 21일  |
| 탐구목적    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 굴패각의 무기물 부분을 활용한 치약으로의 활용방안에 대해 탐구한다.</li> <li>- 식용곤충을 사육하기 위한 굴패각의 유기물 부분을 활용한 친환경 사료로 활용방안에 대해 탐구한다.</li> </ul>  |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 치약 연마제로 활용을 위해 굴패각 분말을 사용한 천연치약을 만들어 치아미백과 플라크제거 효과를 탐구하고 구강 내 세균 억제로 충치예방 효과를 알아본다</li> <li>- 곤충 종합영양사료로의 활용에 대해 탐구하며 굴패각의 유기물 성분이 곤충의 성장에 미치는 효과에 대해 알아보며 곤충사료로의 가능성을 알아본다.</li> </ul> |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 굴패각을 활용한 천연치약은 플라크제거에 효과가 크며 양치 전후의 구강 내 세균 배양을 통해 충치발생균의 제거에 효과가 있다는 것을 알 수 있다.</li> <li>- 굴 유기물을 배합하여 만든 사료의 유충이 성장이 월등하며 변태과정이 빠르다는 것을 확인할 수 있다.</li> </ul>                           |
| 결론 및 의의 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 굴패각의 무기물 부분을 치약 연마제로 활용하여 인체의 유해성을 줄이고 플라크를 제거하여 충치발생을 감소시킬 수 있다.</li> <li>- 식용곤충을 확보하기 위해 대량사육에 필요한 굴패각의 유기물 부분을 곤충사료로 개발하여 곤충산업의 육성을 촉진할 수 있다.</li> </ul>                              |





|              |  |
|--------------|--|
| <b>탐구 주제</b> | <b>굴패각의 친환경소재 치약과<br/>곤충사료로서의 활용 방안 탐구</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>김 예 찬 씨[Sea]</b>                        |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 굴패각의 방치로 인해 해안수질이 오염되며 해안생태계를 파괴하고 있다는 신문 기사를 읽고 그 심각성에 대해 생각해 보는 계기가 되었다. 방치된 굴패각은 주변 환경을 해치며 부패되면서 악취가 발생하고 해충과 미생물이 번식하게 되어 위생에도 문제가 발생하기 때문이다. 이러한 문제는 예전부터 계속 제기되었던 문제이기 때문에 굴패각은 이미 ‘폐화석비료’로 정부로부터 품질인증을 받아 농작물에 활용되고 있다. 하지만 비료의 활용만으로는 굴패각을 모두 소모할 수 없기 때문에 나머지 처리되지 못한 굴패각 활용법의 또 다른 방안 제시가 필요한 상황이며 이번 탐구를 하게 된 결정적 이유가 된 것이다.

### ○ 탐구 목적

- 굴패각의 활용으로 환경오염의 발생을 막아 해안생태계를 보존 할 수 있으며 굴패각을 재료로 한 친환경 소재로의 활용 방안을 제시하여 실생활에 응용 가능한지에 대해 탐구한다.
- 최근 치약 및 화장품에서 미세플라스틱이 검출되는 사건이 일어나면서 미세플라스틱이 해양생태계에 악영향을 끼치게 되고 결국 우리 인간에게도 그 피해가 고스란히 전해진다는 것을 알게 되었다. 치약의 연마제로 사용되는 미세플라스틱 대신 굴패각의 무기물 부분을 활용하여 입안의 음식물 제거 및 치아의 플라크를 제거하여 치아의 미백효과가 있는지 실험하고 치약으로의 활용방안에 대해 탐구한다.
- 미래식량자원 개발의 필요성이 제기되면서 식용곤충은 단백질을 포함한 모든 영양소를 풍부하게 함유하고 있으며 대량사육이 가능하다는 장점으로 식량난을 해결할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다. 굴패각 안쪽의 유기물을 활용하여 친환경 사료를 개발하면 굴에 포함된 영양소를 함께 섭취하기 때문에 곤충의 성장과 번식에도 영향을 미칠 것이라 예상하며 굴패각의 유기물 부분을 곤충사료로서의 활용방안에 대해 탐구한다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용 2-1. 준비과정

- 현지 조사 및 굴패각 수집
  - 굴패각의 활용 현황과 처리 상황을 알아보기 위해 현지에 견학한다.
  - 경상남도 통영시 용남면 대방포 마을 금영수산(굴 박신장)을 방문한다.
  - 금영수산 관계자와 인터뷰를 통해 굴패각의 현재 상황에 대해 조사한다.
  - 굴패각을 수집한다.
- 굴패각 세척 및 건조
  - 장기간 방치되어 있는 상태의 굴패각을 수집했기 때문에 패각 안쪽의 유기물이 부패되어 있으며 표면에 각종 이물질이 부착되어 있는 상태로 굴패각을 치약과 사료로 활용하기 위해서는 패각 이외의 이물질 제거가 반드시 필요하다.
  - 해양생물이기 때문에 패각 내에 염분이 포함되어 있어 곤충 사료로 활용시 염해 방지를 위해서 염분 제거가 필요하다.

### ○ 내용 2-2. 치약 연마제로의 활용

- 시중 치약의 연마제 관찰
  - 시중에 판매되고 있는 치약에 포함되어 있는 연마제를 현미경으로 관찰하여 굴패각의 연마제로서의 활용법에 대해 탐구한다.
  - 현미경으로 치약 속의 연마제의 크기와 분포 상태를 관찰한다.
  - 굴패각으로 천연치약을 만들 때 크기와 양을 참고하여 시중의 치약과 비슷한 조건으로 만들어 준다.
- 굴패각 분말의 연마제 효과 탐구
  - 천연치약을 만들기 위해 굴패각 분말이 치아에 직접적으로 연마제 역할을 하여 플라크 제거에 효과가 있는지 알아본다.
  - 치아표면색상표로 치아 미백을 비교하고 디스클로징솔루션 용액으로 플라크 제거 효과를 탐구한다.
- 굴패각 분말을 활용한 천연치약 제조
  - 천연치약을 만들기 위한 재료를 준비하고 연마제 역할의 성분을 제외시킨다.
  - 굴패각 분말을 연마제로 활용하여 천연치약을 제조한다.
  - 치아미백 효과와 플라크 제거 효과를 탐구하여 본다.
- 굴패각 분말을 활용한 치약의 충치예방 효과 탐구
  - 플라크 제거 효과는 치아 표면의 플라크에 존재하는 충치 원인균인 뮤탄스균의 제거에도 효과가 있을 것이라 가정 하에 굴패각 치약으로의 양치 전후 구강 내 세균 배양 실험을 통해 충치 예방효과를 탐구해 본다.
  - LB 배지를 통해 양치 전후의 구강 내 세균을 접종하여 세균의 번식과정을 탐구한다.

### ○ 내용 2-3. 곤충사료로서의 활용

- 곤충 사육을 위한 곤충농장 견학
  - 굴패각 안쪽의 유기물을 활용하여 곤충 종합사료로의 활용을 탐구하기 위한 사육환경을 조사하기 위해 대전광역시 유성구 용계동 쫄쫄이네 농장을 방문한다.
  - 버섯농장을 겸하며 버섯 폐목을 활용한 곤충 사육 시스템을 갖추고 있는 농장에서 사슴벌레, 장수풍뎅이, 거저리 등의 사육 현장을 취재하고 곤충 사료에 대한 기본 정보를 배운다.
  - 사육 시 성장과 한살이의 비교 관찰이 쉽도록 갈색거저리 대신 같은 거저리과의 대왕거저리 유충으로 선택한다.
  - 갈색거저리: 딱정벌레목 거저리과에 속하는 곤충으로 유충은 밀웜(Mealworm)이라는 이름으로 불리며 주로 반려동물의 먹이로 사용된다. 갈색거저리 유충은 몸길이가 15mm 정도로 풍부한 지방, 단백질, 아미노산, 불포화지방산, 미네랄을 함유하고 있어 미래 대체 단백질 공급원으로 주목받고 있다. 갈색거저리는 짧은 생활사와 강한 생존력으로 주먹이원인 밀기울만으로도 사육이 가능하여 식용곤충으로서의 가치가 높다.
- 거저리 사육을 위한 사료 배합 및 사육 준비
  - 굴패각 안쪽에 붙어있는 유기물을 추출하여 건조 후 분말화 시킨다.
  - 밀기울과 굴의 유기물을 혼합한 사료 A군과 밀기울과 유기물+무기물(굴패각 분말)을 혼합한 사료 B군, 밀기울만으로 준비한 사료 대조군인 C군, 3그룹으로 나누어 사료를 준비한다.
  - 각 용기에 나누어 담고 거저리 유충을 각 1마리씩 넣어 사육한다.
- 곤충사료별 거저리 유충의 성장과정 탐구
  - 최초의 유충의 몸길기와 무게를 측정하여 기록하고 7주 동안의 성장과정을 관찰 기록한다.
  - 유충의 몸 색깔 및 운동성을 확인하여 건강상태를 점검하고 건강성 및 폐사율에 대해서도 탐구한다.

## ○ 방법 2-1. 준비과정

- 현지 조사 및 굴패각 수집



- 굴패각 세척 및 건조

- 48시간 이상 깨끗한 물에 담가 둔다. 하루에 두 번씩 깨끗한 물로 교체해 주며 염분제거 및 이물질을 불려주는 전처리 과정을 진행한다.
- 솔로 문질러 표면의 이물질을 제거해 주며 깨끗하게 세척한다.
- 실온에서 건조 시킨다.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| [그림 4] 물에 담가두기  | [그림 5] 굴패각 세척  | [그림 6] 실온 건조  |

### ○ 방법 2-2. 치약 연마제로의 활용

- 시중치약 연마제 관찰

- 팀원 각자 실제 사용하는 치약을 준비한다.  
A: 암웨이 글리스터, B: 메디안 밸런스 케어, C: 애경 청은차, D: 애경 2080
- 각 치약을 페트리디시에 소량 짤 후 스포이트로 물을 1~2방울 떨어뜨려 묽게 만든다.
- 커버글라스의 한쪽 모서리 부분을 치약 용액을 묻힌 후 슬라이드글라스에 얇게 도말하고 커버글라스를 덮어주어 프레파라트를 완성한다.
- 광학현미경에 마이크로미터를 장착한 후 치약 속의 연마제를 관찰한다.

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| [그림 7] 연마제 관찰 치약<br>왼쪽부터 A, B, C, D   | [그림 8] 현미경 관찰  |

- 굴패각 분말의 연마제 효과 탐구

- 건조된 굴패각을 40 $\mu$ m 이하의 크기로 분쇄한다.
- 분쇄한 굴패각 분말을 자외선 살균기로 3분간 살균한다.
- 멸균 거즈를 손가락에 감아 살균된 굴패각 분말로 치아표면을 3분간 골고루 문지르고 입안을 깨끗하게 헹궈준다.
- 문지르기 전후의 미백효과(치아표면색상표)와 플라크 제거효과(디스클로징솔루션

용액)을 비교한다.

- 치아표면색상표: 치아표면의 착색된 정도를 단계별로 분류하여 A, B, C, D 4단계로 나누고 각 단계(영문표기)에서 농도가 진할수록 숫자단계가 높아진다.
- 디스클로징솔루션 용액: 치아의 플라크를 붉은색으로 염색하여 치아 표면의 플라크의 양과 분포정도를 확인 할 수 있다.

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| <p>[그림 9] 치아표면색상표</p>   | <p>[그림 10] 치아표면색상표 사용법</p>   | <p>[그림 11]<br/>디스클로징솔루션 용액</p>  |

- 굴패각 분말을 활용한 치약 제조

- 쟁탄검 1g, 글리세린 29g을 섞는다.
- 다른 용기에 살균된 굴패각 분말 10g, 구연산 2g, 정제수 20g을 섞는다.
- 섞어놓은 두 용액을 합해 섞은 후 애플워시 9g을 넣어준다.
- 용기에 넣는다.

- 굴패각 분말 치약의 충치예방 효과 탐구

- LB AGAR powder(40g/1L)를 이용하여 고체배지를 제작한다.
- 균 접종 전 오염을 막기위해 배지와 백금이를 자외선 살균기에 3분간 살균한다.
- 양치 전 살균한 백금리로 치아표면을 충분히 문질러주고 준비된 LB배지에 동일한 모양과 횡수로 접종한다.
- 굴패각 분말 치약으로 양치 후에도 양치 전과 같은 방법으로 배지에 접종한다.
- 파라필름으로 밀봉 후 뒤집어 배양하며 일자별 균총수를 비교한다.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>[그림 12] 살균</p>   | <p>[그림 13] 치아표면 문지르기</p>  | <p>[그림 14] 배지 접종</p>  |

○ **방법 2-3. 곤충사료로서의 활용**

- 곤충 사육을 위한 곤충농장 견학



- 거저리 사육을 위한 사료 배합 및 사육 준비

- 오랜 시간 방치된 굴패각을 수집했기 때문에 패각 안쪽의 유기물이 말라 떨어졌거나 부패되어 탐구 재료로 활용이 어렵다고 판단하였다. 막 버려진 굴패각이라는 가정 하에 패각 안쪽에 붙어있는 유기물은 굴 몸체와 같은 영양성분을 포함하고 있을 것이기 때문에 시중의 냉동굴을 구입하여 건조기에서 12시간 건조 후 분쇄하여 준비한다.
- A: 밀기울 60g + 굴 유기물 3g(밀기울 중량의 5%) 로 배합한다.
- B: 밀기울 60g + 굴 유기물 3g + 굴패각 무기물 3g 으로 배합한다.
- C: 밀기울 60g(대조군) 만 준비한다.
- 250ml의 사육용기 A군(10EA), B군(10EA), C군(10EA)을 준비하여 라벨링 후 해당되는 사료를 6g씩 넣는다.
- 대왕거저리 30mm 내외 길이의 유충을 준비하여 각 용기에 1마리씩 넣는다.



- 곤충사료별 거저리 유충의 성장과정 탐구

- 사육준비 단계에서 최초의 거저리 유충의 길이와 무게를 측정한다.
- 모눈종이를 이용하여 유충의 길이를 측정하고 전자저울로 무게를 측정한다.
- 7주 동안 사육하며 거저리 유충의 성장, 탈피각 관찰, 건강상태, 폐사율을 측정하고 기록한다.
- 온도, 습도, 빛 등의 사육환경 조건은 A, B, C 그룹 모두 동일하게 진행한다.

제 4 회 탐 구 대 회



|                     |                     |             |
|---------------------|---------------------|-------------|
|                     |                     |             |
| [그림 21] 거저리 유충 길이측정 | [그림 22] 거저리 유충 무게측정 | [그림 23] 탈피각 |

○ 결과 2-1. 준비과정

- 현지 조사
  - 박신장 주변에 쌓여있는 굴패각 더미를 관찰해 보니 160cm의 키를 기준으로 약 3배 정도 높이며 근처에는 썩은 냄새가 진동하고 파리와 같은 해충들이 서식하고 있었다.
  - 굴 박신장 관계자의 설명으로 박신장 내부를 둘러보며 굴의 유체를 굴패각에 부착시키는 채종작업을 위해 굴패각이 재활용 된다는 것을 알게 되었으며 대부분의 패각은 분쇄되어 비료로 활용되고 나머지는 바다에 버려지기도 한다는 것을 알게 되었다.
- 굴패각 세척
  - 표면이 고르지 않고 울퉁불퉁하여 사이사이에 이물질이 많이 부착되어 있기 때문에 솔을 이용하여 꼼꼼하게 세척해야 한다.

○ 결과 2-2. 치약 연마제로의 활용

- 시중 치약의 연마제 관찰
  - 시중 치약 속의 연마제는 10~40 $\mu$ m 크기로 관찰되며 굴패각으로 치약을 만들기 위해서는 40 $\mu$ m이하의 크기로 분쇄해야 한다는 것을 알 수 있다.

[표 1] 시중 치약의 연마제 크기

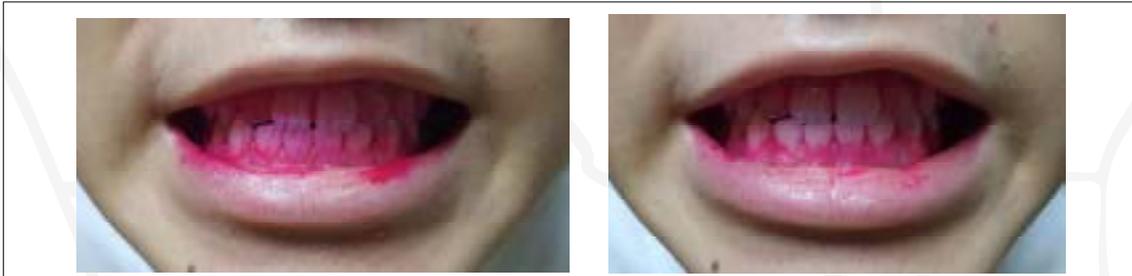
| 치약 | A<br>(암웨이 글리스터) | B<br>(메디안 밸런스 케어) | C<br>(애경 청은차) | D<br>(애경 2080) |
|----|-----------------|-------------------|---------------|----------------|
| 크기 | 10 $\mu$ m이하    | 10~30 $\mu$ m     | 10 $\mu$ m이하  | 10~40 $\mu$ m  |

- 굴패각 분말의 연마제 효과
  - 굴패각 분말은 비린내가 나서 사용하기에 앞서 거부감이 들었으며 사용 시 짠맛이 느껴져 염분 제거 방법을 보완해야 한다는 의견을 모았다.
  - 굴패각 가루를 문지르기 전후 치아표면색상표를 통해 치아의 미백효과를 비교해



보았지만 큰 차이는 없다.

- 디스클로징솔루션 용액으로 플라크 양을 비교해 보니 굴패각 분말로 문지르고 난 후 붉게 염색된 플라크가 70%이상 제거된 것을 확인할 수 있다.
- 칫솔질이 아닌 거즈로 문질렀기 때문에 치아 틈새나 어금니 부분의 플라크가 제거되지 않은 것을 알 수 있다.



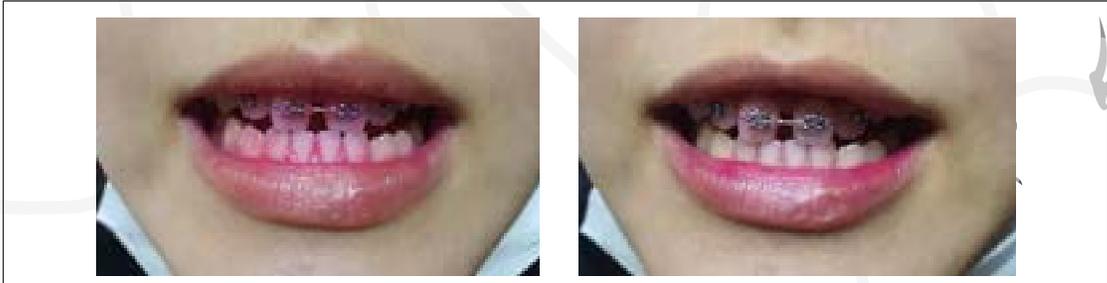
[그림 24] 굴패각 분말의 플라크 제거 효과 (왼쪽-문지르기 전, 오른쪽-문지른 후)

- 굴패각 분말을 활용한 천연치약의 효과

- 천연치약은 시중 치약보다 묽은 느낌이지만 쟁탄점으로 인해 끈적이는 제형이다.
- 칫솔을 사용하여 양치질을 하면서 굴패각이 고르게 갈리지 않아 큰 알갱이가 느껴지기도 했다.
- 약간 짠맛이 느껴지지만 비린내가 나거나 거부감이 들지 않으며 화한 느낌이 없어 어린이 치약으로 사용하면 좋을 것 같다는 의견을 모았다.
- 치아표면색상표를 통해 미백효과를 확인해 보니 영문 뒤의 숫자가 감소한 것을 확인하여 미백효과가 있음을 확인할 수 있다. 반복적으로 사용 시 미백효과가 더 클 것이라 생각된다.
- 디스클로징솔루션 용액으로 플라크 제거효과를 비교해 보니 양치 후에 치아표면 및 틈새까지도 플라크가 80%이상 제거된 것을 확인할 수 있다.

[표 2] 굴패각 치약의 치아표면색상표를 통한 미백효과 비교

| 실험대상 | 김     | 예  | 찬  |
|------|-------|----|----|
| 양치 전 | B2    | C2 | B3 |
| 양치 후 | B1~B2 | C2 | B2 |



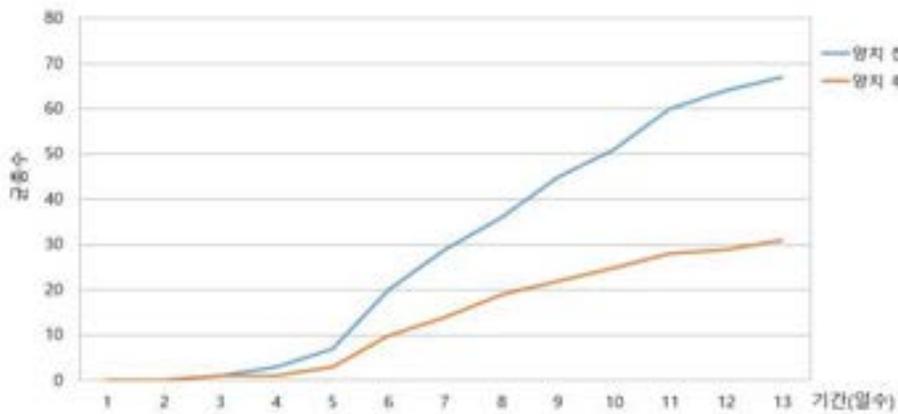
[그림 25] 굴패각 분말 치약의 플라크 제거 효과 (왼쪽-양치 전, 오른쪽-양치 후)



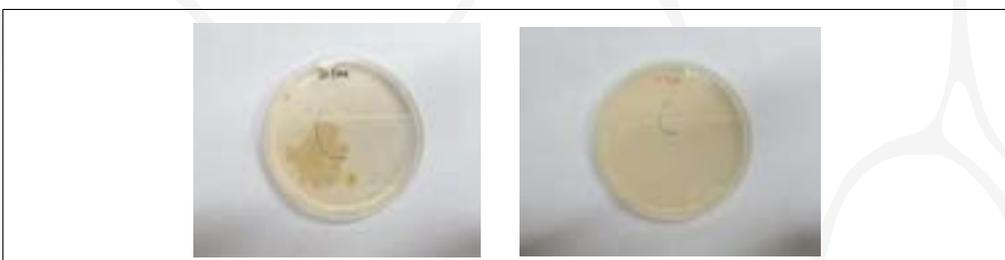
[그림 26] 굴패각 분말 치약의 플라크 제거 효과 (왼쪽-양치 전, 오른쪽-양치 후)

- 굴패각 분말 치약의 충치예방 효과

- 양치 전후 배지의 구강 내 세균 균총수를 기준으로 측정한다.
- 양치 전의 균총수가 양치 후의 균총수보다 2배 이상 나타난 것을 확인하여 굴패각 분말 치약이 충치 예방 효과가 있다는 것을 알 수 있다.



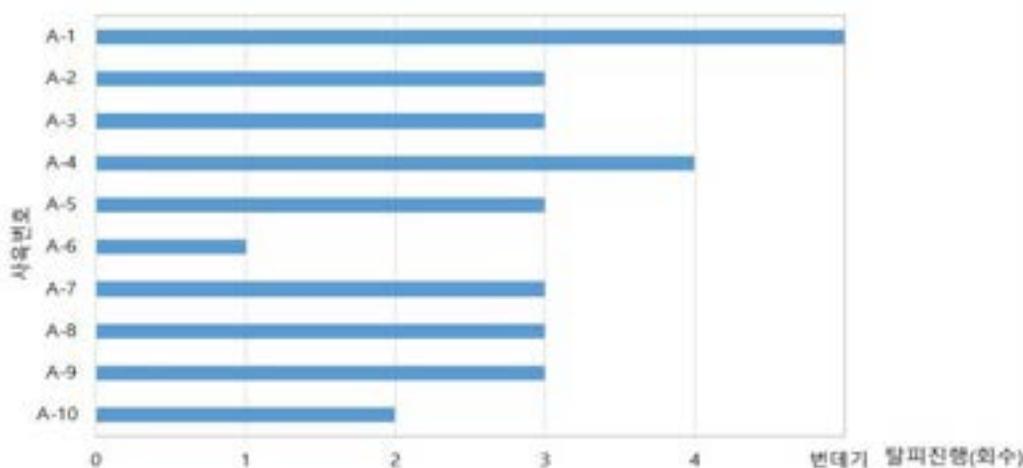
[그림 27] 굴패각 분말 치약의 양치 전후의 구강 내 세균 균총수



[그림 28] 굴패각 분말 치약 양치 전후의 배지 (왼쪽-양치 전, 오른쪽-양치 후)

○ 결과 2-3. 곤충사료로서의 활용

- 각 사료별 사육 환경 조성 2일 경과 후 1차 탈피각이 발견되었다. 곤충의 탈피는 성장을 의미하기 때문에 사료로서의 영양적 가치를 판별하는 기준이 될 수 있어 각 사료별 곤충들의 탈피각 관찰이 중요하다.
  - A군(밀기울+굴유기물 배합사료)는 1차 탈피가 100% 진행되었으며 그 중 2차 탈피를 거쳐 3차 탈피를 거친 유충은 전체 80%에 해당된다.
  - 3차 탈피를 거친 유충 중 A-4는 4차 탈피를 진행하였으며, A-1의 경우는 번데기로 용화되었다. 3차 탈피를 거친 나머지 유충들도 번데기로 용화되려는 듯 몸을 동그랴게 말고 운동성이 확연히 떨어진 개체들도 확인할 수 있다.
  - B군(밀기울+유기물+무기물 배합사료)는 1차 탈피가 탐구기간 중 70%가 진행되었지만 더 이상의 탈피는 없으며 폐사된 개체의 수가 다른 그룹보다 상대적으로 많은 것을 확인할 수 있다.
  - C군(밀기울 대조군)은 탐구기간 중 1차 탈피가 60% 진행되었으며 1차 탈피를 거친 유충 중 C-1은 2차 탈피까지 진행된 것을 확인 할 수 있다.



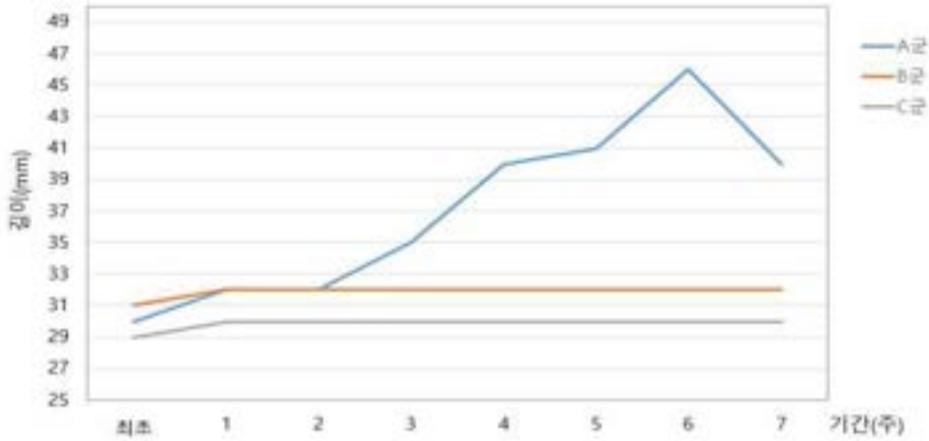
[그림 29] A군(유기물 첨가 사료) 유충의 7주 경과 후 진행상황



- 사육 시작 7주 경과 후 거저리 유충의 몸길이를 측정한 결과 확연하게 A군 유충의 몸길이가 최소 9mm에서 최대 14mm로 증가한 것을 관찰할 수 있다. B군과 C

군의 유충은 1~2mm 정도 증가로 최초의 길이와 크게 변화가 없다.

- A-2 유충은 최초 몸길이 30mm에서 6주차 46mm까지 증가했으나 7주차에 40mm로 감소한 것을 관찰할 수 있다. 5주차에 3차 탈피가 진행되고 6주차에 최대 몸길이를 기록했으며 7주차에 몸길이와 몸무게가 감소하고 운동성이 떨어진 것이 관찰된 것을 보아 번데기가 되는 과정인 것으로 예상할 수 있다.



[그림 33] 사육 7주경과 후 유충 몸길이

A군: 밀기울+유기물 배합사료, B군: 밀기울+유기물+무기물 배합사료, C군: 밀기울

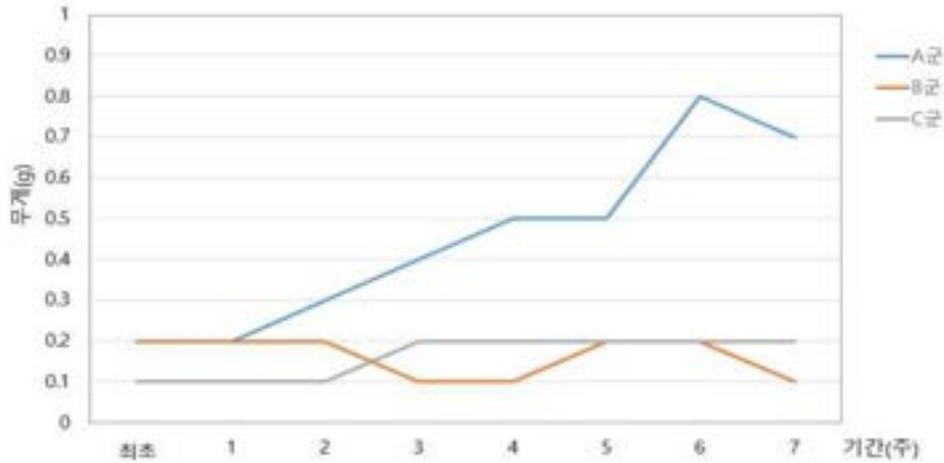


[그림 34] 사육 7주경과 후 거저리 유충

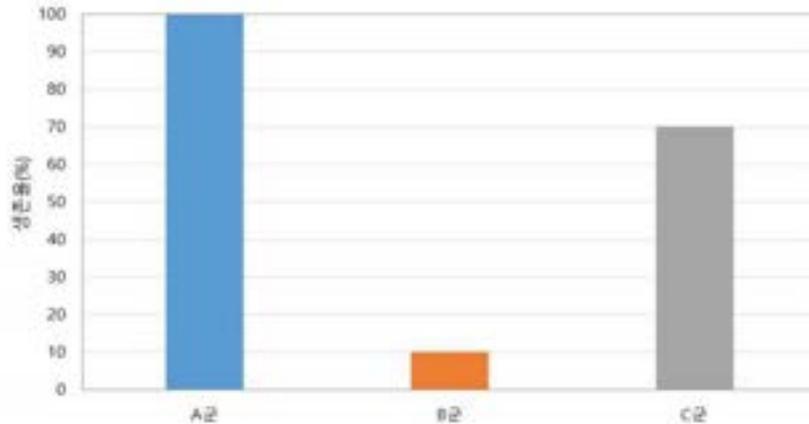
A: 밀기울+유기물 배합사료, B: 밀기울+유기물+무기물 배합사료, C: 밀기울

- 사육 시작 7주 경과 후 거저리 유충의 몸무게를 측정한 결과 확연하게 A군 유충의 몸무게가 최소 0.2g에서 최대 0.6g까지 증가한 것을 관찰할 수 있다. B군과 C군 유충의 몸무게는 0.1g 정도 증가하였으나 증가 변화가 없는 것도 있다.
- A-2 유충은 최초 몸무게가 0.2g에서 6주차 0.8g까지 증가했으나 7주차에 0.7g로 감소한 것을 관찰할 수 있다. 5주차에 3차 탈피가 진행되고 6주차에 최대 몸무게를 기록했으며 7주차에 번데기가 되기 위한 전단계로 몸무게가 감소한 것을 알 수 있다.
- B-10 유충은 몸무게가 3주차에 감소했다 5주차에 증가하고 다시 7주차에 감소하는 등 변화를 보인 것에 대해 전반적으로 B군의 유충들의 건강상태가 좋지 않은 것을 확인할 수 있다.
- 7주경과 후 B군의 유충들 중 B-10만이 현재 생존해 있으며 최초 3주차부터 폐사

된 유충이 발생하여 7주차에는 90%가 폐사되었다. 폐사율이 높은 원인으로서는 배합 사료에 넣은 굴패각 분말로 추정되며 염분이 완전히 제거되지 않아 염해를 입은 것으로 추측된다.



[그림 35] 사육 7주경과 후 유충 몸무게  
A군:밀기울+유기물 배합사료, B군:밀기울+유기물+무기물 배합사료, C군:밀기울



[그림 36] 사육 7주경과 후 유충 생존율  
A군:밀기울+유기물 배합사료, B군:밀기울+유기물+무기물 배합사료, C군:밀기울

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 굴패각을 이용한 치약 연마제로의 활용
  - 치약의 연마제는 칫솔질과 함께 했을 때 치아표면의 플라크(치태), 치석을 제거 해 주는 역할을 하기 때문에 시중 대부분의 치약에는 연마제가 포함되어 있다. 연마제의 종류에는 덴탈타입실리카(이산화규소), 탄산칼슘, 탄산수소나트륨 등이 있다. 굴패각의 주요성분은 90% 이상이 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>)으로 이루어져 있으며 일부 규소(Si)와 마그네슘(Mg)도 포함되어 있다. 기본 성분만으로도 연마제로 활용이 가능하다는 것을 알 수 있다.

- 굴패각 분말을 이용하여 연마제로서의 활용이 가능한지 직접 치아에 문질러보았을 때 치아표면의 플라크가 70%이상 제거되었으며 굴패각 분말을 연마제로 사용하여 제조하여 칫솔질과 함께한 플라크 제거율은 80%이상 제거된 것을 확인할 수 있었다. 일회성 사용이었기 때문에 치아 미백 효과에서는 큰 변화를 보이지 않았지만 반복적으로 장기간 사용한다면 미백에도 효과가 있을 것이라고 생각된다.
- 굴패각 분말을 이용한 치약은 플라크를 효과적으로 제거하기 때문에 구강 내 세균의 제거에도 확실한 효과가 있는 것을 알 수 있었다. 양치 전보다 양치 후 구강 내 세균의 균총수가 50%이상 감소한 것을 LB배지 배양실험으로 확인된다.
- 곤충사료로서의 활용 가치
  - 굴패각 안쪽의 유기물은 굴 몸체와 같은 영양성분을 가지고 있기 때문에 필수영양소 뿐만 아니라 무기질과 비타민까지 포함하고 있어 곤충의 영양사료로의 활용 가능성에 대해 탐구하였다.
  - 다른 곤충에 비해 거저리의 생활사가 짧지만 7주 동안 사육하면서 성충이 되는 것까지는 관찰하지 못하였다. 하지만 A군(밀기울+유기물 배합사료)의 유충들은 다른 그룹의 유충들과는 확연히 다른 결과를 보여준다. 생존율 100%, 몸길이 증가와 몸무게 증가, 용화(번데기) 과정까지 진행되고 있는 것을 보면 B군, C군과는 매우 차별화 되어있다는 것을 알 수 있다. A군의 배합사료를 만들 때 밀기울과 밀기울 중량의 5%의 굴 유기물을 섞어 배합하여 그 사료에 거저리 유충을 사육한 결과 성장과 한살이에 효과가 있다는 것을 실험을 통해 확인하였다. 이 실험을 바탕으로 굴 유기물과 밀기울과의 거저리 성장에 가장 적합한 비율을 탐구하는 실험을 연계해서 해본다면 곤충 종합사료로의 가능성이 크다고 생각된다.

## ○ 의의(기대효과)

- 굴패각은 생분해성 물질이 아니고 부피가 크기 때문에 버려지는 경우 매립지와 적재지를 관리하는데 들어가는 비용이 발생할 수 있게 된다. 굴패각을 활용하게 되면 관리비용이 줄어들어 경제적인 효과가 증대된다.
- 버려지는 굴패각에서 발생하는 부패로 인한 악취발생, 해충과 미생물 발생 등의 문제를 해결하여 주변경관이 깨끗해지고 해당지역의 이미지가 좋아지며 위생적으로 좋아지기 때문에 환경오염을 막을 수 있게 된다.
- 굴패각의 무기물 부분으로 치약의 연마제를 활용하게 되면 친환경 소재의 사용으로 인체에 유해성을 줄이고 구강 내 청결을 유지하여 충치발생을 감소시킬 수 있다. 치약은 양치질을 위해 모든 사람들이 사용하기 때문에 굴패각으로 치약을 만든다면 패각의 활용양이 많을 것이라고 생각된다.
- 식용곤충이 미래식량자원으로 인정받으며 앞으로 수요가 증가할 전망이라고 생각한다. 식용곤충을 확보하기 위해서는 대량사육이 필요하며 건강하고 영양이 풍부한 개체로 성장시키기 위한 곤충사료의 개발이 필요하며 굴패각의 유기물과 곤충

먹이와 적절히 혼합하여 곤충사료를 만들어 공급하면 곤충산업에도 효과가 클 것이라고 기대한다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 굴 생산 시기는 10월부터 이듬해 3월까지로 탐구를 시작한 6월에는 생물 상태의 굴을 구하기 어려운 시기였기 때문에 굴패각을 수집하기 위해서는 통영 현지의 견학이 가장 중요한 사항이었다. 미리 제출한 탐구 계획서에는 굴패각의 무기물과 유기물을 분리하여 각각의 실험을 진행한다고 하였으나 현지에서 굴패각을 수집하였을 당시에는 오랜 시간 방치된 상태여서 유기물 부분이 말라 떨어져나갔거나 부패되어 있는 상태로 탐구활동에 사용하기에는 적합하지 않다고 판단하였다. 굴패각의 유기물 부분의 곤충 사료로의 활용을 위해서는 부득이하게 냉동굴을 건조하여 사용하기로 결정했다.
- 굴이 해양생물이기 때문에 굴패각에도 염분이 포함되어 있어 탐구를 하기 전 염분 제거를 해야 했다. 특히 곤충사료로 활용 시 B군의 배합사료에 밀기울과 굴 유기물과 함께 굴패각 가루를 함께 배합하여 만든 사료로 사육했으나 곤충이 염해를 입어 폐사율이 높아졌다. 굴패각 세척 전 48시간 물에 담가두었지만 염분이 모두 제거되지 않았기 때문에 더 장시간 물에 담가두거나 염분을 제거하는 효율적인 방법의 보완이 필요하다.
- 굴패각을 활용하기 위해 분쇄하는 과정에서 워낙 단단한 껍질이기 때문에 가정용 분쇄기로는 균일한 크기로 갈리지 않았다. 치약으로 활용하기 위해서는 40 $\mu$ m이하의 작은 크기로 균일하게 분쇄되어야 치약으로 활용 시 치아표면이나 잇몸에 손상을 주지 않게 된다. 치약의 연마제로 활용하기 위해서는 강력한 분쇄기로 고른 크기로 갈아주는 것이 중요하다.

### ○ 알게 된 점

- 굴의 식품으로서의 가치는 영양학적으로 매우 우수하기 때문에 식재료 및 의약품으로의 활용은 널리 알려져 있다. 하지만 굴패각은 제도적인 관점에서 사업장 폐기물로 분류되기 때문에 차량으로만 운반하여야 하며 허가를 받은 업체에서 위탁 처리를 해야 한다는 것을 알게 되었다. 그러다 보니 처리 비용이 발생하게 되고 방치되거나 불법적으로 버려지는 경우가 발생하기도 한다.
- 통영 현지 굴 박신장에 방문하였을 때 박신장 주변으로 굴패각 더미들이 산처럼 쌓여있는 것을 보며 굴패각 처리의 심각성에 대해 절실히 깨닫게 되었다. 자연상태에서 굴의 번식은 굴패각을 자연에서 스스로 처리할 수 있는 양이겠지만 인간의 필요에 의해 자연상태보다 훨씬 초과된 양이 생산되어지기 때문에 그 처리와 활용 또한 우리가 직접 해결해야할 과제라고 생각한다.
- 굴패각은 생분해성 물질이 아니기 때문에 물에 녹거나 변형이 되지 않는 점을 이

용하여 천연치약의 연마제로 활용하고 미백 효과와 플라크 제거 효과가 있다는 것을 실험을 통해 확인하였다. 미세플라스틱과 같은 화학물질 대신 천연소재를 이용한 생필품의 사용으로 지속가능한 활용법을 제시할 수 있다.

## ○ 기타

- 갈색거저리와 귀뚜라미 사육을 계획했으나 귀뚜라미를 사육하기 위해서는 더 넓은 공간이 필요하여 공간적 효율성이 떨어져 거저리로 선택하였으며 갈색거저리 보다는 성장과정의 차이를 비교하기 위해 크기가 큰 대왕거저리 유충으로 사육하였다.
- 곤충 사료 배합을 위해 굴패각을 고온으로 연소시켜 산화칼슘으로 분쇄하여 활용하려 했으나 고온으로 연소할 수 있는 장비가 없어 건조된 굴패각을 분쇄하여 사용하였다.

## 5. 참고문헌

- 남근우, 이남주, 안지환 (2018). 굴 패각 부산물의 지속 가능한 처리 및 최근 연구 기술. 에너지공학, 27(1), 1-11
- 권은영, 김지현, 문진주, 박세연, 전아영, 정다운, 최준희 (2011). 가정에서 쉽게 만들 수 있는 친환경적 천연치약 만들기. 한국환경교육학회 학술대회 자료집, 257-263
- 황성우, 김연우, 조윤철, 송지윤, 조현준, 손민우, 홍선화, 정세희, 김옥진(2014) 상업용 거저리(*Zophobas atratus*)의 대체사료 개발을 위한 농식품 가공 부산물의 활용에 관한 연구. 한국동물매개심리치료학회:제3권 제1호, (95-102)
- 서하나·이지나·공병욱·이영식·라덕관·정정조(2018) 관상어 사육에 있어서 pH 조절 및 인산염 제거를 위한 꼬막과 굴 패각의 활용. 한국환경기술학회:제19권 제5호,(420~426)
- 뉴스경남. 2020. 4. 28 보도자료 [경남도, 굴 껍데기 등 해양 폐기물 적극 처리 나서] 김갑조 기자
- 노컷뉴스. 2020. 5.2 보도자료 [전국 최대 굴 생산지 경남, 골칫거리 ‘굴 껍데기’를 자원으로] 경남CBS 최호영 기자
- 글로벌이코노믹 2015. 6. 11 보도자료 [ ‘양치질’ 의 원조는 한국—버드나무와 조개껍데기활용] 외국인친선문화협회이사 홍남일 이사
- 글로벌환경신문 2018. 12. 4 보도자료 [환경부, 굴껍질의 생태적 재활용위해 세척 건조 의무화하라] 김귀순 기자
- 제2회 해양생물 탐구대회 “미세플라스틱이 해양생물에 미치는 영향 분석 및 해결 방법 탐구” 성주초 과학탐구동아리 ‘북극곰’
- 제2회 해양생물 탐구 대회 “파래를 이용한 니코틴 제거 효능의 치약 제조” 한국 바이오파이스터 고등학교 ‘파릇파레’
- 군자출판사. 박영민(2003) 과학으로 풀어내는 치약의 세계

- 일진사, 이병구(2005) 갯벌생태와 환경

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

※ 탐구 전체에 대한 내용을 요약하여 한 페이지로 작성하세요.(분량 초과 시, 감점)

|       |          |    |         |
|-------|----------|----|---------|
| 팀명    | MRI      |    |         |
| 학생명   | 박준서, 권형서 | 학교 | 인천신정중학교 |
| 지도교사명 | 정규훈      | 학교 | 인천신정중학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 해조류로 만든 마스크의 미세먼지 차단 효과 연구  |
| 탐구기간    | 2020년 06월 18일 ~ 2020년 08월 27일   |
| 탐구목적    | 마스크의 생산량 증대와 친환경적인 소재인 해조류를 이용한 마스크를 제작함으로써 해조류의 경제적 가치와 실용적 가치를 탐구함.   |
| 탐구내용    | 어떤 해조류가 마스크로 만들지 가장 적합할지에 대한 실험, 해조류 마스크의 비말 차단 효과 측정, 미세먼지 차단 효과 측정 실험 등을 통해 해조류가 마스크로 제작 가능할지에 대해 탐구함   |
| 탐구결과    | 실험 결과 다른 해조류보다 미역이 마스크를 만드는데 가장 적합하였고 감자전분을 이용하는 것이 가장 좋은 결과를 보였다. 미역과 감자전분을 바른 해조류 마스크가 통기성이 뛰어나지는 않았지만 일반 덴탈 마스크보다 미세먼지 차단 효과가 뛰어났고 비말 차단 효과도 뛰어났다. |
| 결론 및 의의 | ※ 탐구 결과를 해석하고 결과가 주는 의미를 분석하여 기술 탐구 결과로 알 수 있는 본 탐구의 중요성 기술 탐구 수행 실패 시, 원인 분석   |





|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| <b>탐구 주제</b> | <b>해조류로 만든 마스크의 미세먼지 차단효과 연구</b>     |
| <b>팀명</b>    | <b>MRI (Mask Research Institute)</b> |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 최근 발생한 COVID-19 사태에 의해 우리나라와 전세계 각국에서 마스크 대란이 일어난 만큼 사람들이 마스크의 중요성을 강조함.
- 현재 발생하고 있는 미세먼지의 문제점이 커 미세먼지에 의한 피해를 막기 위해 마스크 보급의 필요성이 증가함.
- 마스크의 보급과 더욱 안전하고 친환경적이면서도 바다의 풍부한 자원을 이용할 수 있는 해조류를 이용한 마스크를 고안하기 위해 이 연구를 진행함.

### ○ 탐구 목적

#### ○ 해조류를 이용하는 이유

- 해조류는 기존의 많은 화장품과 생활용품에 사용된 만큼 인체에 무해하며 안전하다는 것이 검증됨.
- 폐기 시 환경오염의 문제가 없으며 쉽게 양식하고 채취할 수 있어 마스크의 생산 속도에 따라갈 수 있는 자원임.
- 해조류의 다양한 특성을 이용하면 상당히 뛰어난 성능의 필터를 설계 가능함.
- 해조류는 쉽게 양식 가능한 해양자원으로써 마스크의 공정에 개입하면 보다 빠르고 적은 비용으로 마스크 제작이 가능함.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용 [ 사전실험 ]

- 사전 실험
  - 실제 연구를 하기 전 생각한 방법으로 해조류 마스크가 확실하게 만들어지는지, 만드는 과정에서 문제점이 없는지 등 몇 가지 재료를 이용해 사전실험을 함.
- 탐구 방법에 대한 상의
  - 1. 마스크 필터를 만들 방식

필프로 만드는 것은 재료/과정 등에 전문적인 장비의 동원이 필요하며, 제작 과정에 여러 기술적 문제가 있을 듯 하여 일반 덴탈마스크에 해조류를 바르는 것으로 결정

## 2. 사전실험을 통해 알아낸 문제점

건조시키는 과정에서 잘 굳지 않아 수분이 부족해지고 빨리 마르지 않는다. 수분이 부족하여 마르는 것을 보완하기 위해 물과 계란흰자, 참숯가루, 밀가루, 감자전분 등과 함께 섞고, 말리는 과정에서 식품건조기를 이용한다.

## 3. 차단효과를 확인할 수 있는 가장 좋은 방법

미세먼지 측정기 및 실험장치를 구성하여 사용

## 4. 지원비 분배(간식비, 재료비 등)

재료/실험비(15만원), 간식비(5만원), 비상금 (5만원)

### - 마스크의 필터에 사용하기 적합한 해조류에 대한 조사

- 다시마 : 다시마의 미세먼지 흡착 능력, 뛰어난 통기성, 보습효과 그리고 피부에 좋은 특성을 이용하여 마스크 필터를 만들면 미세먼지를 잘 흡착할 수 있고 숨을 쉴 때도 불편함이 적을 것이다.
- 미역 : 다시마와 같이 미세먼지 흡착능력 등이 있고 보습효과, 통기성이 뛰어나다. 미세먼지 흡착이 잘 되어 마스크 필터로 적합하며, 마스크를 착용할 때 공기가 잘 통하지 않아 피부에 발생하는 트러블 등을 보완할수 있다는 장점이 있다.
- 우뚝가사리(홍조류) : 우뚝가사리와 같은 홍조류를 통해 얻은 섬유를 통해 필프로 제작하는 것에 성공 사례가 있듯이 우뚝가사리의 섬유를 이용하면 마스크 필터를 제작하는 것에 큰 도움이 될 수 있다.
- 톳 : 선정하는데에 큰 이유는 없으나 톳의 특성을 파악할 기회가 될 듯 하여 선정함.

## ○ 방법 [ 사전실험 ]

### - 사전실험

#### - 재료

해조류 분말

덴탈 마스크

미세먼지 측정기

## 미세먼지 발생 장치

## - 방법

1. 해조류를 믹서기에 갈아 물과 섞는다.
2. 섞인 해류를 일반 덴탈마스크에 얇게 바른다.
3. 해조류가 발라진 덴탈마스크를 말린다.
4. 미세먼지 측정기를 이용해 미세먼지가 차단되는 정도를 측정한다.
5. 통기성 등 여러 가지를 고려해 가장 적합한 해조류를 찾아낸다.

## - 위의 실험에서 발견한 문제점

1. 섬유를 추출하기 위한 작업에서 섬유의 추출량 확인이 불가함.
2. 추출된 물질이 섬유인지 확인 불가함.
3. 건조 과정에서 해조류의 틈이 너무 커지는 문제점 발생.
4. 역한 냄새가 강함.

## ○ 내용 및 방법 ( 1, 2, 3차 실험 )

## - 사전 실험에서 수정된 점

1. 물과 참숯가루, 밀가루, 감자전분, 계란흰자 등을 함께 섞어 마르고 수분이 부족한 것을 보완함.
2. 마르는 과정에서 실온에 건조시키는 것 대신 식품건조기를 사용함.
3. 해조류를 갈아서 사용하는 것 대신 가공된 해조류 분말을 사용함.



〈물과 섞은 해조류 분말〉

## - 실험 방법 ( 1차 탐구 )

1. 해조류 분말을 물, 감자전분과 1:1:1 비율로 섞는다.
2. 섞인 해조류 가루를 일반 덴탈마스크에 얇고 골고루 바른다.
3. 해조류 분말을 바른 마스크를 뾰뾰한 종이에 붙인다.
4. 해조류 가루가 발라진 덴탈마스크를 식품 건조기를 이용해 낮은 온도에서 오랫동안 말린다.
5. 미세먼지 측정기를 이용해 미세먼지가 차단되는 정도를 측정한다.

6. 통기성 등 여러 가지를 고려해 가장 적합한 해조류를 찾아낸다.



<덴탈마스크에 물을 섞은 해조류 분말을 바른 모습>

- 결과 (1차 탐구)



<갈라진 모습>

- 1차 탐구

1) 감자전분 포함한 것과 포함하지 않은 필터 내구성 비교  
 감자전분을 포함하지 않은 것은 상대적으로 내구도가 약해 쉽게 으스러짐.  
 그러나 감자전분을 섞은것은 구부러져도 형태를 유지하였고, 쉽게 부서지지 않아 마스크 필터로 적합하다고 판단하였음.

2) 1차 탐구에서의 문제점

미역을 말리면서 수분이 날아가면서 자연스럽게 쭈그러들어 형태 유지가 어려움. 말리는데 굉장히 오랜시간 소요됨.  
말린 후 건조하고 뭉치는 것이 해결되지 않음.  
완성된 필터에서 발생가능한 미세한 입자들이 위생상의 문제와 미세먼지 차단 효과 테스트에서 오차 값을 발생시킬 수 있음.

- 실험 방법 ( 2차 탐구 )

1. 미역을 물에 불린다.
2. 불린 미역을 수동믹서기에 간다.
3. 물을 섞은 뒤, 물을 짜낸다.
4. (통제 요인) 감자전분을 넣고 섞는다.
5. 일반 마스크(메디컬 마스크)에 바른다.
6. 해조류 분말을 바른 마스크를 뿔뿔한 종이에 붙인다.
7. 높은 온도에 오랜시간 동안 말린다.

1) 미역과 다시마를 비교한 결과

다시마는 입자가 굵고 커서 잘 마르지 않음.

미역은 상대적으로 잘 말라서 이전 결과에 비해 내구성이 상대적으로 높았지만, 여전히 쉽게 찢어짐.

2) 2차탐구의 문제점

감자전분을 고르게 넣지 않아서 중간 부분이 말라도 잘 굳지 않음.

통기성이 매우 좋지않음.(원인은 감자 전분이 과도하게 뭉치거나 굳으면서 공기 구멍이 생기지 않아 발생한 것으로 파악됨)

- 실험 방법 ( 3차 탐구 )

1. 미역을 물에 불린다.
2. 불린 미역을 수동믹서기에 간다.
3. 물을 섞은 뒤, 물을 짜낸다.
4. (선택/ 변화 요인) 감자전분을 조금 넣고 섞는다
5. 일반 마스크(메디컬 마스크)에 고르게 바른다.
6. 마스크의 한접을 떼어낸다.
7. 해조류 분말을 바른 마스크를 뿔뿔한 종이에 붙인다.
8. 높은 온도에 오랜시간 동안 말린다.
9. 말린 마스크에 천연방부제를 넣는다.
- 10.비말차단 실험을 통해 비말이 차단되는지 확인한다.

11. 직접 만든 미세먼지 측정 기구를 이용해 미세먼지 차단정도를 측정한다.

1) 3차 탐구에서 보완한점

2차 탐구의 문제점을 보완하여 잘 굳도록 감자전분을 고르게 넣음. 위생상의 문제를 해결하기 위해 숯, 마늘, 붉은 고추 등의 천연 방부제 등을 이용함. 여러겹으로 되어있는 일반 마스크의 몇겹을 분리하고 감자전분을 적게 넣어서 통기성이 좋지 않은 것을 해결함. 통기성이 아쉽지만 가습기를 이용해 비말차단실험을 하였을때 우수한 효과를 보임.

2) 아쉬운 점

통기성을 해결하기 위해 많은 방법을 사용하였지만 통기성실험에서 일반 마스크보다는 좋지 않은 통기성을 보였다는 것이 아쉽음. 마스크에 반죽을 고르게 바르지 못해 측정값에 오차가 있었다는 것이 아쉽음. 천연 방부제를 사용하여 그 효과가 미비 할 수 있음.



<실험 과정 및 결과 사진>

-비말 차단 효과 테스트

-장치 구성: 가습기, 해조류 마스크필터, 일반 마스크, 냉각판

-실험 과정

1) 일반마스크를 가습기에 갖다댄다.

2) 필터를 통과해 김이 나오는 입구에 냉각판을 가져다 대고 기다린다.

- 3) 냉각판에 맺힌 물의 양을 비교한다.
- 4) 해조류 마스크 필터로 같은 과정을 반복한다.

-미세먼지 차단 효과 테스트

-장치 구성: 아크릴 상자, 유리병, 유리받침, 점화기, 탈물질(미세먼지 발생용), 미세먼지 측정기, 선풍기

- 실험 과정

- 1) 미세먼지 차단효과 측정 장치를 구성한다.
- 2) 장치의 연결부에 다음과 같이 필터를 연결한다.
- 3) 유리받침에 휴지를 올려 점화기로 불을 붙인다.
- 4) 선풍기를 설치하고 필터가 달린 유리병을 연결한다.
- 5) 미세먼지 측정기의 측정 값을 계속 관찰하며 그 값을 기록한다.
- 6) 필터를 바꿔 4~의 과정을 반복한다.



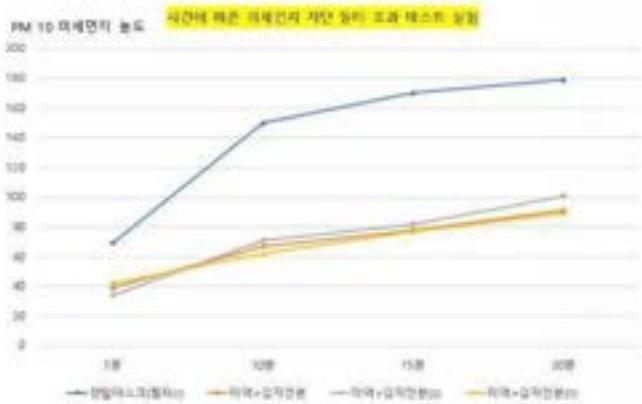
실험 과정

- 결과 ( 3차 탐구 )

-실험 결과 (비말 차단 효과)

일반 덴탈 마스크는 비말차단이 잘 되지 않아 냉각판에 물이 많이 맺혔지만, 해조류 마스크는 잘 굳지 않아 메꿔지지 않은 공간으로 물이 센 것도 있었지만 그런 점이 없는 마스크는 냉각판에 물이 맺히지 않고 비말이 잘 차단됨.

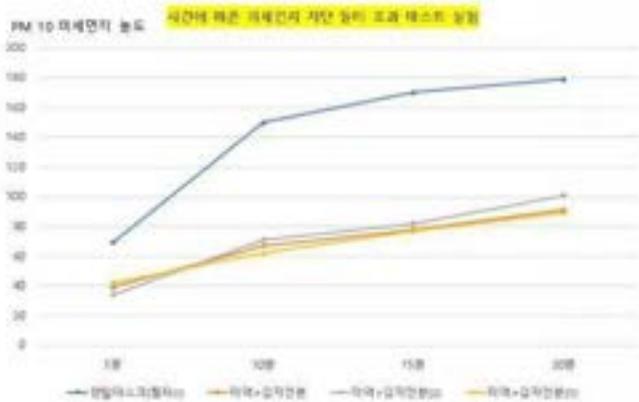
-미세먼지 차단효과 테스트 결과 표



3. 탐구의 결론 및 의의(전체 탐구에 대한 결론, 의의, 활용 방안 등)

○ 결론

- 탐구 결과 해석



- 탐구 자료를 통해 일반 덴탈 마스크에 비해 미역과 감자전분을 바른 덴탈마스크의 차단효과가 2배이상 뛰어남을 확인함.
- 다만 통기성 실험에 대한 그래프를 확인한 결과 일반(덴탈)마스크에 비해 통기성이 떨어지는 것으로 보아 통기성의 부분에서 개선이 필요함.
- 전체적으로 반죽을 바른 마스크에서 편차가 크게 나타나지 않았음.
- 그래프의 기울기가 낮은 것으로 보아 계속해서 꾸준한 차단력을 보일 것으로 예상됨.

○ **의의(기대효과)**

- 위 실험을 통해 해조류라는 자원의 다방면적 활용 가능성을 인식하고, 다양한 분야에서의 활용 가치를 높이기 위함.
- COVID-19 사태나 현재 많은 문제점을 일으키고 있는 미세먼지를 대비하기 위해 제작한 해조류 마스크 필터가 널리 보급되어 사람들의 생활에 도움을 주기 위함.
- 쉽게 제작 가능하므로 공정 절차를 줄여 환경오염을 보다 줄일 수 있음.
- 해조류를 통해 제작한 마스크 필터로 인해 마스크 폐기로 인한 환경 문제가 감소하기를 바람
- 제작비 감소를 통해 저소득층까지 마스크가 효율적으로 전달되기를 바람.

**4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점**○ **어려운 점**

- 기술적 한계
  - 실험 장비와 여러 기술적 문제에 의해 실험이 제한적이었음.
- 자료적 한계
  - 선행 연구가 활발히 이루어지지 않은 주제이기에 자료의 한계가 있었음.

○ **알게 된 점**

- 마스크는 통기성과 성능을 모두 고려해야 하니 만들기에 어려움이 있다
- 비말 차단 또한 현재의 COVID 사태에 있어 매우 중요한 마스크의 기능이다
- 해조류는 크게 홍조류, 녹조류, 갈조류로 나뉘며, 각자의 특성을 갖고 있다.
- 덴탈마스크의 미세먼지 및 비말 차단효과는 미미하다.

○ **기타**

- 마린펄프 견학
  - 현재 COVID-19 사태가 진정되지 않아 직접 방문하여 견학이 어려움
  - 또한 회사 측과의 연락이 어려워 실제로 조언이나 생산과정등은 파악에 제한이 있었음.

**5. 참고문헌**

- ※ 기사 - 최근내 기자, 「마린펄프(주), 세계최초 ‘우뭇가사리(해조류)’ 로 펄프 생산」, 아시아 통신 뉴스, 2018.04.05.,
- ※ 기사 - 고경석 기자, 「미세먼지 마스크는 2만 5000볼트 정전기 바리케이트」, 한국일보, 2018.04.21,

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |              |    |          |
|-------|--------------|----|----------|
| 팀명    | 후무후무누쿠누쿠아푸아아 |    |          |
| 학생명   | 김혜원, 서가을     | 학교 | 서귀포여자중학교 |
| 지도교사명 | 임소현          | 학교 | 서귀포여자중학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | COVID-19 사태 중 제주를 떠난 해양생물들을 돌아오게 하는 방법   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 10일 ~ 2020년 8월 27일  |
| 탐구목적    | 제주도를 떠난 해양생물들이 돌아올 수 있게 관찰하고 환경 조성하기   |
| 탐구내용    | 최근 제주도에서 문제가 되고 있는 갯생이 모자반으로 해조류오일 만들기   |
| 탐구결과    | 제주에서 해양쓰레기로 인해 없어지고 있는 해양생물을 다시 돌아오게 하는 것이 목표였다. 하지만, 실제 바다는 우리의 예상과는 다른 모습이었다. 따라서 인적과 관계없이 모든 바다를 깨끗하게 만들 수 있는 방법을 모색했고, 최근 제주도에서 대두되고 있는 갯생이모자반에 관심을 가졌다. 갯생이모자반을 친환경적으로 처리할 수 있는 방법을 생각했다. 첫 번째 방법은 음식이었다. 갯생이모자반과 비슷하게 생긴 톳을 연상했다. 하지만, 질긴 식감과 냄새가 문제다. 두 번째 방법은 오일을 만드는 것이다. 실제로 해조류 오일은 석유를 대체할 에너지로 각광받고 있다. 갯생이모자반은 하루에 10cm씩도 자라므로 이것을 오일로 만들게 되면 세계에 도움이 되지 않을까 하는 생각이 들었다. |
| 결론 및 의의 | 제주도 바다의 큰 골칫덩어리인 갯생이모자반으로 세계를 뒤흔들 해조류오일을 만들자!!!! 제주도의 해양 환경을 재조성 할 뿐만 아니라 이 활동을 계기로 제주도민들에게 문제의 심각성을 일깨워 줄 수 있다고 생각한다. 그레타 톤베리 라는 스웨덴 학생이 환경 오염 문제에 대하여 스웨덴 국회의사당 앞에서 하던 1인 시위가 현재는 미래를 위한 금요일이라는 전세계 수백만명의 학생들이 참가하는 거대한 시위가 된 사례와 같이 우리의 탐구가 단순한 환경 조사활동이 아닌 뜻있는 환경운동, 지구를 살리는 작은 첫걸음이 될 거라 믿는다.   |





|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>Covid-19 사태 중 돌아온 해양생물과 제주를 떠난 해양생물을 돌아오게 하는 법</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>후무후무누쿠누쿠아푸아아</b>                                   |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

평소 환경에 관심이 많아 뉴스를 찾아보던 중 코로나 사태로 인해 전 세계적으로 야외 활동을 자제하면서 멕시코 아카폴코 해변에서 발광 플랑크톤들이 60년 만에 다시 나타났다는 기사를 봤다.

이걸 보고 우리는 혹시 제주도를 떠난 해양 생물들도 저렇게 사람의 발길이 끊긴다면 다시 돌아올 수 있을까 하는 생각이 들었다. 하지만 제주도는 관광업에 종사하는 사람들이 대부분이기 때문에 사람들을 막을 순 없다.

어떻게 제주도 자연을 되돌릴 수 있을까? 제주도의 문제는 무엇일까? 고민하던 중 얼마 전에 망장포 해변에서 봤던 것들이 생각났다. 그것은 관광객들이 두고 간 각종 쓰레기들이다. 혹시 쓰레기를 치우면 조금이라도 달라지지 않을까? 하는 생각에 이런 탐구주제를 선정하게 되었다.

### ○ 탐구 목적

- 제주도를 떠난 해양생물들이 돌아올 수 있게 관찰하고 환경 조성하기

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 서식지를 떠났다가 다시 돌아온 생물들을 조사하고 돌아온 이유와 과정을 바탕으로 제주도에 대입해서 해결방안 찾고 실천하여 결과 확인 후 달라진 점 찾고 계속 발전 할 수 있게 보완

### ○ 방법

가. 서식지를 떠났다가 다시 돌아온 생물들을 조사

- 코로나에 의해 다시 돌아온 생물들에 대한 뉴스, 기사를 찾아보며 다시 돌아온 생물들이 돌아온 이유와 돌아오기 전, 돌아온 후 환경에는 무슨 차이가 있었는지 알아보고 제주도 바닷가에 대입하여 보고서를 기획한다.

나. 제주 바닷가 답사 후 환경과 문제점 조사하기

- 제주 바닷가 중 사람이 많은 바닷가를 답사하고 이 바닷가의 환경을 조사한 후, (가)의 바다들의 이전 모습의 문제점과 달라진 모습을 제주 바닷가에 대입하여 문제점을 찾는다.



○코로나 이전부터 인적이 드문 남원읍 공천포 바닷가



○코로나사태 전에는 인적이 많았지만 최근 인적이 줄어든 표선 해수욕장

다. 해결방안 찾고(팽생이모자반) 계획세우기

- (가), (다)의 환경 조사자료와 문제점을 바탕으로 제주도 바닷가의 여러 해결방안을 제시하고 실 가능한 방안인지 토의 후 해결방안 하나를 선택해 계획을 세운다.



○팽생이모자반으로 실험하기 전 연습할 식용 모자반

## ○ 결과

- 우리가 생각했던 내용은 제주에서 해양쓰레기로 인해 없어지고 있는 해양생물을 다시 돌아오게 하는 것이었다. 하지만, 생각보다 인적이 많은 바다에는 관리가 철저해 해양쓰레기가 나오지 않고 있었고, 인적이 드문 바다에서 나온 쓰레기도 대부분 다른 나라에서 떠밀려 온 것이었다. 따라서 우리는 인적이 많던, 드물던 바다 전체를 깨끗하게 만들 수 있는 방법을 모색했고, 여러 기사를 찾아본 결과 제주도에서는 지금 팽생모자반이 큰 문제가 되고 있는 것을 알게 되었고, 우리는 팽생이모자반을 친환경적으로 처리할 수 있는 방법을 떠올리게 되었다. 첫 번째 우리가 생각한 방법은 팽생이모자반으로 만드는 음식이었다. 하지만, 팽생이모자반은 식감도 별로고 냄새도 좋지 않다. 그래서 생각한 두 번째 방법은 팽생이모자반으로 오일을 만드는 것이다. 실제로 해조류 오일은 석유를 대체할 에너지로 각광받고 있다. 팽생이모자반은 하루에 10cm씩도 자라므로 이것을 오일로 만들게 되면 세계에 도움이 되지 않을까 하는 생각이 들었다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

-제주도 바다가 오염되는 이유는 해양쓰레기와 갯생이모자반의 영향이 매우 높았다. 해양쓰레기를 줄일 수 있는 방법은 많았지만, 관광객이 없는 바다의 해양쓰레기는 대부분 다른 나라에서 건너오는 쓰레기들이 많았고, 갯생이모자반을 다른 곳에 많이 쓰일 수 있는 여러 가지 방법을 제시한 끝에 갯생이모자반으로 오일을 만드는 것으로 결정했다. 해조류 오일은 석유 대신 쓰일 수 있기 때문에 우리는 지금 갯생이모자반으로 오일을 만드는 방법을 연구 중에 있다.

#### ○ 의의(기대효과)

제주도의 해양 환경을 재조성 할 뿐만 아니라 이 활동을 계기로 제주도민들에게 문제의 심각성에 대해서 일깨워 줄 수 있다고 생각한다. 실제로 그레타 톰베리 라는 스웨덴 학생이 환경 오염 문제에 대하여 스웨덴 국회의사당 앞에서 하던 1인 시위가 현재는 미래를 위한 금요일이라는 전세계 수백만명의 학생들이 참가하는 거대한 시위가 된 사례가 우리는 우리의 탐구가 단순한 환경조사활동이 아닌 뜻있는 환경운동, 지구를 살리는 작은 첫걸음이 될거라고 믿는다.

### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

우리는 처음 계획서를 작성할 때, 중문 해수욕장처럼 평소에 사람이 많았던 곳이 코로나 사태로 인해서 인적이 없는 바다가 되었을 거라고 생각했는데, 막상 가보니 코로나 사태 이전의 모습과 다름이 없었다. 그리고 우리는 바닷가 답사 전, 인적이 많은 바닷가가 인적이 없는 바닷가보다 쓰레기가 많을 것이라고 생각했다. 하지만 인적이 많은 바닷가는 관리가 잘 되어서 인적이 없는 바닷가보다 훨씬 깨끗한 모습이였다. 따라서 내용이 우리의 예상과는 완전히 빗나갔기 때문에 우리가 처음 작성한 계획서대로 탐구를 진행하기가 매우 힘들었다.

#### ○ 알게 된 점

##### 갯생이모자반

- 갯생이모자반은 모자반과의 해조류이다. 길이는 보통 3~5미터이며, 밑부분과 가지에 가시가 있는 것이 특징이다. 요즘 제주도 바다가 이 갯생이모자반 때문에 골치를 앓고 있다.

## ○ 기타

탐구수행계획서에는 해결방안을 직접 바다에 대입하여 전후의 차이를 보는 과정이 있었는데, 바다 답사 후 예상이 빗나가면서 팽생이모자반을 친환경적인 아이템으로 만드는 내용으로 탐구방법을 수정하였다.

## 5. 참고문헌

- 기사- 박지호 기사, 제주는 지금 밀려드는 팽생이모자반과의 '전쟁중', 연합뉴스, 2020-06-04, 인터넷신문
- 기사- 이강봉 편집위원, 에너지 미래 '해조류 오일'에 달렸다, 더사이언스타임, 2010-10-28, 인터넷신문

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |                       |    |       |
|-------|-----------------------|----|-------|
| 팀명    | <i>Silver</i> (가은&예은) |    |       |
| 학생명   | 이가은                   | 학교 | 다송중학교 |
|       | 이에은                   | 학교 | 경일중학교 |
| 지도교사명 | 조애란                   | 학교 | 다송중학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 바다의 꽃 “멍게” - 빨간 멍게만 있는게 아니었네???  |
| 탐구기간    | 2020 년 6 월 12 일 ~ 2020 년 8 월 22 일  |
| 탐구목적    | 화려하고 다양한 모양의 멍게들을 소개하고, 식용 멍게가 아닌 어항속에 관상용 멍게로 양식 가능여부 탐구  |
| 탐구내용    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 멍게 관련 기본자료 조사</li> <li>2) 통영 수산과학관 &amp; 멍게 양식장 견학</li> <li>3) [한국수산과학회] 멍게 관련 논문 열람</li> <li>4) [한국해양무척추동물도감] - 멍게의 종류 조사</li> </ol>  |
| 탐구결과    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 수온이 올라가게 되면 편모충 감염에 의해 “멍게 물렁증” 발생 → 대량 폐사의 원인</li> <li>2) 우리나라에만 20여종의 멍게가 있지만 식용 멍게 이외의 멍게는 구하기 힘들</li> <li>3) 먹이선택성이 없으나 고착생활에 여과섭식성이라 먹이 수용력이 문제 → 먹이 결핍으로 인한 영양조건 및 영양상태 문제 발생 가능성</li> <li>4) 수온이 24~25℃ 이상 시 대사장애 발생 &amp; 26.5℃ 이상 시 폐사</li> </ol> |
| 결론 및 의의 | [멍게]가 쉽게 접할 수 있는 해양생물이지만 관련자료 & 정보들을 쉽게 수집하기가 힘들었다. [멍게]를 식용이 아닌 관상용 양식여부를 탐구조사 해보았는데 관상용으로 양식을 하기에는 많은 어려움이 있다는 것을 알 수 있었다.   |





|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 탐구 주제 | 바다의 꽃 “멍게” - 빨간 멍게만 있는게 아니었네??? |
| 팀명    | Silver (가은&예은)                  |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 우리가 가까이서 봐왔던 빨간 멍게 말고도 똑같이 생긴 모양에 색깔이 하얀 멍게도 있고, 투명하게 생긴 곤봉모양 멍게도 있고, 산호초처럼 생긴 멍게발 등. 이게 정말 멍게야?! 할 정도로 색깔이, 모양이, 멍게라 부르기 어색할 정도로 특이한 멍게들이 있어 탐구 주제로 선정하게 되었습니다.

### ○ 탐구 목적

- 탐구활동을 통해 빨간 멍게만 있는 것이 아니라 화려하고 다양한 모양의 멍게들을 소개하고, 식용 멍게가 아닌 어항속에 관상용 멍게로 양식 할 수도 있겠다는 생각이 들어 탐구하게 되었습니다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 1회차 (2020. 6. 12)  
해양생물 탐구대회 탐구일지를 받고 보니 본선에 진출 했다는 것이 실감난다. 그런데, 생각보다 탐구일지 양이 많아서 놀랐다. 이걸 어떻게 다 채울지 걱정 되지만 탐구활동 자체가 재미있을 것 같아 설렌다. [멍게]에 대해 우리가 자료를 수집하고, 정리하고, 조사하고, 체험도 할 생각을 하니 우리가 해양생물관련 연구원이 된 듯한 기분이 든다. 이번 탐구활동을 통해 [멍게]에 대해 아무도 알아내지 못한것도 알아내보고 싶다.
- 2회차 (2020. 6. 14)  
역할분담과 일정을 짰다. 주말마다 만나서 함께 탐구조사를 할 것 이지만 구체적으로 역할분담을 하고, 일정을 짜서 계획적이고 체계적인 탐구활동을 할 수 있을 것 같다.

[역할]

- 이가은 ① 견학 & 일정관리 : 견학장소, 체험활동 관련 예약  
② 탐구일지 작성 : 탐구활동 자세히 기록~!!!
- 이예은 ① 자료·정보수집 : 명게 관련 도서, 뉴스, 사이트 검색, 등...  
② 수집한 자료 정리 : 탐구활동에 필요한 스크랩한 자료들을 별도 파일에 정리

[일정]

- ① 명게에 대한 기본 조사 : 각자 조사하여 조사한 내용을 마인드 맵으로 정리
- ② 영도에 위치한 KOIST(한국해양과학기술원)에 명게 관련 도서, 자료, 정보를 문의 → 답변에 따라 KOIST 방문·견학일정 추후 정함

- 3회차 (2020. 6. 15)

부산 강서도서관 & 다대도서관에는 명게 관련한 도서가 없어서 한국해양기술원에 자료&정보 요청차 문의하였다. 한국해양기술원 측에서의 답변은 해양과학도서관 및 블로그, 국립수산물과학원, 해양수산연구원에서 정보를 얻을 수 있을꺼라 하였다.

문의게시판

KOIST > 명게 > 공지사항



**명게에 대해 알고 싶어요^^**  
 날짜 : 2020-06-14

안녕하세요,  
 다들아마 다 제4회 해양생물탐구대회 국립해양생물자원관 주최에 [명게] 탐구주제로 분산활동일에 참여하게 되었습니다.  
 [명게에 대해] 탐구하고 싶는데 도서관에도 [명게]관련 자료가 거의 찾아볼수가 없습니다.ㅠㅠ  
 혹시 KOIST에서 [명게에 관한 도서]대출가능하든지 알수 있을까요...  
 감사합니다.

---

**RE: 명게에 대해 알고 싶어요^^**  
 날짜 : 2020-06-15

한국해양과학기술원에 문의해주셔서 감사드립니다.  
 문의하신 명게 관련자료는 국립해양과학도서관(koist.ac.kr) 및 블로그(blog.koist.ac.kr)를 참고하시기 바랍니다.  
 더불어 본 기관에서는 국립수산물과학원 및 해양수산연구원에 문의하시면  
 보다 많은 정보 알바할 수 있습니다.  
 앞으로도 한국해양과학기술원에 방문한 관심 부탁드립니다.

우선 해양과학도서관, 한국해양대학교, 부경대학교에 문의하여 명게관련 도서 & 자료를 요청 할 예정이다. 생각처럼 명게 관련 자료를 수집하기가 어려워서 걱정이이다.

- 4회차 (2020. 6. 21) - [명게 관련 기본 정보]

- ① 분류 - 척추동물 : 척삭이 발전하면서 척추뼈로 이루어진 척주가 됨
  - 미삭동물 : 척삭이 척주로 발전 × (= 피낭동물)
  - 두삭동물 : 등뼈와 비슷한 척삭이 있는 무척추 동물

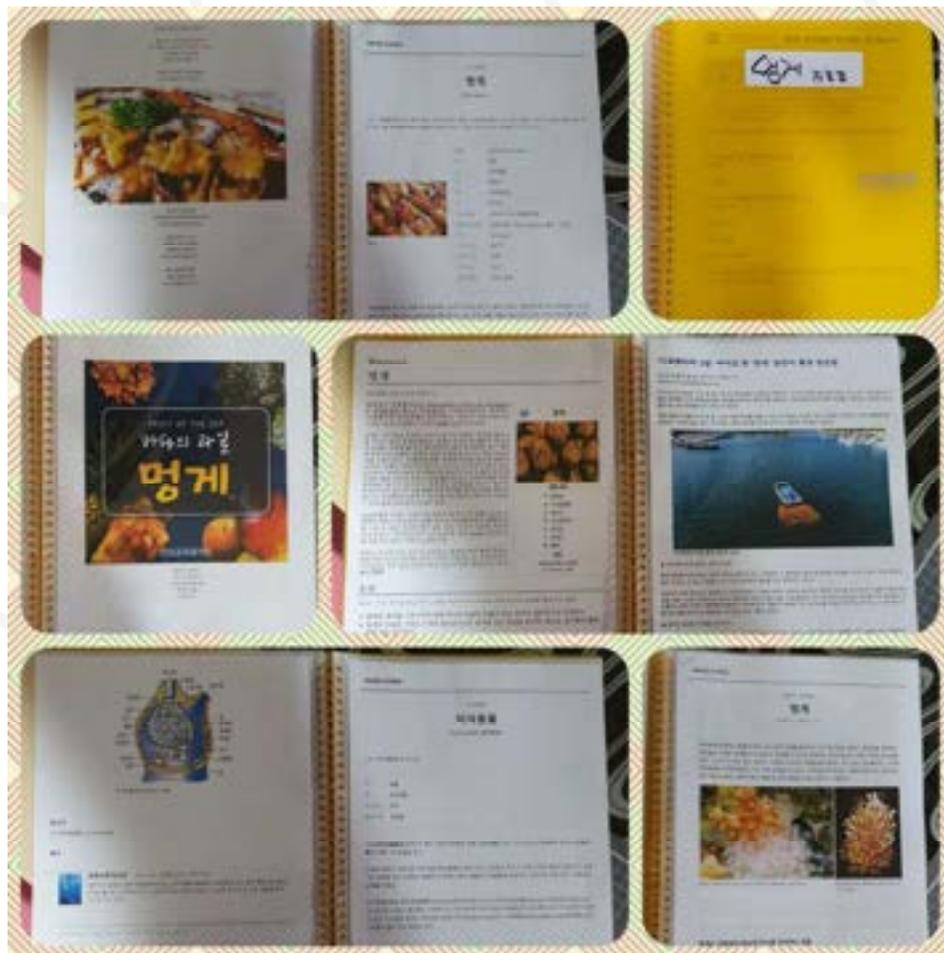
- ② 2020년 5월 이 달의 수산물 : 멧게
- 세계적으로 1500여종
  - 우리나라 70여종
  - 단체 : 몸이 커서 단독을 살아감(우렁챙이)
  - 군체 : 작은 개체들의 집합

- ③ 멧게의 맛과 효능 - 멧게 특유의 맛 : 신티올 (불포화 알코올)
- 멧게의 근육속 글리코젠의 함량이 다른 동물에 비해 많음
  - ↳ 여름철 수온이 높이면 글리코젠 함량이 더 높아짐

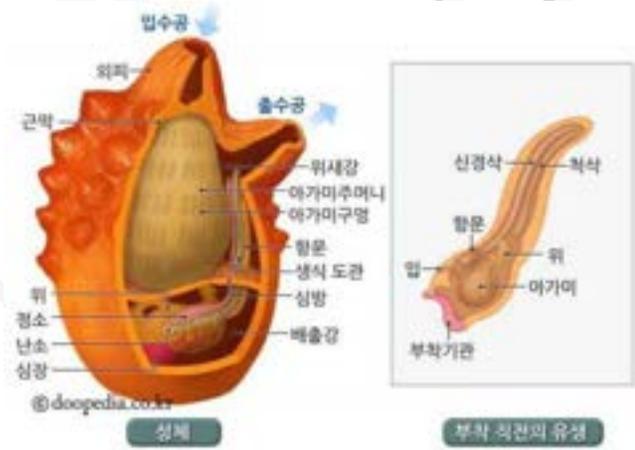
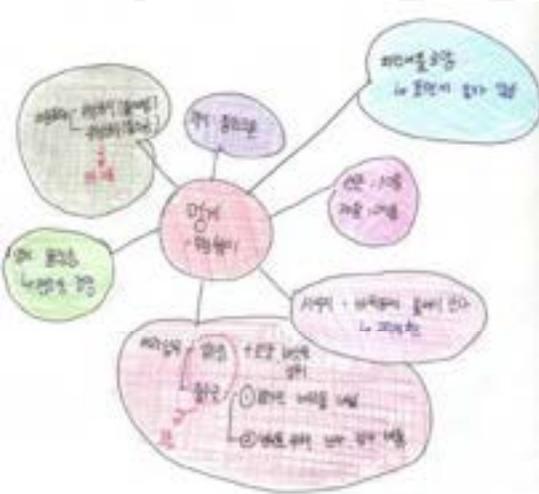


인체가 포도당을 급히 필요로 할 때 신속하게 저장된 포도당을 공급 할 수 있는 다당류라 피로회복에 효과적

- 지방질이 거의 없어 해삼, 해파리와 함께 “3대 저칼로리 수산물”
  - 노화를 방지하는 타우린, 인슐린 분비를 촉진해 당뇨병 예방에 좋음
- ④ 어린 멧게가 성체가 될 쯤 스스로 뇌랑 척삭, 신경기관 같은 기관들을 모두 먹어 치움. 오로지 순환계 & 소화계만 남겨 둬.
- ⑤ 동물 중에서 유일하게 체내에서 식물성 섬유질을 만들어 냄.
- ⑥ 경남 통영시 산양읍 : 전국 멧게 생산량 80% 차지
- ⑦ 멧게 자료집



⑧ [멍게] 마인드 맵



- 5회차 (2020. 6. 28) - [통영수산과학관] & [멍게양식장]

통영시 산양읍에 있는 [통영수산과학관]을 찾았다. 안내데스크에 게시는 선생님께 멍게와 관련된 자료와 정보를 여쭙보니 2층에 간단하게 설명도 되어있고, 멍게를 직접 만질 수 있는 체험관도 있다 하셨다. 생각보다 전시관이 커서 둘러 볼 것이 많았지만 멍게 위주로 관람을 하였다. 통영의 대표적인 수산물 중에 하나인 멍게라 그런지 멍게에 대한 설명, 동영상 자료, 멍게 양식장 모습 등 설명 및 자료가 많았다. 멍게도 멍게지만 멍게가 살아야하는 바닷물의 성분도 궁금했는데 바닷물 관련 자료도 볼 수 있었다.



바닷물 중 고형 성분의 대부분은 염화소듐이다. 해수를 말려서 마지막으로 남는 고형 성분을 염분(평균 35%)이다. 퍼밀(%)은 1/1000 농도이므로 퍼센트(%)로 환산하면 3.5%가 된다. 즉, 바닷물 100L에는 약 3.5g 정도의 염분이 있다는 뜻이다. 이 중 86%가 소금이다.

산소(O)와 수소(H)는 주변에서 가장 쉽게 타는 원소이다. 그렇지만 그 둘을 결합시키면 불을 끄는 물(H<sub>2</sub>O)이 된다. 폭발력이 강한 소듐(Na 나트륨)과 독성이 가장 강한 염소(Cl)를 결합시키면 염화소듐(나트륨)(NaCl), 즉 식용 소금이 된다.



[멍게 양식장]을 찾았는데 날이 너무 더워서인지 아무도 계시지 않았다. 근처 사무실에 들러서 여쭙보니 멍게 수확은 새벽에 한다고 하셨다. 직접 멍게 양식하는 방법도 보고, 작은 멍게들을 구입해서 집에서 키워보려 했는데, 멍게는 수산물 시장에서 구입을 해야 될 것 같다. [멍게 양식장]에서 나오는 길에 [남동해수산연구소]가 있어 잠시 들렀다.

[수산과학관]처럼 관람 할 수 있는 건 아니었고, 혹시나해서 멍게 정보&자료들을 여쭙보니 [한국수산과학회] 사이트에 들어가보면 필요한 정보가 있을꺼라 도움을 주셨다.

- 6회차 (2020. 6. 30) - [한국수산과학회] 멍게 관련 논문 열람

| 번호  | 논문 주제  |
|-----|--|
| (1) | 수온과 체중을 고려한 멍게( <i>Halocynthia roretzi</i> )의 여수율<br>정우건 · 조상민*<br><small>경성대학교 해양생명과학과, *군산대학교 해양생명과학과</small>  |
| (2) | 양식 멍게( <i>Halocynthia roretzi</i> )의 물렁증 발생에 미치는 절식의 영향<br>김동욱 · 박정준 · 양성진 · 김창훈* · 신윤경*<br><small>국립수산과학원 천학양식연구소 양식관리과, *부경대학교 해양바이오신소재학과</small>                |
| (3) | 난질과 유생발생을 이용한 4개 멍게( <i>Halocynthia roretzi</i> )<br>어미계군 특성 비교<br>허영백* · 김은경 · 임영섭 · 전창영 · 조기재 · 영정인*<br><small>국립수산과학원 남동해수산연구소, *국립수산과학원 천학양식연구소 육종연구센터</small> |
| (4) | 멍게( <i>Halocynthia roretzi</i> )의 계절별 생리적<br>변화 및 에너지 수치<br>신윤경* · 전재천 · 김용오 · 허영백*<br><small>국립수산과학원 천학양식연구소 양식관리과, *국립수산과학원 남동해수산연구소</small>                     |
| (5) | 멍게( <i>Halocynthia roretzi</i> ) 혈구의 종류와 미세구조<br>신윤경 · 전재천 · 손영현 · 김혜진 · 이정식*<br><small>국립수산과학원 천학양식연구소 양식관리과, *전남대학교 수산생명과학과</small>                              |
| (6) | 리테르개멍게 ( <i>Halocynthia hilgendorfi ritteri</i> )의 초기발생<br>최영진 · 김삼연* · 이치훈* · 노 섭* · 이영준*<br><small>제주지방해양수산청, *제주대학교 해양과학연구소, *제주대학교 해양과학부</small>               |

|     |  |
|-----|--|
| (7) | <p><b>수온과 개체크기에 따른 양식산 미더덕, 흰멍게, 진주담치의 濾水率</b></p> <p>김용술 · 문태석*</p> <p>경상대학교 해양과학대학 양식학과, *국립수산진흥원 남해수산연구소 통영분소</p> |
|-----|--|

- 7회차 (2020. 7. 5)

[한국수산과학회] 멍게 관련 논문 열람하여 각자 분담하여 요약 정리를 하였다.

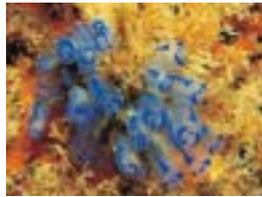
|     |                 |     |                 |
|-----|-----------------|-----|-----------------|
| 이가은 | 논문 (1) ~ 논문 (3) | 이예은 | 논문 (4) ~ 논문 (7) |
|-----|-----------------|-----|-----------------|

- 8회차 (2020. 7. 15) - [한국해양무척추동물도감] 멍게의 종류

[얼룩무늬흰덩이멍게]



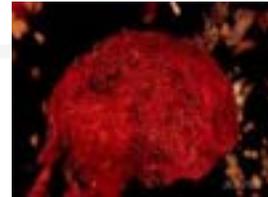
[푸른테곤봉멍게]



[세크로세르판멍게]



[유령멍게]



[개멍게]



[긴멍게]



[불빛곤봉멍게]



[딸기만두멍게]



[보라판멍게]



[만두멍게]



[거북등안장멍게]



[미사키흰덩이멍게]



[가지멍게]



[노란꼭지유령멍게]



[가로줄침멍게]



[투명빛살새공멍게]



[베개멍게]



[국화판멍게]



- 9회차 (2020. 7. 28) - [수족관] 구성품 조사

[멍게]를 관상용으로 어항에 키우게 된다면 필요한 구성품을 조사해 보았다.



- ① 어항 : 멍게는 고착생활을 하기 때문에 작은 크기부터 가능
- ② 여과기 : 어항 물을 정화하는 장치
- ③ 바닥모래 : 인조장신구 또는 조형석[돌] 고정
- ④ 인조장신구 : 바닷속 느낌과 어항내의 포인트
- ⑤ 해수염 : 주로 가성비가 좋은 천일염을 사용(바닷물의 염 농도 : 3.5%),  
염도를 높일때 서서히 높여주고, 물의 양보다 정확한 소금의 계량이 더 중요
- ⑥ 먹이 : 동물성 플랑크톤

- 10회차 (2020. 8. 9) - [멍게]의 성장과정

[멍게]는 한 개체에 정소와 난소를 가지고 있는 자웅동체.

10월경부터 번식기에 들어가 출수공으로 알과 정자를 내뿜은 뒤 물속에서 수정. 수정한지 이틀이 지나면 유생인 아펜디쿨라리아(ascidiantadpole)가 나와 물 속을 떠다니다가 3일째가 되면 다른 물체에 달라 붙어 변태를 시작. 1개월 뒤에는 몸길이 약 3mm의 성체로 자라기 시작하여 2년쯤 되면 약 10cm 크기까지 자람.

| [알] | [유생] | [성체] |
|-----|------|------|
|     |      |      |

- 11회차 (2020. 8. 22) - [결론]

[명게]를 관상용으로 양식을 하기 어려움

- ① 수온이 올라가게 되면 편모충 감염에 의해 “명게 물렁증” 발생  
→ 대량 폐사의 원인
- ② 우리나라에만 70여종의 명게가 있지만 식용 명게 이외의 명게는 구하기 힘들
- ③ 먹이선택성이 없으나 고착생활에 여과섭식성이라 먹이 수용력이 문제  
→ 먹이 결핍으로 인한 영양조건 및 영양상태 문제 발생 가능성
- ④ 수온이 24~25℃ 이상 시 대사장애 발생 & 26.5℃ 이상 시 폐사

### ○ 방법

- 명게 관련 도서 및 포털 사이트 검색
- 통영 수산과학관 방문하여 관련 자료 수집
- 명게 자료집 파일 제작
- [한국수산과학회] 명게 관련 논문 열람
- [한국해양무척추동물도감] 명게의 종류 열람

### ○ 결과

- 약 2개월 동안 [명게]에 대해 조사 해 보았습니다. 시장, 회센터 등 주변에서 쉽게 볼 수 있었던 [명게] 였지만, 해양생물탐구대회를 통해 정말 새롭게 느껴졌었던 것 같습니다. [명게]가 쉽게 접할 수 있던 해양생물이라 사실 관련 자료 & 정보들을 쉽게 수집할 수 있을꺼라 생각했습니다. 그러나 아쉽게도 전혀 그렇지 못했습니다.

## 3. 탐구의 결론 및 의의

### ○ 결론

- 저희팀은 [명게]를 식용이 아닌 관상용 양식여부를 탐구 하고자 하였는데 [명게] 관련 논문과 포털사이트 검색을 참고하여 조사 하였습니다.  
[명게]를 관상용으로 양식을 하기에는 많은 어려움이 있다는 것을 알 수 있었습니다.

### ○ 의의(기대효과)

- 명게양식의 어려움에 대한 해결방안은 연구하면 산업적 양식사업에 실질적인 도움을 줄 수 있을 것 같습니다. 또한, 저희 팀의 탐구 목적이었던 [명게]의 관상용 양식이 현재로는 많은 어려움이 있지만, 더 자세한 탐구조사를 통하여 가능 할 수도 있다는 기대를 해보았습니다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 명계 관련 자료 부족 : 도서관에 명계관련 도서를 찾을 수가 없어서 한국해양 기술원 & 남동해수산연구소 등 명계관련 정보 및 자료를 요청해보았으나 구할 수 없어서 대부분 포털사이트 & 뉴스에서 검색하여 조사하게 되었습니다.
- 수온이 올라가게 되면 명계가 물렁증으로 폐사함으로 조사에 따른 제약이 있었습니다.
- 어촌체험마을에서 해녀체험을 통해 직접 명계 채취활동을 하고 싶었는데 장마 & 코로나19로 인해 해녀체험 접수가 불가능 하였습니다.

### ○ 알게 된 점

- 명계(=우렁챙이) : 척색동물문 > 해초강 > 측성해초목 > 명계과
- 자웅동체인 명계는 가을~봄철이 번식기 및 산란기 (무성생식&유성생식)
- 양식 명계는 2년 정도 지나야 식용에 적당한 크기
- 명계의 수명 : 5~6년
- 서식지 : 바위 등
- 명계 특유의 바다향 : “신티올” - 불포화 알코올 성분, 신선한 명계일수록 신티올 함량이 높음
- 우리나라의 전 연안에 분포하고 있는 명계류는 약 20여종. 이들 중 식용으로 활용되는 것은 명계(우렁챙이), 돌명계, 붉은명계, 주름미더덕, 개명계, 미더덕 등이며, 이중에서 산업적으로 양식이 되고 있는 것은 명계, 주름미더덕, 미더덕으로 특히 명계가 남해안과 동해안을 중심으로 많이 양식되고 있음.
- 대량 폐사의 주요인은 물렁증에 원인을 둠
- 남해안에서 양식하고 있는 명계의 물렁증 발생 및 폐사요인은 장기간 양식으로 인한 양식장 환경악화 및 연안오염, 환경 변동으로 인한 생리적인 스트레스와 밀식(어류를 양식할 때, 단위 면적당 알맞은 양식량을 넘어 고밀도로 양식)에 의한 조류소통 및 먹이부족 등으로 보고 됨
- 수온 8℃와 12℃에서는 물렁증 발생이 관찰되지 않음
- 명계 물렁증 원인체가 양식장 주변해역 및 저질에서 유래하는 감염성 세균 및 기생충이므로 먹이가 풍부한 해역에서 증식 할 수 있는 가능성이 크므로 빈영양염 (영양염이 적고, 따라서 생산력도 낮은 상태) 해역에 비해 물렁증 감염률이 높아 폐사율이 증가 할 수 있을것으로 여겨짐
- 외관상 전체 체표면이 두꺼운 껍질(피낭)로 감싸여져 있어 피낭류라고 불림
- 산소소비율은 수온이 높은 시기인 7~10월 동안 평균적으로 높았으며, 11~2월 동안 평균적으로 낮은 값을 나타내었음.
- 명계의 먹이섭취율은 수온이 상승하는 시기인 5~7월동안 가장 낮았으며, 반면 11~2월 겨울동안 높은 먹이섭취율을 나타내었음

- 양식명게의 대량폐사는 주로 저수온기인 12월에서 이듬해 6월까지 고수온기 이전에 폐사되고 있는 실정
- 주로 폐사원인은 여름철 고수온과 먹이생물 부족, 고수온에 의한 대사장애 및 급격한 수온 변동에 따른 생리적 스트레스 등으로 보고 됨
- 명게는 고수온, 저비중에 약하여 수온이 24~25℃ 이상 될 때 대사기능의 장애를 가져오고, 26.5℃ 이상일 때 는 입수관이나 출수관을 닫고 죽음
- 명게는 여과섭이를 하는 척삭동물로서 호흡률은 수온이 상승하는 시기인 여름동안 높았으며, 수온이 하강하는 시기에 감소하여 해산동물의 일반적인 양상을 나타냈음.
- 명게는 고수온기동안 낮은 먹이 섭취율과 높은 산소소비율로 인해 많은 대사비용을 소비하지만, 월동기의 저수온기동안 높은 먹이 섭취율과 낮은 대사율로 인해 에너지 소모가 적어 성장률을 증가시키는 전략을 가지고 있음
- 명게류는 초기에 연체동물로 분류되었으나, 올챙이형 유생이 발견된 이후 척색을 가진 고등동물로 밝혀짐

### ○ 기타

- 울산 주전어촌체험마을 해녀체험 : 해녀체험을 통해 직접 명게 채취활동을 하고 싶었는데 장마 & 코로나19로 인해 해녀체험 접수가 불가능 하였습니다.
- 알비노 명게(흰색 명게) 볼 수 있는 곳을 찾아 직접 관찰 : 알비노 명게 관련 자료 & 정보가 없어 직접 관찰 해보지 못했습니다.
- 명게 해부 : 직접 해부해 보질 않아도 참고한 포털사이트 & 논문에 [명게] 그림과 함께 설명이 잘 되어있어 직접 해부해 보지는 않았습니다.
- 명게 양식장 견학 : 명게 양식장을 찾았지만 명게 수확을 새벽에 하는터라 명게 수확 모습 및 양식장 견학을 하지 못했습니다.

## 5. 참고문헌

### ① 통영수산과학관

📍 경남 통영시 산양읍 척포길 628-111 통영수산과학관

☎ 055-646-5704

### ② 한국수산과학회 홈페이지 - <http://www.kosfas.or.kr>



③ 국립수산물과학원 홈페이지 - <http://www.nifs.go.kr>



④ 해양과학도서관 홈페이지 - <http://m.library.kiost.ac.kr>



⑤ 네이버 - 이미지 사이언스

**이미지 사이언스**

**글·사진 박수현** - 신문기자, 칼럼니스트

한국해양대학교 해양공학과와 동 대학원에서 수중생물학과기술을 전공하고, 부경대학교 신문방송학과에서 박사과정을 수료했다. 남극, 북극을 비롯하여 세계 각지에서 2,000회 이상의 스쿠버다이빙을 통해 보고 경험한 바다 이야기를 전달하고 있다. 저서로는 [바다동물의 위기탈출], [수중사진교본], [어린이에게 들려주는 바다이야기], 제 24회 과학기술도서상을 수상한 [재미있는 바다생물 이야기], 2008년 환경부 우수도서로 선정된 [바다생물 이름풀이사전], 2009년 교육과학기술부 우수도서로 선정된 [북극곰과 남극펭귄의 지구사랑]이 있다.

⑥ 한국해양무척추동물도감



저자 홍성훈 - 해양생태학 2006.03.15  
 표지지 479 ISBN 97889763736 - 판형 A4, 210×297mm  
 도서관 소장 정보 국립중앙도서관

**홍성훈** 대학교수

출생 1941년  
 소속 부경대학교(명예교수)  
 경력 2017.07~ 대한민국학술원 자연 제5분과 회원  
 2007.03~ 부경대학교 수산과학대학 자원생물학과 명예교수  
 1997.04 제3대 한국수중과학회 회장  
 1997~1999 제17대 한국해양학회 회장

컴퓨터

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

※ 탐구 전체에 대한 내용을 요약하여 한 페이지로 작성하세요.(분량 초과 시, 감점)

|       |                    |    |         |
|-------|--------------------|----|---------|
| 팀명    | 4J                 |    |         |
| 학생명   | 김준서, 이정우, 전민광, 조성빈 | 학교 | 배곧해솔중학교 |
| 지도교사명 | 이길연                | 학교 | 배곧해솔중학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 한 방울토마토 재배   |
| 탐구기간    | 2020년6월5일~2020년8월25일 (발표전까지 방울토마토 관찰 예정)   |
| 탐구목적    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 해양생태계에 문제가 되는 구멍갈파래와 폐각량이 많은 조개껍데기를 이용해 비료로 만든 후 방울토마토를 재배해 본다.</li> <li>2. 비료의 효과가 증명이 된다면, 구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 사용하여 해양생태계를 보호할 수 있을 것으로 생각된다.</li> </ol>   |
| 탐구내용    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 인터넷 기사를 통해 구멍갈파래와 조개껍데기의 문제점을 파악하고 구멍갈파래와 조개껍데기를 채취 한다.</li> <li>2. 블로그 등을 통해 조사한 비료만들기 방법을 참고하여 채취한 구멍갈파래를 EM효소와 숯을 이용하여 비료로 만든다.</li> <li>3. 책을 통해 방울토마토 기르는 방법을 학습한다.</li> <li>4. 조개껍데기를 분쇄하여 구멍갈파래 비료와 함께 방울토마토 모종에 뿌려 8주간 관찰하였다.</li> </ol> |
| 탐구결과    | 구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 사용한 실험군의 방울토마토 모종이 더 잘 자랐으나 실험군과 대조군 모두 열매는 맺지 못하였다. (최종보고서 제출 이후에도 관찰 예정)   |
| 결론 및 의의 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 구멍갈파래로 만든 비료는 성분 분석 결과 유기물 함량이 높아 비료로 사용이 가능하다고 판단되었다.</li> <li>2. 실험군의 방울토마토 모종이 사용하지 않은 대조군 모종보다 더 잘 자라는 것으로 관찰되어 비료의 효과가 있었던 것으로 생각된다.</li> <li>3. 방울토마토 열매는 맺지 못하였는데 이는 긴 장마로 인한 일조량 부족과 짧은 관찰기간으로 인한 것으로 생각 되어진다.</li> </ol>                |





|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 탐구 주제 | 구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 한<br>방울토마토 재배 |
| 팀명    | 4J                              |

## 1. 탐구 동기 및 목적 (학생들이 왜 해당 탐구 주제를 선택하였는지, 탐구의 목적은 무엇인지 짧게 기술)

### ○ 탐구 동기

- 우리가 바닷가에서 흔히 볼 수 있었던 구멍갈파래가 해양생태계를 파괴하는 문제를 일으키고 있다는 기사를 보게 되었다.  
구멍갈파래는 우리나라 전역에 분포하는 생물이며 우리가 거주하는 서해안 지역 일대에 가장 많이 분포하고 있는 해양생물이기도 하다. 이런 구멍갈파래가 해양생태계에 문제를 일으킨다는 사실이 흥미로워 탐구해 보기로 하였다.

### ○ 탐구 목적

- 해양생태계에 문제가 되는 구멍갈파래와 폐각량이 많은 조개껍데기를 이용해 비료로 만든 후 방울토마토를 재배해봄으로써 비료의 효과가 증명이 된다면, 구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 사용하여 해양생태계를 보호할 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 1) 구멍갈파래의 문제점 파악
- 2) 조개껍데기의 비료 효과 조사
- 3) 방울토마토 생육 방법에 대해 조사
- 4) 구멍갈파래와 조개껍데기 채취
- 5) 구멍갈파래와 조개껍데기의 1차 건조
- 6) 방울토마토 모종 구입
- 7) 건조된 구멍갈파래를 이용하여 비료 만들기
- 8) 비료의 정수작업
- 9) 비료의 2차 건조
- 10) 건조된 조개껍데기 분쇄
- 11) 방울토마토 모종 심기
- 12) 우리가 만든 비료의 성분분석의뢰

13) 방울토마토 모종 관찰

○ 방법

1) 구멍갈파래의 문제점 조사

- 인터넷에서 우연히 구멍갈파래에 대한 「제주해변 ‘구멍갈파래로 몸살’ ...악취에 파리떼까지」 기사를 읽고 구멍갈파래의 해양생태계 파괴 문제점에 대해 알게 되었다.

2) 조개껍데기의 비료 효과 조사

- 조개껍데기가 비료로 사용되고 있는 사례들을 찾아 보았다.  
 <조개껍데기로 천연비료 만들기-출처:연합뉴스, 2019.05.04. 조개껍데기 재활용을 높인다...전남도 비료 가축사료화 지원>

3) 방울토마토 생육 방법에 대해 조사 (2020.6.5)

- 아파트 단지 내 회의장소에서 각자 인터넷 자료, 책 등을 통해 방울토마토 생육 방법에 조사해 온 자료로 정보를 공유하였다.  
 또한, 그동안 조사했던 구멍갈파래와 조개껍데기의 서식지, 모양과 특성들을 발표하고 구멍갈파래와 조개껍데기 채취 계획도 함께 의논하였다. 이후 탐구 활동 내용은 지도선생님께서 만들어주신 온라인클래스룸을 이용하여 정보를 공유하였다.

- \* 「붙임 1. 첫 회의 회의록」
- \* 「붙임 2. 4J 온라인클래스룸 캡처」



4) 구멍갈파래와 조개껍데기 채취 (2020.6.13)

- 구멍갈파래가 서해안에 가장 많이 서식하기 때문에 부모님과 상의 후 태안 셋별 해수욕장에서 채취하였다. 우리는 6월 13일 부모님과 동행하여 셋별해수욕장을 방문해 구멍갈파래와 조개껍데기를 채취하였다.  
 구멍갈파래는 해안가 얕은 물과 해변에 서식하여서 우리가 손쉽게 채취 할 수 있었고, 조개껍데기 역시 해안가 모래사장에 많이 발견되어 손으로 쉽게 채취하

였다.

구멍갈파래는 파래와 비슷하게 생겼고, 구멍이 나있었다. 색은 미역과 같은 초록색이었고, 바닷물 속의 구멍갈파래는 냄새가 나지 않았지만 해변가에 말라있는 갈파래에서는 지독한 냄새가 났다.

조개껍데기는 대부분 바지락껍데기였는데 특별한 냄새가 나지는 않았다.

채취한 구멍갈파래와 조개껍데기는 아이스박스에 담아 가지고 왔다.



5) 구멍갈파래와 조개껍데기의 1차 건조 (2020.6.18)

- 채취해 온 구멍갈파래와 조개껍데기를 아파트 옥상에 돛자리를 펴서 햇볕에 2일간 말렸다. 2일 뒤 식품 건조기에서 한 번 더 구멍갈파래와 조개껍데기를 말렸다. 이유는 구멍갈파래를 잘 말려 가루처럼 만들어 EM효소와 잘 섞이게 하기 위해서였다.

구멍갈파래가 말랐을 때 색깔과 냄새 등을 함께 관찰하였다.



6) 방울토마토 모종 구입 (2020.6.16)

- 집 근처 야채 가게에 문의하여 방울토마토 모종 6개를 구입하였다. 모종 3개는 실험군으로 사용하고, 나머지 3개는 대조군으로 사용하기로 하였다. 모종을 구입하면서 모종을 심을 때 필요한 상토도 함께 구입하였다. 야채 가게 사장님께 모종 심는 방법과 물 주는 방법을 여쭙보았다.



#### 7) 건조된 구멍갈파래를 이용하여 비료 만들기 (2020.6.18)

- 우리가 조사한 비료 만들기 자료를 토대로 건조된 구멍갈파래, EM효소, 물을 3:3:80 비율로 섞어서 플라스틱 통에 담아 1주일간 혐기성 발효를 시켰다. 그 이유는 혐기성 발효가 염분이 많은 생물들에 발효가 잘 되고, 높은 온도가 필요하지 않기 때문이다.

(출처:-EM퇴비만들기 <http://cafe.naver.com/happyparm/30220>)

-음식물쓰레기 EM 보카시퇴비 만들기 <http://cafe.naver.com/happyparm/16970>)



#### 8) 비료의 정수작업 (2020.6.24)

- 구멍갈파래와 EM효소를 넣어 발효시킨 비료는 수분이 거의 없는 상태였으며, 숯으로 정수시키기 집에서 쓰는 일회용 욕수팩에 숯을 넣어 물을 부어주고 3일간 더 지켜보았다.



#### 9) 비료의 2차 건조 (2020.6.27)

- 구멍갈파래와 EM효소를 넣어 발효시킨 비료를 거름망에 거르고 손으로 짜서 수분을 최대한 제거했다. 우리는 이것을 방울토마토 모종에 비료를 쉽게 주기 위해 2차 건조를 하였다. 2차 건조는 식품 건조기에 넣어 10시간 건조시켰다. 우리

가 조사한 자료에 의하면 비료를 만들었을 때 악취가 나면 실패라고 하였는데, 악취가 나지 않았기 때문에 비료로 잘 만들어졌을 것으로 생각하고 비료로 사용할 수 있었다.

건조가 다 된 비료는 비닐에 넣고 망치로 뺨아서 곱게 가루로 만들었다.



10) 건조된 조개껍데기 분쇄 (2020.6.28)

- 식품 건조기로 건조 시킨 조개껍데기를 비닐에 넣고 망치로 최대한 곱게 뺨았다. 바지락 껍데기가 대부분이어서 그런지 망치로 부수는 작업은 쉽게 할 수 있었다.



11) 방울토마토 모종 심기 (2020.6.28)

- ① 햇볕이 잘 드는 집 민광이집 베란다에서 준비된 화분에 상토와 톱밥을 섞어서 담았다.
- ② 방울토마토 모종을 실험군과 대조군으로 3개씩 나누어 뿌리가 보이지 않게 심고 상토와 톱밥을 더 덮어줬다.
- ③ 만든 비료를 실험군 3개 위에 2스푼씩 뿌리에 닿지 않게 뿌려줬다.
- ④ 실험군 3개 위에 뺨은 조개껍데기를 뿌려줬다.
- ⑤ 실험군과 대조군 모두에게 물을 흠이 젖을 정도로 흠뻑 줬다.
- ⑥ 실험군과 대조군 각각의 길이를 줄자로 재고 기록하였다.



12) 우리가 만든 비료의 성분분석의뢰 (2020.7.13)

- 인터넷에서 성분분석의뢰를 검색하여 비료 분석이 가능한 곳을 알아보았다. AT성분분석센터 라는 곳에서 우리가 만든 비료가 어떤 성분인지 분석 가능하다고 하여 택배로 비료를 보내고 이메일로 결과를 받았다.

우리의 비료 성분분석 결과는 다음과 같다.

비료로 사용하기 위해서는 유기물에 함량이 높아야 하며 중금속, 납과 같은 유해성분이 기준치 이하여야 하고 질소와 인 성분이 적절히 필요하다.

우리가 의뢰한 비료의 성분 분석 결과, 유기물 함량은 65% 이상이였으며, 유해 성분인 비소, 카드뮴, 수은, 납은 검출되지 않았다. 또한 크롬, 구리, 니켈, 아연은 기준치 이하로 검출되었다.

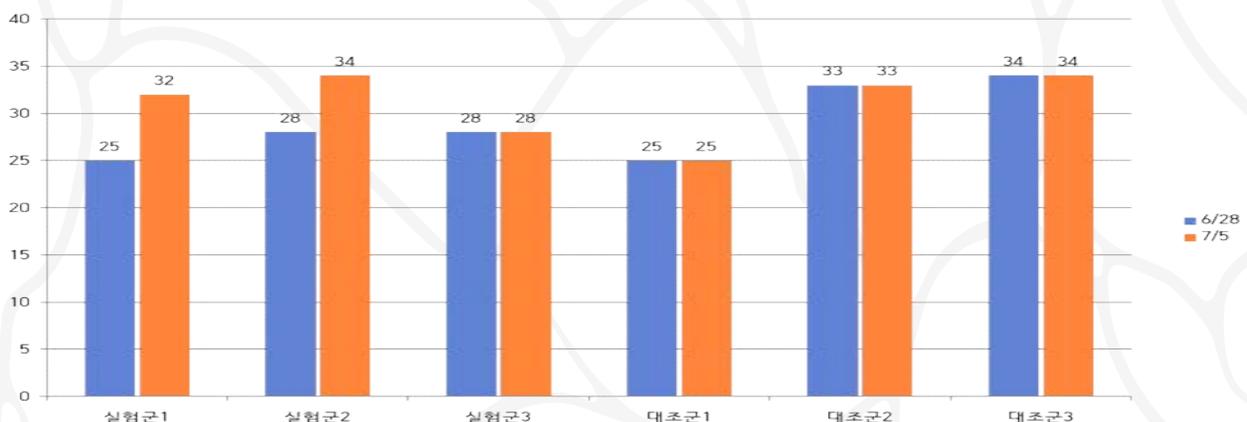
이같은 결과로 보아 우리가 만든 비료는 비료로서의 성분으로 적합하다고 생각되어 진다. ( 비료 성분 의뢰 결과지 「붙임 3.」)

13) 방울토마토 모종의 관찰 (2020.6.28.~2020.8.25.)

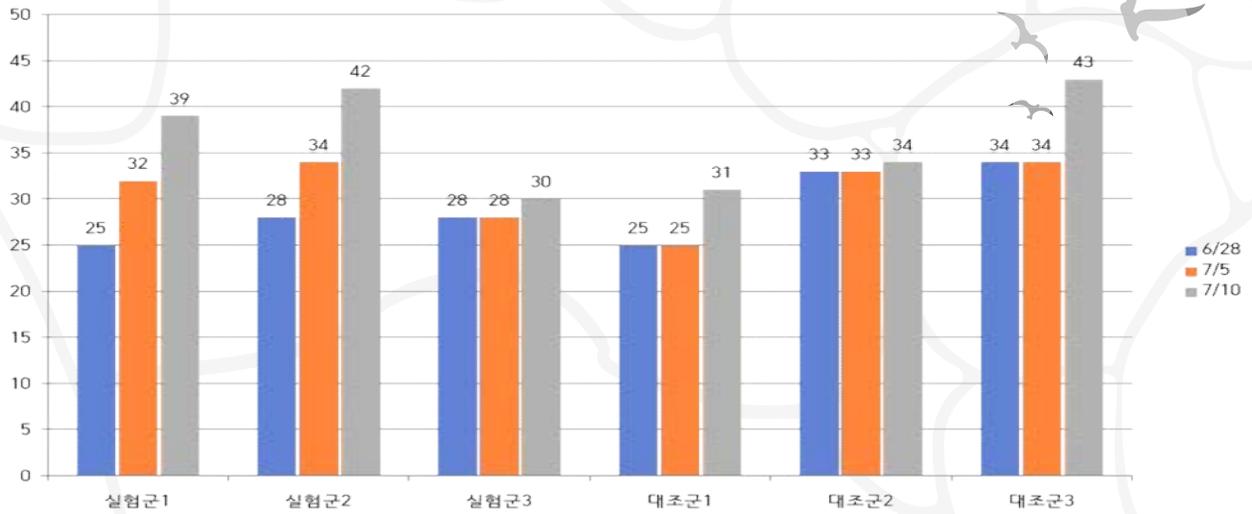
- 일주일 단위로 실험군과 대조군의 방울토마토 모종의 길이를 재고 푸름의 정도를 관찰하고 탐구일지에 기록하였다.

○ 결과

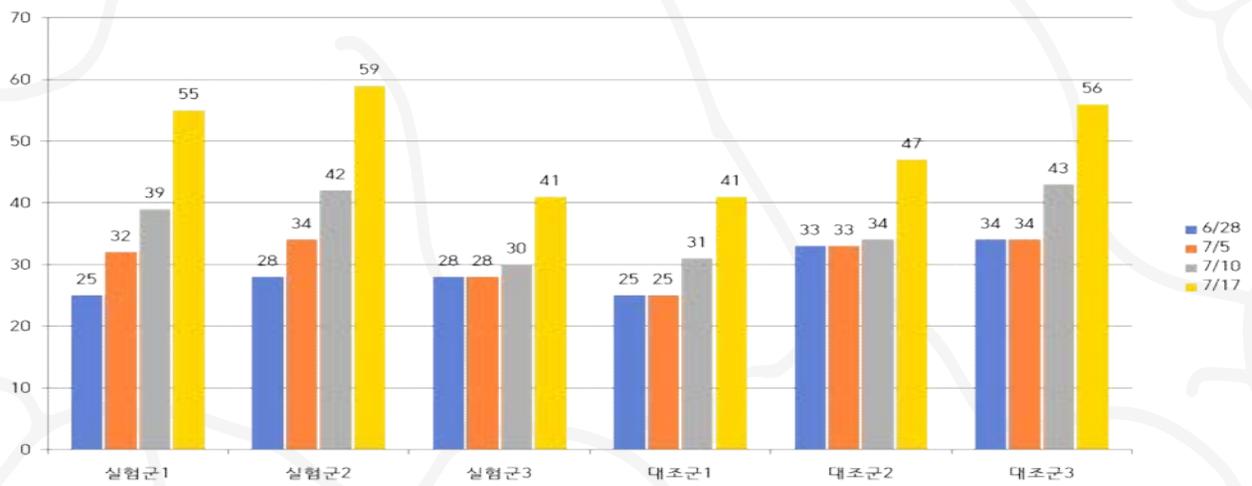
1) 방울토마토 모종 1주차 관찰



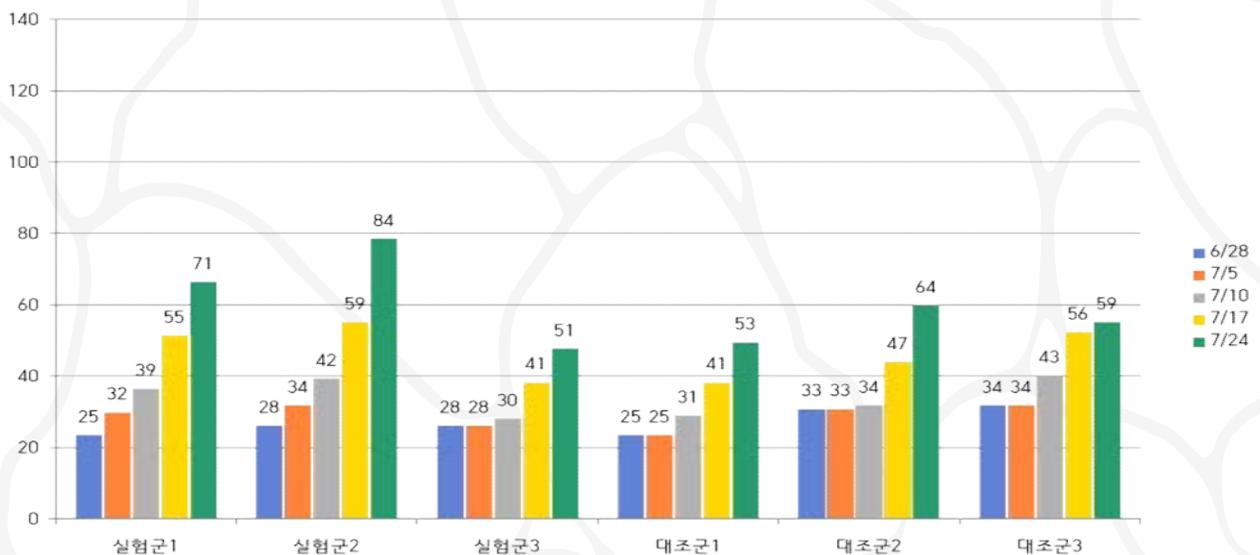
2) 방울토마토 모종 2주차 관찰



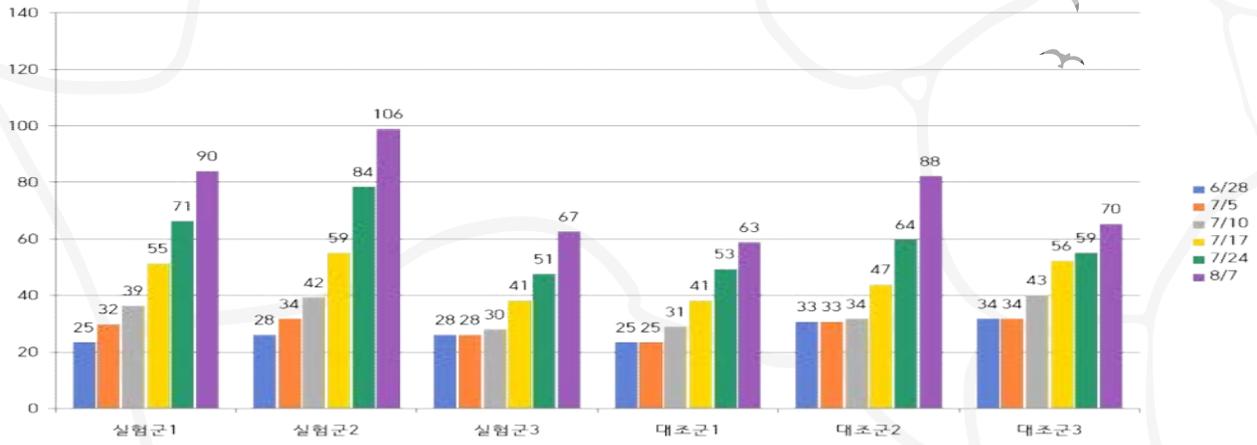
3) 방울토마토 모종 3주차 관찰



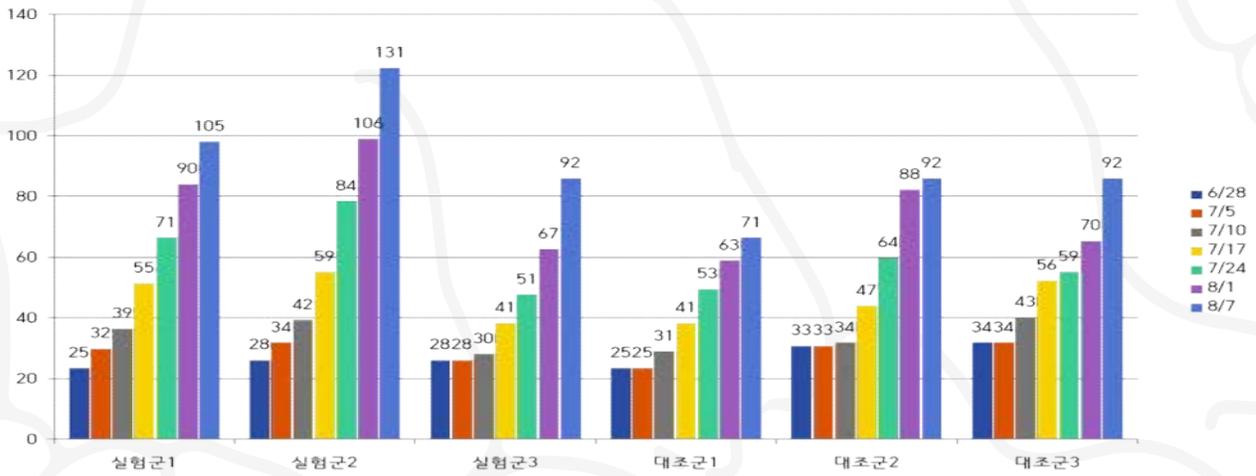
4) 방울토마토 모종 4주차 관찰



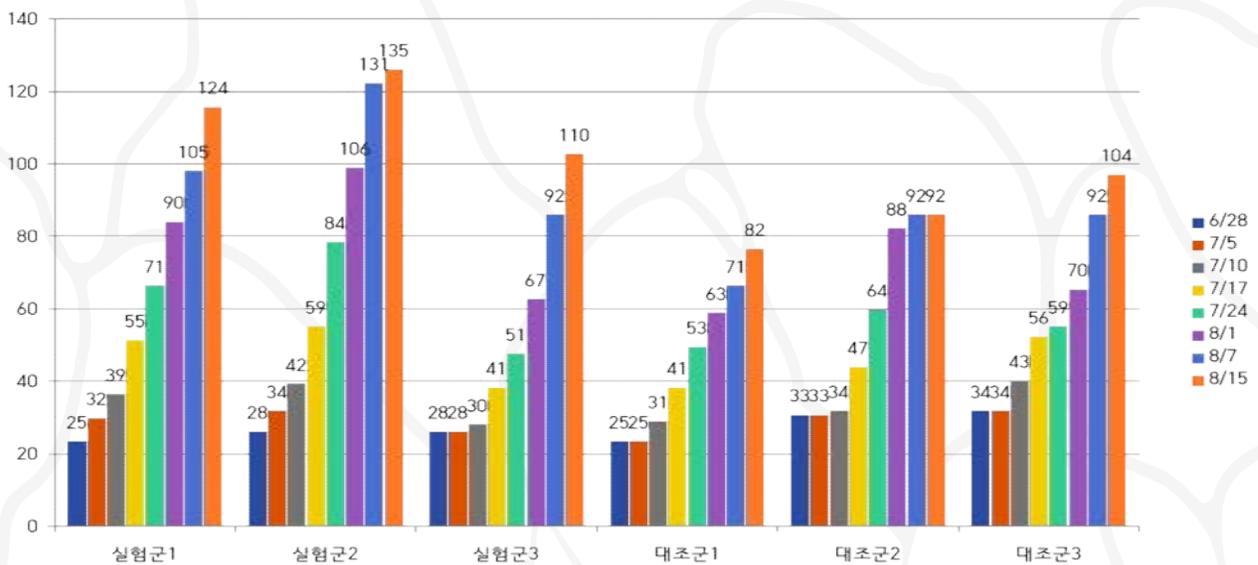
5) 방울토마토 모종 5주차 관찰



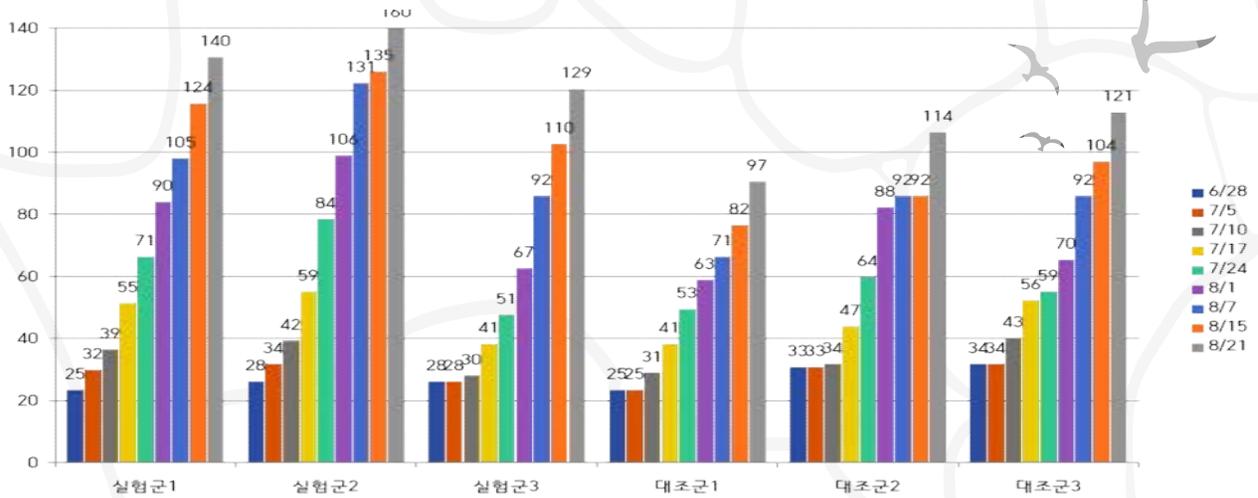
6) 방울토마토 모종 6주차 관찰



7) 방울토마토 모종 7주차 관찰



8) 방울토마토 모종 8주차 관찰



9) 탐구활동에 대한 종합적 결과

구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 사용한 실험군의 방울토마토와 사용하지 않은 대조군 방울토마토의 길이는 다음과 같이 측정되었다.

(단위:cm)

|      | 6/28 | 7/5 | 7/10 | 7/17 | 7/24 | 8/1 | 8/7 | 8/15 | 8/21 |
|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|
| 실험군1 | 25   | 32  | 39   | 55   | 71   | 90  | 105 | 124  | 140  |
| 실험군2 | 28   | 34  | 42   | 59   | 84   | 106 | 131 | 135  | 160  |
| 실험군3 | 28   | 28  | 30   | 41   | 51   | 67  | 92  | 110  | 129  |
| 대조군1 | 25   | 25  | 31   | 41   | 53   | 63  | 71  | 82   | 97   |
| 대조군2 | 33   | 33  | 34   | 47   | 64   | 88  | 92  | 92   | 114  |
| 대조군3 | 34   | 34  | 43   | 56   | 59   | 70  | 92  | 104  | 121  |

실험군의 방울토마토 모종이 더 잘 자랐으면, 모종의 푸름 정도도 실험군이 더 싱싱함을 관찰 할 수 있었다.

하지만 8주간의 관찰기간 동안 실험군과 대조군 모두 방울토마토 열매는 맺지 못하였다.

3. 탐구의 결론 및 의의(전체 탐구에 대한 결론, 의의, 활용 방안 등)

○ 결론

구멍갈파래로 만든 비료는 성분 분석 결과 유기물 함량이 높고, 유해성분이 낮아 비료로 사용이 가능하다고 판단되었다. 또한 이를 비료로 사용한 실험군의 방울토마토 모종이 사용하지 않은 대조군 모종보다 더 싱싱하고 잘 자라는 것으로 보아 구멍갈파래를 적극 수거하여 비료로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

하지만 방울토마토 열매는 맺지 못하였는데 이는 장마로 인한 일조량 부족과 짧은 관찰기간으로 인한 것으로 생각 되어나, 비료로의 상용화를 위해 좀 더 연구가 필요할 것이면 보완이 필요할 것이다.

조개껍데기 역시 이미 입증된 탄산칼슘의 효과로 실험군이 더 잘 자랄 수 있도록

도움이 되었을 것으로 생각된다.

### ○ 의의(기대효과)

우리가 만든 구멍갈파래가 보완 과정을 거친 후 비료로 사용이 가능하다면, 구멍갈파래와 조개껍데기를 비료로 사용하여 해양생태계를 보호하고, 화학비료로 인해 발생하는 토양오염의 문제해결에도 도움이 될 것으로 생각되어 진다.

또한 구멍갈파래와 조개껍데기를 처리하기 위해 발생하는 인력 및 경제적 문제들의 감소에도 도움이 될 것으로 생각된다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 1) 첫 탐구활동이라 탐구대회 계획 세울 때 막막해서 순서를 정하기가 어려웠다.
- 2) 구멍갈파래와 조개껍데기를 채취할 때 덥고 다리도 아파 힘들었다.
- 3) 구멍갈파래를 말릴 때 냄새가 심했다.
- 4) 비료 만들 때 비율을 맞추는 것이 어려웠다.
- 5) 탐구 내용을 정리하고 탐구일지를 쓰는 것이 어려웠다.
- 6) 코로나로 인해 활동에 지장이 많아 자주 모이기 쉽지 않았다.
- 7) 코로나로 인한 도서관 휴관으로 인해 관련 서적을 많이 찾아보지 못하고 온라인 상의 정보를 많이 이용하였다.

### ○ 알게 된 점

- 1) 바다에 있는 구멍갈파래가 해양 생태계를 파괴 한다는 것을 알게 되었다.
- 2) 방울토마토 모종을 상토에 심어야 되는 것을 알게 되었다.
- 3) 방울토마토 모종에도 꽃이 자란다는 것을 알게 되었다.
- 4) 방울토마토를 키울 때 꽃과 결순을 잘라줘야 잘 자란다는 것을 알게 되었다.
- 5) 탐구일지 쓰는 방법을 알게 되었다.
- 6) 조개껍데기에도 영양분이 있다는 사실을 알게 되었다.

### ○ 기타

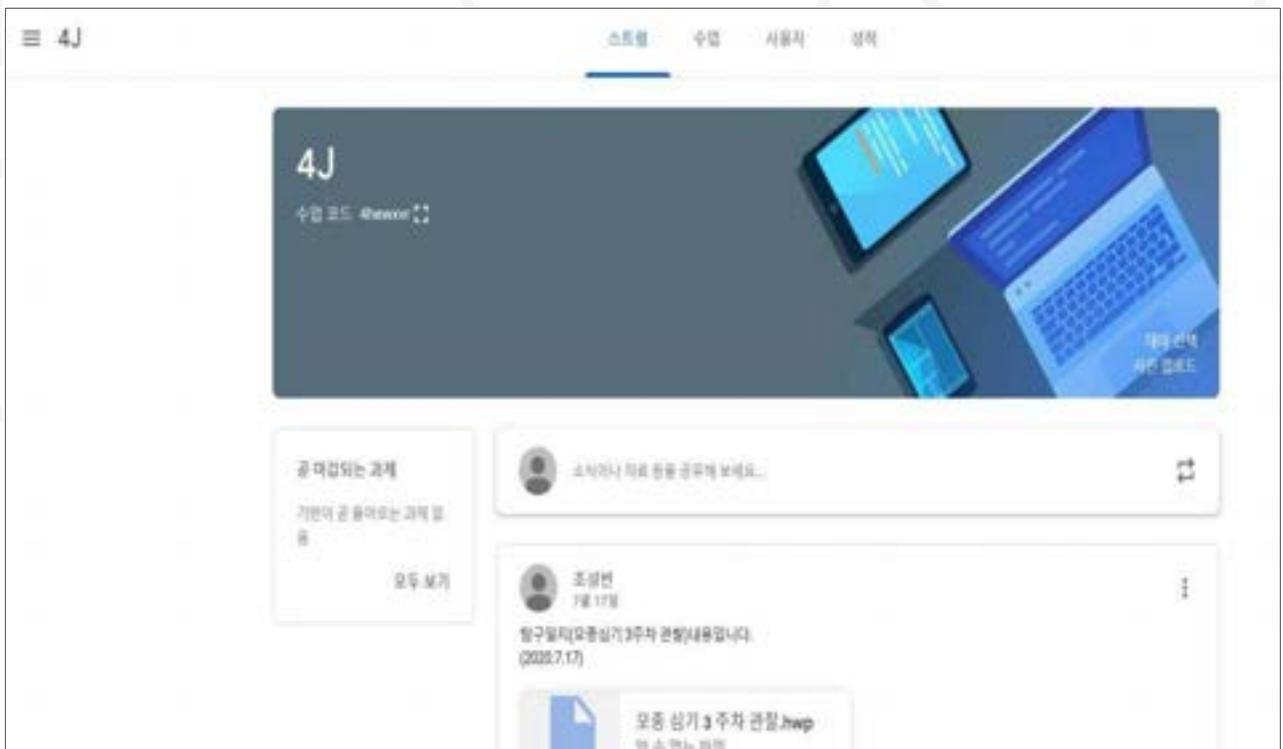
- 탐구활동의 주제와 같이 우리가 만든 구멍갈파래 비료와 조개껍데기를 이용하여 방울토마토를 재배해 보고자 함이었으나, 역대급 긴 장마기간으로 인해 방울토마토 재배에 필수적인 일조량이 매우 부족하여 열매를 맺지 못하고 실험을 종료하게 되었다.
- 탐구활동을 통해 우리가 환경오염과 생태계 문제 등에 대해 알 수 있었고, 우리가 환경 보존을 위해 어떤 활동을 할 수 있는지 등에 대해 이야기해보는 계기가 되어 뜻깊은 탐구 활동이었다.

「붙임 1. 첫 회의 회의록」

| 제4회 해양생물 탐구대회 4J팀 회의록 |   |
|-----------------------|---|
| 일시                    | 2020년 6월 5일   |
| 참석자                   | 김준서 이정우 전민광 조성빈   |
| 회의 내용                 | <p>1. 팀원 역할 분담<br/>                     -기록: 조성빈, 사진: 이정우, 관찰: 전민광, 발표: 김준서<br/>                     -역할 분담은 되었지만, 모든 탐구 활동은 함께 하는 것을 원칙으로 함.</p> <p>2. 정기 모임 시간<br/>                     -매주 금요일 저녁 8시, 아파트 내 회의 공간.<br/>                     -모임 시간에는 탐구 활동 내용을 공유하고, 점검하고, 계획을 세움.</p> <p>3. 구멍갈파래와 조개껍데기 채취 활동에 대한 계획.<br/>                     -6월13일 태안지역 해수욕장 및 갯벌 방문.<br/>                     -구멍갈파래와 조개껍데기 확보의 어려움 발생 시 대처 방법 논의.</p> <p>4. 방울토마토 재배 장소 선정<br/>                     -야외 텃밭은 외부 환경의 영향으로 탐구 활동에 방해가 될 수 있어 관찰자 전민광의 집 베란다에서 재배하기로 함.<br/>                     -모종은 총 6대 (실험군 3, 대조군 3) 준비.</p> <p>5. 탐구 활동에 필요한 물품 구입 계획<br/>                     -방울토마토 모종, 상토, 숯, EM효소, 톱밥, 유리병, 지지대, 식품건조기<br/>                     -화분은 기존 집에 있던 것으로 활용하기로 함.</p> <p>6. 구멍갈파래와 조개껍데기 채취 후 비료화 시키는 방법에 대한 논의<br/>                     -구멍갈파래는 건조시켜 가루로 만들고, 유리병에 숯과 건조된 구멍갈파래, EM효소를 넣고 약 일주일간 발효시키기로 함.<br/>                     -조개껍데기는 망치로 분쇄하여 사용하기로 함.<br/>                     -비료화 시키는 방법에 대해서 다음 모임까지 자료를 더 찾아 보기로 함.</p> <p>7. 지도선생님 말씀 전하기<br/>                     -적극적 자세로 탐구 활동에 임해주세요.<br/>                     -구글클래스룸에 탐구대회방 개설할 예정이니, 모든 탐구 활동 공유해주세요.</p> <p style="text-align: right;">이상 끝.</p> |

「붙임 2. 4J 온라인클래스룸 캡처」

-온라인클래스 4J 정보 공유: <https://classroom.google.com/u/0/c/MTEyOTcyODI5NmM5>



「붙임 3.」비료 성분 의뢰 결과지

**AT** 에이티분석센터(주)  
연구·분석 전문기업

www.atac.co.kr

21984 인천광역시 연수구 송도과학로 32 송도테크노파크IT센터 S동 1703호 TEL: 032-715-4756 FAX: 032-830-4701

## 검 사 성 적 서

|     |    |                       |      |               |
|-----|----|-----------------------|------|---------------|
| 의뢰처 | 성명 | 최은영(gomae8@naver.com) | 전화번호 | 010-2386-5214 |
|     | 주소 | 시흥시 배곧1로 27-16        |      |               |

|       |              |      |            |
|-------|--------------|------|------------|
| 시료명   | 구멍갈파래+EM효소+숯 | 분석목적 | 탐구대회용      |
| 접수년월일 | 2020. 7. 13  | 접수번호 | 20-07-R218 |

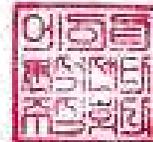
## 분 석 결 과

| 분석항목(단위) |                  | 참조, 공정규격 일부 | 분석결과  |
|----------|------------------|-------------|-------|
| 규격       | 유기물(%)           | 30이상        | 65.63 |
| 유해성분     | 비소(mg/kg) [건물중]  | 45이하        | 불검출   |
|          | 카드뮴(mg/kg) [건물중] | 5이하         | 불검출   |
|          | 수은(mg/kg) [건물중]  | 2이하         | 불검출   |
|          | 납(mg/kg) [건물중]   | 130이하       | 불검출   |
|          | 크롬(mg/kg) [건물중]  | 200이하       | 12.22 |
|          | 구리(mg/kg) [건물중]  | 360이하       | 1.73  |
|          | 니켈(mg/kg) [건물중]  | 45이하        | 10.30 |
|          | 아연(mg/kg) [건물중]  | 900이하       | 41.18 |
| 그밖의규격    | 유기물대 질소의 비       | 45이하        | 18.28 |
|          | 열분(%) [건물중]      | 2.0이하       | 0.86  |
|          | 수분(%)            | 55이하        | 8.31  |
| 공정규격외    | 질소전량(%)          | -           | 3.59  |
|          | 인산전량(%)          | -           | 0.17  |
|          | 칼리전량(%)          | -           | 0.45  |

2020년 7월 14일

에이티분석센터(주)

농촌진흥청 비료시험연구기관 제48호  
국립농산물품질관리원 유기농업자재시험연구기관 제35호



※ 위의 분석결과는 귀하께서 분석의뢰하신 시료에 대한 분석결과이며, 의뢰용도 이외의 상업적  
연 광고 및 법적인 해결 수단으로 사용할 수 없습니다.

AT Analysis Center Co., Ltd. 토양(수목·잔디·농작물)분야/비료(유기질·화학비료)분야/양액분야/광물·식물체분야



## 5. 참고문헌(본 탐구에 참고한 모든 정보 자료를 기술(참고문헌, 기사, 도움 받은 사람 등))

- 최충일, 「제주해변 ‘구멍갈파래로 몸살’ ...악취에 파리떼까지」, JTBC, 2017.09.25.  
[http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news\\_id=NB11526518](http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11526518)
- 좌동철, 「여름바다 모자반 이어 갈파래,해파리 유입 비상」, 제주일보, 2020.06.15,  
<http://www.jejunews.com/news/articleView.html?idxno=2165781>
- 최충일, 「가까이 가보니 썩은내 진동...제주 뒤덮은 초록 물체의 정체」, 중앙일보, 2020.06.15,  
<https://news.joins.com/article/23801407>
- 백나용, 「제주바다에 초록불청객 ‘파래습격’ ...해수욕장개장비상」, 연합뉴스, 2020.06.10,  
<https://www.yna.co.kr/view/AKR20200610084900056>
- 여운창, 「조개껍데기 재활용을높인다」 연합뉴스, 2019.05.04.,  
<https://www.yna.co.kr/view/AKR20190504037400054?input=1195m>
- 김기태(1999), 「건강과 바다」 본문 中 part 66. 녹조류를 대표하는 파래와 청각, 양문, 서울, 148p
- 이용필(2008), 「제주의 바닷말」 본문 中 part 15. 14. 모란갈파래, 아카데미서적, 서울, 15p
- 윤동혁(2002), 「윤동혁 PD의 검정 숲 이야기」 본문 中 part 17. 9장 검정숲의 밝은미래, 세상모든책, 용인, 109p
- 송재만(2007), 「건강을 살리는 숲」 본문 中 part 2. 1. 숲의 위력을 아시나요?, 문예마당, 고양, 14p
- 황경아(2005), 「인스턴트 텃밭 가꾸기」 본문 中 part 90. 방울방울 너무 예쁜 방울토마토 키우기, 삼성출판사, 서울, 143p
- 소망지기광주, 「EM퇴비만들기」, <http://cafe.naver.com/happyparm/37871>, 2016.03.03.
- 흙강쇠사당, 「음식물쓰레기 EM 보카시퇴비 만들기」 2017.05.19  
<http://cafe.naver.com/happyparm/16970>
- 후지타 사토시(2010.3.11) <베란다에서 기르는 채소, 허브, 화초>, GREENHOME, 일본 니가타, 16p
- 그린홈(2005.4.13) <샐러드 채소 주말농장>, 그린홈, 인천, 35p
- 이인구(2009.9.10) <한국의 조류 생태와 응용>, 아카데미서적, 한국, 198p

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |               |    |       |
|-------|---------------|----|-------|
| 팀명    | 문어빨판          |    |       |
| 학생명   | 백기영, 김기범, 이진우 | 학교 | 경신중학교 |
| 지도교사명 | 김경희           | 학교 | 경신중학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 바닷속 의태동물의 변신은 빛의 굴절과 반사를 이용한 착시현상일까?-싨벙이, 해조류, 오징어, 흰꿀뚜기 등이 보이는 변신의 모습   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 7일 ~ 2020년 8월 23일   |
| 탐구목적    | -투명화, 보호색, 의태를 이용한 위장술에 담긴 해양생물의 지혜를 배워본다.<br>-위장술을 이해하고 현실 속에서 이용한 분야를 확인해본다.   |
| 탐구내용    | -빛의 굴절, 반사와 투명화란?<br>-의태, 보호색, 투명을 이용한 육지, 해양생물 조사<br>-문어해부실험<br>-아쿠아리움 방문하여 해양생물 관찰<br>-설문조사자료와 해양생물 투명화를 이용한 현실 속 연구진행방향   |
| 탐구결과    | 위장을 한 생물들에게 보호색, 의태, 투명한 몸들은 어떻게 하면 적의 눈에 띄지 않고 살아남을 수 있는가의 생존의 문제였다.<br>천적에게 눈에 띄지 않게 스스로 변화하는 것과 무서운 동물의 모습을 흉내 내어 천적의 눈을 피하는 것이었다.<br>여기서 더 나가 한 차원 높은 방법이 투명화를 이용한 것이었다. |
| 결론 및 의의 | 해양생물의 위장술은 오랜 시간을 거쳐 진화를 거듭한 최고의 산물이며 우리는 그 기술을 이용하여 다양한 분야에서 활용을 하고 있다. 그리고 그 활용 분야는 더욱 넓어질 것이다.<br>연구가 진행될수록, 우리에게 미치는 분야가 넓을수록 윤리적인 활용방안도 같이 진행되어야 할 것이다.                 |



|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>바다 속 의태동물의 변신은 빛의 굴절과 반사를 이용한 착시일까?</b><br><b>-싨빙이, 해조류, 오징어, 흰꿀뚜기 등이 보이는 변신의 모습</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>문어빨판</b>   |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 베르나르 베르베르의 <<나무>>(2003) 속의 <투명 피부>이라는 단편에서 시작된 흥미와 호기심을 가지고 육지와 해양생물에서 나타나는 ‘위장술’의 특징을 알아보고 싶었다.
- ‘위장술의 천재’라는 육지의 카멜레온이 몸 색깔을 바꾸는 원리와 해양생물의 갑오징어, 오징어, 문어들이 몸 색깔을 바꾸는 원리가 같은지도 탐구해 보고 싶었다.
- 해양생물이 몸 색깔을 바꾼다는 것이 사람의 시선에 따른 단순 착시현상인지 아니면 바다 밖에서 바닷속을 바라볼 때 바다로 들어가는 빛의 굴절에서 나오는 착시현상인지 확인하고 싶었다.

### ○ 탐구 목적

- ‘투명화를 이용한 위장술’, ‘보호색을 이용한 위장술’ 그리고 ‘의태를 이용한 위장술’ 그 어느 것이라도 위장술에 담긴 해양생물의 지혜를 알고 이해한다.
- 위장술을 구체적으로 탐구하여 현실 속 활용방안과 현재 연구된 분야가 무엇인지를 찾아보고 발전 방향을 의논해 본다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 1) 탐구 내용 - ‘빛의 반사’와 ‘빛의 굴절’  
: 사전적 의미와 실험을 통한 ‘빛의 반사’과 ‘빛의 굴절’ 이해
- 2) 탐구 내용 - 위장술을 이용해 몸을 보호하는 동물들  
: 위장을 하는 육지 생물 탐구
  - 보호색과 의태를 이용한 위장술

- 투명화를 이용한 위장술
- : 위장을 하는 해양생물 탐구
  - 보호색과 의태를 이용한 위장술
  - 투명화를 이용한 위장술
- 3) 탐구 내용 - 카멜레온과 넙치의 색 위장에 따른 차이
- 4) 탐구 내용 - ‘위장술의 천재’ 두족류 이해
- 5) 탐구 내용 - 문어 실험을 통한 색변화 관찰과 해부를 통한 문어 신체구조 이해
  - : 문어의 몸 색 변화를 통한 위장과 몸 질감의 변화를 통한 위장
- 6) 탐구 내용 - 코엑스 아쿠아리움 탐방 - 위장 해양생물 찾기
- 7) 탐구 내용 - 해양생물의 투명화가 현실에 사용되기까지 나와 있는 이론들
- 8) 탐구 내용 - 해양생물의 위장으로 본 다윈의 자연선택설
  - : 설문지 조사 결과와 그동안 자료 조사를 정리하고 처음 가졌던 위장술에 대한 생각 차이를 나누고 과학기술에 대한 생각을 정리, 토론

○ 방법

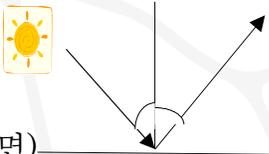
- 1) ‘빛의 반사’ 와 ‘빛의 굴절’

가) ‘투명하다’ 는 것은 무엇일까?

각자 조사해 온 자료들을 보고 ‘투명화’ 에 대한 개념을 잡아나갔다.

‘투명하다’ 는 것은 빛과 밀접한 관련이 있어 먼저 ‘빛’ 의 특성을 알아야 했다. 우리가 사물을 볼 수 있는 것은 빛이 있기 때문이다. 광원에서 나온 빛이 물체에 반사되어 우리 눈에 들어와서 사물을 구별할 수 있다.

- 빛의 반사란?



(거울 표면)

빛의 반사 법칙 : 빛이 거울로 들어오는 입사각과 거울에서 반사되어 나가는 반사각은 항상 같다.

빛의 반사 법칙은 빛이 물체에서 반사되는 모든 경우에 항상 지켜진다.

- 빛의 굴절이란?

직진 성질을 띠는 빛은 매질이 바뀌면 굴절을 한다.

공기(매질) 속을 움직이던 빛이 물(매질)속으로 들어가면 빛의 속력은 느려진다.



입사각

(바다 경계면)

굴절각

- 투명하다는 것은 무엇일까?

투명하다는 것은 우리 눈에 보이지 않는다는 것이다.

빛을 잘 통과시키는 물이나 유리는 투명하다.

나) 빛의 성질을 알아보는 실험

준비물 : 유리 비이커 2개, 물 500ml , 400ml, 유리막대, A4용지 1장, 색펜, 동전

실험방법 : ① 비이커 2개에 각각 물 500ml, 400ml를 넣는다.

② 물이 들어있는 비이커에 유리막대를 비스듬히 놓는다.



③ 물이 들어있는 비이커에 500원짜리 동전의 지름을 쟀 뒤, 물에 넣어 지름의 변화를 확인한다.



④ A4 용지에 각각 사람 그림을 그린다.

그림을 지퍼백 안에 넣고 테두리만 선을 덧그린 후 물에 넣는다.



- 2) 위장술을 이용하는 육지와 해양생물 탐구

가) 보호색과 의태를 이용한 위장술을 행하는 육지생물을 알아보았다.

양서류



(말레이잎 개구리)

파충류



(바위 아가미 도마뱀)



(카멜레온:보호색)

조류



(나무 발발이:보호색)

포유류



(멧돼지:보호색)

곤충



(크랩 거미:보호색)

나) 투명화를 이용한 위장술을 행하는 육지생물을 알아보았다.



(그레타오토:날개가 투명하다.)



(유리 개구리)

다) 보호색과 의태를 이용한 위장술을 행하는 해양생물을 알아보았다.



(넙치:보호색)



(예티게:의태)



(나뭇잎 해룡:의태, 보호색)

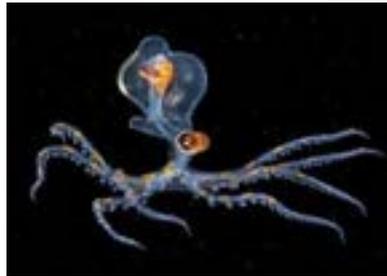


(썩벵이:의태, 보호색)

라) 투명화를 이용한 위장술을 행하는 해양생물을 알아보았다.



(실뱀장어 새끼-유리 뱀장어)



(유리 오징어)



(클리오네)

- 3) 카멜레온과 바다생물 넙치의 색 위장에 따른 차이
  - 카멜레온 : 빛을 반사하는 피부의 2개 층 중에서 피부를 당기거나 느슨하게 하여 색을 변화시킨다.
  - 넙치 : 등에 있는 감각세포가 주위에서 반사되는 빛을 감지한다.
- 4) 오징어의 색소포를 조사하기 위한 오징어 해부시간 전 두족류에 대해 더 자세한 조사를 했다.
  - 가) 초기 두족류의 모습은 어땠을까?
  - 나) 두족류의 변신은 어떻게 일어날까?
  - 다) 두족류의 피부를 현실에서 사용할 수 있을까?
- 5) 문어 실험을 통한 색변화 관찰과 해부를 통한 문어 신체구조 이해한다.
 

(오징어 해부를 하려 했으나 장마로 인해 오징어를 구할 수 없어 문어로 대체)

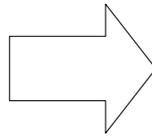
  - 가) 실험목표
    - 자료 조사에서처럼 몸의 색이 쉽게 변하는가?  
: 몸 색깔 변화를 통한 위장과 몸 질감을 통한 위장 방법을 확인해 본다.
    - 몸의 신체구조를 확인한다.

준비물 : 문어, 투명한 볼, 가위, 젓가락, 긴 쇠 칼(마취용)

- 몸의 색 변화를 통한 위장 방법 조사



- 몸의 질감을 통한 위장 방법 조사



- 몸의 신체구조를 확인한다.



카미오 파

- 6) 코엑스 아쿠아리움을 탐방하며 위장생물을 찾아본다.



가) '상상물고기나라' - 글래스캣피쉬



(몸이 투명하여 몸속이 흰히 보이는 투명 물고기)

나) '마린터치 연구소' - 해마, 아기썩벙이, 말레이원앙 해파리, 보름달물해파리



(빅벨리 해마)



(노랑해마)



(해파리)



(아기 썩벙이)



다) ‘맹그로브와 해변’ -



:블랙팁샤크 - 등 부분이 짙은 청회색,  
배 부분이 흰색

= > 역그늘 현상

: 물속의 생물들이 상어의 배 부분을  
본다면 하늘로, 등 부분을 본다면  
바닷물로 착각을 한다.

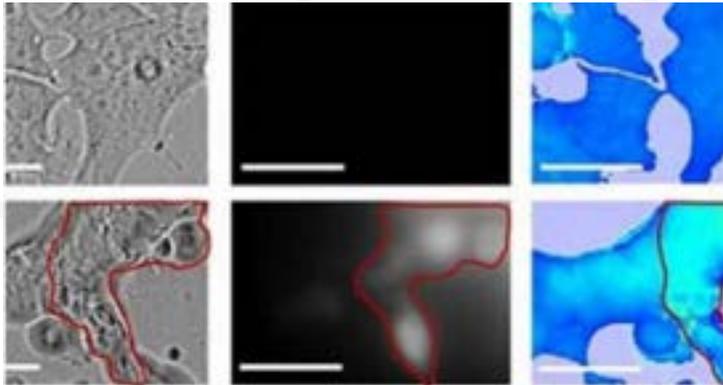
라) ‘심해의 화원’ - 대문어



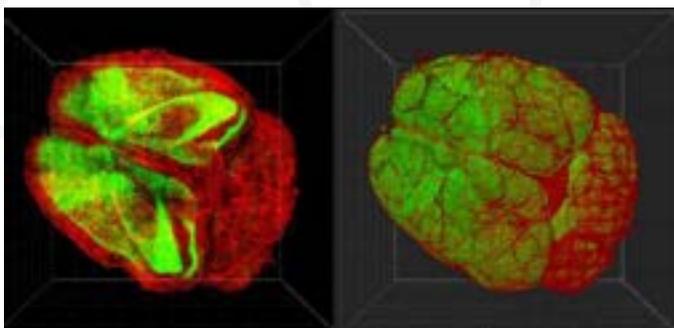
: 문어는 흥분을 하면 붉은 색을 띠다고  
한다.

- 7) 해양 생물의 투명화를 이용한 기술들이 현실에 사용되기까지 나와 있는  
이론들을 여러 매체와 자료 조사를 통해 확인해 보았다.

가) 오징어 단백질을 이용한 인간 세포 투명화 실험 (출처: 나우뉴스 202.06.02)

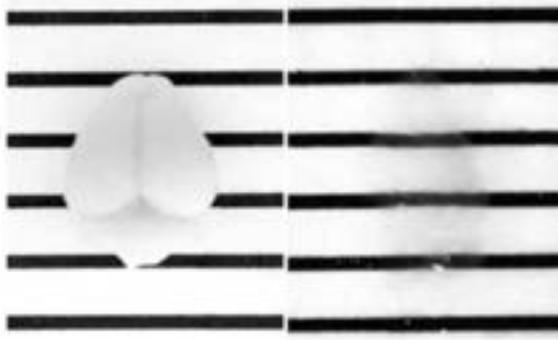


나) 생체조직 투명화기술 해외 특허 등록



(출처: 안전성평가연구소. 조직투명화 기술로 이미지화한 뇌의 모습)

다) 주꾸미의 뇌를 투명하게 만들다.



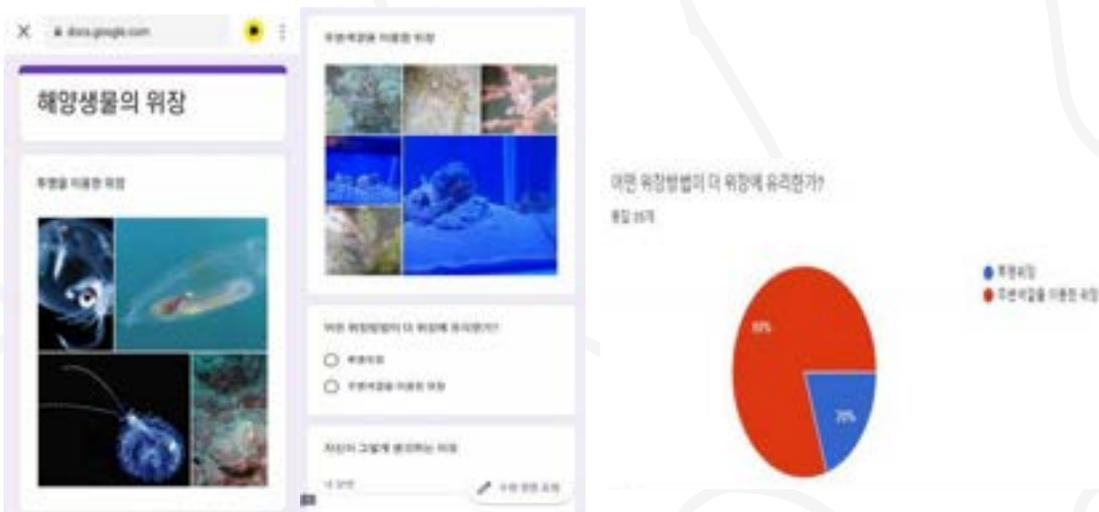
(출처:중앙일보 2016.01.11.

정광훈박사(현MIT 교수) 가 실험쥐의 뇌를 투명하게 만들었다.)

- 8) 학교 친구들에게 해양생물의 위장에 대한 설문조사를 해본다.

친구들과 자료 조사를 한 우리와의 생각 차이를 알아보고 우리의 결론과 그에 따른 결과를 토론했다.

가) 투명을 이용한 위장 사진, 주변색을 이용한 위장 사진을 보여준 후, 어떤 위장 방법이 더 유리해 보이는 질문해 본다.



나) 그렇게 생각하는 이유를 들어본다.

| 투명위장이 더 유리하다<br>(35명 중 7명)  | 주변색깔을 이용한 위장이 더<br>유리하다 (35명 중 28명)  |
|---|--|
| <p>○ 투명해지면 포식자에게 보이지 않을 것이다.</p> <p>○ 투명 위장 중 아래 오른쪽 사진 속 동물처럼 다른 형체에 겹치면 아예 보이지 않을 것 같다.</p> | <p>○ 투명할 경우 우연히 먹힐 수 있지만 주변 색으로 위장한 경우는 다른 물체인 줄 알고 포식자가 건드리지 않는다.</p> <p>피부만 투명할 뿐 내장이 다 보이기 때문에 포식자에게 들킬 확률이 높</p> |



|  |  |
|--|--|
|  | <p>다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 투명은 바닷물이 파란색이어서 보이지만 주변 색에 묻히면 잘 보이지 않는다.</li> <li>○ 주변 색에 맞추면 자기 몸의 보호할 수도 있고 먹잇감에 살금살금 다가갈 수 있다.</li> </ul> |
|--|--|

○ 결과

- 1) 빛의 굴절과 착시 현상에 따른 실험 결과
  - 물속에 잠긴 유리 막대의 꺾인 정도는 물의 높이에 따라 달랐다.  
500ml 물에 넣은 유리 막대가 더 꺾여 보였다.
  - 실제 크기가 2.5cm인 동전 크기는 500ml, 400ml 물에서 4cm가 되었다.  
동전의 크기는 물의 높이와는 상관없이 크기가 일정했다.
  - 비이커 정면에서 볼 때 사람 그림의 색은 그대로이었다. 하지만 비이커 위에서 볼 때는 더그린 테두리 선만 보였다.
- 2) 카멜레온과 녀치의 위장을 비교하며 문어처럼 색소포 변화나 질감이 아닌 방법으로 위장을 할 수 있다는 것을 알았다.
  - 카멜레온 : 빛을 반사하는 피부 층 2개 중 한 부분이 피부를 당기거나 느슨하게 해서 피부 구조를 변화시킨 후, 특정 파장의 빛만을 선택하여 반사시킨다.  
카멜레온의 몸 색 변화는 빛의 선택적 간섭에 따른 물리현상이다.



(출처: 서울 연합뉴스. 이주영 기자 2015-03-11)

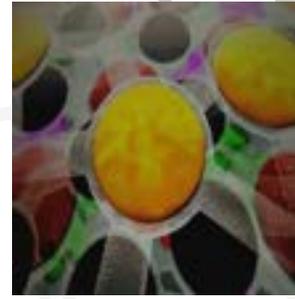
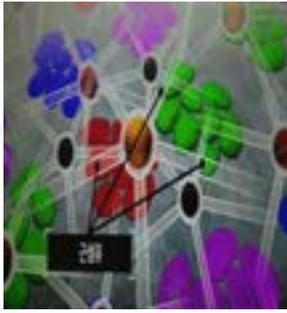
- 녀치 : 등에 있는 감각세포가 주변 바닥에서 반사되어 오는 빛을 감지하여 주변 색깔 정보를 알아낸다.  
시각으로 알아낸 빛 정보는 신경조직을 거쳐 색소세포에 전달한다.  
색소세포는 연한 모래색에서 짙은 갈색에 이르는 바닥의 온갖 색깔 뿐 아니라 그 짜임새까지 나타낸다.



(출처:[네이버 지식백과] 해양 은폐 동물 - 바다의 카멜레온 (이미지 사이언스, 박수현))

제 4 회 탐 구 대 회

- 문어, 오징어 등 두족류의 몸 색 변화



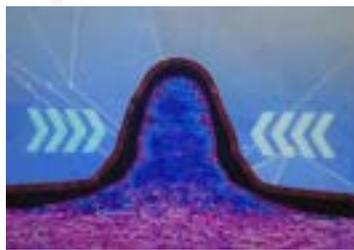
(하얀 선 : 근섬유)

(다양한 종류의 색소세포)

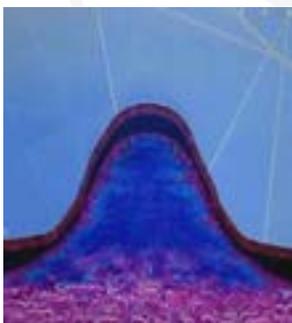
(출처 : 네이버 블로그 <우리말을 사랑하자!> 중 ‘변신의 귀재, 문어가 몸 색깔과 질감을 바꾸는 방법’. 2020.02.09.)

: 근섬유가 수축되면 색소세포가 열려 색이 바뀜 → 근섬유가 이완되면 색소세포가 닫혀 색이 사라짐

- 문어 질감 변화



: 피부의 고리모양 근육이 수축되어 혹처럼 뭉쳐짐 → 근육이 조여지며 피부 조직이 일정한 형태의 모양으로 솟아오름



: 고리모양 근육이 이완되면 피부가 다시 매끄럽게 됨

(출처 : 네이버 블로그 <우리말을 사랑하자!> 중 ‘변신의 귀재, 문어가 몸 색깔과 질감을 바꾸는 방법’. 2020.02.09.)

- 3) 문어 해부 실험을 통해서 문어 신체 구조의 신비를 알 수 있었다.

우리가 알고 있던 머리는 사실 몸통이었다.

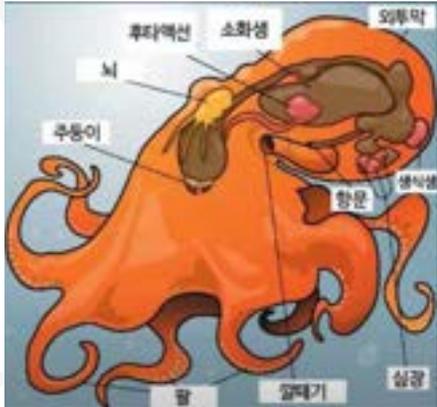
몸통을 뒤집으니 아가미, 간, 먹물주머니, 심장, 위, 맹장, 신장, 항문이 있었다.

문어는 세 개의 심장이 있는데 두 개의 아가미 심장과 체심장이 있다.

아가미 뒤에 있는 아가미 심장은 아가미에 혈액을 보내는 보조펌프역할을, 체심장은 온 몸에 혈액을 보내는 역할을 한다.

머리 부분은 눈과 입이 있는 부분으로 눈 뒤에 뇌가 있다.

왼쪽 눈 뒤에는 좌뇌가, 오른쪽 눈 뒤에는 우뇌가 있다.



(출처 : 유튜브. 떠먹여주는 과학. 2020.07.23. 문어의 뇌)

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 빛의 반사 법칙

: 표면이 매끈한 물체일수록, 색깔이 흰색에 가까울수록 빛은 잘 반사된다.

표면이 울퉁불퉁한 물체가 빛을 받으면 빛이 일정한 방향으로 반사되지 못하고 여러 방향으로 반사된다. 따라서 여러 방향에서 그 물체를 볼 수 있다.

하지만 대부분 물체는 표면이 매끄럽지 않다. 그러므로 물체에서 반사된 빛이 언제나 우리 눈에 들어온다.

- 빛의 굴절 법칙

: 투명한 물체는 빛을 잘 통과시키는 성질이 있다. 하지만 빛을 통과하는 매질의 종류에 따라 굴절각도가 달라지고 통과속도도 달라져 착시현상을 일으킨다.

- 생물의 위장술은 생물의 몸 자체에 있는 색소세포를 이용해서 생기기도 하고 빛의 반사와 굴절을 이용해서 생기기도 한다.

- 위장은 한 생명체가 자신의 몸이나 색 등을 주변이나 다른 생물체의 모양과 비슷하게 변화시켜 스스로를 보호하는 방법이다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 해양생물의 위장(의태, 투명화) 전략은 의학 분야 외에도 군인들의 필수품(의복 등)이나 무기(전투기 중에는 역그늘색 현상을 이용해서 색을 칠한 것들이 있음)를 만

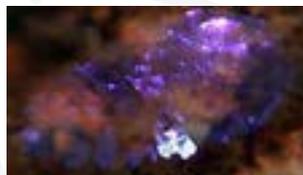
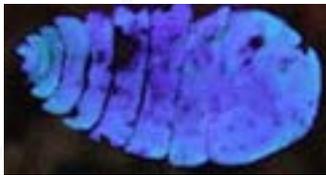
드는 데도 사용되고 있다.

- 과학자들은 투명화 실현을 위해 자연에는 없는 ‘메타 물질’을 개발했다. 우리가 사물을 볼 수 있는 것은 빛의 반사와 굴절 때문인데 이 메타 물질로 만든 망토를 쓰고 있으면 빛은 망토를 비껴가 물체 뒤에 있는 배경에 닿는다고 한다. 따라서 우리는 빛이 닿은 배경을 보게 되어 망토 쓴 사람이 보이지 않는 것이다.



→ 배경이 하나가 된 듯한 모습이 마치 유령과도 같다. (출처 : 다치 스스무. 이시하라 테루야. 「빛을 조종하는 투명화 기술」 (뉴턴 하이라이트 104 - 빛과 색의 사이언스, 2018), 161쪽)

- 다윈은 개체들 중에서 환경에 가장 잘 적응한 개체가 선택되어 더 많은 자손을 남기고, 그 결과 오랜 시간을 두고 생물이 진화한다는 자연선택설을 주장했다.



(출처 : 유튜브. 황제과학 - 미스터리 과학 채널. 「해리포터의 투명망토?! 세상에서 가장 투명한 동물 TOP4」 중에서 ‘사파리나’ 2020.02.27. 사파리나의 껍질은 특정한 빛을 반사하는 결정들로 이루어져 있다. 이 결정들로 푸른색의 몸을 투명하게 할 수 있다. 45도 각도를 이루며 사파리나의 껍질에 들어간 가시광선은 나오면서 자외선으로 변하기 때문에 사파리나가 우리 눈에 보이지 않는다고 한다.)

- 해양생물의 위장술은 오랜 시간을 거쳐 진화의 진화를 거듭한 최고의 선물이라는 생각이 들었다. 그리고 해양생물들이 그들의 위장술을 이용해 자연환경에 적응하며 사는 모습이 놀랍고도 대단하다고 느꼈다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 1) 코로나19로 공공장소 방문이 어려웠다. 따라서 아쿠아리움 방문 날짜 조정이 필요했다. 또한 전교생을 대상으로 하는 해양생물의 자료전시와 설문지를 바탕으로 하는 토론을 하려고 했으나 학년마다 등교일자가 달라 차선책으로 핸드폰 대화방을 통한 설문조사를 실시했다. 또한 현장 탐방보다 인터넷이나 도서를 통한 자료 조사를 더 많이 하게 되었다.
- 2) 실험 및 오징어 해부를 하는 일정에 과학실 사용이 어려웠다. 따라서 장소 섭외를 다시 해야 했다.
- 3) 해양 생물 탐구 대회 중간보고서 제출인 7월 23일이 3학년 기말고사 기간이라 기말고사 대비와 토론 및 실험 모임 날짜의 수정이 필요했다.

: 기말고사를 기준으로 전반기는 주로 실내에서 할 수 있는 해양 생물 자료조사, 빛의 반사-굴절 실험, 토론을 중심으로 했다.

후반기에는 아쿠아리움의 방문이 가능한지 확인 후 방문할 수 있었다.

- 4) 오징어 해부실험은 장마가 계속 되어 살아있는 오징어를 준비 할 수 없어 문어를 준비하여 해부실험을 했다.
- 5) ‘메타 물질’ 에 대한 자료를 명확하게 이해하기 어려웠다.

### ○ 알게 된 점

- 투명 위장, 의태 위장, 보호색 위장 중에 한 가지를 선택해서 자기를 보호하는 생물들도 있었지만 문어처럼 의태나 보호색 위장, 두 가지 방법을 사용하는 생물도 있었다.  
특히, 해양생물의 투명 기간은 성체보다 약한 새끼 때 투명한 경우가 더 많았다. 새끼 때는 투명한 모습이었다가 성체가 되면 다시 원래의 색으로 돌아오는 경우들이 있었다.
- ‘화살꿀뚜기’ 라는 오징어는 천적에게 위협을 느낄 때 특정 단백질을 이용하여 천적을 피하는데, 그 특정 단백질을 이용하여 인간의 세포 일부를 투명하게 만들 수 있다. 그렇게 ‘생체조직 투명화 기술’ 이라는 새로운 기술로 다양한 의료 작업에 활용될 방안을 찾고 있다.
- 유리개구리와 투명 날개 나비의 특성을 조사하다 생물의 몸은 수분이 주성분이기 때문에 물속에서의 투명화 위장이 육지보다 더 자연스럽게 일어날 수 있다는 것도 알게 되었다.

### ○ 기타

- 카멜레온의 보호색변화를 관찰하기 위해 은산 어울림 생태 박물관이나 세계파충류 체험박물관을 방문하려 했으나, 코로나로 인해 박물관 체험을 하지 못했다.

## 5. 참고문헌

### 도서

- 강선화 (2013), 『각도로 밝혀라 빛』, 자음과모음, 서울, 대한민국, pp.41~65, pp.91~107
- 모니카 랑에 (2004), 『동물의 보호색 내가 보이니?』, 시공주니어, 서울, 대한민국, pp.7~12
- 베르나르 베르베르 (2003), 『나무』, 「투명 피부」, 열린책들, 파주, 대한민국, pp.52~64
- 사이 몽고메리 (2017), 『문어의 영혼』, 글항아리, 파주, 대한민국, pp.79~82
- 오차환 (2007), 『투명인간이 알아야 할 빛에 관한 상식』, 디딤돌, 서울, 대한민국, pp.12~27, pp.64~79
- 정완상 (2012), 『반사하고 굴절하는 빛』, 이치사이언스, 서울, 대한민국, pp.24~27, p.50, 53, pp.76~79
- 피터 고프리스미스 (2019), 『아더 마인즈』, 이김, 서울, 대한민국, p.147~201
- 토니 유진 (2005), 『동물들의 위장술』, 중앙출판사(중앙미디어), 서울, 대한민국, p.1
- 쿠와지마 미키, 카와구치 유키토 (2003), 『빛과 색의 신비』, 한울림어린이(한울림), 서울, 대한민국, pp.68~70, pp.107~109, pp.119~121, pp.184~186
- 학생과학문고 (2008), 『빛의 신비』, 한국독서지도회, 고양, 대한민국, pp.110~123

### 잡지

- 구와무라 데쓰오 (2013), 「의태하는 바다의 생물을 찾아보자」, 『우주는 정말로 무(無)에서 태어났는가?』, 아이뉴턴(뉴턴코리아), 서울, 대한민국, pp.100~115
- 다치 스스무, 이시하라 데루야 (2017), 「빛을 조종하는 투명화 기술」, 『빛과 색의 사이언스』, 아이뉴턴(뉴턴코리아), 서울, 대한민국, pp.160~165

### 블로그

김짐승, 「투명한 생물들-클리오네」, 『네이버 블로그』, 2015.05.12

<https://blog.naver.com/dkskffhrmaos/220357196255>

그린프로브, 「오르토크라스-곧게 뻗은 뿔」, 『네이버 블로그』, 2020.05.05

<https://blog.naver.com/thomas08174/221947026949>

나이든아저씨, 「멧도요」, 『쌍안경으로 보는 세상』, 2012.11.27.

<https://cafe.naver.com/binocularslove/25261>

남경호, 「신비로운 동물 사전-유리개구리, 말레이잎개구리, 바위 아가미도마뱀, 사막 살모사, 카멜레온, 바론 나비아벌레, 바위 잠자리, 크랩 거미, 대벌레, 예티게, 나뭇잎해룡, 배럴아이, 스톤 피쉬, 인도네시아 문어, 피그미해마」, 『남쌤사랑채』, 2019.12.08

<http://cafe.daum.net/namsemnara/jlXv/331?q=%EC%98%88%ED%8B%B0%EA%B2%8C&re=1>

빛비, 「변신의 귀재, 문어가 몸색깔과 질감을 바꾸는 방법」, 『우리말을 사랑하자!』

2020.02.09

· <https://blog.naver.com/chkybu/221802579936>)

스쿠아킴, 「흰 물떼새 새끼들」, 『눈사람클럽』, 2007.06.22

<https://cafe.naver.com/poletopole2/7434>

아세커꿈, 「시원한 가을 바람을 맞으며-계」, 『유진이와 유나의 세상 만들기』, 2009.10.11

<https://blog.naver.com/k940250/60092734058>

아킴스, 「각양각색의 계-말미잘 계」, 『산비둘기 둥지 뜨는 그곳』, 2018.09.04

<https://blog.naver.com/choon0412/221352068039>

안전성평가연구소, 「보도자료-생체조직투명화기술 해외 특허 등록」, 『안전성평가연구소』, 2020.02.27

<https://blog.naver.com/kitox8310/221825315483>

정수빈, 「오늘의 지식- 해양 은폐동물-오징어와 문어」, 『kevin110513』, 2012.11.14

<https://blog.naver.com/kevin110513/100171657940>

청하, 「나무발발이」, 『청하의 들꽃』, 2019.11.07.

<https://blog.naver.com/chongha/221701098961>

과도야, 「피부가 투명한 생물-뱃속 알까지 다 보이는 투명한 생물-날개가 투명한 나비 그레타 오토, 투명한 물고기, 투명한 해파리, 투명한 오징어」, 『일상에서 찾은 감성』, 2012.06.05

<https://blog.naver.com/totop890/20159294341>

카리, 「멧돼지」, 『사랑을 만나러 길을 나서다』, 2019.05.07

<https://blog.naver.com/seoldj/221531415563>

캔디, 「투명한 생물들-몸통이 투명한 개미, 투명 물고기 남극 빙어, 쥐돔, 유리 오징어, 유령 메기, 투명 복어, 투명 말미잘」, 『나무와 약초 이야기』, 2019.05.15

<http://cafe.daum.net/dlsdudaudtnr/JFfm/2184?q=%ED%88%AC%EB%AA%85%ED%95%9C+%EC%83%9D%EB%AC%BC&re=1>

한국해양수산개발원, 「물고기의 위장색은 오히려 반대로? 역그늘색!」, 『海온누리』, 2019.04.25

<https://blog.naver.com/kmibada/221520598996>

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |          |    |         |
|-------|----------|----|---------|
| 팀명    | 바다정원(해원) |    |         |
| 학생명   | 이하나, 박하랑 | 학교 | 인천해원중학교 |
| 지도교사명 | 김우선      | 학교 | 인천해원중학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 해조류를 이용한 천연 구강세정액 만들기   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 17일 ~ 2020년 8월 27일   |
| 탐구목적    | 시판용 구강 세정액의 단점을 보완하고, 사용하기 편하고 안전한 천연 구강 세정액을 만들어 사람들에게 해조류가 구취 제거에 효과적이라는 것을 알린다.  |
| 탐구내용    | 가. 해조류의 종류에 대한 조사<br>나. 천연 구강 세정액에 대한 조사<br>다. 해조류를 첨가한 박하 구강 세정액의 구취 제거 효과 측정<br>라. 감태의 농도를 조절한 구강 세정액의 구취 제거 효과 측정<br>마. 감태 구강 세정액의 선호도 조사  |
| 탐구결과    | 여러 가지 천연 구강 세정액 중에 가장 구취 제거에 효과가 좋은 것은 박하 구강세정액이었다. 해조류 중에 가장 구취 제거 효과가 좋은 해조류는 감태였으며, 감태를 박하 구강 세정액에 첨가하여 구취 제거 효과를 측정하였다. 그 결과 구취 제거 효과가 더 좋았으며, 이를 바탕으로 구강 세정액을 제작하였다. 제작한 구강 세정액을 다른 사람들을 대상으로 선호도 조사를 한 결과 선호하는 사람이 많았다. |
| 결론 및 의의 | 해조류는 여러 장점을 가졌으며, 해조류를 이용하여 구강 세정액을 만든 결과 구취 제거에 효과적이었다. 우리가 만든 구강 세정액의 단점을 보완하여 더욱 뛰어난 시판용 구강 세정액을 만든다면 해조류에 대한 사람들의 관심과 인식이 높아질 것이라고 판단된다.  |





|       |                      |
|-------|----------------------|
| 탐구 주제 | 해조류를 이용한 천연구강세정액 만들기 |
| 팀명    | 바다정원(해원)             |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

학교에서 급식을 먹고 난 뒤에 친구들과 이야기를 나눌 때, 자신의 입 냄새가 신경 쓰였던 적은 다들 있을 것이다. 그래서 우리는 빠르고 간편하게 구취를 제거할 수 있는 구강 세정제를 사용하곤 한다. 우리가 평소에 사용하고 있는 시판용 구강 세정액은 편리하지만, 알코올 성분이 포함되어 있어 사용 후 입 안을 마르게 해 구취를 더욱 유발하고, 계면활성제 성분으로 치아를 검게 착색시킨다는 부작용이 있다. 조금 더 안전하고 마음 편히 사용할 수 있게 구취를 제거할 방법을 찾아보다가 대황, 감태, 곰피, 톳 등의 해조류가 구취를 제거하는데 탁월하다는 사실을 알게 되었다. 해조류에 들어 있는 폴리페놀이란 성분이 입 냄새의 원인인 메틸머캅틴의 감소 효과가 뛰어나다는 것을 실험으로 증명하고자 하며, 나아가 해조류의 폴리페놀을 추출하여 안심하고 사용할 수 있는 천연 구강 세정제를 제작하는 방안에 대해 모색한다.

### ○ 탐구 목적

시중에 파는 구강세정액에는 알코올 성분과 계면 활성제 성분이 포함되어 있다. 이 알코올 성분은 사용 후 입안을 마르게 해 오히려 더욱 구취를 유발하고, 계면 활성제 성분은 치아를 검게 착색시킨다는 부작용이 있다. 그래서 우리는 사람들에게 시중에서 판매되는 구강세정액보다 안전하고 효과가 뛰어난 해조류를 이용한 천연 구강세정액을 만들어 홍보하고, 해조류가 구강 세정에 효과가 있다는 장점에 대해 사람들에게 알려, 사람들이 해조류에 대한 관심을 갖고, 해조류 구강세정액을 많이 이용할 수 있도록 한다.

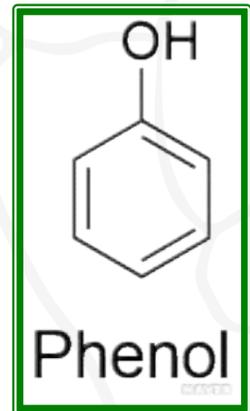
## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용 및 방법

#### 가) 이론적 배경 및 사전 조사

##### 1) 폴리페놀이란?

폴리페놀(polyphenol)은 다수의 페놀(phenol) 작용기를 가지는 고분자를 말한다. 페놀은 벤젠 고리에 하이드록실(hydroxyl, -OH)기를 가지는 화학 작용기이다. 자연계에서 발견되기도 하며 인공적으로 합성할 수도 있다. 폴리하이드록시페놀(polyhydroxyphenol)로 불리기도 한다. 폴리페놀은 광합성에 의해 생성된 식물의 색소와 쓴맛의 성분이므로, 포도처럼 색이 선명하고 떫은맛이나 쓴맛이 나는 식품에 많다. 우리 몸에 있는 활성 산소를 해가 없는 물질로 바꾸어 주는 항산화 효과가 있어 노화를 방지한다. 또한, 활성 산소에 노출되어 손상되는 DNA 보호, 세포 구성 단백질 및 효소를 보호하는 기능이 뛰어나 다양한 질병에 대한 위험도를 낮춘다고 알려져 있다. 더불어 항암 작용과 함께 심장 질환을 막아주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다.



##### 2) 사전 조사

###### (1) 시판용 세정액의 단점

구강질환이 없는 사람이 오랜 기간 시중에서 판매되고 있는 구강청결제의 사용하면 알코올 증발로 인한 구강 건조증, 높은 알코올 농도에 인한 입안 점막 손상, 치아 변색 등 각종 부작용이 발생 될 우려된다. 구강청결제 속에는 아무리 농도가 낮아도 화학합성물이 입안에 남아있으니 인체에 악영향을 끼칠 수 있다. 또한 입속 유해세균 제거도 구강청결제 장기 사용시엔 정상 세균까지 제거해 면역력을 저하시킬 우려가 크다. 많은 치과 전문의들은 구강청결제를 사용하지 않는다.

###### (2) 여러 가지 천연 구강 세정제 만드는 방법 찾기

천연 구강 세정제 만드는 방법은 다양하다. 우리에게 많이 알려진 박하, 정향, 베이킹 소다, 과산화수소 등은 입 냄새 제거에 좋은 효능을 가진 것들이다. 이들은 이용한 천연 구강 세정제 만드는 방법 중 가장 탁월한 효능을 가진 세정제를 찾는다. 구취 측정기를 통해 입 냄새 제거 정도를 파악하여 기록한다.

**(3) 해조류의 종류와 효과**

해조류의 종류는 매우 다양하다. 조사한 바에 따르면 감태, 곰피, 툇 등이 폴리페놀을 많이 함유하고 있어 항산화 효과 및 구강청결에 효과적이다.

|  |                  |   |
|--|------------------|---|
|   | <p><b>감태</b></p> | <p>갈조식물 다시마목 미역과의 해조(海藻). 줄기는 원주상이며 충분히 자란 것은 1m 이상 되는 것도 있다. 주로 제주도 일대 및 일부 남해안에 분포하며, 점심대의 수심 10m 내외의 깊은 곳에서 서식한다. 2-3년간 성장하는 다년생 식물이다. 전복의 주 먹이기도 한 감태는 알긴산, 요오드 및 칼륨 등의 영양소가 많이 함유되어 있는 건강식품 자원이다. 또한 감태에 후코이단과 플로로탄닌 성분을 함유하고 있으며, 이 성분들은 <u>항산화효과, 항암효과, 항염효과, 노화억제효과 및 고혈압 억제효과 등에 우수한 것으로 알려져 있다.</u></p> |
|   | <p><b>곰피</b></p> | <p>갈조식물 다시마목 미역과의 다년생 해조. 한국 동해안의 특산물로 무기질을 풍부히 함유하고 있으며 약간 짙은 맛이 인기가 좋아 씹이나 무침에 등에 많이 사용된다. <u>무기질을 풍부하게 함유하고 있으며 추출물은 구강청결제나 화장품으로도 이용되며, 최근에는 노화억제 물질이 발견되었다.</u></p>  |
|  | <p><b>툇</b></p>  | <p>바다에서 나는 툇은 칼슘, 요오드, 철 등의 무기염류가 많이 포함되어 있다. 특히 빈혈 예방에 좋다. 다른 식품에 비해 무기질이 풍부한 툇은 특히 철분이 많은 해조류로 무엇보다 <u>빈혈 증세에 효과적이며 칼슘, 칼륨도 풍부해 혈압이 높은 사람이나 스트레스를 많이 받는 사람에게도 도움이 된다.</u> 툇에 함유되어 있는 철분은 시금치의 3~4배나 된다. 빈혈 증세가 있는 사람에게 좋다.</p>  |

**나) 해조류를 이용한 천연구강세정액을 만들기 위한 계획**



## 다) 해조류를 이용한 천연구강세정액을 만들기 위한 과정 및 결과

### 1) 해조류 채취하기

우리는 해조류를 채취하기 위하여 해조류를 구할 수 있는 방법을 조사하였다. 조사하는 방법은 인터넷을 찾거나, 전문서적을 탐독했다. 조사한 결과 울릉도 부근 바다나, 완도 근처에서 우리가 원하는 해조류를 구할 수 있다는 정보를 얻었다. 전문가의 의견을 듣기 위해서 국립수산 과학원 해조류 센터(직접 전화), 국립 생물 자원관(홈페이지 방문), 완도 해조류 센터(직접전화)를 해보았다.

#### (1) 국립수산연구원 (직접전화)

Q1. 해조류와 관련된 전시나 교육기능이 있습니까?

-A1. 해조류 ‘연구’ 센터이기 때문에 교육이나 전시 기능은 아예 없습니다.

Q2. 해조류를 직접 채취하여 실험을 진행하려고 하는데, 해조류는 어디서 구할 수 있나요?

-A2. 계절에 따라 채취할 수 있는 해조류가 다른데, 지금 계절에는 인천쪽은 파래, 홍조류, 고시래기, 모자반 같은 해조류를 채취할 수 있습니다. 파래는 전국적으로 채취 가능하고 김, 미역, 다시마는 업체단계여서 지금은 채집이 어렵습니다. 그리고 직접 채취한 해조류를 실험에 사용하면 실험 결과에 영향을 미칠 수 있습니다. 해조류 각각에 붙어있는 미세조류가 워낙 많기 때문입니다.

#### (2) 전문가 (해양학과 대학 교수님)

Q. 대황은 어디서 구할 수 있나요?

-A. 울릉도 부근에서 채취 가능하고 구할 수 있는 해조류는 제가 구해 드리겠습니다.

#### (3) 국립 생물 자원관 (홈페이지 방문)

- 수도권 방역 강화 무기한 연장함에 따라 국립 생물자원관 전시교육동 미치 야외시설 휴관. 휴관일 : 2020년 6월 15일 ~ 추후공지

#### (4) 완도 해조류 센터 (직접전화)

- 전화 미응답

여러 전문 기관과 박물관에 전화 해 본 결과 코로나-19 로 인하여 직접 방문하는 것이 매우 어려웠고, 코로나-19 확산 방지를 위하여 현장조사는 하지 않기로 했다. 또한 ‘국립 수산 과학원’ 에 전화조사 해 본 결과, 해조류를 직접 채취하게 되면 발생하게 되는 문제점들을 발견했다. 따라서 해조류를 인터넷으로 구매하기로 결정하였다.



## 2) 폴리페놀 추출하기

폴리페놀을 추출하기 위해서 논문을 조사한 결과 아임계추출법으로 해조류를 추출하는 방법 등이 있었다. 하지만 우리 실험실 환경으로 폴리페놀을 직접 추출하기는 매우 어려웠다. 해조류를 구하더라도 해조류의 성분인 폴리페놀을 추출할 방법이 없기 때문에 해조류 분말을 천연 구강 세정액에 첨가하는 방식으로 전환하여 실험하기로 하였다.

## 3) 폴리페놀 첨가한 천연 구강세정액 만들기

2)에서 이야기한 바와 같이 폴리페놀을 추출하기는 매우 어려웠다. 우리는 해조류 분말을 첨가한 효과가 좋은 구강 세정액을 만들기로 했다. 효과가 좋은 구강 세정액을 만들기 위해서는 효과를 판단을 해야했다. 우리는 구취 측정기를 구매하였고, 이를 바탕으로 해조류를 첨가한 천연 구강 세정액을 만들고 효과를 측정할 것이다.

### (1) 구취 측정기의 신뢰도 실험

|      | 아무것도 불지 않았을 때의 구취측정기의 모습  |    |    | 같은 사람이 마늘을 먹은 뒤 같은 세기로 불어 측정했을 때의 구취 측정기의 모습  |    |    |    |   |    |     |     |
|------|---|----|----|---|----|----|----|---|----|-----|-----|
|      |  |    |    |  |    |    |    |  |    |     |     |
|      | 1회  | 2회 | 3회 | 4회  | 5회 | 6회 | 7회 | 8회  | 9회 | 10회 | 평균  |
| 먹기 전 | 3   | 3  | 2  | 4   | 3  | 3  | 3  | 3   | 4  | 3   | 3.1 |
| 먹은 후 | 4   | 4  | 4  | 3   | 4  | 4  | 4  | 3   | 4  | 4   | 3.8 |

### ○ 결과

마늘을 먹기 전과 마늘을 먹은 후의 평균이 달라진 것을 볼 수 있다.

마늘을 먹은 후에 평균이 올라간 것을 보면 구취 측정기의 치수를 확신할 수 있다.

## (2) 여러 가지 천연 구강세정액 만들기 및 효과 측정

### A. 베이킹 소다 구강세정액

재료 - 베이킹 소다 5g, 물 200ml

방법

- 1- 베이킹 소다 5g 을 전자저울로 측정한다.
  - 2- 물 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
  - 3- 베이킹 소다 5g 을 물 200ml에 넣는다.
  - 4- 베이킹 소다 가루가 보이지 않을 때까지 유리막대로 섞어준다.  
( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )
- 맛 : 짠 맛이 강했다.  
향 : 아무 향도 나지 않았지만 비커 때문인지 비린내가 나는 듯 했다.



### B. 사과식초 구강세정액

재료 - 사과식초 10ml, 물 200ml

방법

- 1- 사과식초 10ml를 비커로 측정한다.
  - 2- 물 200ml를 비커에 붓는다.
  - 3- 사과식초 10ml를 물 200ml에 넣는다. ( 식수 )
  - 4- 약 30초간 유리막대로 섞어준다.  
( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )
- 맛 : 신맛이 강했다.  
향 : 사과식초 특유의 툭 쏘는 냄새가 났다.



### C. 파슬리 정향 구강세정액

재료- 파슬리 1g, 물 200ml, 정향 에센셜 오일 3방울

방법

- 1- 파슬리 1g을 전자저울로 측정한다.
  - 2- 물 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
  - 3- 파슬리 1g을 물 200ml에 넣고 10분간 끓인다.
  - 4- 식힌 뒤 정향 에센셜 오일 3방울을 넣는다.
  - 5- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.  
( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )
- 맛 : 쓴 맛이 났다.  
향 : 한약 같은 냄새와 쓴 냄새가 났다.





### D. 박하 구강세정액

재료- 박하 1g, 물 200ml

#### 방법

- 1- 박하 1g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 물 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 박하 1g을 물 200ml에 넣고 10분간 끓인다.
- 4- 식힌다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

맛 : 시원한 맛이 났다.

향 : 기존의 구강세정제와 비슷한 박하 향과 시원한 느낌이 났다.



제 4 회 탐 구 대 회

| 변인 통제 |   |
|-------|---|
| 독립변인  | 구강 세정액의 종류  |
| 통제변인  | 온도, 물의 양, 같은 사람, 입김의 세기, 초기 구취 수치, 구강 세정액을 입에 머금는 양 |
| 종속변인  | 구취 측정기의 수치  |

(( 구취 제거 효과 측정 ))

|             | 1회 | 2회 | 3회 | 4회 | 5회 | 6회 | 7회 | 8회 | 9회 | 10회 | 평균  |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 마늘을 먹은 뒤    | 4  | 4  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4   | 3.9 |
| 박하 구강세정액    | 2  | 1  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2  | 2  | 3  | 2   | 2.1 |
| 베이킹소다 구강세정액 | 2  | 3  | 4  | 4  | 2  | 3  | 3  | 4  | 3  | 2   | 3.0 |
| 사과식초 구강세정액  | 4  | 3  | 4  | 2  | 3  | 4  | 2  | 4  | 4  | 3   | 3.5 |
| 파슬리정향 구강세정액 | 3  | 2  | 2  | 4  | 3  | 3  | 2  | 3  | 4  | 3   | 2.9 |

### ○ 결과

D 박하를 이용한 구강세정액이 효과가 매우 뛰어났다. 우리는 이 박하 구강 세정액에 해조류 분말을 첨가하여 더 좋은 구강 세정액을 만들기 위한 실험을 진행하였다.

### (3) 여러 가지 해조류 분말을 첨가한 박하 구강 세정액 만들기 및 효과 측정

#### A. 감태 구강세정액

재료 - 감태 분말 1g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 감태 분말 1g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 감태 분말 1g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

맛 : 박하 구강 세정액 덕분에 박하 맛이 나고 청량감이 있었다.

향 : 박하향과 함께 해조류의 비린 냄새가 조금 났다.



#### B. 곰피 구강세정액

재료 - 곰피 분말 1g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 곰피 분말 1g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 곰피 분말 1g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

맛 : 박하 구강세정액 덕분에 박하 맛이 나고 청량감이 있었다.

향 : 박하향과 함께 해조류의 비린 냄새가 조금 났다.



#### C. 톳 구강세정액

재료 - 톳 분말 1g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 톳 분말 1g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 톳 분말 1g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

맛 : 박하 구강세정액 덕분에 박하 맛이 나고 청량감이 있었다.

향 : 박하향과 함께 해조류의 비린 냄새가 조금 났다.





| 변인 통제 |   |
|-------|---|
| 독립변인  | 해조류의 종류   |
| 통제변인  | 온도, 박하 구강 세정액의 양, 같은 사람, 입김의 세기, 초기 구취 수치, 구강 세정액을 입에 머금는 양 |
| 종속변인  | 구취 측정기의 수치  |

(( 구취 제거 효과 측정 ))

|          | 1회 | 2회 | 3회 | 4회 | 5회 | 6회 | 7회 | 8회 | 9회 | 10회 | 평균  |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 마늘을 먹은 뒤 | 4  | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4   | 3.8 |
| 감태 구강세정액 | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 2  | 1  | 1  | 2   | 1.0 |
| 곰피 구강세정액 | 1  | 0  | 2  | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1   | 1.2 |
| 톳 구강세정액  | 1  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1   | 1.5 |

중미도 판

○ 결과

감태를 첨가한 박하 구강 세정액의 효과가 가장 뛰어났다. 더욱 효과가 좋은 구강 세정액을 만들기 위해 감태 분말의 농도를 조절해보는 실험을 진행하였다.

(4) 감태 분말의 양에 따른 천연 구강 세정액의 효과 측정

A. 0.5g 감태 구강세정액

재료 - 감태 분말 0.5g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 감태 분말 0.5g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 감태 분말 0.5g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.



( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

이물감이 거의 느껴지지 않았고 향에서 비린 냄새가 나지 않았다.



### B. 0.6g 감태 구강세정액

재료 - 감태 분말 0.6g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 감태 분말 0.6g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 감태 분말 0.6g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

이물감이 거의 느껴지지 않았고 향에서 비린 냄새가 나지 않았다.



### C. 0.7g 감태 구강세정액

재료 - 감태 분말 0.7g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 감태 분말 0.7g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 감태 분말 0.7g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

이물감이 조금 느껴졌고 향에서 비린 냄새가 나지 않았다.



### D. 0.8g 감태 구강세정액

재료 - 감태 분말 0.8g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 감태 분말 0.8g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 감태 분말 0.8g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.

( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

이물감이 0.9g 보다는 적게 느껴졌고 향에서 비린 냄새가 조금 났다.



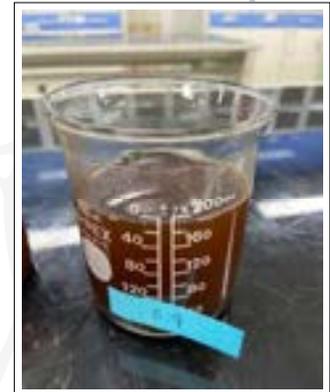


### E. 0.9g 감태 구강세정액

재료 - 감태 분말 0.9g, 박하 구강 세정액 200ml

방법

- 1- 감태 분말 0.9g을 전자저울로 측정한다.
- 2- 박하 구강 세정액 200ml를 비커에 붓는다. ( 식수 )
- 3- 감태 분말 0.9g을 박하 구강 세정액 200ml에 넣는다.
- 4- 약 1분간 유리막대로 섞어준다.



( 마늘을 먹은 후 같은 사람이 같은 세기로 측정/ 표는 아래에 )

이물감이 1g감태 구강 세정액과 비슷했다. 향에서 비린 냄새가 조금 났다.

| 변인 통제 |   |
|-------|---|
| 독립변인  | 감태분말의 농도  |
| 통제변인  | 온도, 박하 구강 세정액의 양, 같은 사람, 입김의 세기, 초기 구취 수치, 구강 세정액을 입에 머금는 양 |
| 종속변인  | 구취 측정기의 수치  |

(( 구취 제거 효과 측정 ))

|     | 1회 | 2회 | 3회 | 4회 | 5회 | 6회 | 7회 | 8회 | 9회 | 10회 | 평균  |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 0.5 | 1  | 2  | 0  | 2  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 0   | 1.4 |
| 0.6 | 0  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 2  | 0  | 1   | 1.3 |
| 0.7 | 1  | 0  | 2  | 1  | 2  | 0  | 2  | 1  | 2  | 2   | 1.3 |
| 0.8 | 1  | 2  | 0  | 1  | 1  | 0  | 2  | 1  | 2  | 2   | 1.2 |
| 0.9 | 1  | 0  | 1  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  | 2  | 0   | 1.3 |

### ○ 결과

감태의 양이 증가하면 하면 할수록 효과는 증진되는 경향을 보였다. 그러나 0.8의 수치는 구취 측정기의 신뢰성의 문제로 수치가 나타날 수 있다고 판단을 내렸다. 우리는 이 구강 세정액의 이물감과 효과를 보았을 때 0.6g이 우리가 천연 구강세정제로 만들기 가장 적당하다고 판단했다. 그러나 우리가 학교 과학시간에 배운 내용으로는 용액에는 용해도라는 것이 존재하게 되는데 용해도는 온도가 높아짐에 따라 높아진다. 가장 이물감이 이물감이 많은 0.9g 감태 구강 세정액을 온도에 변화를 주어 실험을 진행해 보았다.

제 4 회 탐 구 대 회

**(5) 온도에 따른 감태 구강 세정액의 용해도 측정**



**○ 결과**

28°C의 0.9g 감태 구강 세정액의 침전물의 양은 위의 (가)와 같이 많았다. 이 구강 세정액의 온도를 40°C로 높이자 (나)와 같이 침전물의 양이 감소하였다. 이는 온도가 높아짐에 따라 용해도가 증가하여 용질인 감태가 용매인 박하 구강 세정액에 녹은 것으로 판단된다. 그러나 시간이 지남에 따라 40°C의 감태 구강 세정액의 온도는 낮아졌고 이에 침전물의 양이 점점 증가하였다. 따라서 우리는 침전물의 양이 적고 구취 제거 효과가 뛰어난 0.6g 감태 구강 세정액을 다음 실험에서 사용하였다.

**4) 천연 구강세정액의 선호도 조사**

**1) 시판용 구강세정액과 천연 구강세정액의 구취제거 효과 비교**

| 변인 통제 |   |
|-------|---|
| 독립변인  | 구강 세정액의 종류                                    |
| 통제변인  | 온도, 같은 사람, 입김의 세기, 초기 구취 수치, 구강 세정액을 입에 머금는 양 |
| 종속변인  | 구취 측정기의 수치                                    |

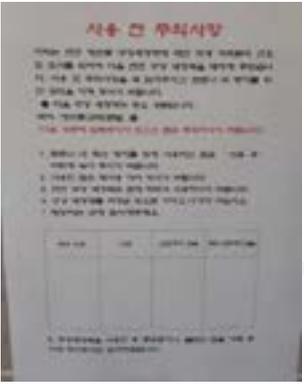


|     | 1회 | 2회 | 3회 | 4회 | 5회 | 6회 | 7회 | 8회 | 9회 | 10회 | 평균  |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 시판용 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1   | 0.4 |
| 천연  | 2  | 1  | 3  | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 1   | 1.6 |

**○ 결과**

시판용 구강 세정액의 구취 제거 효과는 매우 뛰어났다. 그러나 우리가 만든 천연 구강 세정액 또한 효과가 매우 좋았다.

2) 0.6g 감태 구강 세정액의 선호도 조사

| 부착 당시   | 3일 후  |
|---|---|
|     |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참신하고 좋습니다!</li> <li>- 맛이 한약같아요.</li> <li>- 끝맛이 비린 것 같습니다.</li> <li>- 사용 후에 입에서 박하향이 납니다. 효과가 있는 것 같아요.</li> <li>- 청량감이 있네요.</li> <li>- 약간 비려요.</li> <li>- 익숙하지 않은 맛이에요.</li> </ul> |   |

○ 결과

| 매우 선호 | 선호 | 선호하지 않음 | 매우 선호하지 않음 |
|-------|----|---------|------------|
| 2     | 10 | 3       | 1          |

해조류 특유의 비린 맛이 별로였다고 한 사람들이 많았다. 폴리페놀 대신에 해조류 분말을 사용하였기 때문에 비린 맛과 냄새는 피할 수 없었다. 하지만 위의 표에서 보는 바와 같이 대부분의 학생들이 천연 구강 세정액에 선호도가 높았다. 따라서 해조류에서 직접 폴리페놀을 추출하여 전문적으로 구강 세정액을 만든다면 효과가 매우 뛰어나고 안전한 구강 세정액을 만들 것이라고 생각한다.

5) 도안 및 용기 제작하기

앞서 (4)에서 나온 결론처럼 폴리페놀을 사용하지 않고 해조류 분말을 사용하였기 때문에 해조류 분말이 가라앉은 침전물이나 비릿한 냄새, 비린 맛을 잡을 수 없었다. 따라서 우리는 천연 구강세정액을 시판용으로 만들기에는 어려움이 있어 도안 및 용기 제작은 하지 않기로 하였다.

첨단 미디어

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

우리는 해조류를 이용한 구강 세정액을 만들기 위해 해조류의 종류와 그 효능에 대해 조사하였고, 특히 감태, 툫, 곰피가 효능이 뛰어나다는 사실을 알았다. 또한 사람들에게 잘 알려진 천연 구강세정액 중에 박하를 이용한 구강 세정액이 구취 제거에 뛰어나다는 사실을 깨달았다.

우리는 구취 제거에 효과적인 해조류를 우리에게 잘 알려진 천연 구강 세정액에 첨가하여 실험을 진행하였다. 그 결과 박하 구강 세정액의 효과는 증진되었고, 따라서 해조류는 구취 제거에 효과가 뛰어나다는 결론을 얻게 되었다. 이를 통해 우리는 해조류(감태)를 이용한 천연 구강 세정액을 만들었다. 단점이 있었지만 사람들의 선호도를 조사한 결과, 많은 사람이 천연 구강 세정액을 선호했다. 이러한 단점을 보완하여 전문적으로 해조류의 성분을 이용한 구강 세정액을 만든다면 사람들에게 해조류의 장점을 알릴 수 있는 기회가 될 것이며, 세정액뿐만 아니라 다른 물질에도 응용되어 사용될 것으로 예상한다.

#### ○ 의의(기대효과)

##### 가. 해조류의 장점 극대화

예전부터 해조류가 사람에게 미치는 좋은 영향은 많이 알려져 왔다. 하지만 실제로 사람들이 해조류를 먹거나 이용하는데에는 많은 어려움이 있다. 해조류마다 채취할 수 있는 시기가 있어 구하기가 힘들고, 가격이 비싼 점이 대표적인 예이다. 그 중에서도 가장 어려운 점은 사람들이 해조류의 장점에 대해 잘 모르는 점과 접근하기가 매우 어렵다는 것이다. 따라서 사람들이 필요로 하는 입 냄새 제거 기능을 가진 해조류 이용한 구강 세정제를 통해 사람들이 쉽게 해조류에 접근할 수 있다. 또한 시중에서 판매되는 구강 세정제의 단점을 보완한 매우 뛰어난 효과를 가진 천연 구강 세정제를 이용할 수 있다.

##### 나. 해조류에 대한 사람들의 인식 변화

흔히 해조류라고 하면 바다에 사는 식물 정도로만 생각한다. 또한 사람들은 해조류를 먹는 것의 한 종류로만 인지하고 그의 장점에 대해 잘 모르는 것이 대부분이다. 해조류를 통한 구강 세정제라는 것을 통해 해조류의 장점에 대해 사람들에게 알릴 수 있고, 세정제의 탁월한 효과를 토대로 해조류를 또 다른 제품에 응용할 수 있는 사례가 나올 것으로 예상된다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

#### 가. 코로나로 인한 어려움

우리가 인천에 있는 이점을 이용하여 해조류를 직접 채취하고 싶었지만 직접 채취하는 것은 불가능했고, 조언을 얻기 위해 국립수산물과학원(남해), 국립생물 자원관, 완도 해조류 센터(남해)에 전화를 해봤지만 모두 코로나로 인해 실외, 실내 교육기능과 전시가 어려웠다. 코로나로 인하여 학교에 등교하는 날도 많지 않아 회의를 진행하는데 어려움이 있었으며, 실험실 사용에도 제한이 되어 실험 수행이 계획대로 이루어지지 않은 점이 매우 곤란했다.

#### 나. 해조류 채취 금지 기간으로 인한 어려움

2010년에 개정된 법률에 따르면 금지 기간동안 일정한 해조류를 채취하지 못한다고 나와있다. 우리가 구하고자 하는 해조류 또한 이 기간과 겹쳤다. 또한 전문가에게 문의한 결과 해조류를 직접 채취하는 것은 채취한 해조류에 미세조류가 많이 붙어 있어 실험 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문에 인터넷으로 구입하기로 결정하였다.

#### 다. 대항 수집에 대한 어려움

가, 나의 상황으로 인해 해조류를 직접 채취하지 않고 구매하기로 결정하였다. 하지만 해양학과 교수님에게 문의를 했을 때, 대항이 울릉도에서만 채집이 가능하다고 하였으며, 이를 구하기 위해 노력했지만, 해조류 채취 금지 기간과 겹쳐 대항을 구하기는 어려웠다.

#### 마. 입 냄새 측정에 관한 어려움

우리 실험의 목적은 ‘정말 해조류가 입 냄새 제거에 효과가 있는가?’에 대한 답을 찾고 싶었다. 이를 위해서는 정확한 입 냄새 정도를 측정하는 기계가 필요하다. 인터넷이나 책을 찾아보았지만 이를 위해서는 정밀한 기계가 필요한 상황이다. 정밀한 기계는 병원과 같은 전문기관에서 이용되고 있었고 매우 비싼 값을 하는 기계이다. 우리는 시중에서 판매되고 있는 구취 측정기를 구입하여 실험을 진행하고자 한다.

### ○ 알게 된 점

가. 해조류채취 금지기간

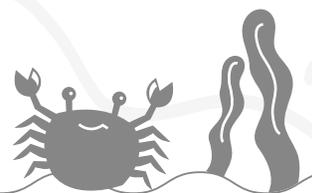
나. 해조류의 구취 제거 능력

다. 여러 가지 천연 구강 세정액

## 5. 참고문헌

- 해양학과 교수님
- 네이버 지식백과 - 해조류의 종류, 폴리페놀 (<https://terms.naver.com/>)
- 수산자원관리법 - 해조류 채취 금지기간  
(<http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=211869&efYd=20200604#J6:0>)
- 가그린의 부작용 (<https://www.nocutnews.co.kr/news/4532706>)
- 구강 세정액 만드는 방법 ([h.co.kr/how-to-make-natural-mouth-wash/](http://h.co.kr/how-to-make-natural-mouth-wash/))
- 해양수산과학원 해조류센터  
(<http://www.mof.go.kr/im/userList.do?menuKey=628&searchType=&searchOuCode=1192507&searchOuName=%ED%95%B4%EC%A1%B0%EB%A5%98%EC%97%B0%EA%B5%AC%EC%84%BC%ED%84%B0>)
- 구취 측정기 구매 사이트 (<http://item.gmarket.co.kr/Item?goodscode=1684356040>)
- 감태 분말 구매 사이트  
(<http://item.gmarket.co.kr/detailview/item.asp?goodscode=1813764083>)
- 곰피 분말 구매 사이트  
(<http://item.gmarket.co.kr/detailview/item.asp?goodscode=1715707288>)
- 톳 분말 구매 사이트  
(<http://item.gmarket.co.kr/detailview/item.asp?goodscode=1601279043>)

# 고등부 수상작



고등부 수상팀 명단

| 구 분          |           | 팀 명              | 학 교                 |
|--------------|-----------|------------------|---------------------|
| 해양수산부 장관상    | 대상 (1팀)   | Mr.CEO           | 경원고등학교              |
| 국립해양생물 자원관장상 | 최우수상 (1팀) | 사이다(사이언스면 다 돼~!) | 진교고등학교              |
|              | 우수상 (2팀)  | 오버 더 오션          | 포항이동고등학교            |
|              |           | 탐구해요 갯끈풀숲        | 인천남고등학교<br>인천논현고등학교 |
|              | 장려상 (4팀)  | 왓따개비             | 부천여자고등학교            |
|              |           | 핸섬가이즈            | 브니엘고등학교, 김해고등학교     |
|              |           | 해산물아 만나서 반갑데이~   | 독산고등학교              |
|              |           | 키알산              | 명호고등학교              |

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

※ 탐구 전체에 대한 내용을 요약하여 한 페이지로 작성하세요.(분량 초과 시, 감점)

|       |                                   |    |        |
|-------|-----------------------------------|----|--------|
| 팀명    | Mr. CEO ( Conger Eel Observation) |    |        |
| 학생명   | 윤홍민, 최제윤                          | 학교 | 경원고등학교 |
| 지도교사명 | 허인경                               | 학교 | 경원고등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 붕장어와 먹장어를 이용하여 소독약을 만들어보자  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 17일 ~ 2020년 8월 27일  |
| 탐구목적    | 붕장어와 먹장어가 분비하는 점액질 성분의 특성인 유동성이 없음을 이용하여 발림성이 좋으면서도 병원체에 의한 감염을 막아주는 소독약을 만들어 기존에 존재하는 약품의 불편한 점( 바르자마자 흐르고 떨어짐)을 보완하고 개선하기 위함 |
| 탐구내용    | 붕장어와 먹장어의 점액질과 붕장어의 표피를 채취한 후 황색포도상구균, 비브리오균, 대장균 배지에 세균을 완전히 발현시킨 다음 각각 점액질과 표피를 투과하여 항균의 유무를 관찰한다.                           |
| 탐구결과    | 붕장어의 표피와 먹장어의 점액질을 투과한 세균 배지에 투과한 부분에는 세균이 발현되지 않았지만, 이외의 부분에는 세균이 증식되어 있었다.   |
| 결론 및 의의 | 탐구 결과를 통하여 먹장어의 점액질과 붕장어의 표피에 시약을 투여하여서 세균의 완벽한 차단을 할 수 있게하고 인체에 무해하다는 것만 검증한다면 점성이 있는 소독약으로 개발하여 유용한 발명품이 될 것이다.              |





|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>붕장어와 먹장어를 이용하여 소독약을 만들어보자</b>          |
| <b>팀명</b>    | <b>Mr. CEO ( Conger Eel Observation )</b> |

## 1. 탐구 동기 및 목적(학생들이 왜 해당 탐구 주제를 선택하였는지, 탐구의 목적은 무엇인지 짧게 기술)

### ○ 탐구 동기

- 평소 즐겨하는 운동인 농구를 하다가 넘어지거나 부딪혀서 다치는 경우가 종종 있었습니다. 무릎이나 팔꿈치가 까지면 우리가 흔히 빨간약이라고 부르는 포비돈요오드액은 많은 사람들이 소독약으로 사용합니다. 하지만 이 포비돈요오드 용액은 점성이 전혀 없는 액체로서 상처난 부위에 바르면 쉽게 흘러버리고 그 위에 밴드를 바른다고 해도 밴드가 쉽게 떨어지는 경향이 있었습니다. 또한 포비돈은 경우에 따라 부작용이 발생할 우려가 있습니다. 주성분 요오드가 갑상선에 영향을 주기 때문에 요오드가 과도하게 체내 흡수될 경우 갑상선 호르몬 체계에 교란이 일어날 수 있습니다.

그래서 어떻게 하면 2차 감염을 예방하면서도 발림성이 좋은 약을 만들 수 있을지 생각하다가 거리에서 자주 볼 수 있는 먹장어와 붕장어를 파는 가게에서 수족관에 끈적해보이는 점액질이 있는 것을 봐서 붕장어와 먹장어가 분비하는 점액질의 물질로 발림성이 좋으면서도 감염을 막는 반창고의 기능을 동반한 소독약을 만들 수 있지 않을까라고 고민하여 탐구를 통해 해결하고자 합니다.

### ○ 탐구 목적

- 붕장어와 먹장어가 분비하는 점액질 성분의 특성인 유동성이 없음을 이용하여 발림성이 좋으면서도 병원체에 의한 감염을 막아주는 소독약을 만들어 기존에 존재하는 약품의 불편한 점( 바르자마자 흐르고 떨어짐)을 보완하고 개선하기 위함입니다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

#### - 1. 생물의 면역체계

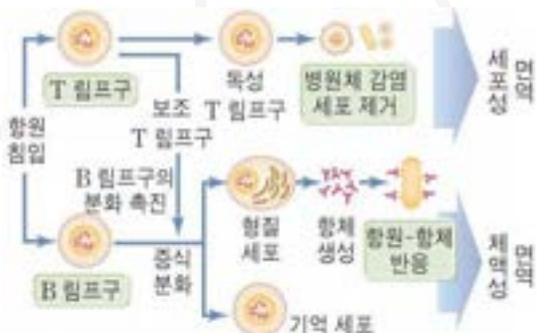
척추 동물 및 무척추 동물들은 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등과 같은 외부물질(병원체)의 침입으로부터 자신을 방어하기 위한 면역체계를 가지고 있다. 생체의 면역체계는 크게 비특이적 면역반응과 특이적 면역반응으로 구성되어 있다. 비특이적 면역은 항활성 펩타이드 및 렉틴(세포막을 구성하는 당단백질이나 당지질의 당 부분

에 결합함으로써 세포 응집, 세포분열의 유발 등을 일으키는 물질의 총칭)에 의한 체액성 면역과 대식세포, 다핵형 백혈구 등에 의한 세포성 면역으로 이루어져 있다.

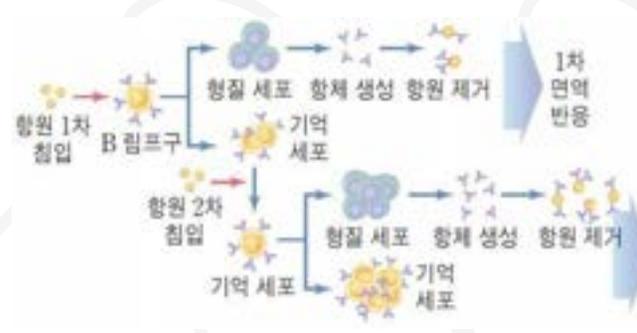


[그림1] 비특이적 면역반응 - 염증반응

한편 특이적 면역반응에는 B림프구가 항원을 인지한 후 분화되어 특이적인 항체를 분비하는 체액성 면역 반응과 억제 T세포, 세포독성 T 세포 및 기억 T세포, B 림프구를 활성화 시키는 역할을 담당하는 세포성 면역반응으로 구성되어 있다. 생체가 세균등과 같은 이물질에 감염되었을 경우 일차적인 방어 역할을 담당하는 비특이적 면역과 이차적인 방어 역할을 담당하는 특이적 면역반응이 조화를 이루면서 생체 방어기능을 담당한다고 알려져 있다.



[그림2] 세포성 면역과 체액성 면역



[그림3] 1차 면역반응과 2차 면역반응

지금까지 비특이적 면역을 수행하는 여러 물질 중 항균활성 펩타이드에 대한 연구는 단백질에 비해 분자량이 적은 점, 분리의 편리함, 화학합성의 용이함이 연구되어 있고, 이들 물질은 항균작용 외에 상처 치료의 촉진 및 단핵세포의 화학주성

작용을 나타낸다고 보고되어 있다. 2002년 박남규 교수가 실험한 연구에 따르면 붕장어의 피부를 이용하여 항균활성 펩타이드를 정제하여 관찰해보니 정제된 펩타이드는 12개의 아미노산으로 구성되어 있으며 지금까지 알려진 항균활성 펩타이드와 일차구조를 비교한 결과, 상동성을 나타내지 않는 새로운 종류의 항균활성 펩타이드로 판명되어서 우리는 이 붕장어와 비슷한 점액질을 많이 분비하는 떡장어의 분비 물질을 이용하여 세균 침투를 막고 점성이 있는 소독약을 만드는 것을 탐구할 것이다.

## 2. 단백질 정제 방법

- ① 에세이 기법 : 관심 있는 단백질의 존재 여부나 양을 확인하는 실험법. 분광 광도계로 흡광도를 측정하여 알 수 있음.
- ② 조추출액 추출하기 : 세포파쇄, 균질화, 음파파쇄, 프렌치 프레스, 유리 구슬 돌리기, 효소 분해, 화학 물질을 이용한 세포 파괴, 삼투압을 이용한 파괴, 냉동-해동법을 이용하여 최종적으로 수용성 단백질들이 녹아 있는 상층액을 얻음.
- ③ 염석 : 조추출액에  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  를 조금씩 늘려 투여하면서 낮은 용해도의 단백질 순서로 침전되게 하면 단백지리과 물이 분리되어 가라앉음
- ④ 투석 : 염석으로 나뉜 각 단백질들을 반투과막 안에 넣고 적당한 완충용액을 담가 염을 제거함. 다시 완충용액에 녹은 단백질들은 각각 에세이를 실시해 효소활성을 보이는 튜브를 선별함.
- ⑤ 크로마토그래피 : 샘플을 이동상에 녹여 고정상 위로 흘렸을 때 고정상과 상호작용하는 힘의 차이 때문에 각 성분 물질들이 분리되도록 하는 법.  
-박층 크로마토그래피, 이온 교환 크로마토그래피, 친화 크로마토그래피, 겔 여과 크로마토그래피 중 크로마토그래피의 특징에 따라 점액질 안에 폴리펩타이드를 분리하는 적절한 방법을 사용할 것
- ⑥ 등전점 전기영동 : 샘플 속에 섞여 있는 단백질들을 PI 값에 따라 각각 분리함.
- ⑦ SDS-PAGE : 샘플 속의 단백질들을 분자량에 따라 각각 밴드 형태로 분리하면 샘플 속에 들어있는 단백질의 수, 종류, 양, 각 단백질의 분자량을 알 수 있음.

## 3. 붕장어와 떡장어 이외의 추가적인 점액질 분비 생물 탐구

붕장어와 떡장어의 분비 물질 탐구 후 추가적으로 점액질의 물질을 분비하는 해양생물에 대해서도 타목해 보고자 한다. 다시마나 미역과 같은 해조류는 뜨거운 햇빛, 모래, 거친 파도 등으로부터 자신을 보호하기 위해 해조류 스스로가 만들어 내는 수용성 식물섬유 즉 점액질의 일종인 후코이단이 함유되어 있다. 후코이단은 인체에 침투한 세균, 바이러스 등으로부터 생물의 면역체계를 지키고, 림프구의 면역세포를 활성화 하는데도 도움을 주기 때문에 붕장어와 떡장어의 점액질과 함께 다시마나 미역의 점액질도 탐구하여 추가적으로 이런 물질로도 소독약을 만들 수 있는지 탐구할 것이다.

#### 4. 세균배양법

세균의 대개는 인공적인 배지로 배양할 수가 있지만 종류에 의해서는 상당히 엄격한 조건을 필요로 하는 것이 있다. 배지의 종류로서는 증식을 목적으로 하는 증균 배지, 분리배양을 목적으로 하는 선택배지 등이 있다. 자연계, 식품, 분변, 그 밖의 시료로부터 세균을 분리하기 위해서는 한천배지상에 집락을 만들어, 이것을 백금선으로 따낸다. 미량의 균을 분리하기 위해서는 증균한 후에 같이 하지만 각종 균이 혼재하고 있는 시료로부터 미량의 균을 분리하기 위해서는 선택성이 있는 증균 배지를 사용하는 것이 필요하다. 세균이 어느 정도 존재하는가를 알아내기 위해서 될 수 있는 한 다종의 균을 분리가 필요하며 많은 영양소를 포함한 배지를 사용할 필요가 있다. 또한 특정한 균을 목적으로 하기 위해서는, 다른 균을 억제하는 성분을 가하거나, 목적균의 증식에 필요한 성분을 가하기도 한다. 이러한 여러 가지 목적을 위하여 현재에는 대단히 많은 종류의 배지가 분말배지로 제조, 시판되고 있다. 세균의 배양온도는 병원균이나 식중독균에서는 35~37℃ 정도이고 부패세균에서는 25~30℃ 정도이지만 고온세균이나 저온세균을 목적으로 할 때에는, 45℃ 이상이나 10℃ 이하에 배양하는 경우도 있고 특정한 균에는 그의 최적온도를 쓴다. 배양시간은 24시간 또는 그 이상인 경우도 있다. 호기성균은 보통의 배양법도 좋지만 혐기성균에서는 여러 가지의 혐기적 배양법을 사용한다.



[사진1] 붕장어의 생김새

좌측의 사진은 떡장어와는 다르게 눈에서 5센치정도 뒤에 지느러미가 발달되어있는 붕장어의 사진이다.

#### ○ 방법

- STEP 1. 시중에서 구할 수 있는 50~60cm정도의 최대한 갓 잡은 붕장어와 떡장어를 선별하여 확보한다.

STEP 2. 붕장어와 떡장어를 흐르는 깨끗한 물에 세척하고 70%에탄올로 깨끗이 소독하고 정확하게 점액을 얻기 위해 무게를 측정한다.

STEP 3. 무게를 측정한 붕장어와 떡장어를 망에 넣어 10분간 분비된 점액을 시료에 필요

한 만큼 수집한다.

\*붕장어와 먹장어에게는 12시간의 회복기를 주고 위와 동일한 방법으로 점액을 수집한다.

STEP 5. 수집한 점액질을 약 영하 20도의 냉동고에 보관한다.

STEP 6. 냉동시킨 먹장어와 붕장어 점액질을 해동후 원심분리기에 4개의 튜브를 넣고 10분동안 돌려준다.

STEP 7. 붕장어의 표피조직을 해부를 통해 채취한다.

STEP 8. 채취한 표피조직을 가위로 거의 형체가 보이지 않도록 자른 후에 자르지 않고 놔둔 표피조직과 함께 원심분리기에 넣고 10분동안 돌려준다.

STEP 9. 35~37℃ 정도의 온도에서 황색포도상구균, 비브리오, 대장균 배지로 세균을 배양한다.

STEP 10. 세균에 라텍스 장갑을 끼고 먼지가 많이 쌓인 곳을 만진 후에 세균 배지에 각각 4개씩 문지른다. 나머지 1개에는 오염시키지 않고 방치한다.

STEP 11. 불순물과 분리된 먹장어와 붕장어의 점액질, 붕장어의 표피를 대장균, 비브리오, 황색포도상구균에 투여한다.

STEP 12. 다음날 먹장어와 붕장어의 점액질과 붕장어의 표피가 세균 발현을 막는지 관찰한다.

## ○ 결과

- 세균 번식 후, 먹장어의 점액질을 투과한 대장균 배지의 경우, [사진1]과 같이 점액질이 투과되어 있는 부분에 세균이 번식되어 있지 않은 반면, 그 이외의 부분은 세균이 번식 되어 있음을 알 수 있다. 현미경의 관찰 경우 또한 위의 결과와 동일하다.

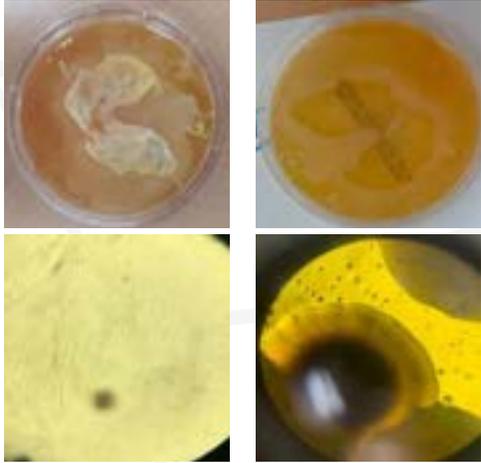


[사진1] 왼쪽부터 점액질을 투과한 대장균 배지와 점액질을 벗긴 대장균 배지

[사진2] 왼쪽부터 점액질을 투과한 대장균 배지 부분과 그 이외의 대장균 배지 부분을 현미경으로 관찰한 모습

- 세균 번식 후, 먹장어의 점액질을 투과한 황색포도상구균 배지의 경우, [사진3]과 같이 점액질이 투과되어 있는 부분에 세균이 번식되어 있지 않은 반면, 그 이외의 부

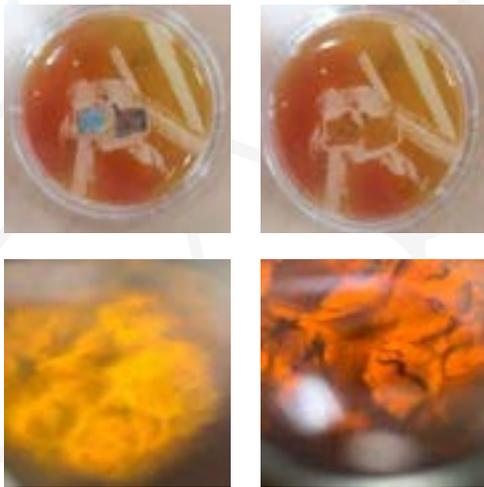
분은 세균이 번식 되어 있음을 알 수 있다. 현미경의 관찰 경우 또한 위의 결과와 동일하다.



[사진3] 왼쪽부터 점액질을 투과한 황색포도상구균 배지와 점액질을 벗긴 황색포도상구균 배지

[사진4] 왼쪽부터 점액질을 투과한 황색포도상구균 배지 부분과 그 이외의 황색포도상구균 배지 부분을 현미경으로 관찰한 모습

- 세균 번식 후, 붕장어의 표피를 투과한 황색포도상구균 배지의 경우, [사진5]와 같이 점액질이 투과되어 있는 부분에 세균이 번식되어 있지 않은 반면, 그 이외의 부분은 세균이 번식 되어 있음을 알 수 있다. 현미경의 관찰 경우 또한 위의 결과와 동일하다.



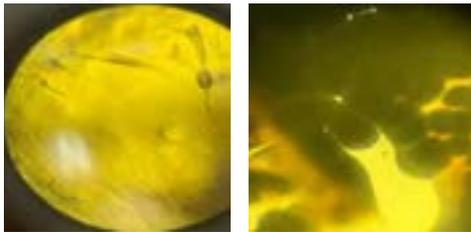
[사진5] 왼쪽부터 표피를 투과한 황색포도상구균 배지와 표피를 벗긴 황색포도상구균 배지

[사진6] 왼쪽부터 표피를 투과한 황색포도상구균 배지 부분과 그 이외의 황색포도상구균 배지 부분을 현미경으로 관찰한 모습

- 세균 번식 후, 먹장어의 점액질을 투과한 대장균 배지의 경우, [사진1]과 같이 점액질이 투과되어 있는 부분에 세균이 번식되어 있지 않은 반면, 그 이외의 부분은 세균이 번식되어 있음을 알 수 있다. 현미경의 관찰 경우 또한 위의 결과와 동일하다.



[사진7] 왼쪽부터 점액질을 투과한 비브리오균 배지와 점액질을 벗긴 비브리오균 배지



[사진8] 왼쪽부터 표피를 투과한 비브리오균 배지 부분과 그 이외의 비브리오균 배지 부분을 현미경으로 관찰한 모습

### 3. 탐구의 결론 및 의의(전체 탐구에 대한 결론, 의의, 활용 방안 등)

#### ○ 결론

- 먹장어의 점액질과 붕장어의 표피가 항균 작용을 한다는 것을 알 수 있다.

이번 실험에서는 시약을 투여하지 않고 점액질을 사용하였는데도 점액질이 있는 곳에 세균이 자라지 않는 것을 보아하니 소독약을 개발할 때에는 완벽한 세균의 차단을 위해서 시약을 투여하여서 먹장어점액질과 붕장어의 표피를 이용한 소독약을 만들면 될 것이다.

· 이와 같은 결론을 가지고 먹장어의 점액질과 붕장어의 표피가 인체에 무해하다는 것을 검증한다면 점성이 있는 소독약이 개발되리라 기대한다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 점성이 없는 액체형 소독약(ex: 포비돈)의 단점을 보완한 젤 타입의 소독약을 만들어 흐르거나 떨어지지 않으면서도 2차 감염을 예방할 수 있는 소독약을 만들 수 있다. 점액질의 점성을 효과적으로 활용함으로써 깔끔한 소독약이 되리라 예상한다. ‘점성’에만 초점을 맞춘 것이 아닌 항균 효과나 병원체에 의한 감염 예방의 목적은 기존의 소독약과 동일하게 그대로 보존하여 불편했던 소독약의 사용을 개선할 수 있으리라 생각한다. 이를 통해 육상의 생물보다 상대적으로 개발과 연구가 적은 해양생물

의 잠재적 효용가치를 부각시킬 수 있고, 다른 화합물과 달리 재사용이 가능하여 지속 가능발전교육과 연구에도 도움 될 수 있음을 예상한다.

#### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

##### ○ 어려운 점

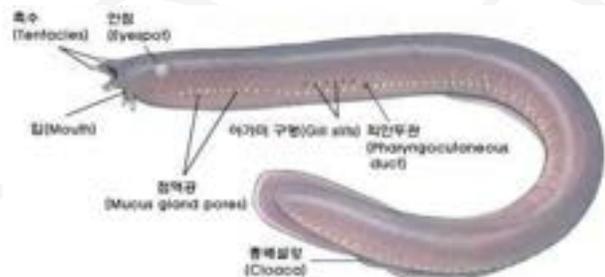
- 붕장어에게서 물리적인 방법으로 점액질을 추출해보니 소량밖에 추출되지 않아 힘들었다.
- 세균을 배양할 때 온도를 처음에 낮게 잡았더니 발현된 세균이 2개밖에 없어서 어려움을 겪었다.
- 붕장어의 표피조직을 형태를 알아볼수 없을정도로 잘게 자르는데 힘이 많이 들어서 어려웠다.
- 학교의 원심분리기가 오래되어서 원심분리기를 사용할 때 원심분리기에 넣는 튜브가 금이 가서 어려움이 있었다.
- 붕장어의 점액질이 점성이 적어서 대장균, 비브리오 배지에 투여하는데 어려움이 있었다.

##### ○ 알게 된 점

- 새롭게 알게된 점은 무언가를 완전히 소독하기 위해서는 70%에탄올을 사용하는 것을 알게 되었다. 또한 미세한 양말 추출하는 기구인 마이크로피펫이 있다는 것을 알게되었다. 떡장어의 점액질의 주성분인 ‘뮤신’ 이 동물의 외분비샘에서 분비되는 점성 물질을 통틀어 이르는 말이라는 것을 알게되었다. 또한 떡장어의 점액질이 떡장어의 몸에 있는 점액공에서 나온다는 것을 알게되었다. 하지만 오해할수도 있는부분이 있는데 떡장어의 몸에 있는 구멍 7개는 아가미 구멍이므로 착각할 소지가 있다.



[사진4] 떡장어 점액질 방출 사진



[그림4] 떡장어의 주요기관



[사진5] 먹장어 점액질 방출시 특이사항

좌측 사진처럼 먹장어는 점액질을 먹장어가 몸을 배배꼬아 점액질을 푸는 행동을 하는 사진이다.

또한 세균들이 모두 유동성이 있는줄 알았는데 이번에 비브리오균 대장균 황색포도상구균을 관찰한 결과 움직이지 않는 세균도 있다는 것을 알게 되었다. 마지막으로 세균 배양할 때 온도가 정말 중요하다는 것을 깨달았다.

세균 배지에서 냄새가 엄청나게 많이 난다는 것을 알게되었다.

- 기타 ※ 탐구수행계획서와 달라진 내용이 있다면, 내용과 사유 작성, 없다면 삭제  
- 탐구방법에서 담수가 아닌 염수로 세척을 하고 에탄올 70%를 사용하지 않았다.

## 5. 참고문헌(본 탐구에 참고한 모든 정보 자료를 기술(참고문헌, 기사, 도움 받은 사람 등))

① 웹사이트- Dr. 만물 [알파 헥시딘, 사람과 동물 모두 안전하게 쓸 수 있는 가글액]2019-12-15 <https://dr-mm.tistory.com/208>

②김인혜. “붕장어(Conger myriaster) 피부로부터 새로운 항균활성 펩타이드의 분리 및 정제“ VOL.- NO.- (2002)  
[http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p\\_mat\\_type=be54d9b8bc7cdb09&control\\_no=139df5ca8e643d2effe0bdc3ef48d419&outLink=K](http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=139df5ca8e643d2effe0bdc3ef48d419&outLink=K)

③구글 - 박성민, 박지영, 서일호 ‘점액을 분비하는 어류로부터 수득한 점액을 함유하는 화장품 조성물’ (2012)  
<https://patents.google.com/patent/KR101460669B1/ko>

④ sea\_uchin ‘먹장어의 점액질’ (2017)  
[https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=sea\\_urchin&logNo=221052835026&categoryNo=7&proxyReferer=&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F](https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=sea_urchin&logNo=221052835026&categoryNo=7&proxyReferer=&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F)

⑤ 블로그 - 70%에탄올의 살균효과가 최대인 이유 (2011)

<https://blog.naver.com/kimhj4144/110100277706>

⑥ 김인혜. “붕장어 (Conger myriaster)로부터 새로운 항균활성 펩타이드의 정제 및 생리활성.” 국내박사학위논문 부경대학교 대학원, 2005. 부산

[http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p\\_mat\\_type=be54d9b8bc7cdb09&control\\_no=139df5ca8e643d2effe0bdc3ef48d419](http://www.riss.kr/search/detail/DetailView.do?p_mat_type=be54d9b8bc7cdb09&control_no=139df5ca8e643d2effe0bdc3ef48d419)

⑦ 네이버 지식백과

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=294474&cid=60262&categoryId=60262>

⑧ ZUM 학습백과

<http://study.zum.com/book/12378>

⑨ 박선생의 인형올린 밥상 “ 생화학 단백질의 분리와 정제” (2017)

<https://keon1004.tistory.com/30>

⑩ 인어교주 해적단 “떡장어로 만든 XXX”

<https://www.youtube.com/watch?v=z4pKeZUjEAY&t=188s>

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

| 팀명      | 사이다(사이언스면 다 돼~!)  |    |        |
|---------|---|----|--------|
| 학생명     | 황신희, 김예린, 송민지   | 학교 | 진교고등학교 |
| 지도교사명   | 이규희   | 학교 | 진교고등학교 |
| 항목      | 내용  |    |        |
| 탐구주제    | 관곡천을 중심으로 대추귀고둥의 생태적 특성 탐구  |    |        |
| 탐구기간    | 2020년 6월 17일 ~ 2020년 8월 27일   |    |        |
| 탐구목적    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 관곡천을 중심으로 대추귀고둥의 서식지 환경을 조사하여 대추귀고둥 서식의 최적 환경(물리·화학적)을 알아보하고자 함.</li> <li>· 멸종위기종 II급 대추귀고둥의 형태적·생태적 특성을 탐구하여 개체수 감소의 원인을 찾고 보전 방안을 제안하고자 함.</li> </ul>  |    |        |
| 탐구내용    | <p>하동 진교면에 있는 관곡천 하류 기수역을 중심으로 대추귀고둥의 서식 환경(온도, 염도, 습도, pH, 토양 조성, EC, 오염정도, 사람의 출입 등)을 탐구하여 서식 환경에 따른 개체 수, 개체 크기, 마모 정도, 개체 밀도 등의 차이를 알아보았다. 또한 대추귀고둥의 형태학적 특성 및 생태학적 특성을 탐구하여 이를 토대로 대추귀고둥 개체 수 감소의 원인을 찾고 보전하기 위한 방안을 제시함.</p>  |    |        |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대추귀고둥은 pH는 8~9범위, 수온은 약 28~31℃(7월경), EC(전기전도도)는 15~32dS/m, 염도는 0.08~0.15ppt의 환경에서 주로 서식 함</li> <li>· 서식 토양의 pH는 7.6~8.5, EC는 약 10~13(dS/m), 유기물 함량은 2~7(g/kg), 유효인산은 23~77(mg/kg)로 조사됨. 또한 토성은 흙의 비율이 3.6%이고 수분은 90%이상임.</li> <li>· 대추귀고둥이 주로 서식하는 갯잔디(평균 길이 17.75cm) 균락은 낮은 키와 복잡한 뿌리로 인해 서식지의 습도를 유지해 줌.</li> <li>· 성패의 무게는 1.6~3.5g이고 크기는 16~27mm 정도였음. 각장의 평균은 18.93mm, 각경의 평균은 10.8mm, 패각의 각도는 45~70°, 나층의 개수는 1~4의 나선으로 관측되었으며 각구 내순안쪽으로 치상돌기의 수는 거의 3개인 개체가 대부분이었음.</li> <li>· 대추귀고둥은 5월~7월경 번식하고 이동성은 거의 없으며 기낭으로 숨을 쉰다. 유기물이나 플랑크톤을 먹이로 하고 독특한 배설물로 토양의 pH를 높이고 미네랄을 풍부하게 함.</li> </ul> |    |        |
| 결론 및 의의 | <p>관곡천에 서식하는 대추귀고둥은 환경 지표 생물로 이동성이 거의 없어 환경변화에 취약하고 사람의 출입에 영향을 많이 받는 생물종임. 이에 멸종위기종인 대추귀고둥에 대한 서식 환경 특성, 생태적 특성을 추가적으로 연구하여 보다 현실적인 보존 프로그램 마련이 필요함.</p>   |    |        |



국립해양생물지원관  
MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA

## 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| <b>탐구 주제</b> | <b>관곡천을 중심으로 대추귀고둥의 생태적 특성 탐구</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>사이다(사이언스면 다 돼~!)</b>           |

### 1. 탐구 동기 및 목적

#### ○ 탐구 동기

- 2019. 2월 이달의 보호해양생물로 대추귀고둥이 선정됨을 알게 됨.
- 진교면에 있는 관곡천에도 대추귀고둥이 서식한다는 것을 기사로 접하고, 실제로는 본적도 없고 관심도 없었던 대추귀고둥에 대한 호기심이 생김.
- 멸종위기생물 II급 생물이기에 사람들의 관심과 보전방안이 필요함을 알리고 싶어졌으나 대추귀고둥의 생태적인 특성에 대한 연구가 많지 않아 자료가 부족함을 인식함.

#### ○ 탐구 목적

- 관곡천을 중심으로 대추귀고둥의 서식지 환경을 조사하여 대추귀고둥 서식의 최적 환경(물리·화학적)을 알아보고자 함.
- 멸종위기종 II급 대추귀고둥의 형태적 및 생태적 특성을 탐구하여 개체 수 감소의 원인을 찾고 보전 방안을 제안하고자 함.

### 2. 탐구 내용 및 결과

#### ○ 내용

- 본 대추귀고둥 탐구의 주요 내용은 [표 1]과 같음.

[표 1] 대추귀고둥 탐구의 주요 내용

| 구분                  | 세부 탐구 내용  |
|---------------------|---|
| 대추귀고둥 분포 및 서식 환경 탐구 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 관곡천 하류의 지리적 특성 조사</li> <li>· 대추귀고둥 기초 조사</li> <li>· 대추귀고둥 분포 및 밀도 조사</li> <li>· 대추귀고둥 서식지 수질 조사</li> <li>· 대추귀고둥 서식지 토양 검정 및 토성 조사</li> <li>· 대추귀고둥 서식지 식생 조사</li> </ul> |
| 형태학적 특성 탐구          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 크기와 무게의 계측</li> <li>· 외형 관찰(패각의 색깔, 나뉨, 패각의 각도, 마모정도 등)</li> <li>· 각구 내부와 치상돌기, 향문, 더듬이 관찰</li> <li>· 유패, 성패, 노패 구분</li> <li>· 자연환경에 따른 형태적 차이</li> </ul>                |
| 생태학적 특성 탐구          | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대추귀고둥 번식 관찰</li> </ul>   |

|                      |   |
|----------------------|---|
|                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대추귀고둥 먹이 조사</li> <li>· 대추귀고둥 이동성 탐구</li> <li>· 대추귀고둥 배설물 분석</li> <li>· 대추귀고둥과 일반 갯고둥 비교, 공서종 조사</li> </ul> |
| 개체 수 감소 원인 및 종 보존 방안 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대추귀고둥 감소 원인에 대한 지역적 조사</li> <li>· 현실적인 종 보존 방안 제안</li> </ul>   |

○ 방법

- 조사 기간: 본 탐구는 2020년 6월 17일부터 8월 27일까지 관곡천 주변에 대한 종합적인 탐구활동을 진행함.
- 조사 지역: 경상남도 하동군 진교면 이명산(570m)의 남서쪽 기슭에서 발원하여 남동쪽으로 월운리와 관곡리·진교리·송원리 일대를 흐르다가 남해로 유입되는 형태인 관곡천의 하류 중 5구역의 조사지점을 설정한 후 서식환경 및 개체군의 특성을 파악함.

[표 2] 조사 지점



[그림 1] 관곡천 항공 사진

| 구역  | 하천명 | 지번            |
|-----|-----|---------------|
| 1구역 | 남해  | 진교면 양포리 14-8  |
| 2구역 | 관곡천 | 진교면 송원리 1264  |
| 3구역 | 관곡천 | 진교면 고룡리 18-1  |
| 4구역 | 관곡천 | 진교면 고룡리 127-1 |
| 5구역 | 관곡천 | 진교면 고룡리 80    |

- 관곡천 내 대추귀고둥 분포 및 최적 서식 환경 탐구
  - 문헌과 인터넷 조사를 통해 서식지로 알려져 있는 곳에 대한 정보를 수집한 후 기존 연구 자료를 바탕으로 대추귀고둥의 서식지가 될 만한 곳을 위성사진이나 지도를 통해 예상해봄. 그리고 예상 지역을 직접 현장 조사하여 염생식물(주로 갯잔디)의 아래 대추귀고둥의 서식 유무를 확인함. 또한 대추귀고둥의 서식이 발견되면 계수기로 카운팅하고 네이처링 어플을 이용하여 기록함. 대추귀고둥의 서식이 확인된 구역의 개체수 밀도를 조사하기 위해서는 방형구법(1m×1m)법을 이용함.



[그림 2] 네이처링 기록 모습



[그림 3] 현장 조사 모습(1)



[그림 4] 방형구법 모습



[그림 5] 현장 조사 모습(2)



- 5구역의 토양층을 높이 10cm 이내 50g씩을 채취하여 하동군 농업기술센터에 의뢰하여 토양 성분(pH, EC, 유기물, 유효인산, 양이온 등)을 분석하였고, 토양 입자의 구성 비율 조사는 2구역, 3구역의 토양 20g씩 채취하여 건조 후 체눈의 크기(710, 355, 180  $\mu$ m)를 다양하게 하여 거른 후 중량을 측정함.



[그림 6] 토양시료 채취 모습



[그림 7] 토양 입자 구성 비율 측정

- 수질 환경 특성을 분석하기 위해 pH 미터와 수질측정기를 이용하여 서식지와 가까운 수질의 수온, pH, TDS, EC, S.G, 염도를 측정함.



[그림 8] 수질측정기 측정 모습



[그림 9] pH 미터 측정 모습

- 기수지역에 위치하고 있으며 토양을 습윤한 상태로 유지하는데 도움을 주는 염생 식물인 갯잔디의 키를 측정하고 뿌리와 식생의 특성을 탐구함.
- 대추귀고둥의 형태학적 특성 탐구
  - 개체의 크기는 버니어 캘리퍼스를 이용하여 각장(L), 각경(W), 각구의 장경, 단경을 측정하였고 중량은 휴대가 가능한 스푼 저울을 이용하여 측정함.
  - 패각의 각도는 각도기를 이용하여 측정하였고, 루페(60배), 누르고 렌즈(400배), 돋보기, 휴대폰 카메라 등을 이용하여 패각의 색깔, 나층, 마모정도, 각구 내부(치상돌기, 더듬이, 항문 등)를 관찰함.



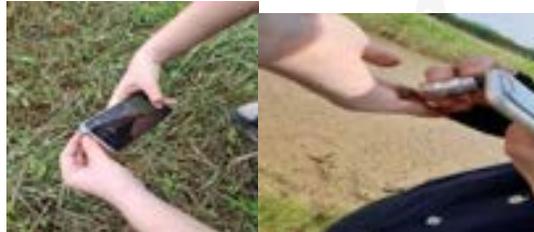
[그림 10] 버니어 캘리퍼스 측정 모습



[그림 11] 스푼 저울 측정 모습



[그림 12] 패각의 각도 측정 모습



[그림 13] 누르고 렌즈와 루페 사용 모습

- 총 18개체의 외형적 특성을 관찰하여 기록하여 체계화 하고 유패, 성패, 노패로 구분함. 또한 외부 환경에 따른 패각의 차이를 비교함.
- 대추귀고둥의 생태학적 특성 탐구
  - 2구역, 3구역에서 대추귀고둥의 교미 모습을 직접 관찰하였고, 한천질 모양의 알을 발견하기 위해 개체 근처의 표층 토양을 관찰함.
  - 대추귀고둥의 이동성을 조사하기 위해 2구역의 특정 개체(초록색 패각을 가진)를 약 3개월가량 관찰하였고, 수분함유량이 높은 환경을 제공해주고 타임랩스 프로그램을 이용하여 대추귀고둥의 이동성을 측정해 봄.



[그림 14] 2구역 초록 대추귀고둥 모습 [그림 15] 타임랩스로 이동성 측정 모습

- 대추귀고둥 배설물을 채취하여 현미경을 이용하여 미생물의 존재 여부를 관찰하였고, pH 미터와 EC측정기를 이용하여 배설물의 pH와 EC를 조사함.



[그림 16] 배설물을 현미경으로 관찰하는 모습

[그림 17] 배설물의 pH와 EC를 측정 모습

- 한려해상국립공원 연구원님들의 도움을 받아 남해안 갯벌을 생태 탐방한 후 갯고둥과 대추귀고둥의 형태적, 생태적 차이를 비교하였고 공서종의 종류를 조사하였음.



[그림 18] 한려해상국립공원 연구원님들과의 생태탐방 모습

[그림 19] 갯고둥과 비교하는 모습

- 대추귀고둥 개체수 감소 원인 조사 및 종 보존 방안 제안
  - 관곡천 주변의 대추귀고둥 감소 원인을 인터넷과 문헌, 현장조사로 조사하고 대추귀고둥 개체를 보존하기 위한 방안을 토의함.

- 관곡천 주변의 환경을 정화하는 활동을 하였고, 대추귀고둥을 지키자는 캠페인 UCC를 제작하고 교내에서 캠페인 활동을 함.



[그림 20] 토의 모습



[그림 21] 환경정화 및 캠페인 모습

○ 결과

- 관곡천 내 대추귀고둥 분포 및 최적 서식 환경 탐구 결과
  - 관곡천이 합쳐지는 남해안은 강하고 빠른 조류를 보이며 해안선이 복잡하여 리아스식 해안을 형성함. 또한 침식작용이 활발하고 갯벌이 많으며 조수간만의 차가 큰 편임. 국립해양조사원의 조석예보표에 의하면 관곡천 하류 기수역에서는 최고 353cm까지 바닷물의 유입이 있으며 4~5시간 가량 유입되었다가 최저 28cm까지 빠져나가는 것으로 조사됨.

[표 3] 관곡천 하류 조석예보표(6월~8월)

- 조사 구역별 특징과 대추귀고둥 서식 여부는 다음 [표 4]와 같음.

[표 4] 조사 구역별 특징과 대추귀고둥 서식 여부

| 구역  | 하천명 | 지번           | 구역의 특징  | 대추귀고둥 서식 여부             |
|-----|-----|--------------|---|-------------------------|
| 1구역 | 남해  | 진교면 양포리 14-8 | 바다 갯벌, 농지와 인접<br> | 갯고둥은 있으나 대추귀고둥은 서식하지 않음 |
| 2구역 | 관곡천 | 진교면 송원리 1264 | 인공 제방, 도로와 인접<br> | 갯잔디 군락아래 서식             |

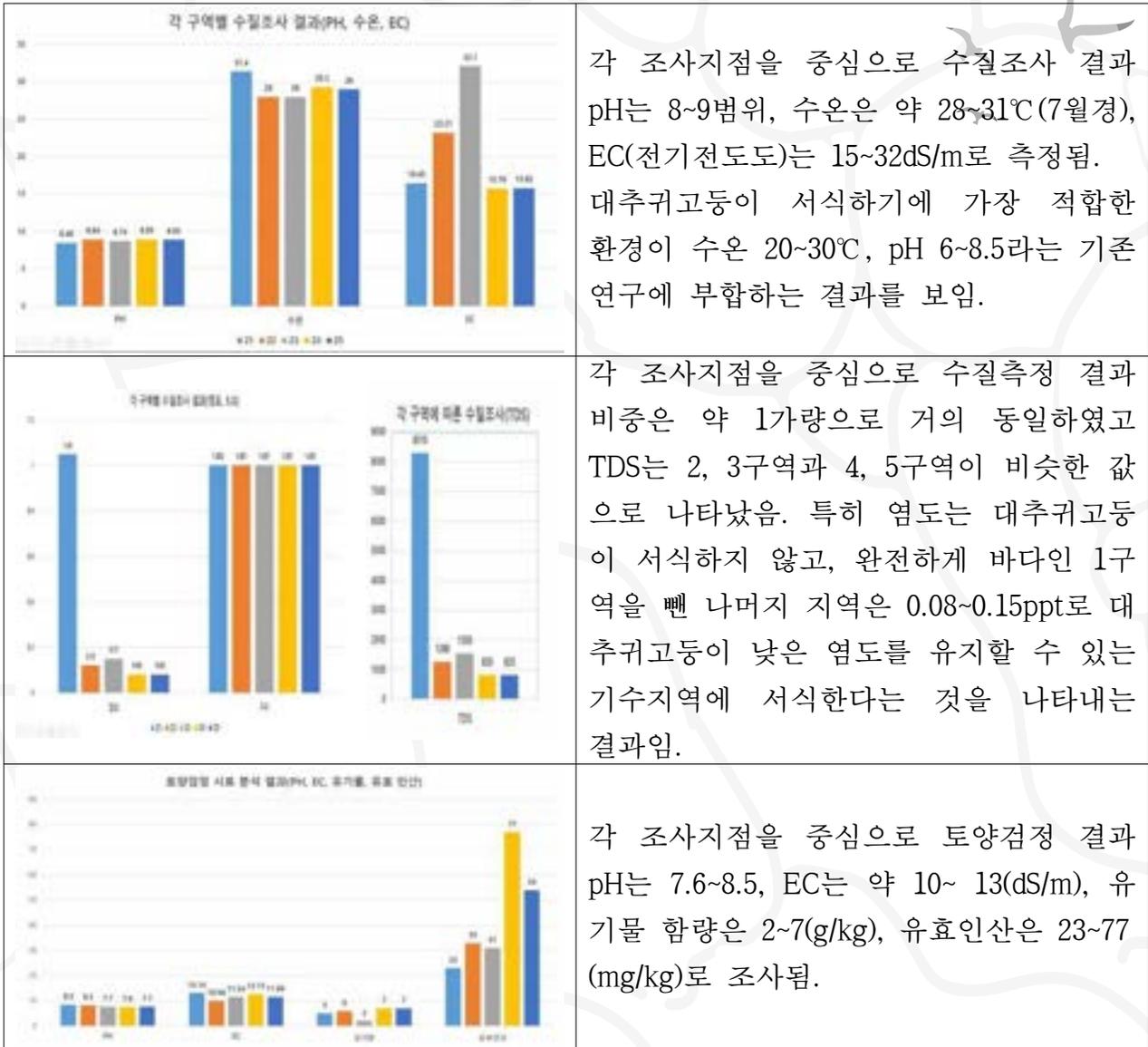
고 110 부



|            |            |                                 |  |  |
|------------|------------|---------------------------------|--|--|
| <p>3구역</p> | <p>관곡천</p> | <p>진교면 고룡리<br/>18-1</p>         | <p>민가와 축사에 인접<br/>다수의 쓰레기가 존재</p>                    | <p>민가 바로 근처에는<br/>서식하지 않으나,<br/>민가와 다소 떨어진<br/>갯잔디 군락에서는<br/>서식함</p> |
| <p>4구역</p> | <p>관곡천</p> | <p>진교면 고룡리<br/>127-1</p>        | <p>상하수도 처리장과 인접<br/>다수의 쓰레기 존재<br/>농업용수 흘러들어 옴</p>  | <p>고둥과 게는 서식을<br/>확인하였으나<br/>대추귀고둥은 서식하지<br/>않음</p>                  |
| <p>5구역</p> | <p>관곡천</p> | <p>진교면 고룡리<br/>80<br/>(평당들)</p> | <p>사람의 출입이 거의 없음.<br/>다양한 공서종의 서식지</p>             | <p>4구역과 매우 인접하여<br/>있지만,<br/>사람의 접근성이<br/>떨어지는 갯잔디<br/>군락에서 서식함.</p> |

- 조사 5구역 중 인공 제방인 2구역, 축사 근처 3구역, 평당들 5구역에서 대추귀 고둥의 서식을 관찰할 수 있었음. 방형구법으로 2구역과 3구역의 개체 수 밀도를 조사한 결과 1m<sup>2</sup>당 개체수는 7과 21로 측정됨.
- 5개 구역의 수질 측정 결과와 토양 검정 결과를 다음과 같이 그래프로 나타냄.

[그림 22] 수질 측정 결과 및 토양 검정 결과 분석



- 토성을 분석해 본 결과 총 18g의 토양 중 체눈크기 710 $\mu$ m의 체에서 3.1g, 355 $\mu$ m의 체에서 1.6g, 180 $\mu$ m의 체에서 0.7g이 체를 통과했음. 이는 퇴적물 입도가 실트 75~93%, 모래 3~24%, 점토 1~4%라는 선행 연구와 유사.
- 대추귀고둥 서식지점(2, 3, 5구역)을 중심으로 갯잔디의 키를 조사해본 결과 키가 13~23(cm)로 나타났으며 갯잔디 뿌리가 복잡하게 얽혀있는 것과 갯잔디의 낮은 키는 서식지가 습윤하도록 유지하는데 큰 영향을 주는 것으로 보임.
- 대추귀고둥의 형태학적 특성 탐구 결과

[표 5] 대추귀고둥의 형태학적 특성

| 구분     | 계측 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   |
|--------|----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 각자의 무게 | 평균 | 3.5  | 1.9  | 2.7  | 2.7  | 0.2  | 2.3  | 0.6 | 2.0  | 2.6  | 2.0  | 1.6  | 1.6  | 2.0  | 2.2  | 2.2  | 1.6  | 1.8  | 1.8  |
| 무게(g)  |    | 3.5  | 1.9  | 2.7  | 2.7  | 0.2  | 2.3  | 0.6 | 2.0  | 2.6  | 2.0  | 1.6  | 1.6  | 2.0  | 2.2  | 2.2  | 1.6  | 1.8  | 1.8  |
| 각각의 길이 | 평균 | 26.7 | 20.2 | 23.0 | 22.6 | 12.1 | 23.2 | 9.0 | 19.6 | 20.2 | 18.9 | 17.5 | 16.9 | 18.9 | 20.1 | 19.3 | 17.7 | 18.2 | 16.4 |
| 길이(cm) |    | 26.7 | 20.2 | 23.0 | 22.6 | 12.1 | 23.2 | 9.0 | 19.6 | 20.2 | 18.9 | 17.5 | 16.9 | 18.9 | 20.1 | 19.3 | 17.7 | 18.2 | 16.4 |
| 각각의 무게 | 평균 | 13.8 | 11.1 | 11.8 | 13.0 | 6.3  | 12.2 | 4.9 | 11.9 | 11.0 | 11.5 | 10.4 | 10.0 | 10.3 | 12.2 | 11.9 | 10.9 | 10.9 | 10.5 |
| 각각의 무게 | 평균 | 13.8 | 11.1 | 11.8 | 13.0 | 6.3  | 12.2 | 4.9 | 11.9 | 11.0 | 11.5 | 10.4 | 10.0 | 10.3 | 12.2 | 11.9 | 10.9 | 10.9 | 10.5 |
| 각각의 무게 | 평균 | 16.5 | 13.0 | 16.6 | 16.4 | 8.9  | 17.2 | 7.0 | 13.1 | 13.5 | 13.7 | 11.9 | 11.1 | 13.4 | 13.4 | 13.8 | 13.2 | 12.9 | 12.4 |
| 각각의 무게 | 평균 | 16.5 | 13.0 | 16.6 | 16.4 | 8.9  | 17.2 | 7.0 | 13.1 | 13.5 | 13.7 | 11.9 | 11.1 | 13.4 | 13.4 | 13.8 | 13.2 | 12.9 | 12.4 |
| 각각의 무게 | 평균 | 9.5  | 7.2  | 9.4  | 11.0 | 5.7  | 7.9  | 3.8 | 7.6  | 8.4  | 8.6  | 7.0  | 6.9  | 7.3  | 7.3  | 7.6  | 8.0  | 6.9  | 7.0  |
| 각각의 무게 | 평균 | 9.5  | 7.2  | 9.4  | 11.0 | 5.7  | 7.9  | 3.8 | 7.6  | 8.4  | 8.6  | 7.0  | 6.9  | 7.3  | 7.3  | 7.6  | 8.0  | 6.9  | 7.0  |
| 각각의 무게 | 평균 | 49   | 65   | 53   | 60   | 70   | 67   | 65  | 60   | 63   | 62   | 60   | 60   | 69   | 61   | 63   | 60   | 64   | 65   |
| 각각의 무게 | 평균 | 49   | 65   | 53   | 60   | 70   | 67   | 65  | 60   | 63   | 62   | 60   | 60   | 69   | 61   | 63   | 60   | 64   | 65   |
| 각각의 무게 | 평균 | 4    | 3    | 4    | 3    | 1    | 3    | 1   | 4    | 4    | 3    | 2    | 2    | 4    | 3    | 4    | 2    | 3    | 4    |
| 각각의 무게 | 평균 | 4    | 3    | 4    | 3    | 1    | 3    | 1   | 4    | 4    | 3    | 2    | 2    | 4    | 3    | 4    | 2    | 3    | 4    |
| 각각의 무게 | 평균 | 3    | 3    | 3    | 3    | 2    | 4    | 2   | 3    | 3    | 3    | 2    | 2    | 4    | 3    | 3    | 2    | 3    | 3    |
| 각각의 무게 | 평균 | 3    | 3    | 3    | 3    | 2    | 4    | 2   | 3    | 3    | 3    | 2    | 2    | 4    | 3    | 3    | 2    | 3    | 3    |

[그림 23] 개체별 형태학적 특성



- 본 탐구에서 관찰한 대추귀고둥 18개체 중 유패로 추정되는 5번, 7번을 제외한 나머지 성패의 무게는 1.6~3.5g이고 크기는 16~27mm 정도였음. 각장의 평균은 18.93mm, 각경의 평균은 10.8mm, 패각의 각도는 45~70°, 나층의 개수는 1~4의 나선으로 관측되었으며 각구 내순 안쪽으로 치상돌기의 수는 거의 3개인 개체가 대부분이었음.
- 전체적으로 원추형의 길쭉한 모양이며 각피는 황색이며 흑갈색도 있었음. 각피가 벗겨져 석회질의 껍질이 드러나 흰색인 개체도 있음. 각피가 초록색인 개체도 있을 정도로 개체별로 체색이 다양한 편임.



[그림 24] 다양한 형태의 대추귀고둥 모습

- 각구에는 뚜껑이 없고, 장경 평균 11.4mm, 단경 평균 7.61mm로 매우 큼. 각구는 사람의 귀 모양이며 외순 쪽은 넓고 항문 쪽은 좁음. 각구의 내순 안쪽으로 이모양의 주름(치상돌기)를 볼 수 있음.
- 패각의 표면에 세로로 굽고 짙은 성장맥을 관찰할 수 있음.



[그림 25] 누르고 렌즈로 관찰한 치상돌기와 성장맥, 봉합선 모습

- 대추귀고둥의 성패는 가장 큰 개체의 1/2까지로 규정한 기존 연구에 준하여 분

탐구에서는 13.4mm까지를 성패로 보았으며 성패는 유패와 달리 각구의 두께가 두꺼웠음. 각피의 잔존정도가 낮으며 흰색을 띠고 구순부가 두꺼운 개체는 노패로 판단됨.

- 3개 구역에 서식하고 있는 개체군을 분석한 결과 각정부의 마모 정도, 각피의 색깔, 각구의 모양, 봉합선이 패인 정도 등에서 형태적 변이를 보임.

[표 6] 서식환경에 따른 형태적 변이

| 구역  | 서식환경 모습   | 대추귀고둥 모습  | 형태적 특성  |
|-----|---|---|---|
| 2구역 |    |    | 초록색 각피를 가진 개체 존재<br>마모정도는 심한편<br>패각이 흰노란빛을 띠는 개체도 있음<br>성장맥이 뚜렷하게 보임<br>패각은 두꺼운 편이고 봉합선은 잘 보임 |
| 3구역 |   |   | 다른 구역에 비해 마모가 덜함.<br>진한 갈색을 띠거나 크기가 작은 유패들을 발견 가능<br>패각이 얇은 개체 발견 함.<br>성장맥과 봉합선은 뚜렷한 편       |
| 5구역 |  |  | 마모정도가 심하나 봉합선은 선명함<br>패각이 흰노란빛을 띠는 개체가 존재함 (노패가 많음), 패각은 두꺼운 편에 속함                            |

- 마모정도나 각피의 잔존 정도는 서식지의 토성이나 수분함량에 따라 다른 것으로 보임. 3구역은 침수 시간이 다른 두 구역에 비해 긴 편이고 토성 입자가 작고 부드러워 마모정도가 심하지 않은 것으로 판단됨. 또한 2구역은 제방 위이고, 5구역은 들판으로 토양의 물빠짐이 심해 마모가 심한 것으로 여겨짐.
- 대추귀고둥의 생태학적 특성 탐구 결과
  - 대추귀고둥은 각구 쪽이 항상 땅바닥을 향하고 있고 땅 속으로 몸을 숨기는 생활 모습이 관찰되었고 게 굴을 이용하여 몸을 숨기거나 건조를 막는데 활용하기에 게 구멍 근처에서 대추귀고둥 개체 집단이 발견되기도 함.



[그림 26] 땅 속으로 들어가는 모습



[그림 27] 대추귀고둥 더듬이 모습



[그림 28] 게 굴 근처에서 발견된 모습

[그림 29] 교미 모습(3개체 연사 교미)

- 대추귀고둥은 2개의 더듬이를 이용하여 이동 방향을 결정한 후 발판을 내밀어 껍각을 당기면서 앞으로 전진하는 모습이 관찰됨.
- 수컷 역할 개체가 긴 백색의 관을 암컷개체의 배설구 위쪽 질에 삽입함. 2개체 교미와 3개체 교미를 관찰함. 교미시기에는 먹이활동이 활발한데 대추귀고둥은 서식지 주변의 퇴적물속의 유기물이나 플랑크톤을 먹이로 하는 것으로 조사됨.
- 대추귀고둥은 서식 구멍 주변에 타버린 향과 같은 독특한 배설물을 생성함.



[그림 30] 향문과 배설물 생성 모습

[그림 31] 대추귀고둥 주변 배설물

- 대추귀고둥의 배설물에서 지렁이와 같이 미생물을 찾지 못했음. 그러나 배설물의 pH가 서식지보다 더 높게 나오는 것으로 보아 배설물은 염기성으로 토양을 중화시킬 수 있고, 전기전도도도 높아지는 것으로 보아 토양 속 미네랄 농도를 높여 땅을 비옥하게 하는 것으로 판단됨.



[그림 33] 배설물 현미경 사진

- 대추귀고둥과 그냘 고둥의 공통점과 차이점을 비교·분석한 결과는 다음과 같음. 대추귀고둥과는 달리 기하급수적으로 많은 갯고둥은 번식률과 생존률이 높고, 여러 가지 생활 방식이 가능함. 환경에 대한 적응력이 더 높은 갯고둥은 개체수가 쉽게 늘어날 수 있음.

[표 7] 대추귀고둥과 갯고둥 비교

|       | 대추귀고둥         | 갯고둥                      |
|-------|---------------|--------------------------|
| 크기    | 유사함(1~3cm)    |                          |
| 생활 방식 | 부유형, 땅굴파고 들어감 | 부착형, 부유형, 무리 생활          |
| 서식지   | 갯잔디 아래, 돌 아래  | 아무 곳(돌 위, 갯벌 위, 잔디 아래 등) |
| 먹이    | 유기물, 플랑크톤     | 잡식성(해초 등)                |



|          |       |        |
|----------|-------|--------|
| 이동성      | 거의 없음 | 조금은 있음 |
| 환경변화 민감도 | 매우 예민 | 둔한편    |
| 개체수      | 멸종위기종 | 매우 흔함  |

- 대추귀고둥은 번식기에 가장 활발한 이동성을 보이는데 이동성 측정 결과 1시간에 겨우 0.1cm 정도 이동함. 너무 낮은 이동성 때문에 서식지를 쉽게 변화시키지 못하므로 환경변화에 매우 취약한 종임.
- 대추귀고둥의 공서종으로 다음과 같은 생물을 발견함. 대추귀고둥의 공서종인 흰발농게와 붉은발 말뚝게도 멸종위기종임.

[그림 33] 대추귀고둥의 공서종



- 대추귀고둥 개체 수 감소 원인 조사 결과 및 보존 방안 제시

- 대추귀고둥의 분포를 조사해 본 결과 개체 수가 점차 감소하고 있음이 관찰되었고, 서식지 주변 환경 조사를 통하여 [표 8]과 같이 개체수 감소 원인을 분석하고 종 보존을 위한 방안을 제시함.

[표 8] 개체 수 감소 원인 및 종 보존 방안

| 개체 수 감소 원인  | 종 보존을 위한 방안   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· 축산 폐수 유입</li> <li>· 농약 살포로 오염된 하천수 유입</li> <li>· 논 경작으로 인해 하천수 오염</li> <li>· 쓰레기 투기로 인한 수질 오염</li> <li>· 화력발전소나 미세먼지 등의 대기 환경 오염</li> <li>· 태풍이나 산사태로 다량의 담수 유입</li> <li>· 갯벌 매립</li> <li>· 인공 제방으로 조간대 상부 훼손</li> <li>· 민가의 생활 하수 유입</li> <li>· 하천 보수 공사로 인한 염생식물 훼손</li> <li>· 건축물 건립, 하천 배수 공사</li> <li>· 홍수로 인한 개체의 유실, 서식지 훼손</li> <li>· 폐기물 처리장, 지렁이 사육장 등 환경오염 유발 시설 건립</li> <li>· 지구온난화로 인한 기온 상승</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 갯잔디 식생 환경 보호</li> <li>· 친환경 유기농 농법 확산</li> <li>· 자연 발생적인 갯잔디 군락 형성 도모 (인공 제방 위의 갯잔디 군락)</li> <li>· 대추귀고둥 서식 적합지로 이주</li> <li>· 축산이나 농업 폐수는 수질 정화 후 배출</li> <li>· 식물(물옥잠)이나 미생물(EM)을 활용한 수질 정화</li> <li>· 하천 시멘트 공사나 무분별한 개발 금지</li> <li>· 멸종위기종 보호구역의 감시 강화</li> <li>· 쓰레기 불법 투기 금지</li> <li>· 환경정화 활동 필요</li> </ul> |

[그림 33] 대추귀고둥 감소 원인

① 폐수로 인한 수질 오염



② 상하수도처리장 모습



③ 쓰레기 투기



### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 대추귀고둥 분포 및 서식 환경
  - 조사 5구역 중 인공 제방인 2구역, 축사 근처 3구역, 평당들 5구역에서 대추귀고둥의 서식을 관찰할 수 있었음.
  - 각 조사지점을 중심으로 수질조사 결과 pH는 8~9 범위, 수온은 약 28~31℃(7월경), EC(전기전도도)는 15~32 dS/m로 측정됨. 또한 염도는 대추귀고둥이 서식하지 않고, 완전하게 바다인 1구역을 빼 나머지 지역은 0.08~0.15 ppt로 측정.
  - 각 조사지점을 중심으로 토양검정 결과 pH는 7.6~8.5, EC는 약 10~13(dS/m), 유기물 함량은 2~7(g/kg), 유효인산은 23~77(mg/kg)로 조사됨.
  - 토성을 분석해 본 결과 총 18g의 토양 중 체눈크기 710 $\mu$ m의 체에서 3.1g, 355 $\mu$ m의 체에서 1.6g, 180 $\mu$ m의 체에서 0.7g이 체를 통과했음. 이는 퇴적물 입도가 실트 75~93%, 모래 3~24%, 점토 1~4%라는 선행 연구와 유사.
  - 대추귀고둥 서식지점(2, 3, 5구역)을 중심으로 갯잔디의 키를 조사해본 결과 키가 13~23(cm)로 나타났으며 갯잔디 뿌리가 복잡하게 얽혀있는 것과 갯잔디의 낮은 키는 서식지가 습윤하도록 유지하는데 큰 영향을 주는 것으로 보임.
- 대추귀고둥 형태적 특성
  - 대추귀고둥 18개체 중 성패의 무게는 1.6~3.5g이고 크기는 16~27mm정도 었음. 각 장의 평균은 18.93mm, 각경의 평균은 10.8mm, 패각의 각도는 45~70°, 나층의 개수는 1~4의 나선으로 관측되었으며 각구 내순 안쪽으로 치상돌기의 수는 거의 3개인 개체가 대부분이었음.
  - 성패는 유패와 달리 각구의 두께가 두꺼웠음. 각피의 잔존정도가 낮으며 흰색을 띠고 구순부가 두꺼운 개체는 노패로 판단됨. 3개 구역에 서식하고 있는 개체군을 분석한 결과 토성이나 수분함량에 따라 각경부의 마모 정도, 각피의 색깔, 각구의 모양, 봉합선이 패인 정도 등에서 형태적 변이를 보임.
  - 각구에는 뚜껑이 없고, 장경 평균 11.4mm, 단경 평균 7.61mm로 매우 큼. 각구는 사람의 귀 모양이며 외순 쪽은 넓고 항문 쪽은 좁음. 각구의 내순 안쪽으로 이모양의 주름(치상돌기)를 볼 수 있음. 또한 패각의 표면에 세로로 굽고 짙은 성장맥을 관찰할 수 있음.
- 대추귀고둥 생태적 특성
  - 대추귀고둥은 2개의 더듬이를 이용하여 이동 방향을 결정한 후 발판을 내밀어 패

각을 당기면서 앞으로 전진하는 모습이 관찰됨.

- 수컷 역할 개체가 긴 백색의 관을 암컷 개체의 배설구 위쪽 질에 삽입함. 2개체 교미와 3개체 교미를 관찰함. 교미시기에는 먹이활동이 활발한데 대추귀고둥은 서식지 주변의 퇴적물 속의 유기물이나 플랑크톤을 먹이로 하는 것으로 조사됨.
- 대추귀고둥은 서식 구멍 주변에 타버린 향과 같은 독특한 배설물을 생성함. 배설물의 pH가 서식지보다 더 높게 나오는 것으로 보아 배설물은 염기성으로 토양을 중화시킬 수 있고, 전기전도도도 높아지는 것으로 보아 토양 속 미네랄 농도를 높여 땅을 비옥하게 하는 것으로 판단됨.
- 대추귀고둥은 번식기에 가장 활발한 이동성을 보이는데 이동성 측정 결과 1시간에 겨우 0.1cm 정도 이동함. 너무 낮은 이동성 때문에 서식지를 쉽게 변화시키지 못하므로 환경변화에 매우 취약한 종임.
- 대추귀고둥 개체 수 감소 원인 및 종 보존 방안
  - 대추귀고둥 개체 수 감소하는 가장 큰 원인은 쓰레기 투기, 축산 및 생활 폐수 유입, 폐기물 처리장 건립 등으로 인한 수질 환경오염 및 하천 시멘트 공사, 인공 제방 등에 의한 갯잔디 서식지 감소를 들 수 있음
  - 지구온난화로 인한 기온 상승, 화력발전소와 미세먼지 등으로 인한 대기 오염, 다량의 농약 살포, 다량의 담수 유입 등도 개체 수 감소 요인으로 분석 됨.
  - 대추귀고둥 종을 보존하기 위해서 식물이나 미생물을 이용한 수질 정화, 친환경 농법 확산, 폐수정화시설 이용 후 폐수 배출, 쓰레기 불법 투기 금지 등으로 환경을 보호해야 함.
  - 하수 시멘트 공사 등 무분별한 개발을 금지하고 친환경적인 인공 제방을 건설하는 등 자연적인 갯잔디 군락 형성 유도하고, 관곡천 생태계를 보호하기 위한 멸종 위기종 보호 구역의 관리·감독이 강화되어야 할 것임.

#### ○ 의의(기대효과)

- 관곡천은 환경·생태적으로 아주 중요한 가치를 지님. 이번 탐구는 대추귀고둥의 서식환경과 생태에 대해 관곡천을 중심으로 조사한 첫 탐구이고 대추귀고둥 종보존을 위한 기초자료로 사용할 수 있을 것임. 이번 탐구를 바탕으로 남해안 대추귀고둥의 서식의 환경적 특성에 대한 추가적 연구와 보다 현실적인 보존 프로그램 마련이 필요함.
- 관곡천에 서식하는 대추귀고둥의 생태적 특성에 대한 추가적인 연구를 통해 환경적 중요성을 부각시킬 논거 확보 자료 확보. 더 나아가 대추귀고둥에 대해 널리 알리고 관곡천 생태계를 보존할 수 있는 국가적인 방안 마련이 필요함.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 대추귀고둥의 특성상 사람들의 출입이 적은 지역에 서식하기 때문에 대추귀고둥 서식지까지 진입이 어려움.
- 대추귀고둥을 관찰하기 위해 물 때를 맞춰 관곡천으로 나가야 하는데 학교 정규 교육과정과 조율하여 생태탐방 시간을 잡는 것이 힘들었음.

- 대추귀고둥은 멸종위기종이라 서식지에서 가지고 오는 것이 되지 않기에 휴대가 가능한 기기들을 이용하여 측정해야함으로 활용기기의 제약이 있음.
- 대추귀고둥 서식지를 찾다 보니 불법으로 투기한 뽕족한 쓰레기(유리, 도자기 등)들이 많이 있어 다칠 우려가 있었음.
- 토양 조사나 수질 조사를 위해서는 고가의 장비들이 필요한데 학교에 갖추진 장비들이 미비함.
- 대추귀고둥은 갯잔디 밑에 서식하고 있기 때문에 관찰하려면 넓은 면적의 잔디들을 일일이 다 들춰봐야하므로 힘들었음.
- 이례적인 긴 장마로 비가 오는 횟수가 많아 생태 탐방 시 활동이 힘들었고 장마 이후에는 폭염으로 생태탐방에 어려움을 겪음.(더운 날씨 탓에 원래는 관찰 지역이었던 5구역에서 대추귀고둥을 발견하지 못한 경우도 있었음.)

### ○ 알게 된 점

- 대추귀고둥은 염생식물인 갯잔디(평균 높이 17.5정도) 밑에 주로 서식함.
- 갯잔디의 뿌리가 촘촘하게 얽혀있어 주변의 수분을 끌어와 토양의 수분율을 높이는 것으로 보임. 대추귀고둥은 수분 90% 이상의 환경에서 서식함.
- 대추귀고둥은 간조시 땅속으로 숨어들기 때문에 노출된 개체를 발견하기 어려움으로 완전 간조가 되기 전에 관찰하는 것이 좋음.
- 서식 구멍 주변에 독특한 배설물(타버린 향과 같이 생김)이 있어 이를 이용해 서식 지점을 찾을 수 있음.
- 배설물은 토양을 염기성으로 중화시키고 유기물 함량을 높여주어 건강한 토양으로 만들어주는 역할을 함.
- 가장 활동성이 뛰어난 온도는 20~45℃ 이고, 번식시기는 5월~7월경임. 11월~3월에는 깊이 10cm가량 굴속에서 동면함.
- 대추귀고둥의 각피는 갈색 또는 오래되면 흑갈색을 띰. 각피가 벗겨져 석회질의 껍질이 드러나 희끗희끗하게 보이는 것도 있고 개체별로 채색이 다양한 편
- 각구 주변이 두껍고 안쪽 이 모양의 주름(치상돌기)이 3개가 나타나는 것이 특징
- 대추귀고둥은 여름철에 한 가닥의 긴 줄 형태의 한천질의 투명한 알 덩어리를 흙에 섞어서 낳음(약 1만 여개의 알로 추정)
- 유생 단계에서 부유성 생활을 하는데 분산의 방식으로 다른 지역으로 퍼져나갈 수 있음(성체가 되었을 때 이동성이 매우 약한 문제점을 보완할 수 있는 방안)
- 대추귀고둥의 서식률을 높이는데 가장 많이 영향을 주는 요인은 염분인 것으로 추정됨. (너무 높은 염도의 갯벌에서는 대추귀고둥을 발견하기 어려웠음)
- 인접 지역에서도 대추귀고둥이 발견 여부가 다른 것으로 보아 대추귀고둥은 사람의 출입이 적을 때 생존률이 더 높아지는 것을 알 수 있음.
- 패각의 각도는 45~110° 이고, 패각의 크기는 각장 평균 18.93mm, 각경 평균 10.8mm로 측정됨. 나층(패각의 겹 수)는 2~4로 관찰됨
- 친환경 인공 제방의 경우에도 염도와 습도가 맞으면 대추귀고둥이 서식할 수 있음을 관찰함.

- 서식지 퇴적물의 입도는 실트 75~93%, 모래 3~24%, 점토 1~4% 임.
- 서식지 주변의 퇴적물 속에서 유기물을 걸러먹음. 또는 플랑크톤을 먹이로 함.
- 피부막의 일부가 주머니 형태로 변형된 원시적 허파인 기낭(lung sac)으로 숨을 쉰다는 점에서 육산패의 특징을 가짐. 또한 염분에 견디는 내염성도 지니고 있어 해산패의 특성도 보임.
- 대추귀고둥도 허파로 숨을 쉬기 때문에 공기오염에도 취약할 것으로 예상됨.

## ○ 기타

- 드론을 활용하여 잠재적 서식지를 발견하고자 하였으나 대추귀고둥은 갯잔디 아래에 서식하므로 드론 촬영만으로는 확실한 서식지 발견이 어려웠음. 이에 드론을 활용하지 않고 대추귀고둥이 주로 서식하는 낮은 갯잔디 지점을 꼼꼼하게 들춰보며 분포를 조사함.
- 수질 측정에 DO, BOD측정도 포함하였으나 측정을 의뢰를 맡아 주실 기관을 찾지 못했고, 학교에서 보유한 기기가 없어 사정상 측정이 불가하였음.

## 5. 참고문헌

- ※ 이수동 외 2명, 「남해안 연초천에 서식하는 기수갈고둥의 생태적 특성 연구」(한국환경생태학회지 32(6): 591-602, 2018)
- ※ 생물자원연구부(길현종 외 4인), 「멸종위기종 대추귀고둥의 보전을 위한 개체군 특성 연구(II)」, (국립생물자원관 11-1480592-000574-01, 2013), p. 2
- ※ 운영탁 기자, 「남해갯벌서 멸종위기종 ‘대추귀고둥’ 집단 서식지 발견」 JTBC, 2016.6.13.
- ※ 김명철(한국자연환경보전협회), 「한국의 멸종위기종 대추귀고둥」, 네이버 지식백과, 2016.6.18.
- ※ 해랑이, 「양중맞은 갯벌의 친구 대추귀고둥을 지켜주세요-2월의 보호해양생물로 대추귀고둥 선정」, 해양수산부 공식 블로그, 2019.2.2.
- ※ 정빛나 기자, 「해양수산부, 2018, ‘대추귀고둥’ 유전정보 분석기술 개발」, 연합뉴스, 2018.04.11
- ※ 정승민, 「기수갈고둥, 대추귀고둥, 붉은발말뚝게」, 사이언스올, 2011.7.7.
- ※ 최경필 기자, 「순천만 인근 폐염전 부지에서 환경부 멸종위기 야생동물 2급 대추귀고둥 집단 서식이 확인」, 아시아경제, 2015.5.7.
- ※ 사천 사랑팀(조은정 외 2명), 「멸종위기 동물 II급 대추귀고둥의 서식환경 및 생태 연구- 사천만을 중심으로-」(제58회 전국과학전람회 2302번, 2012) p.1, 5, 16, 19, 22, 30, 32, 38
- ※ 갯벌사랑(이호철 외 2명), 「사천만 일대 염생식물과 대추귀고둥 서식지 조사를 통한 생태·환경 체험학습지 탐구」(제58회 경남과학전람회, 2015), p. 4, 6, 9, 22, 25
- ※ 한려해상국립공원 김한선 연구관님

- ※ 하동군 농업기술센터 농업소득과 전순애 주무관님
- ※ 김한진, 「한려해상국립공원 남해지구에서 멸종위기 야생생물 II급 대추귀고둥 집단 서식 첫 확인」, 국립공원관리공단, 2016.6.10. 9면
- ※ 생태지도 작성시 네이비 지도 활용
- ※ 네이처링 어플 활용 대추귀고둥 발견 기록
- ※ 두산백과, 관곡천 설명과 사진 인용
- ※ 국립해양조사원 홈페이지

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |                          |    |          |
|-------|--------------------------|----|----------|
| 팀명    | 오버 더 오션 (Over the Ocean) |    |          |
| 학생명   | 김선민, 김지민, 권주양, 김민섭       | 학교 | 포항이동고등학교 |
| 지도교사명 | 금강선                      | 학교 | 포항이동고등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 원자력 발전소가 해양생태계에 미치는 영향분석과 원전 주변 해양생물의 방사능 피폭정도 비교  |
| 탐구기간    | 2020년 06월 15일 ~ 2020년 08월 27일  |
| 탐구목적    | 원자력 발전기 가동으로 인한 해양생태계 교란 요소를 분석하고 이 중 인체에 가장 유해하다고 추측되는 방사능 물질이 해양생물에 축적되는 정도와 해양생물에 농축 과정을 분석하여 원자력 발전소 주변에서 생산되는 수산식품의 안전성을 학교와 인근 주민에게 홍보한다.  |
| 탐구내용    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○원자력 발전기로 인해 발생하는 생태계 교란 요소 조사</li> <li>○해양생물의 생태 탐사 및 우점종 채집 관찰</li> <li>○원자력발전기 주변 생태지도를 그려 해양생물의 생태 조사</li> <li>○방사능 측정기 원리 분석 및 측정량 분석</li> <li>○원자력 발전소 온배수 특성 및 배출량 분석</li> <li>○원자력 발전기로 인한 해양생물의 방사능 오염정도와 생물농축 측정</li> <li>○방사능 생물농축이 해양생태계에 주는 영향을 분석</li> </ul>  |
| 탐구결과    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○원자력 발전기 가동으로 인해 발생하는 생태계 교란 요소는 발전소의 냉각수로 사용된 해수(온배수)로 인한 인근 지역의 수온 변화, 원전 주변의 유황 및 유속 변화, 방사선 유출에 따른 해양생물의 방사능 노출이다.</li> <li>○원전 주변의 개별 해양생물의 방사능량은 허용기준치 범위 안에 있으며 원전과 멀리 떨어진 해양환경과 유사하였다.</li> <li>○원전 주변의 해양생물 중 먹이사슬을 그려보고 먹이사슬에서 발생하는 방사능 물질의 생물농축은 상위 영양단계로 올라갈수록 최대 23% 증가하는 것으로 보아 사람이 뽕고등 속살 280g(560마리)을 한꺼번에 섭취하면 문제가 생길 수 있다.</li> </ul> |
| 결론 및 의의 | 주변에 원자력 발전소가 많은 포항지역 주민으로서 원자력 발전소로 인한 해양생태계의 영향을 조사하고 안전성을 비교해 보았다. 이 탐구를 통해 방사능량 수온변화 유황·유속변화 모두 허용기준치 내에 있어 비교적 안전하다는 결론을 내릴 수 있었으나 바닷물(플랑크톤), 지중해담치, 대수리(뽕고등), 불가사리 각각은 안전할 수 있으나 먹이사슬을 통한 방사능의 생물농축의 관점에서는 최종소비자인 사람이 뽕고등과 지중해담치는 많이 섭취한다면 인체에 축적되는 방사능량을 간과할 수 없다는 생각으로 이를 원전과 주민들에게 홍보하고 있다.  |



국립해양생물지원관  
MARINE BIODIVERSITY INSTITUTE OF KOREA

## 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>원자력 발전소가 해양생태계에 미치는 영향분석과<br/>원전주변 해양생물의 방사능 피폭정도 비교</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>오버 더 오션 (Over the Ocean)</b>                             |

### 1. 탐구 동기 및 목적

#### ○ 탐구 동기

- 포항인근 바다에 원자력 발전소는 ‘고리, 신고리, 월성, 신월성, 한빛, 한울’ 등 25기의 원자로가 가동 중에 있다. 원자력 발전소의 열을 식히는 모든 장치에는 물이 필요할 뿐 아니라 발전 과정에서 물이 만들어지기도 한다는 뜻이다. 1000MW급 원전1기를 식히려면 1초에 60~70t의 물 필요하고 이는 바닷물로 가능하다.
- 이 온배수를 냉각탑에 올려 보내 식히는 것이 아니라 그대로 바다로 돌려보낸다.
- 약 7~8℃가 높아진 바닷물로 인해 해양생물과 생태계에는 분명 어떤 변화가 있을 것이며 원자력 발전소에서 사용하는 냉각수가 방사능에 오염됐을 것이라고 생각하고, 이를 통해 발생하는 문제점을 조사하여 주변 바다와 비교해 생태계에 생긴 변화를 분석하고자 한다.

#### ○ 탐구 목적

- 포항인근 바다의 원자력 발전기로 인해 발생하는 생태계 교란 요소가 무엇인지 목록을 작성하고 이것이 해양생태계와 해양생물에 주는 영향을 조사 기록한다.
- 바다 저서에는 생애주기 전체 이동거리가 반경 1Km내외인 생물(청각, 이때패각 등)이 살고 있다. 원자력 발전기 가동으로 인한 바다저서생물의 방사능 오염 정도를 오염원에 따라 정량적으로 수치화 한다.
- 1983년부터 운행 중인 원자력 발전기로 인한 방사능 유출의 가능성을 정량적으로 분석하여 원자력 발전기 건설사에 홍보하여 발생 가능한 생태계 교란의 피해 정도와 규모를 줄이고자 한다.

### 2. 탐구 내용 및 결과

#### ○ 내용

(1) 원자력 발전기로 인해 발생하는 바다 생태계 교란 요소 탐색

- 운전 중인 원자력 발전기 주변 10정점 발전기로부터 50km이상 떨어진 곳 10정점을 설정하여 온도, 해수의 흐름(유속), 방사능 물질 등을 측정한다.
- 원자로 운전시간을 확인하여 냉각수로 사용된 바닷물의 온도, 해수의 흐름(유속), 방사능 물질 등을 측정한다.

원자로 운전시간을 확인하여 냉각수로 사용된 바닷물의 온도, 해수의 흐름(유속), 방사능 물질 등을 측정한다.

원자력 발전기 주변 10정점 발전기로부터 50km이상 떨어진 곳 10정점을 설정하여 조상대, 조간대, 조하대의 생물을 채집하고 동정한다.

(2) 원자력발전기 반경 10km의 생태지도, 50km내의 생태지도 100km의 생태지도를 그려 생태환경을 비교한다.

문헌조사 생태탐사로 설정한 20곳 중 3곳을 선택하여 생태해설사와 함께 집중 탐사하여 우점종을 50종 이상 동정한다.

선택한 3곳의 생태 환경을 한눈에 볼 수 있는 생태지도를 완성하여 생물다양성 생태계변화에 대해 탐구한다.

(3) 원자력 발전기 주변 해양생물의 방사능 피폭 정도 비교

감도의 한계를 고려하여 시료를 분말화 하여 방사능 측정기로 내부피폭 정도를 확인 한국원자력안전기술원의 방사능 분석자료와 대조 분석하여 표로 작성

○ 방법

(1) 탐사 범위 위성사진



내연산



영일대 해수욕장



호미곶 돌레길



구룡포 6리



월성 원자력 발전소



신고리 원자력 발전소

(2) 첫번째 해양생물채집지역 세부지도

- 6지역 중 4번 지역 생물 채집

|  |   |
|--|---|
|  |   |
| <p>※ 주소<br/>-경북 포항시 남구 동해면 흥환리 333-21</p>  | <p>※위도: 36.023713<br/>※경도: 129.499482</p> |
| <p>※주변 건물-흥환 보건 진료소 : 경북 포항시 남구 동해면 호미로 2494 -홈마트 낚시 : 경북 포항시 남구 동해면 호미로 2500<br/>-일송정 민박 : 경북 포항시 남구 동해면 호미로 2510</p> |   |

(3) 측정 장비

방사능 표면오염 측정기 Radico SCM 을 소개합니다.



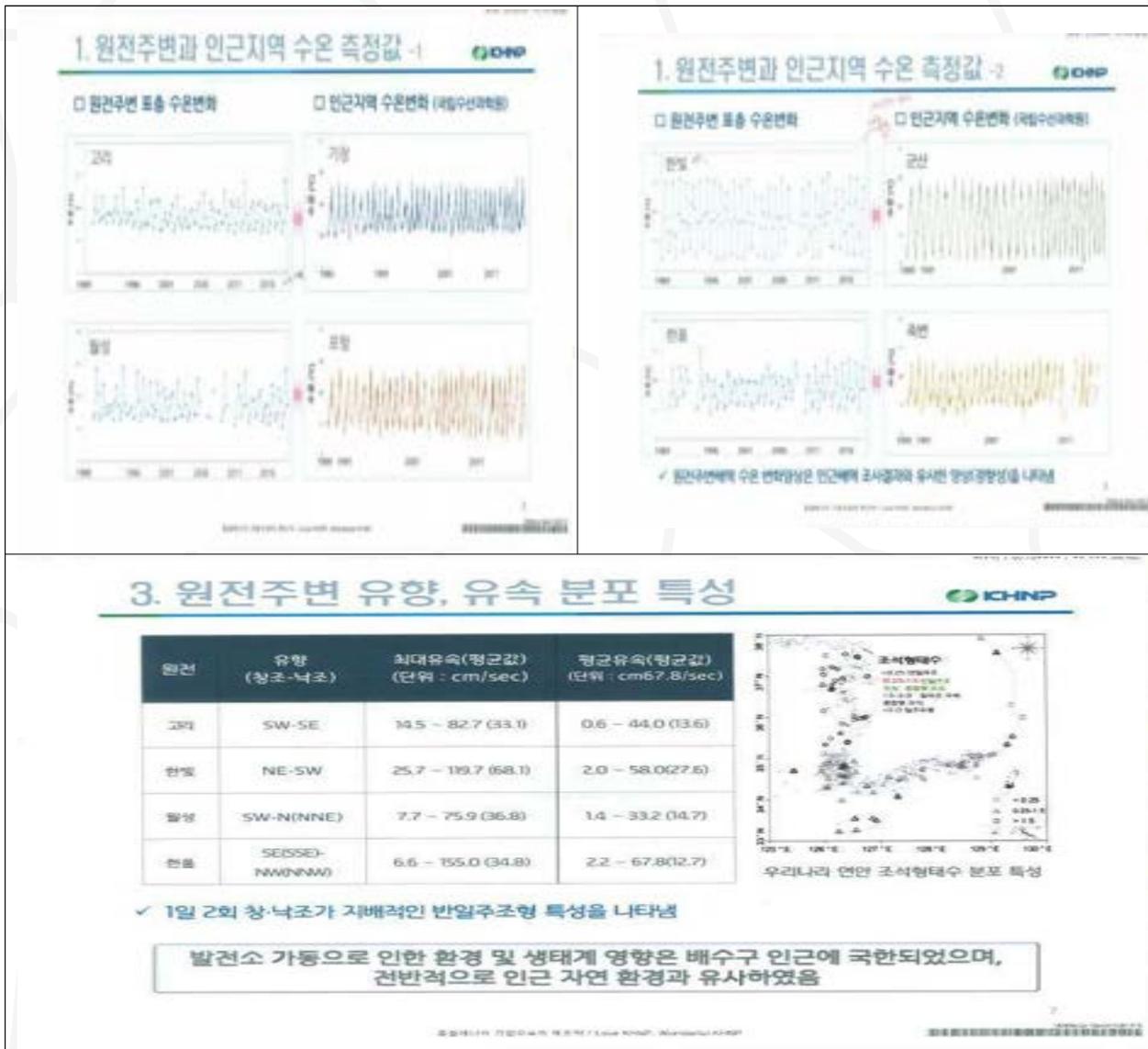
Radico SCM 은 원자력 발전 설비 전문(주)오르비텍 전문 기술진이 개발한 장비로

- 1) 생활 주변 방사선량을 측정가능  
우리가 생활하는 공간의 방사선량을 측정함으로써 외부 피폭의 정도를 확인할 수 있습니다. (집, 아파트, 직장, 학교 등)
- 2) 표면오염 측정기능  
원전에서 방출된 알파, 베타 방사선 동위원소로 인한 표면 오염을 확인할 수 있습니다. (가구, 장난감 등 공산품, 과일, 야채, 축 등)
- 3) 식품 오염 정도 측정기능  
(고기, 어류, 표고버섯, 건어물 등)

○ 탐구내용에 따른 탐구진행과정

(1) 원자력 발전기로 인해 발생하는 바닷물 온도, 해수의 흐름(유속), 방사능 물질 등 생태계 교란 요소 탐색

원자력발전기 주변은 국가보안시설로 접근이 불가하여 원자력발전소 본원에서 제공하는 아래 자료를 토대로 온도와 해수의 흐름에 대한 결론을 내렸다. 발전소 가동으로 인한 해수의 온도는 배수구 인근에 국한되며 온도 변화 측정값에 따르면 전반적으로 인근 자연 환경과 유사하였다. 그리고 온배수의 유출은 저층 방출이라 표층 해수의 흐름에는 영향을 미치지 않는다.



(2) 원자력발전기 반경 10km의 해양생물의 우점종을 탐색한다.

생물선생님이 할 수 있는 지도는 한계가 있어 해양생태해설가를 강사로 영입하였습니다. 협회에 연락하여 전문 해양생태해설사를 소개받았고 해양생태탐사를 20회차 40시간 이상을 실시하였습니다.

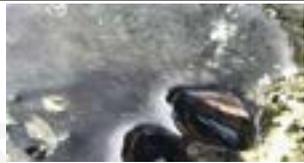
- 해양 생태탐사 일정

| 날 짜      | 강사명 | 장 소           | 시 간               | 탐사 활동내용<br>및 봉사계획         |
|----------|-----|---------------|-------------------|---------------------------|
| 6월 15일 월 | 하영희 | 구룡포 6리        | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 생물탐사란?<br>탐사 위치확인 및 개요설명  |
| 6월 29일 월 | 하영희 | 호미곶           | 14시~30분 ~16시 30분  | 해양 초본식물 조사(현장 답사)         |
| 7월 4일 토  | 하영희 | 서천해양<br>생태체험관 | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)<br>(현장 답사) |
| 7월 13일 월 | 하영희 | 고리 원전         | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)            |
| 7월 27일 월 | 하영희 | 월성 원전         | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)            |
| 8월 5일 수  | 하영희 | 한수원 본부        | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)            |
| 8월 10일 월 | 하영희 | 구룡포 6리        | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)            |
| 8월 19일 수 | 하영희 | 호미곶           | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)            |
| 8월 24일 월 | 하영희 | 서천해양<br>생태체험관 | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생물조사(환경보호활동)            |
| 8월 26일 수 | 하영희 | 생물과학실         | 14시 30분 ~ 16시 30분 | 해양생태지도 그리기<br>(환경보호활동)    |

- 탐사 모습



- 탐사지역 우점종

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|    |    |    |    |
| 이름 1. 지중해 담치  | 이름 2. 분지성게  | 이름 3. 풀색꽃해변말미잘   | 이름 4. 풀개  |
| 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.               |
| 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.             | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.              |
| 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포             | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포              |
| 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.            | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.             |
|    |    |    |    |
| 이름 5. 거북손   | 이름 6. 삿갓조개  | 이름 7. 보말고둥   | 이름 8. 다시마   |
| 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.               |
| 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.             | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              |
| 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포             | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포              |
| 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.            | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.             |
|   |   |   |   |
| 이름 9. 툫   | 이름 10. 돌미역  | 이름 11. 거머리말  | 이름 12. 군부   |
| 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.               |
| 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              |
| 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포             | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포              |
| 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.            | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.             |
|  |  |  |  |
| 이름 13. 울타리고둥  | 이름 14. 갯강구  | 이름 15. 우뭇가사리   | 이름 16. 별불가사리  |
| 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.               |
| 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.             | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.              |
| 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포             | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포              |
| 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.            | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.             |
|  |  |  |  |
| 이름 17. 배무래기   | 이름 18. 팽이고둥   | 이름 19. 총알고둥  | 이름 20. 대수리  |
| 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.               |
| 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input type="checkbox"/> 있다. <input checked="" type="checkbox"/> 없다.             | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              |
| 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포             | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포              |
| 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input type="checkbox"/> 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 안한다.            | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.             |
|  |  |  |  |
| 이름 21. 갯고둥  | 이름 22. 따개비  | 이름 23. 젓새우   | 이름 24. 참도박  |
| 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              | 핵막 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.               |
| 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.            | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.             | 세포벽 <input checked="" type="checkbox"/> 있다. <input type="checkbox"/> 없다.              |
| 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포            | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포             | 세포수 <input type="checkbox"/> 단세포 <input checked="" type="checkbox"/> 다세포              |
| 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.           | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.            | 광합성 <input checked="" type="checkbox"/> 한다. <input type="checkbox"/> 안한다.             |

- 탐사지역 우점종으로 만든 생태지도



(3) 원자력 발전기 주변 해양생물의 방사능 피폭 정도 비교

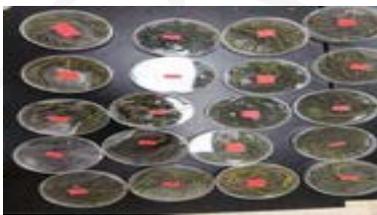
6지역 해양생물 채집 기준

- 6지역의 우점종 중 서식반경이 1~2km내외인 해양생물을 선택한다.
- 해양생물의 채집에서 원자력 발전기가 군사 시설임을 고려하여 원전 주변 어업이 가능한 주민에게 먹이사슬에 있는 생물을 구입하여 방사능 피폭 정도를 비교한다.

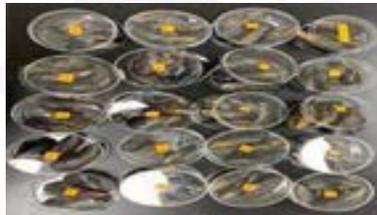
채집 기준에 해당하는 먹이사슬 해양생물

바닷물(생산자)    지중해담치(1차소비자)    대수리(2차소비자)    불가사리(3차소비자)

방사능 측정을 위한 시료 정리



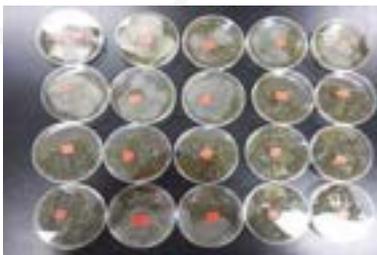
<청각표면오염측정>



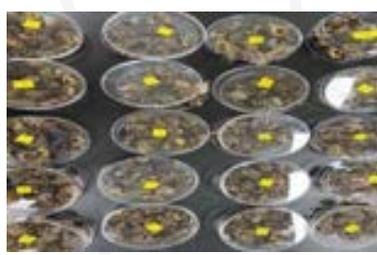
<지중해담치표면오염측정>



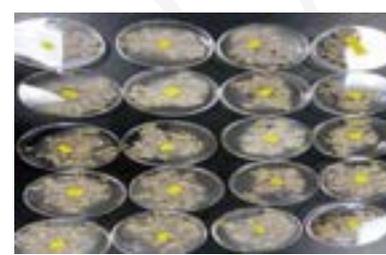
<대수리표면오염측정>



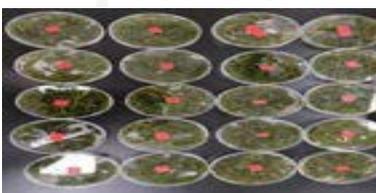
<청각내부오염측정>



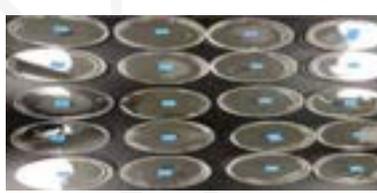
<지중해담치내부오염측정>



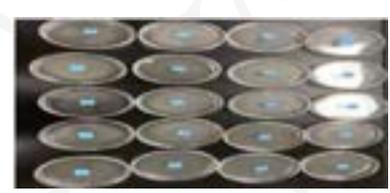
<대수리내부오염측정>



<다시마표면오염측정>



<구룡포6리바닷물오염측정>



<월성원자력발전소 주변바닷물오염측정>

고  
등  
부

청각 지중해담치 대수리 불가사리의 방사능 수치 측정 순서



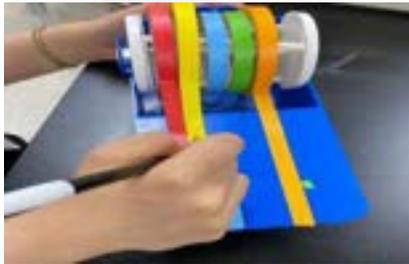
<표면오염측정시 부피를 통일하기 위해 Petri Dish 90mm사용>



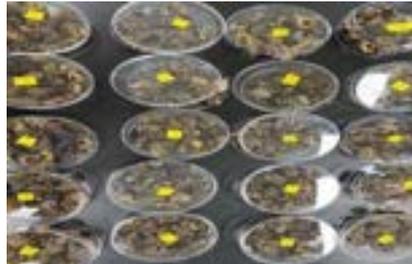
<Radico SCM을 이용한 표면측정>



<내부오염측정 시 질량을 통일>



<시료의 라벨 (1~20)>



<시료의 라벨 (1~20)>



<청각을 수분의 함량을 통일>



<시료내부 피폭을 확인하기 위한 분리작업>



<중량 조절을 위한 과정>



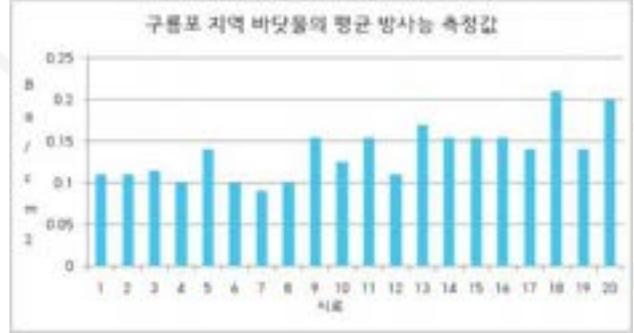
<중량 조절을 위한 과정>

○ 결과

-구룡포 지역 바닷물(플랑크톤)

| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average |
|---------|-----|-----|---------|
| 시료 1    | 19  | 19  | 19      |
| 시료 2    | 19  | 17  | 18      |
| 시료 3    | 25  | 16  | 20.5    |
| 시료 4    | 22  | 16  | 19      |
| 시료 5    | 27  | 18  | 22.5    |
| 시료 6    | 23  | 16  | 19.5    |
| 시료 7    | 15  | 15  | 15      |
| 시료 8    | 22  | 16  | 19      |
| 시료 9    | 27  | 25  | 26      |
| 시료 10   | 24  | 22  | 23      |
| 시료 11   | 27  | 25  | 26      |
| 시료 12   | 23  | 18  | 20.5    |
| 시료 13   | 31  | 30  | 30.5    |
| 시료 14   | 27  | 24  | 25.5    |
| 시료 15   | 31  | 24  | 27.5    |
| 시료 16   | 25  | 31  | 28      |
| 시료 17   | 22  | 29  | 25.5    |
| 시료 18   | 38  | 36  | 37      |
| 시료 19   | 20  | 30  | 25      |
| 시료 20   | 36  | 34  | 35      |

| 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 2                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 3                   | 0.14 | 0.09 | 0.115   |
| 시료 4                   | 0.11 | 0.09 | 0.1     |
| 시료 5                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 6                   | 0.11 | 0.09 | 0.1     |
| 시료 7                   | 0.09 | 0.09 | 0.09    |
| 시료 8                   | 0.11 | 0.09 | 0.1     |
| 시료 9                   | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 10                  | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 11                  | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 12                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 13                  | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 14                  | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 15                  | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 16                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 17                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 18                  | 0.22 | 0.2  | 0.21    |
| 시료 19                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 20                  | 0.2  | 0.2  | 0.2     |



-구룡포 지역 청각



-구룡포 지역 지중해담치 표면, 내부

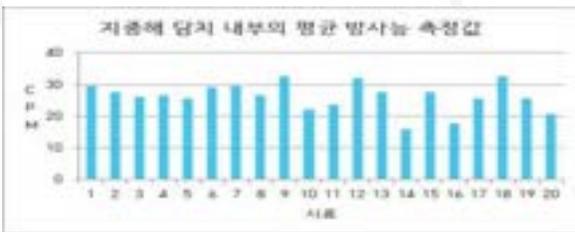
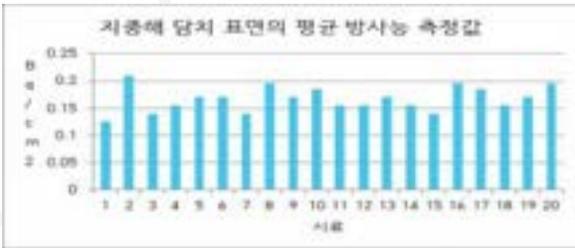
| 단위 : CPM | 1st | 2nd | average |
|----------|-----|-----|---------|
| 시료 1     | 20  | 24  | 22      |
| 시료 2     | 37  | 34  | 35.5    |
| 시료 3     | 20  | 33  | 26.5    |
| 시료 4     | 24  | 30  | 27      |
| 시료 5     | 25  | 36  | 30.5    |
| 시료 6     | 27  | 30  | 28.5    |
| 시료 7     | 30  | 20  | 25      |
| 시료 8     | 30  | 40  | 35      |
| 시료 9     | 30  | 32  | 31      |
| 시료 10    | 35  | 30  | 32.5    |
| 시료 11    | 24  | 28  | 26      |
| 시료 12    | 25  | 27  | 26      |
| 시료 13    | 28  | 27  | 27.5    |
| 시료 14    | 26  | 28  | 27      |
| 시료 15    | 30  | 21  | 25.5    |
| 시료 16    | 40  | 31  | 35.5    |
| 시료 17    | 36  | 30  | 33      |
| 시료 18    | 24  | 28  | 26      |
| 시료 19    | 33  | 31  | 32      |
| 시료 20    | 33  | 37  | 35      |

| 단위 : Bq/cm² | 1st  | 2nd  | average |
|-------------|------|------|---------|
| 시료 1        | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 2        | 0.22 | 0.2  | 0.21    |
| 시료 3        | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 4        | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 5        | 0.14 | 0.2  | 0.17    |
| 시료 6        | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 7        | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 8        | 0.17 | 0.22 | 0.195   |
| 시료 9        | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 10       | 0.2  | 0.17 | 0.185   |
| 시료 11       | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 12       | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 13       | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 14       | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 15       | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 16       | 0.22 | 0.17 | 0.195   |
| 시료 17       | 0.2  | 0.17 | 0.185   |
| 시료 18       | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 19       | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 20       | 0.17 | 0.22 | 0.195   |



| 단위 : CPM | 1st | 2nd | average |
|----------|-----|-----|---------|
| 시료 1     | 26  | 33  | 29.5    |
| 시료 2     | 28  | 27  | 27.5    |
| 시료 3     | 28  | 24  | 26      |
| 시료 4     | 28  | 25  | 26.5    |
| 시료 5     | 24  | 27  | 25.5    |
| 시료 6     | 27  | 31  | 29      |
| 시료 7     | 24  | 35  | 29.5    |
| 시료 8     | 29  | 24  | 26.5    |
| 시료 9     | 37  | 28  | 32.5    |
| 시료 10    | 25  | 19  | 22      |
| 시료 11    | 26  | 21  | 23.5    |
| 시료 12    | 36  | 28  | 32      |
| 시료 13    | 30  | 25  | 27.5    |
| 시료 14    | 12  | 20  | 16      |
| 시료 15    | 30  | 25  | 27.5    |
| 시료 16    | 15  | 20  | 17.5    |
| 시료 17    | 26  | 25  | 25.5    |
| 시료 18    | 39  | 26  | 32.5    |
| 시료 19    | 28  | 23  | 25.5    |
| 시료 20    | 19  | 22  | 20.5    |

| 단위 : Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | average |
|-------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                    | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 2                    | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 3                    | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 4                    | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 5                    | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 6                    | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 7                    | 0.14 | 0.2  | 0.17    |
| 시료 8                    | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 9                    | 0.22 | 0.17 | 0.195   |
| 시료 10                   | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 11                   | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 12                   | 0.2  | 0.17 | 0.185   |
| 시료 13                   | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 14                   | 0.08 | 0.11 | 0.085   |
| 시료 15                   | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 16                   | 0.09 | 0.11 | 0.1     |
| 시료 17                   | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 18                   | 0.22 | 0.14 | 0.18    |
| 시료 19                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 20                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |



-구룡포 지역 대수리

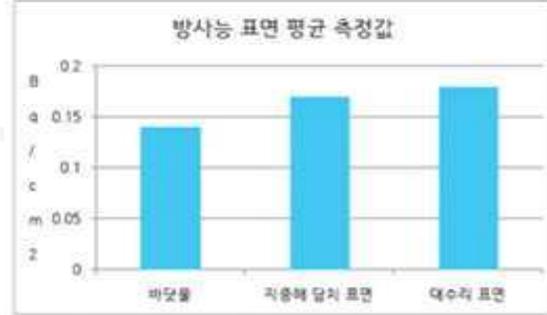
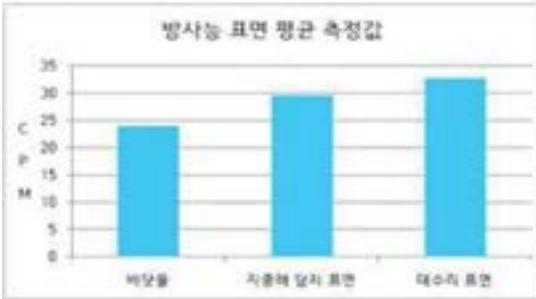
| 대수리의 방사능 측정값 (CPM) |        |        |         | 대수리의 방사능 측정값 (Bq/cm <sup>2</sup> ) |                         |                         |                         |
|--------------------|--------|--------|---------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 단위: CPM            | 1st    | 2nd    | Average | 단위: Bq/cm <sup>2</sup>             | 1st                     | 2nd                     | Average                 |
| 시료 1               | 30 CPM | 30 CPM | 30 CPM  | 시료 1                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 2               | 30 CPM | 30 CPM | 30 CPM  | 시료 2                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 3               | 34 CPM | 31 CPM | 34 CPM  | 시료 3                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 4               | 31 CPM | 28 CPM | 30 CPM  | 시료 4                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 5               | 30 CPM | 28 CPM | 29 CPM  | 시료 5                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 6               | 30 CPM | 26 CPM | 28 CPM  | 시료 6                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 7               | 30 CPM | 31 CPM | 30 CPM  | 시료 7                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 8               | 26 CPM | 29 CPM | 27 CPM  | 시료 8                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 9               | 30 CPM | 30 CPM | 30 CPM  | 시료 9                               | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 10              | 33 CPM | 27 CPM | 30 CPM  | 시료 10                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 11              | 30 CPM | 30 CPM | 30 CPM  | 시료 11                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 12              | 31 CPM | 40 CPM | 36 CPM  | 시료 12                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 13              | 31 CPM | 25 CPM | 28 CPM  | 시료 13                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.16 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 14              | 28 CPM | 31 CPM | 31 CPM  | 시료 14                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 15              | 27 CPM | 28 CPM | 28 CPM  | 시료 15                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.16 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 16              | 27 CPM | 31 CPM | 29 CPM  | 시료 16                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 17              | 28 CPM | 31 CPM | 30 CPM  | 시료 17                              | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 18              | 36 CPM | 27 CPM | 31 CPM  | 시료 18                              | 0.2 Bq/cm <sup>2</sup>  | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 19              | 40 CPM | 31 CPM | 36 CPM  | 시료 19                              | 0.25 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 20              | 45 CPM | 30 CPM | 38 CPM  | 시료 20                              | 0.25 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> |

| 대수리 내부의 방사능 측정값 (CPM) |        |        |         | 대수리 내부의 방사능 측정값 (Bq/cm <sup>2</sup> ) |                         |                         |                         |
|-----------------------|--------|--------|---------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 단위: CPM               | 1st    | 2nd    | Average | 단위: Bq/cm <sup>2</sup>                | 1st                     | 2nd                     | Average                 |
| 시료 1                  | 28 CPM | 30 CPM | 29 CPM  | 시료 1                                  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.16 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 2                  | 31 CPM | 25 CPM | 28 CPM  | 시료 2                                  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.16 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 3                  | 34 CPM | 30 CPM | 32 CPM  | 시료 3                                  | 0.2 Bq/cm <sup>2</sup>  | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 4                  | 27 CPM | 30 CPM | 29 CPM  | 시료 4                                  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 5                  | 28 CPM | 31 CPM | 30 CPM  | 시료 5                                  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 6                  | 28 CPM | 30 CPM | 29 CPM  | 시료 6                                  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 7                  | 34 CPM | 29 CPM | 31 CPM  | 시료 7                                  | 0.2 Bq/cm <sup>2</sup>  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.19 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 8                  | 34 CPM | 31 CPM | 34 CPM  | 시료 8                                  | 0.2 Bq/cm <sup>2</sup>  | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.19 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 9                  | 31 CPM | 30 CPM | 34 CPM  | 시료 9                                  | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.20 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 10                 | 27 CPM | 28 CPM | 28 CPM  | 시료 10                                 | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 11                 | 31 CPM | 30 CPM | 31 CPM  | 시료 11                                 | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 12                 | 30 CPM | 39 CPM | 31 CPM  | 시료 12                                 | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 13                 | 30 CPM | 24 CPM | 27 CPM  | 시료 13                                 | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 14                 | 25 CPM | 27 CPM | 26 CPM  | 시료 14                                 | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 15                 | 28 CPM | 28 CPM | 28 CPM  | 시료 15                                 | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.19 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 16                 | 28 CPM | 27 CPM | 28 CPM  | 시료 16                                 | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 17                 | 32 CPM | 25 CPM | 28 CPM  | 시료 17                                 | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 18                 | 32 CPM | 28 CPM | 34 CPM  | 시료 18                                 | 0.21 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 19                 | 25 CPM | 26 CPM | 26 CPM  | 시료 19                                 | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.16 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 시료 20                 | 30 CPM | 30 CPM | 28 CPM  | 시료 20                                 | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |

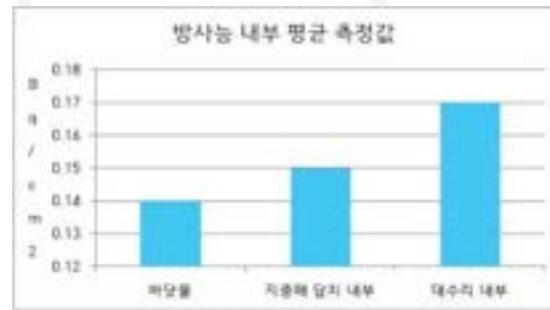
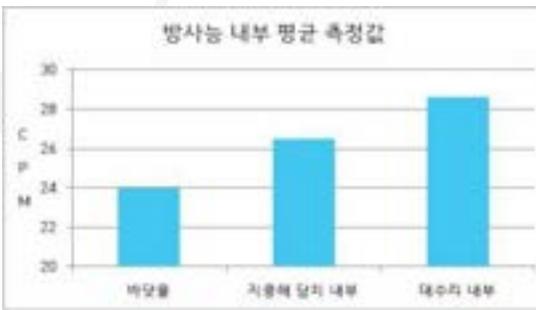


-구룡포 지역의 평균 방사능 측정값

| 방사능 평균 측정값 | CPM       | Bq/cm <sup>2</sup>      | 방사능 평균 측정값 | CPM       | Bq/cm <sup>2</sup>      |
|------------|-----------|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|
| 대수리 표면     | 32.65 CPM | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> | 대수리 내부     | 28.60 CPM | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 청각 표면      | 31.65 CPM | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> | 청각 내부      | 30.65 CPM | 0.18 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 지중해 담치 표면  | 29.55 CPM | 0.17 Bq/cm <sup>2</sup> | 지중해 담치 내부  | 26.50 CPM | 0.15 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 바닷물        | 23.98 CPM | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> |            |           |                         |



<표 1> 구룡포 지역 생물의 표면 평균 방사능 측정값



<표 2> 구룡포 지역 생물의 내부 평균 방사능 측정값

-월성 원전 주변 지역 바닷물

| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average |
|---------|-----|-----|---------|
| 시료 1    | 23  | 18  | 20.5    |
| 시료 2    | 23  | 24  | 23.5    |
| 시료 3    | 20  | 10  | 15      |
| 시료 4    | 25  | 30  | 27.5    |
| 시료 5    | 24  | 13  | 18.5    |
| 시료 6    | 27  | 22  | 24.5    |
| 시료 7    | 27  | 10  | 18.5    |
| 시료 8    | 20  | 17  | 18.5    |
| 시료 9    | 28  | 34  | 31      |
| 시료 10   | 18  | 21  | 19.5    |
| 시료 11   | 24  | 24  | 24      |
| 시료 12   | 22  | 20  | 21      |
| 시료 13   | 24  | 18  | 21      |
| 시료 14   | 21  | 23  | 22      |
| 시료 15   | 19  | 19  | 19      |
| 시료 16   | 13  | 24  | 18.5    |
| 시료 17   | 28  | 24  | 26      |
| 시료 18   | 15  | 21  | 18      |
| 시료 19   | 21  | 18  | 19.5    |
| 시료 20   | 24  | 31  | 27.5    |

| 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 2                   | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 3                   | 0.11 | 0.06 | 0.085   |
| 시료 4                   | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 5                   | 0.14 | 0.06 | 0.1     |
| 시료 6                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 7                   | 0.17 | 0.06 | 0.115   |
| 시료 8                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 9                   | 0.17 | 0.2  | 0.185   |
| 시료 10                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 11                  | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 12                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 13                  | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 14                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 15                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 16                  | 0.06 | 0.14 | 0.1     |
| 시료 17                  | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 18                  | 0.09 | 0.11 | 0.1     |
| 시료 19                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 20                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |



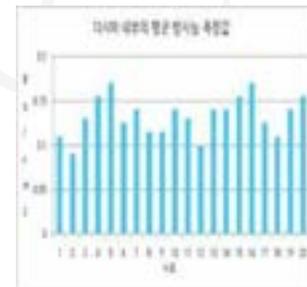
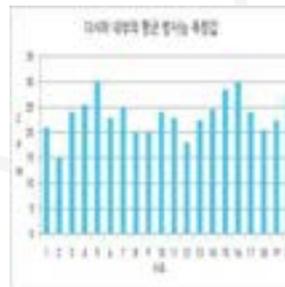
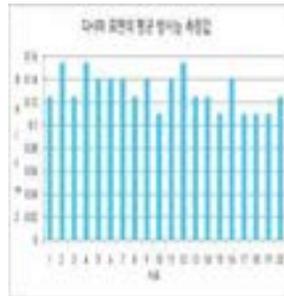
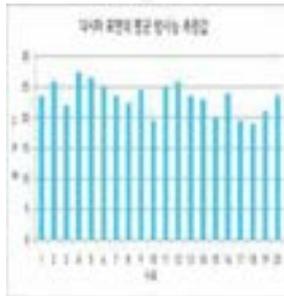
-월성 원전 주변 지역 다시마

| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average |
|---------|-----|-----|---------|
| 시료 1    | 22  | 25  | 23.5    |
| 시료 2    | 27  | 25  | 26      |
| 시료 3    | 24  | 25  | 24.5    |
| 시료 4    | 30  | 25  | 27.5    |
| 시료 5    | 22  | 20  | 21      |
| 시료 6    | 27  | 27  | 27      |
| 시료 7    | 30  | 27  | 28.5    |
| 시료 8    | 30  | 25  | 27.5    |
| 시료 9    | 21  | 20  | 20.5    |
| 시료 10   | 22  | 19  | 20.5    |
| 시료 11   | 22  | 20  | 21      |
| 시료 12   | 25  | 27  | 26      |
| 시료 13   | 23  | 24  | 23.5    |
| 시료 14   | 21  | 25  | 23      |
| 시료 15   | 19  | 21  | 20      |
| 시료 16   | 28  | 29  | 28.5    |
| 시료 17   | 18  | 21  | 19.5    |
| 시료 18   | 20  | 18  | 19      |
| 시료 19   | 21  | 21  | 21      |
| 시료 20   | 24  | 23  | 23.5    |

| 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                   | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 2                   | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 3                   | 0.14 | 0.13 | 0.135   |
| 시료 4                   | 0.17 | 0.14 | 0.155   |
| 시료 5                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 6                   | 0.17 | 0.13 | 0.15    |
| 시료 7                   | 0.15 | 0.17 | 0.16    |
| 시료 8                   | 0.15 | 0.14 | 0.145   |
| 시료 9                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 10                  | 0.11 | 0.13 | 0.12    |
| 시료 11                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 12                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 13                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 14                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 15                  | 0.11 | 0.13 | 0.12    |
| 시료 16                  | 0.17 | 0.13 | 0.15    |
| 시료 17                  | 0.11 | 0.13 | 0.12    |
| 시료 18                  | 0.11 | 0.13 | 0.12    |
| 시료 19                  | 0.11 | 0.13 | 0.12    |
| 시료 20                  | 0.14 | 0.13 | 0.135   |

| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average |
|---------|-----|-----|---------|
| 시료 1    | 22  | 20  | 21      |
| 시료 2    | 14  | 16  | 15      |
| 시료 3    | 32  | 16  | 24      |
| 시료 4    | 24  | 27  | 25.5    |
| 시료 5    | 30  | 30  | 30      |
| 시료 6    | 24  | 22  | 23      |
| 시료 7    | 20  | 30  | 25      |
| 시료 8    | 15  | 25  | 20      |
| 시료 9    | 16  | 24  | 20      |
| 시료 10   | 24  | 24  | 24      |
| 시료 11   | 16  | 20  | 18      |
| 시료 12   | 15  | 21  | 18      |
| 시료 13   | 27  | 18  | 22.5    |
| 시료 14   | 24  | 25  | 24.5    |
| 시료 15   | 24  | 33  | 28.5    |
| 시료 16   | 30  | 30  | 30      |
| 시료 17   | 25  | 23  | 24      |
| 시료 18   | 19  | 22  | 20.5    |
| 시료 19   | 24  | 21  | 22.5    |
| 시료 20   | 24  | 30  | 27      |

| 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 2                   | 0.09 | 0.09 | 0.09    |
| 시료 3                   | 0.17 | 0.09 | 0.13    |
| 시료 4                   | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 5                   | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 6                   | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 7                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 8                   | 0.09 | 0.14 | 0.115   |
| 시료 9                   | 0.09 | 0.14 | 0.115   |
| 시료 10                  | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 11                  | 0.09 | 0.17 | 0.13    |
| 시료 12                  | 0.09 | 0.11 | 0.1     |
| 시료 13                  | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 14                  | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 15                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 16                  | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 17                  | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 18                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 19                  | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 20                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |



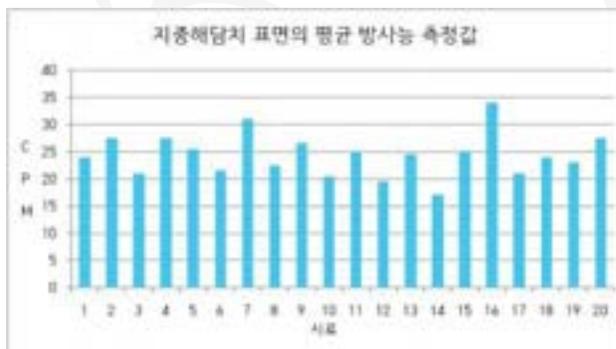
-월성 원전 주변 지역 지중해 담치

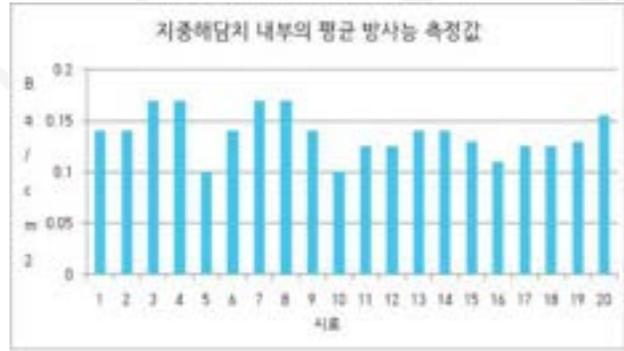
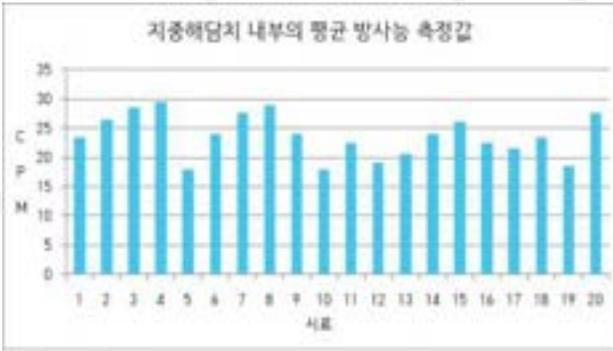
| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average |
|---------|-----|-----|---------|
| 시료 1    | 27  | 20  | 23.5    |
| 시료 2    | 23  | 30  | 26.5    |
| 시료 3    | 30  | 27  | 28.5    |
| 시료 4    | 35  | 24  | 29.5    |
| 시료 5    | 25  | 11  | 18      |
| 시료 6    | 24  | 24  | 24      |
| 시료 7    | 27  | 28  | 27.5    |
| 시료 8    | 24  | 34  | 29      |
| 시료 9    | 21  | 27  | 24      |
| 시료 10   | 16  | 20  | 18      |
| 시료 11   | 21  | 24  | 22.5    |
| 시료 12   | 18  | 20  | 19      |
| 시료 13   | 17  | 24  | 20.5    |
| 시료 14   | 21  | 27  | 24      |
| 시료 15   | 21  | 31  | 26      |
| 시료 16   | 31  | 14  | 22.5    |
| 시료 17   | 21  | 22  | 21.5    |
| 시료 18   | 22  | 25  | 23.5    |
| 시료 19   | 25  | 12  | 18.5    |
| 시료 20   | 24  | 31  | 27.5    |

| 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 2                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 3                   | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 4                   | 0.2  | 0.14 | 0.17    |
| 시료 5                   | 0.14 | 0.06 | 0.1     |
| 시료 6                   | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 7                   | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 8                   | 0.14 | 0.2  | 0.17    |
| 시료 9                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 10                  | 0.09 | 0.11 | 0.1     |
| 시료 11                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 12                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 13                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 14                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 15                  | 0.17 | 0.09 | 0.13    |
| 시료 16                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 17                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 18                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 19                  | 0.17 | 0.09 | 0.13    |
| 시료 20                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |

| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average |
|---------|-----|-----|---------|
| 시료 1    | 30  | 18  | 24      |
| 시료 2    | 25  | 30  | 27.5    |
| 시료 3    | 25  | 17  | 21      |
| 시료 4    | 34  | 21  | 27.5    |
| 시료 5    | 25  | 26  | 25.5    |
| 시료 6    | 25  | 18  | 21.5    |
| 시료 7    | 27  | 35  | 31      |
| 시료 8    | 21  | 24  | 22.5    |
| 시료 9    | 15  | 38  | 26.5    |
| 시료 10   | 21  | 20  | 20.5    |
| 시료 11   | 20  | 30  | 25      |
| 시료 12   | 12  | 27  | 19.5    |
| 시료 13   | 21  | 28  | 24.5    |
| 시료 14   | 19  | 15  | 17      |
| 시료 15   | 25  | 25  | 25      |
| 시료 16   | 28  | 40  | 34      |
| 시료 17   | 17  | 25  | 21      |
| 시료 18   | 17  | 31  | 24      |
| 시료 19   | 21  | 25  | 23      |
| 시료 20   | 24  | 31  | 27.5    |

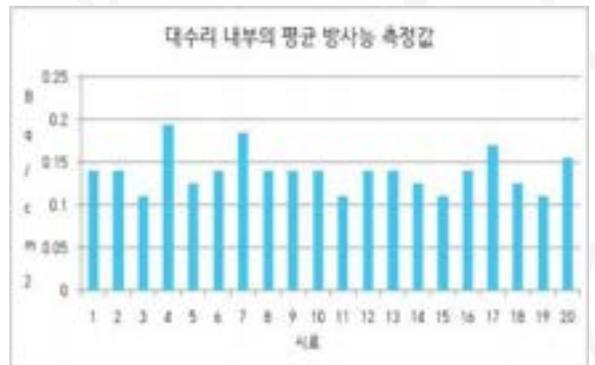
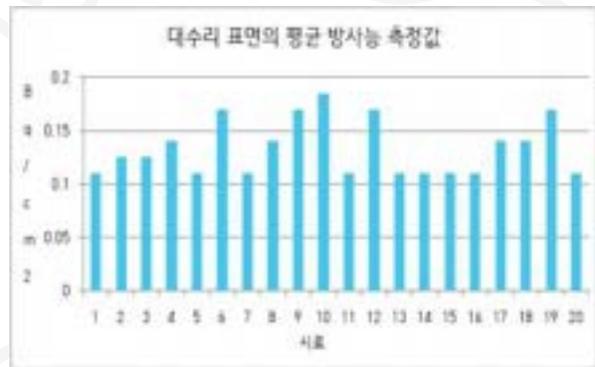
| 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 2                   | 0.14 | 0.17 | 0.155   |
| 시료 3                   | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 4                   | 0.2  | 0.11 | 0.155   |
| 시료 5                   | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 6                   | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 7                   | 0.17 | 0.2  | 0.185   |
| 시료 8                   | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 9                   | 0.09 | 0.22 | 0.155   |
| 시료 10                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 11                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 12                  | 0.06 | 0.17 | 0.115   |
| 시료 13                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 14                  | 0.11 | 0.09 | 0.1     |
| 시료 15                  | 0.14 | 0.14 | 0.14    |
| 시료 16                  | 0.17 | 0.22 | 0.195   |
| 시료 17                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 18                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 19                  | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 20                  | 0.14 | 0.17 | 0.155   |





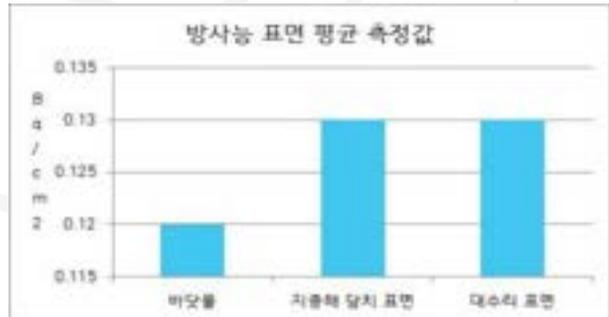
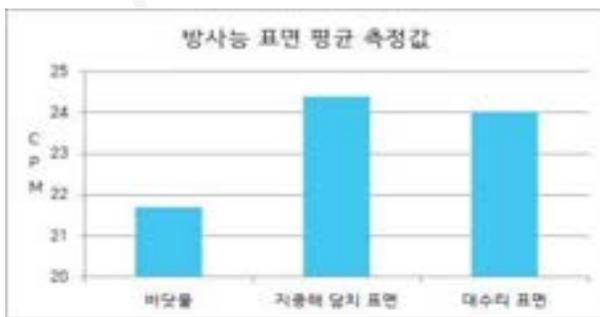
-월성 원전 주변 지역 대수리

| 단위: CPM | 1st | 2nd | Average | 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average | 단위: CPM | 1st | 2nd | Average | 단위: Bq/cm <sup>2</sup> | 1st  | 2nd  | Average |
|---------|-----|-----|---------|------------------------|------|------|---------|---------|-----|-----|---------|------------------------|------|------|---------|
| 시료 1    | 28  | 18  | 23      | 시료 1                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    | 시료 1    | 20  | 23  | 21.5    | 시료 1                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 2    | 28  | 21  | 24.5    | 시료 2                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    | 시료 2    | 21  | 26  | 23.5    | 시료 2                   | 0.11 | 0.14 | 0.125   |
| 시료 3    | 23  | 22  | 22.5    | 시료 3                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    | 시료 3    | 24  | 23  | 23.5    | 시료 3                   | 0.14 | 0.11 | 0.125   |
| 시료 4    | 18  | 50  | 34      | 시료 4                   | 0.11 | 0.28 | 0.195   | 시료 4    | 28  | 21  | 24.5    | 시료 4                   | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 5    | 20  | 24  | 22      | 시료 5                   | 0.11 | 0.14 | 0.125   | 시료 5    | 19  | 18  | 18.5    | 시료 5                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 6    | 18  | 27  | 22.5    | 시료 6                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    | 시료 6    | 27  | 27  | 27      | 시료 6                   | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 7    | 36  | 27  | 31.5    | 시료 7                   | 0.2  | 0.17 | 0.185   | 시료 7    | 19  | 21  | 20      | 시료 7                   | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 8    | 19  | 27  | 23      | 시료 8                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    | 시료 8    | 23  | 27  | 25      | 시료 8                   | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 9    | 24  | 26  | 25      | 시료 9                   | 0.14 | 0.14 | 0.14    | 시료 9    | 27  | 27  | 27      | 시료 9                   | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 10   | 31  | 21  | 26      | 시료 10                  | 0.17 | 0.11 | 0.14    | 시료 10   | 28  | 35  | 31.5    | 시료 10                  | 0.17 | 0.2  | 0.185   |
| 시료 11   | 22  | 20  | 21      | 시료 11                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    | 시료 11   | 23  | 22  | 22.5    | 시료 11                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 12   | 20  | 31  | 25.5    | 시료 12                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    | 시료 12   | 33  | 28  | 30.5    | 시료 12                  | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 13   | 20  | 30  | 25      | 시료 13                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    | 시료 13   | 19  | 18  | 18.5    | 시료 13                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 14   | 25  | 23  | 24      | 시료 14                  | 0.14 | 0.11 | 0.125   | 시료 14   | 21  | 22  | 21.5    | 시료 14                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 15   | 18  | 19  | 18.5    | 시료 15                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    | 시료 15   | 20  | 18  | 19      | 시료 15                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 16   | 23  | 27  | 25      | 시료 16                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    | 시료 16   | 21  | 23  | 22      | 시료 16                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |
| 시료 17   | 36  | 24  | 30      | 시료 17                  | 0.2  | 0.14 | 0.17    | 시료 17   | 20  | 27  | 23.5    | 시료 17                  | 0.11 | 0.17 | 0.14    |
| 시료 18   | 25  | 21  | 23      | 시료 18                  | 0.14 | 0.11 | 0.125   | 시료 18   | 28  | 22  | 25      | 시료 18                  | 0.17 | 0.11 | 0.14    |
| 시료 19   | 22  | 17  | 19.5    | 시료 19                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    | 시료 19   | 31  | 30  | 30.5    | 시료 19                  | 0.17 | 0.17 | 0.17    |
| 시료 20   | 27  | 25  | 26      | 시료 20                  | 0.17 | 0.14 | 0.155   | 시료 20   | 23  | 21  | 22      | 시료 20                  | 0.11 | 0.11 | 0.11    |

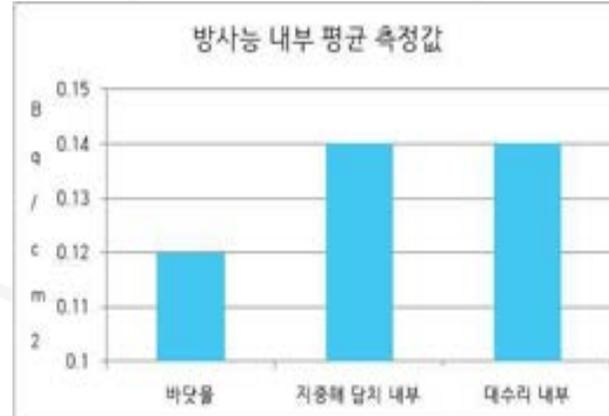
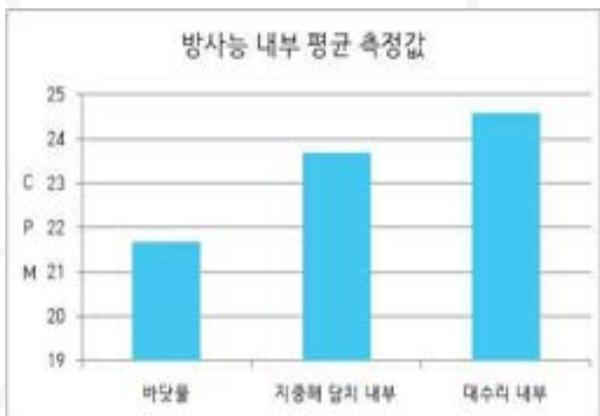


-월성 원전 주변 지역의 평균 방사능 측정값

| 방사능 평균 측정값 | CPM       | Bq/cm <sup>2</sup>      | 방사능 평균 측정값 | CPM       | Bq/cm <sup>2</sup>      |
|------------|-----------|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|
| 대수리 표면     | 24.03 CPM | 0.13 Bq/cm <sup>2</sup> | 대수리 내부     | 24.58 CPM | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 다시마 표면     | 23.25 CPM | 0.13 Bq/cm <sup>2</sup> | 다시마 내부     | 23.4 CPM  | 0.15 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 지중해 담치 표면  | 24.4 CPM  | 0.13 Bq/cm <sup>2</sup> | 지중해 담치 내부  | 23.7 CPM  | 0.14 Bq/cm <sup>2</sup> |
| 바닷물        | 21.68 CPM | 0.12 Bq/cm <sup>2</sup> |            |           |                         |



<표 3> 월성 원전 주변 지역 생물의 표면 평균 방사능 측정값



<표 4> 월성 원전 주변 지역 생물의 내부 평균 방사능 측정값

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 구룡포 6리의 해양생물 표면 방사능 평균 측정값은 바닷물, 지중해담치, 대수리 순으로 높았고 내부는 바닷물, 지중해담치, 대수리 순으로 높았다. 월성 원자력 발전소 주변의 해양생물 표면 방사능 평균 측정값은 바닷물, 다시마, 대수리, 지중해담치 순으로 내부는 바닷물, 다시마, 지중해담치, 대수리 순으로 높았다. 결과적으로 상위 영양단계로 갈수록 방사능 물질이 농축되고 있다.
- 원자력 발전기 가동으로 인해 발생하는 생태계 교란 요소는 발전소의 냉각수로 사용된 해수(온배수)로 인한 인근 지역의 수온 변화, 원전 주변의 유향 및 유속 변화, 방사선 유출에 따른 해양생물의 방사능 노출이다.

- 원전 주변의 개별 해양생물의 방사능량은 용기준치 범위 안에 있으며 원전과 멀리 떨어진 해양 경과 유사하였다.
- 원전 주변의 해양생물 중 먹이사슬을 그려보고 먹이사슬에서 발생하는 방사능 물질의 생물농축은 상위 영양단계로 올라갈수록 최대 23% 증가하는 것으로 보아 사람이 빨고 등 속살 280g(560마리)을 섭취하면 문제가 생길 수 있다.
- 수산식품의 방사능 용기준치는 100Bq/Kg이므로 빨고등은 280g(560마리), 지중해담치 250g(120~130마리)를 섭취하면 위 하다는 것을 교내 과학축전에 보하였다.
- 이 탐구를 통해 원전의 온배수로 인한 수온변 유향·유속변 방사능량 모두 용기준치 내에 있어 비교적 안전하다는 결론을 내렸고, 바닷물(플랑크톤), 지중해담치, 대수리(빨고등), 불가사리 각각은 안전할 수 있으나 먹이사슬을 통한 방사능의 생물농축의 관점에서는 최종소비자인 사람이 빨고등과 불가사리는 많이 섭취한다면 인체에 축적되는 방사능량을 간과할 수 없는 양이라는 것을 알 수 있다.

#### ○ 의의(기대효과)

- 포항인근 바다의 원자력 발전기로 인해 발생하는 생태계 교란 요소를 파악하여 보하고 교육으로 용할 수 있다.
- 해양저서 생물(불가사리, 이매패각 등)의 생태와 성장과정을 탐구함으로써 육지 생물에 국한된 생물학적 지식에 해양생태와 생물에 대한 지식의 폭을 장할 수 있다.
- 원자력 발전기로 인한 방사능 유출의 가능성을 정량적으로 분석하여 원자력 발전기 건설사와 주민들에게 보하여 발생 가능한 생태계 교란의 피해 정도와 규모를 줄일 수 있다.
- 먹이사슬을 통한 방사능의 생물농축의 관점에서는 최종소비자인 사람이 빨고등과 불가사리는 많이 섭취한다면 인체에 축적되는 방사능량을 간과할 수 없다는 생각으로 이를 원전과 주민들에게 보하고 있다.
- 원전 주변의 생태를 한눈에 볼 수 있는 생태지도를 만들어 고등학교 1학년 공통과학 4단원 생태계의 구성요소와 경 에서 원자력 발전소가 주변 해양생태계에 미치는 영향을 주제로 STS수업을 진행 할 수 있다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

- 원자력 발전소 주변은 모두 군사시설로 지정되어 있어 탐사 및 생물채집이 불가능하였으며 이를 원자력 발전소 본부에 문의하여 조사할 수 있는 방법을 질의하였으나 불가능하다는 답변을 받았고 원전본부에서 제공하는 해류와 온배수의 온도로 탐구내용 (1)을 작성하였다.
- 코로나19로 인한 원격수업으로 빠듯한 학사일정과 긴 장마로 바다생물 채집을 나가기가 어려웠고, 바다생물 채집과정이 생각보다 시간과 비용이 많이 소모되었다.
- 중간보고서에 불가사리를 채집하여 실 할 계 이었지만 불가사리가 제철 해산물이 아니었기 때문에 채집이 불가능하였다.
- 방사능 기계를 결정하기 위해 여러 논문은 찾았지만 적절한 비용에 맞는 기계를 찾는 것과 방사능 기계로 방사능 수치를 측정하는 데 시간이 오래 걸려 실 기간이 지연되었다.

- 결과와 우리의 추측이 다르게 나온 이유
  - 채취 시료들의 생장 시간이 통일되지 않아 이러 결과가 나왔을 것이다.
  - 구룡포 주변의 류와 꽃이라는 지리적 특성상 방사능이 축적되었을 것이다.
  - 시료의 표면이 고르게 폭되지 않았거나 생장 며 폭된 시간의 달라 방사능 축적량 차가 클 것이다.
  - 공기 중의 방사능 종이 물에 착 는 성질이 강 기 때문에 비가 오면 방사능 수치가 크게 오르는데 구룡포에서 양생물을 채집 때 긴 장마여서 방사능 수치가 더 높게 나왔을 것이다.

### ○ 알게 된 점

- 가설과 탐구 결과가 늘 같을 수 없다는 것을 알게 되었고, 실 을 위 많은 변인 을 통제 야 다는 것을 알게 되었다.
- 생장 정도를 통제 지 않은 상 에서 방사능의 폭량의 편차가 발생 는 것을 관찰 여 생물농축 이외에도 방사능 축적량에 영 을 미치는 요인들이 많다는 것을 깨닫게 되었다.
- 공기 중에 방사능 종이 물에 착 는 성질이 강 기 때문에 비가 오면 방사능 수치가 크게 올라가 실 결과가 다르게 나올 수 있다는 사실을 깨달았다.
- 원자력 발전소가 없는 포 에도 양생물에 방사능 수치가 검출될 수 있다는 것을 배우게 되었다.
- 처음에 방사능 기계 사용 방법을 몰라 어려움을 겪었지만 기계의 설명서와 인터넷 검색을 비롯 여러 가지 자료를 검색 보면서 방사능 기계로 CPM을 측정 는 방법과 CPM으로 측정 결과를  $Bq/cm^2$ 으로 변 는 방법을 알게 되었다.
- 지중 담치와 대수리의 경우와 달리 청각이 생산자임에도 불구하고 고 방사능 수치가 높게 나와 란스러웠지만 청각이 생장기간이 지중 담치와 대수리보다 길어 방사능이 더 많이 농축되었기 때문에 수치가 가설과 다르게 나온 것을 알게 되었다.

### ○ 기타

- 조사 지역 6개 중 2개만 조사 다. 이유는 코로나19로 인 원격수업으로 사일정이 빠듯 고 생각보다 바다생물 채집이 시간과 비용이 많이 소모되는 과정이었다. 또 , 잦은 비와 긴 장마와 채집을 나가기가 어려웠다.
- 방사능 측정을 위 갯지렁이 채집을 지 않았다. 이유는 원전에 다녀온 원자력 발전소의 온배수가 바다 밑으로 러가는 것이 아니라 수 표면으로 른다는 것을 깨달아 먹이사슬을 찾고 먹이사슬 중에서 채집이 가능 양생물을 채집 다.

## 5. 참고문헌

- 곽찬 , 정태 , 정 윤, 수산물 가공 식품의 방사능 농도 측정 2015 국방사성 폐기물 추계 술대 논문 요약집 (경기도 : 유니테코 , 2015 ) p501~502
- 김창중, 임충섭, 이완 , 장미, 지영용, 정근 , 강문자. 국내 시중 유통 수산물에대 방사능 농도 조사 Korean J . FOOD SCL . TECHNOL . VOL 47 , no 6 (서울 : 국식품과 2015) p.789~792
- 김명준, 강석민, 권대철. Effects of the Questionnaire and Radioactivity

Measurement of Fishery from the Fukushima Nuclear Disaster J. Korean Soc Radiol  
, vol. 10 , no.1 , January 2016

○권기성, 진 , 한상배, 이은주, 강길진, 정 옥, 박성규, 장귀 , 안지승, 김동술, 김  
명철, 김창민, 정근 , 이창우. 식품에 대한 방사능 오염실태 조사 Korean J .  
FOOD SCL . TECHNOL . VOL 36 , no 1 (서울 : 한국식품과학 2004) p183 ~ 187

○조한길, 김지은, 이성남, 문수경, 박용배, 윤미 . 식용 버섯류에서의 인공 방사능  
농도 조사 J .Food hyg . saf . vol. 33 , no 6 (경기도 : ndsl , 2018) p. 488 ~ 404

○김영섭, 김경 , 강충배, 김종빈 (2004.08.30.) 한국연근 유용어류도감, 국립수산과  
학원, 부산 기장군 기장읍 시랑리 408-1번지, 대한민국

○ 성운 2006.03.15.) 한국 양무척추동물도감 , 아카데미 서적, 서울특별시 강남구 신  
사동 628-39, 대한민국

○포항 CBS 김재원 기자 비가 오면 방사능 수치 크게 높아져, 노컷뉴스 2011-04-11, 1면

○ 양생태 설가 하영

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|       |           |    |          |
|-------|-----------|----|----------|
| 팀명    | 탐구해요 갯끈풀숲 |    |          |
| 학생명   | 정민성       | 학교 | 인천남고등학교  |
|       | 강초원       | 학교 | 인천논현고등학교 |
| 지도교사명 | 이승언       | 학교 | 인천남고등학교  |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 영국 갯끈풀( <i>Spartina anglica</i> C.E. Hubb)의 바이오에너지로써 잠재적 활용가능성에 대한 탐구  |
| 탐구기간    | 2020년 6월 20일 ~ 2020년 7월 10일  |
| 탐구목적    | 갯벌의 생태계를 교란시키는 생태계 교란식물인 영국 갯끈풀의 바이오 에너지로써 활용이 가능한지에 목적을 두고 번식력이 강한 교란종의 특성을 활용할 수 있는 여러 방안을 모색하고자 하였다.  |
| 탐구내용    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 영국 갯끈풀 채집 후 해리 과정을 위해 전처리 과정 실시</li> <li>2. 4가지의 효소를 활용하여 1차, 2차 당화 과정 진행</li> <li>3. 당화 효율을 알아보기 위한 DNS 시약을 통한 흡광도 측정</li> <li>4. 포도당을 통한 DNS 표준농도 곡선을 통한 당 함량 측정</li> <li>5. 각각의 알코올 도수를 비교를 통한 알코올 발효 효율 알아보기</li> </ol>            |
| 탐구결과    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 해리 갯끈풀은 시료 2.5g 당 38~40%의 당화효율을 나타냈고, 갯끈풀은 시료 2.5g 당 1.9~2.5%의 당화효율을 나타낸다.</li> <li>2. 알코올 발효의 경우 해리 갯끈풀 및 갯끈풀 모두 10분 후 3%의 도수를 나타냈고, 그 이후로 변화가 없어 포화되었음을 알 수 있다.</li> </ol>   |
| 결론 및 의의 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 기존 바이오매스 중 미세조류와의 당화효율이 비슷하다는 결과를 통해 갯끈풀의 바이오매스로써 활용 가능성이 존재한다.</li> <li>2. 알코올 발효의 효율을 알지는 못하였지만, 갯끈풀이 가지고 있는 당을 통하여 알코올을 생성할 수 있어 알코올 발효를 통해 바이오 에너지를 생성함을 알 수 있다.</li> <li>3. 번식력이 강한 갯끈풀을 활용하여 생태계 및 환경문제 해결에 기여할 수 있다.</li> </ol> |



## 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

|              |  |
|--------------|--|
| <b>탐구 주제</b> | <b>영국갯끈풀(<i>Spartina anglica</i> C.E. Hubb)의 바이오에너지로서 잠재적 활용가능성에 대한 탐구</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>탐구해요 갯끈풀숲</b>   |

### 1. 탐구 동기 및 목적

#### ○ 탐구 동기

- 요즘 뉴스 기사에서 생태계 파괴문제에 대한 주제가 예전에 비해 점점 더 많이 등장하고 있다. 이러한 현상은 예전보다 생태계 파괴문제의 심각성이 우리에게 점점 큰 영향으로 다가오는 것이라고 해석된다. 우리가 살아가는데 있어서 생태계는 정말 중요하다. 하지만 다양한 이유로 생태계는 점점 파괴되고 있는데 여기에서 ‘생태계가 파괴되는 이유가 인간의 활동뿐일까?’ 라는 생각이 들었다.



[갯끈풀 제거 모습]

이에 의문이 생겨 인터넷 조사를 통해 확인해보았더니 다양한 생태계 교란생물들로 인한 피해 또한 크다는 글을 보게 되었다. 이 생태계 교란생물 중 현재 우리가 살고 있는 곳과 가까운 인천 서해안에 서식하는 영국 갯끈풀이라는 해양생태계 교란식물에 관심이 갔고, 이 해양식물에 대하여 탐구해보기로 결정하였다.

영국 갯끈풀은 만조와 간조 사이에 지면이 드러나는 갯벌에서 자라는 벼과 식물로, 잎은 두텁고 다소 넓은 긴 칼날 모양을 하고 있으며 유전자 구성이 다른 식물과 수분하기 때문에 매우 광활하고 연속적인 염·습지 식생 생태계를 형성하면서 주변의 계군락, 다른 식생 군락의 멸종을 야기한다고 한다.

갯끈풀로 인한 생태계 파괴문제는 이뿐만이 아니라 갯벌의 면적이나, 파랑에너지를 감소시키는 등의 문제 또한 발생하고 있다. 이 갯끈풀을 없애기 위한 노력은 계속되고 있지만, 번식력이 너무 강하기 때문에 어딘가 소량의 갯끈풀이 남아 있다면 이로 인한 문제는 계속하여 나타날 것이라는 생각이 들었고, 우리는 이 문제를 단지 제거 후 소각하는 등의 방식으로 해결하기위한 방안을 연구하는 것이 아닌 이 문제를 생태계와 환경에 이로운 방향으로 돌려 해결하는 방안에 대하여 연구하려고 한다.

또한 연구할 방안에 대하여 논의하던 중 우리는 갯끈풀의 생물자원으로서의 가치를 사용하기 위하여 바이오에너지의 생산 자원으로서의 활용을 떠올렸다. 일반적인 바이오에너지는 원자력 등 다른 에너지와 비교할 때 환경 보전적으로 더 안전하다는 장점을 갖고 있지만 생산 자원을 얻기 위해 넓은 면적의 토지가 필요하다는 것이 단점이었다. 갯끈풀은 갯벌에서 자라기 때문에 넓은 토지가 필요하다는 단점을 해결할 수 있다. 그리고 기존에 생



산 자원을 얻기 위해 이용하던 토지 대신 갯벌을 이용하므로 토지가 부족하여 건물을 짓기 위해 갯벌을 토지로 바꾸어 사용하는 등의 갯벌 면적감소로 인한 환경문제 또한 감소시킬 수 있을 것이라고 예상한다. 그리하여 갯끈풀이 바이오에너지의 생산 자원으로써 잠재적 활용가능성을 갖는지에 대해 연구를 진행하고, 에탄올 생성 효율을 알아보려고 하였다.

### ○ 탐구 목적

- 본 연구에서는 갯끈풀을 이용하여 다양한 방식의 당화과정을 거쳐 환원당으로 전환한 후 발효를 통해 에탄올을 추출하여 갯끈풀의 바이오에너지로써 활용 가능성 및 효율에 대하여 알아보는데 그 목적이 있다.

- 1) 당화과정에 따른 갯끈풀 농축액의 당화효율 탐구
- 2) 에탄올 발효를 통한 에탄올 추출 가능 여부 확인
- 3) 기존 바이오매스와의 비교를 통한 갯끈풀의 잠재적인 바이오에너지 활용 가능성에 대한 연구

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 1. 영국 갯끈풀(*Spartina anglica* C.E. Hubb)

갯벌에 뿌리를 내리면 뛰어난 적응력과 높은 번식력으로 염생 식물과 패류의 서식처를 훼손해 갯벌을 초원화 시킨다. 이로 인해 갯벌 고유의 생물 다양성이 줄어들고 있는 등 갯벌 생태계를 초토화시키는 생태계 교란종이다.



[영국 갯끈풀의 모습]

### 2. 항온 건조 및 진탕 배양

정온 건조기(Incubator)를 이용하여 일정한 온도에서 갯끈풀을 건조시키는 데에 활용하였다. 또한 진탕 배양기(Orbital shaker)를 활용하여 전처리 과정과 당화 과정에 활용하였다.

### 3. 전처리 과정 (화학적 당화과정)

효소를 활용한 당화과정을 거치기 전에 원활한 당화 과정을 거치기 위해 물리적 화학적 결합을 어느 정도 끊어주기 위한 해리과정이 필요하다고 생각되었고 0.5M의 염산과 수산화나트륨 수용액을 이용하여 전처리 과정을 진행하였다.

### 4. 효소 당화과정 (생물학적 당화과정)

효소를 활용한 당화과정으로 고분자로 이루어진 당을 단당류로 분해하는 과정이다. 본 실험에서는 셀룰레이스(cellulase), 베타 글루코시다아제( $\beta$ -Glucosidase) 알파 아밀레이스( $\alpha$ -amylase), 베타 아밀레이스( $\beta$ -amylase) 를 사용하여 당화 과정을 진행하였고, 각각의 효소의 활성 조건을 고려하여 온도와 양을 맞추어 실험을 진행하였다.



## 5. DNS 시약을 이용한 환원당 정량법

DNS 환원당 정량 방법은 환원당(reducing sugar)을 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)와 Rochelle 염으로 발색하여 흡광도를 측정하는 환원당 정량법이다. 이 방법은 조각이 간편하면서도 저렴하게 원하는 결과를 얻을 수 있어 널리 사용되고 있다. saccharides (당류)에 free carbonyl group (C=O)가 있으면 환원력이 나타난다. 이러한 환원력을 이용하여 발색시약인 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS)를 알칼리 조건에서 환원시키면 이 DNS는 3-amino-5-nitrosalicylic acid로 환원되면서 540 ~ 575 nm 범위의 빛을 흡수하여 된다. 이렇게 발색되는 정도는 시료에 존재하는 환원당과 정량적으로 비례하며 UV-Vis Spectrophotometer를 이용하여 발색되는 정도를 Absorbance(흡광도)로써 측정하여 정량분석을 할 수 있게 되는 것이다.

## 6. 알코올 발효

알코올 발효(alcohol fermentation)는 에탄올 발효(ethanol fermentation)라고도 하며 포도당, 과당, 설탕 등의 당을 에탄올과 이산화탄소로 분해하면서 에너지를 생산하는 대사 과정을 의미한다. 젖산 발효(lactic fermentation)와 같이 혐기적 환경에서 피루브산을 이용하여 NAD<sup>+</sup>와 유기산을 얻는 과정은 유사하나 최종산물이 알코올이라는 점에서 차이가 있다. 알코올 발효는 효모나 일부 어류에서 자연적으로 일어나며, 에탄올 연료나 알코올음료 생산에 이용되기도 한다.

## ○ 방법

### - 1. 영국 갯끈풀 채집 후 건조

#### 가. 영국 갯끈풀 채집을 위한 사전 조사

영국 갯끈풀이 주로 서식하는 곳과 가장 번성할 시기를 알기 위하여 여러 봉사 단체나 지역 기관(해양환경공단)에 전화와 메일을 보낸 결과 인천 강화군에 위치한 여러 갯벌(동막 해수욕장 인근)에 서식하고 5~7월에 가장 많이 분포한다는 사실을 알 수 있게 되었다.

#### 나. 영국 갯끈풀 채집

안전장비를 착용한 후 채집도구를 활용하여 인천 강화군에 위치한 갯벌(동막 해수욕장 인근)에 방문하여 갯끈풀을 채집하였다.

#### 다. 건조 과정

갯끈풀의 건조량으로 실험하기 위하여 정온 건조기를 이용하여 45℃에서 24시간 동안 항온 건조 과정을 거쳤으며, 자연 일광 건조를 통해 온전하게 식물 속의 수분을 제거하였다.



[갯끈풀을 채취하는 과정]



[채취한 갯끈풀]



[항온 건조과정]

## 2. 전처리 과정

### 가. 믹서기 분쇄 후 염산 수용액 투여

믹서기로 건조된 갯끈풀을 갈아준 뒤에 전처리 과정을 위하여 건중량 20g에 0.5M의 염산수용액을 150ml를 채운 후 진탕 배양기(Orbital shaker)에 37°C, 110rpm을 맞춰 24시간 동안 작동시킨다.



[갯끈풀 20g+염산수용액]



[진탕 배양 과정]

### 나. 시료 중화과정 및 2차 전처리과정

중화 과정을 위해 염산 수용액으로 1차 전처리한 갯끈풀 시료를 증류수에 5번 세척한 후, 0.5M의 수산화나트륨 수용액을 150ml 채워 진탕 배양기에 37°C, 110rpm을 맞춰 24시간 작동시킨다. 그 후 수산화나트륨 수용액을 중화하기 위해 다시 한 번 증류수에 5회 세척한다.



[0.5mol의 수산화나트륨]



[0.5M의 수산화나트륨 수용액]



### 3. 효소 당화과정

#### 가. 시료 건조 후 1차 당화과정

- 1) 시료의 당화과정을 거치기 위하여 전처리된 시료를 자연건조와 항온건조를 반복하여 건조하였다.
- 2) 효소마다 최적 활성 조건이 있기에 1차 당화과정에서는 셀룰레이스(cellulase), 베타 글루코시다아제( $\beta$ -Glucosidase)를 사용하여 45°C의 조건에 당화과정을 거치기로 하였다.



[갯끈풀 건조과정]

- 3) 효소는 전체 기질농도의 약 1%를 맞춰주기 위하여 시료 2.5g + 증류수 43.5mL + 각 효소 1mL (300 $\mu$ g/mL)하여 총 50ml의 부피를 맞춰주었다.
- 4) 진탕 배양기에 45°C 150rpm으로 맞춘 후 48시간 동안 작동시킨다.



[실험에 사용할 효소]



[셀룰레이스]



[베타 글루코시다아제]



[당화과정을 위한 진탕배양 과정]

#### 나. 2차 당화과정

2차 당화과정에서는 알파 아밀레이스( $\alpha$ -amylase), 베타 아밀레이스( $\beta$ -amylase)를 추가하여 사용할 것이고, 두 효소의 최적 활성 조건인 35°C의 조건에서 당화과정을 거치기로 하였다. 따라서 진탕 배양기에 35°C 150rpm을 설정한 후 48시간 작동시켰다.

### 4. DNS 시약을 활용한 환원당 측정

#### 가. 여과 및 시료의 상층액 추출 과정

- 1) 당화과정을 모두 거친 시료를 체에 걸러 여과과정을 진행한다.
- 2) 원심분리기를 10분간 작동한 후 시료의 상층액을 추출한다.

고급부



[여과 과정을 거치는 모습]



[원심분리기 작동 모습]

#### 나. DNS 시약 제조 과정

- 1) NaOH 300ml 와 1%의 3.5 디니트로 살리실산(dinitrosalicylic acid) 880ml, 주석산칼륨나트륨(Rochelle염) 255g을 섞은 용액과 10g의 phenol을 녹인 10% NaOH 22ml에 증류수를 가하여 100ml를 만든 후 69ml를 채취해 황산수소나트륨 6.9g을 섞은 용액을 합하여 갈색병(red bottle)에 보관한다.



[제조가 완료된 두 용액]



[DNS 시약]

#### 다. 분광광도계를 활용한 환원당 측정 과정

- 1) 코니칼 튜브에 500 $\mu$ l의 DNS시약과 실험에 적절한 시료 농도인 2.5%를 맞추기 위하여 12.5 $\mu$ l의 시료와 487.5 $\mu$ l의 증류수를 섞어 아래 과정을 진행하였다.
- 2) 용액이 든 코니칼 튜브를 voltex를 이용하여 5분간 잘 섞어준 후, 5분간 boiling 15분간 cooling 과정을 거쳐 반응을 종결시킨 뒤 분광광도계를 이용하여 550nm, 575nm 총 두 파장에서의 결과값을 측정한다.



[voltex 과정]



[cooling 과정]



[boiling 과정]



- 3) 포도당의 흡광도 표준농도곡선을 그리기 위하여 포도당 농도가 1.0, 0.5, 0.1, 0.05, 0.01 g/L이 되도록 제조한다. 시료의 환원당 측정과 같이 각 용액의 500 $\mu$ l와 제조한 DNS 시약 500 $\mu$ l를 혼합한 후 5분간 100 $^{\circ}$ C에서 boiling 과정을 거쳤다. boiling 과정 후 15분 동안 cooling후 분광광도계를 이용하여 550nm와 575nm에서의 흡광도를 측정하였다.



[농도별 포도당 용액]



[DNS 시약과 혼합 후 모습]

- 4) 시료별 흡광도 표 제작 및 당 함량 측정을 위해 측정된 흡광도 값을 표준 농도곡선에 대입하여 각 시료에 포함된 환원당 함량으로 변환한다.

## 5. 알코올 발효 과정

### 가. 효모균 배양

- 1) 알코올 발효에 필요한 효모균 20g과 200ml의 증류수를 섞어 1시간 동안 30 $^{\circ}$ C 110rpm을 설정한 오비탈 셰이커에 배양하였다.

### 나. 알코올 발효 및 도수 측정

- 1) 1g/L의 포도당 수용액과 헤리 갯끈풀, 갯끈풀, 증류수 각 15ml와 효모액을 15ml 섞은 후 수산화칼륨(KOH) 5ml를 넣었다. 그 후 발효 과정 중의 도수 측정을 위하여 1시간 동안 30 $^{\circ}$ C의 인큐베이터에서 배양하였다.
- 2) 비중계를 이용하여 배양 전과 배양 후 10분 간격으로 총 4번의 알코올 도수 측정 과정을 거친 뒤 값을 비교하였다.

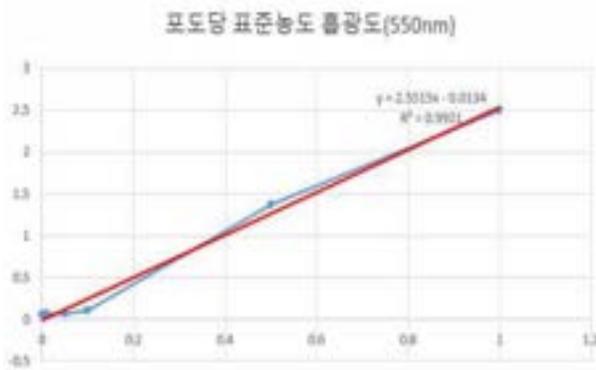
## ○ 결과

### 1. DNS 시약을 활용한 흡광도 측정 결과

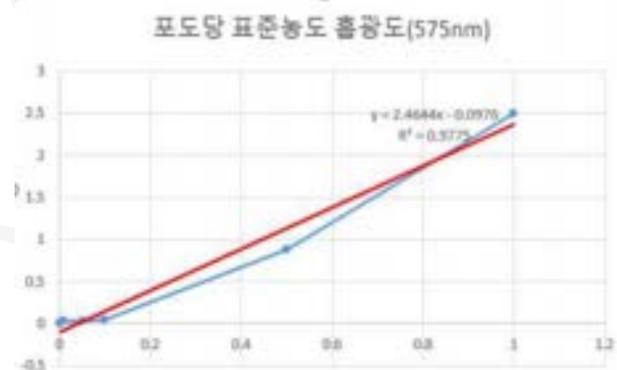
| 구분/ 회            | 1차    | 2차    | 3차    | 평균   |
|------------------|-------|-------|-------|------|
| 갯끈풀(550nm)       | 0.110 | 0.110 | 0.110 | 0.11 |
| 갯끈풀(575nm)       | 0.062 | 0.060 | 0.061 | 0.06 |
| 헤리갯끈풀(550nm)     | 2.44  | 2.40  | 2.40  | 2.41 |
| 헤리갯끈풀(575nm)     | 2.38  | 2.37  | 2.36  | 2.37 |
| 포도당 1g (550nm)   | 2.50  | 2.50  | 2.50  | 2.50 |
| 포도당 1g (575nm)   | 2.50  | 2.50  | 2.50  | 2.50 |
| 포도당 0.5g (550nm) | 1.37  | 1.37  | 1.37  | 1.37 |

|                   |       |       |       |      |
|-------------------|-------|-------|-------|------|
| 포도당 0.5g (575nm)  | 0.886 | 0.886 | 0.886 | 0.89 |
| 포도당 0.1g (550nm)  | 0.099 | 0.099 | 0.103 | 0.10 |
| 포도당 0.1g (575nm)  | 0.050 | 0.043 | 0.044 | 0.05 |
| 포도당 0.05g (550nm) | 0.072 | 0.071 | 0.070 | 0.07 |
| 포도당 0.05g (575nm) | 0.032 | 0.032 | 0.035 | 0.03 |
| 포도당 0.01g (550nm) | 0.063 | 0.063 | 0.065 | 0.06 |
| 포도당 0.01g (575nm) | 0.031 | 0.033 | 0.031 | 0.03 |
| 증류수 (550nm)       | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.01 |
| 증류수 (575nm)       | 0.008 | 0.011 | 0.012 | 0.01 |

## 2. 시료에 들어 있는 포도당 함량 값 결과



[포도당 표준농도 곡선 (550nm)]



[포도당 표준농도 곡선 (575nm)]

550nm 표준농도 곡선 :  $y=2.5515x-0.0134$ 에 대입하였을 때, 해리 갯끈풀은 시료 2.5g 당 0.949g/L의 포도당을 가지고 있다. 갯끈풀은 2.5g 당 0.048g/L의 당 함량을 나타냈다.

당화 효율을 보았을 때,  $(0.949/2.5)*100= 37.96\%$ ,  $(0.048/2.5)*100= 1.92\%$ 이다.

575nm 표준농도 곡선 :  $y=2.4644x-0.0976$ 에 대입하였을 때, 해리 갯끈풀은 시료 2.5g 당 1.001g/L의 포도당을 가지고 있다. 갯끈풀은 2.5g 당 0.063g/L의 당 함량을 나타냈다.

당화 효율을 보았을 때,  $(1.001/2.5)*100=40.04\%$ ,  $(0.063/2.5)*100= 2.52\%$ 이다.

## 3. 알코올 발효 효율 실험 결과

| 시료/시간(분)  | 0  | 10 | 20 | 30 | 40 |
|-----------|----|----|----|----|----|
| 해리 갯끈풀    | 0% | 3% | 3% | 3% | 3% |
| 갯끈풀       | 0% | 3% | 3% | 3% | 3% |
| 포도당(1g/L) | 0% | 3% | 3% | 3% | 3% |
| 증류수       | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |

실험결과, 증류수를 제외한 모든 시료에서 효모액을 넣고 알코올 발효를 실시한 결과 10분 후 3%로 나타났다. 그 이후로는 변화가 없어 발효가 포화되었다는 것을 알 수 있었으나, 해리 갯끈풀과 갯끈풀의 발효효율의 차이를 알기엔 어려웠다.

## 4. 기존 바이오매스와의 당화효율 비교 (선행연구 자료조사)

실험조건과 어느 정도 유사한 기존 바이오매스의 당화실험 결과를 조사하여 비교하였다.

| 구분    | Switch grass | Corn  | Chlorella sp. | T. sueica | Arthrospira sp. | 해리 갯끈풀 | 갯끈풀     |
|-------|--------------|-------|---------------|-----------|-----------------|--------|---------|
| 효율(%) | 76.4         | 80-92 | 33.4          | 11-47     | 15-50           | 37-40  | 1.9-2.5 |

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

1. DNS 측정결과 위와 같은 실험 조건에서 시료 2.5g 당 550nm 37.96%, 575nm 40.04%의 당화 효율을 가지고 있다는 것을 알 수 있어, 요새 바이오매스로 각광받는 미세 조류와 비슷한 정도의 당화효율을 가져 바이오매스로 활용할 수 있는 가능성이 존재한다.

2. 갯끈풀의 목질계 부분을 전처리를 통해 해리를 하면 당화효율이 증가하는 것으로 보아 전처리 과정이 갯끈풀을 바이오에너지로 활용할 때 필수적임을 알 수 있었다.

3. 알코올 발효과정을 통해 알코올 발효 효율을 알아보지는 못하였지만, 갯끈풀과 해리 갯끈풀을 통해 도수가 올라간 것으로 보아 알코올이 생성되어 발효가 일어남을 확인할 수 있었다.

\*실험에서 효율을 알아볼 수 없었던 요인은 아마도 시료를 2.5g 가지고는 도수를 변화 시키는 것이 3%가 최대이지 않을까 싶었다. 또한 비교를 위해서는 포화되기 전인 0~10분 사이에 측정해야 하는데, 과정상 어려움이 있었다.

#### ○ 의의(기대효과)

가. 갯끈풀 용액의 당화과정 별 환원당을 추출해낼 수 있는 당화효율을 확인하여, 당을 활용한 다양한 분야에 활용할 수 있다.

나. 생태계 교란식물인 영국 갯끈풀을 이용하여 바이오 에너지를 생성할 수 있음을 실험을 통해 증명하고, 여러 방법을 통해 효율성을 높일 수 있다.

다. 갯끈풀을 바이오매스로써 활용하여 생태계 및 환경 문제 해결에 도움을 줄 수 있다.

### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

#### ○ 어려운 점

- 실험 과정에서 전처리 과정, 당화 과정과 같은 전문적 실험 과정에서 효소의 활성 조건 및 시료에 대해 어느 정도의 농도의 수용액을 만들어 각 과정을 진행해야 하는지 등 실험을 위한 처리 조건을 설정하는 데 꽤 어려움을 겪었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 관련 논문 실험을 여러 개 찾아보고 참고하여 다양하게 적용하면서 처리 조건을 결정하였다. 또한 실험 과정들이 불연속적이지 않고 연속적으로 진행과정을 확인해야 하는 부분들이 많아 실험 일정을 조율하는 데 어려움을 겪었다.



## ○ 알게 된 점

- 효소와 여러 화학반응에 관련된 실험을 진행하면서 환원당을 얻기 위하여 어떤 효소가 작용하는지 또는 이 효소가 최적 활성 조건을 가지려면 어떤 조건을 생각해줘야 하는지 등을 많이 조사하면서 효소의 특성을 알게 되었으며, 효소의 특성을 포함하는 연구와 관련된 과학 개념들도 조사를 통해 새롭게 알게 되었다. 특 DNS 시약을 이용하여 환원당 측정을 진행하는 실험 과정 중에서 처음 보는 시약과 실험 방법에 대해 조금 더 자세 알 수 있는 계기가 되었다. 전반적으로 이러한 실험 과정을 진행하면서 정온 건조기, 진탕 배양기 등 전문기기와 실험도구들을 활용하면서 간단한 실험과정에도 많은 도구와 재료들이 필요하다는 것을 알게 되었다. 또한 더욱 유의미한 연구를 위해 기존에 바이오매스로 활용하는 시료들과의 실제 실험을 통한 비교를 통해 연구결과의 신뢰성을 높여야 한다는 것을 알 수 있었다.

## 5. 참고문헌

- 가. 조류를 이용한 생분해성 플라스틱 제조를 통한 환경문제 해결에 관한 탐구, 국시현 외 2명, 2016년, 62회 전국과학전람회 p.9~28
- 나. 해수부, 갯벌 파괴자 갯끈풀 없앤다, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20181207131300030?input=1195m>, 연합뉴스, 이태수 기자
- 다. 100p 알코올 발효, <https://www.youtube.com/watch?v=fwZFPUD-Fk0>
- 라. 바이오에너지 옥수수로 달리는 차가 있다?, 네이버 블로그, <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27615248&memberNo=34100726&vType=VERTICAL>
- 마. 바이오 에탄올 원료로서 활용평가를 위한 낙엽의 전처리 비교, 최효연 외 2명, 2014, 한국에너지학회 제23권 제3호, p.251~256
- 바. 바이오 에너지 작물의 에너지자원으로서 잠재적 가치 평가, 고병구 외 8명, 2009, 한국 토양비료학회 제42권 제6호, p.486~491
- 사. 미세조류를 이용한 바이오 에탄올 생산 연구에 관한 고찰, 박종관 외 4명, 2020, 대한 환경공학회 제42권 제3호, p.164~176

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |       |    |          |
|-------|-------|----|----------|
| 팀명    | 왓따개비  |    |          |
| 학생명   | 고 정 연 | 학교 | 부천여자고등학교 |
| 지도교사명 | 노 정 욱 | 학교 | 부천여자고등학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 무임승차 외래 따개비의 땅따먹기   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 1일 ~ 2020년 8월 20일  |
| 탐구목적    | ○ 경기인천지역 해안 조간대 암반에 서식하고 있는 따개비를 채집하고 동정하여 고유종 분포 현황과 외래종 따개비의 유입 경로를 조사한 결과를 바탕으로 관리의 중요성을 인식한다.   |
| 탐구내용    | ○ 경기인천지역의 해안중 컨테이너 및 자동차를 선적하고 해외 선박이 유입되는 인천항과 주변 해안가인 무의도, 영종도, 예단포, 강화도, 오이도를 중심으로 해안 조간대에 서식하고 있는 따개비를 채집하고 동정하였다.<br>○ 따개비 문헌조사(서적, 논문, 인터넷을 이용하여 자료조사)  |
| 탐구결과    | ○ 경기인천지역에서 채집한 따개비를 동정한 결과 고랑따개비와 세로줄 따개비였으며 우리나라 전 해안에서 관찰할 수 있다는 조무래기따개비와 외래종 따개비는 관찰되지 않았다.  |
| 결론 및 의의 | ○ 경기인천지역에서는 외래종 따개비가 관찰되지 않았다. 경기인천 지역은 외래종 따개비류의 서식조건이 갖추어져 있음에도 불구하고 발견되지 않은 것은 유입되더라도 조석 간만의 차이가 크고 서한연안류의 영향, 그리고 서해 특성상 담수가 많이 유입되어 염분의 농도가 낮기 때문인 것으로 보여진다. 향후 지구 온난화 등으로 인한 수온 및 염분의 변화와 담수의 영향 하에서도 잘 서식하는 외래종 따개비의 출현 가능성을 제고한 모니터링과 국내 항만에 입항하는 국내외 선박의 관리, 선체 부착생물에 대한 통제를 위해 지속적이고 전문적인 교육과 관리가 필요하다. |



|       |                   |
|-------|-------------------|
| 탐구 주제 | 무임승차 외래 따개비의 땅따먹기 |
| 팀명    | 왓따개비              |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 주말이 되면 가족과 함께 인근 영종도 바닷가에 나가 갯벌 생물들을 관찰하면서 해양생물과 관련있는 국립생물자원관 캠프에 등록하여 강의를 듣게 되었다. 강의 내용 중에 외국으로부터 유입되어 우리나라 해양 생태계의 균형에 교란을 가져오는 교란생물에 대해 듣고 경각심이 생겨 이에 더 자세히 알고 싶어 인터넷으로 알아보던 중에 식탁에 자주 오르는 홍합탕의 홍합이 ‘지중해 담치’로 유럽으로부터 유입된 외래종으로 현재 토종 홍합은 거의 찾아볼 수 없다는 사실을 알게 되었다. 더불어 해안가 바위에 다닥다닥 붙어있는 무리가 조개가 아닌 따개비라는 것을 알았고 해외에서 유입된 외래 따개비가 점차 증가하는 추세라는 것도 알게 되었다 [1], [5], [7]. 이에 의문점을 갖고 국립생물자원관 홈페이지에 접속하여 외래종 따개비에 대해 알아보게 되었다. 우리나라에 보고된 외래종 따개비로는 주걱따개비(*Amphibalanus amphitrite*), 닳따개비(*Amphibalanus eburneus*), 흰따개비(*Amphibalanus improvisus*), 화산따개비(*Perforatus perforatus*)로 이들의 서식지는 조간대에 흔하며 암석, 패각, 배밑등에 잘 부착하며 고유종인 고랑따개비(*Fistulobalanus albicostatus*) 서식지가 겹치고 있다는 사실을 알게 되었다 [4]. 특히 외래에서 유입된 따개비는 토종 따개비에 비해 환경 적응력이 뛰어나고 플랑크톤을 먹이로 하는 것도 같아 토종 따개비의 위협이 되고 있다.

외래종인 주걱따개비는 동해안과 남해안, 전라도 지역 해안에서 발견되었고 앞으로 서해안 지역에 확산될 가능성이 클 것이라는 보고에 따라 경기 및 인천 지역 해안에서 우리나라 고유종의 따개비와 외래종의 따개비 분포현황이 궁금하여 수행하게 되었다.

### ○ 탐구 목적

-해양생태계 교란생물은 외국으로부터 인위적 또는 자연적 유입된 생물이나 유전자의 변형을 통해 생산된 유전자변형생물체중 해양생태계의 균형에 교란을 가져오는 해양생물을 의미한다 [8]. 외래에서 유입된 해양생물은 기후 변화 및 해수 온도의 상승으로 더욱 증가되었고 교란생물로 변형되어 우리나라에 생태계의 균형을 위협하는 요인이 되었다. 모든 외래종이 생태계를 훼손시키거나 피해를 유발하는 것은 아니지만 해외에서 유입된 외래종이 우리나라에 정착하여 진화할 경우 토종 생물이나 생태계 더 나아가 인간의 어업과 양식등 경제적인 피해를 초래할 수 있기 때문에 외래종에 대한



관심이 대두되고 있다 [2]. 이전 연구에 따르면 외래종 따개비의 최초 침입은 남해 동부 해역으로 외래종이 흔히 발견되고 있으나 서해 지역은 외래종 따개비의 서식 조건이 갖추어져 있음에도 불구하고 서해안 지역은 따개비의 침입이 이루어지지 않고 있다는 30년 전의 연구 [4] 와 일부 서해안에서 발견되었다는 연구가 있다 [5]. 그러므로 근래, 경기 및 인천 지역 해안가에 외래종 따개비가 유입 유무에 대한 확인이 필요할 것으로 생각된다. 특히 화산따개비(*Perforatus perforatus*)는 배의 항해 속도를 감소시키기도 하고 발전소의 배수관을 막아버리기도 하여 [3], [6] 경기 인천지역에는 조수간만의 차를 이용한 발전소가 있어 그 중요성이 시사하는 바는 크다. 따라서 이 연구의 목적은 다음과 같다.

- ① 현재 경기 및 인천 지역 해안가에 외래종 따개비의 서식 유무와 고유종 따개비와 외래종 따개비의 분포 현황을 알아본다.
- ② 유입된 외래 따개비의 원산지를 역추적하고 유입경로를 알아본다.
- ③ 사람들에게 고유종의 중요성과 외래종으로 인한 생태계 교란의 위험성을 인식하여 생태계 보전과 관리의 중요성을 인식하는데 그 목적이 있다.

고유종

## 2. 탐구 내용 및 결과

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| 탐구내용 | 따개비 문헌조사 및 따개비 탐사, 외래종따개비 원산지와 유입경로 |
|------|-------------------------------------|

### 1. 따개비 문헌조사 -서적과 논문, 인터넷을 이용하여 자료 조사 및 정리 가. 따개비란?

- 따개비류는 성체 단계에서 고착생활을 하는 해양 갑각류로 따개비과에 딸린 절지동물을 일컫는다. 딱딱한 석회질의 껍데기로 덮혀있는 원뿔 모양으로 몸 길이는 10~15mm 내외이다. 유생 시절에는 부유하며 살다가 바닷가 암반이나 배 밑, 연체동물의 패각이나 다른 갑각류에 부착하고 연체동물의 패각 등에 붙어 평생 생활하며 전 세계 연안, 조간대부터 조하대까지 서식하고 서식환경에 따라 다양한 형태를 지닌다. 자웅동체로 물속의 플랑크톤이 먹이이며 현재 전 세계적으로 약 1,400 여종이상이 분포하고 [5], 우리나라에는 60여종이 서식하고 있다.

[표 1] 고유종, 외래종 따개비 분류

| 고유종 따개비   | 우리나라에서 발견된 외래종 따개비        |
|---|---------------------------|
| 고랑따개비, 세로줄 따개비, 돌기해면 따개비, 막따개비, 조무래기 따개비, 제주해면 따개비, 삼각따개비 | 주걱따개비, 흰따개비, 닳따개비, 화산 따개비 |

※ 우리나라 인근에 위치한 일본 및 중국의 해안에서 동시에 발견되는 따개비는 외래종으로도 고유종으로도 분류하지 않았음

[표 2] 지역별 따개비 분포 현황

| 지역      | 따개비 분포현황   |
|---------|--|
| 1 인천    | 고랑따개비, 하구별따개비, 자주별따개비(3개체만 발견함)  |
| 2 경기도   | 고랑따개비, 세로줄따개비, 하구별따개비(1개체만 발견함)  |
| 3 강원도   | 검은큰따개비, 구멍판따개비(주문진), 닳따개비, 막따개비, 무늬따개비, 봉우리따개비, 북방따개비(동해), 북방흰따개비, 빨강따개비, 삼각따개비, 탈해면따개비, 팔각따개비, 흰따개비   |
| 4 충청남도  | 검은따개비, 봉우리따개비, 세로줄따개비, 자주별따개비, 하구별따개비  |
| 5 전라남북도 | 검은따개비, 구멍따개비, 납작사각따개비, 닳따개비, 돌기해면따개비, 봉우리따개비, 빨강따개비, 삼각따개비, 세로줄따개비, 자주별따개비, 큰빨강따개비, 팔각따개비, 하구별따개비  |
| 6 경상남북도 | 검은따개비, 구멍따개비, 구멍판해면따개비, 닳따개비, 막따개비, 봉우리따개비, 빨강따개비, 삼각따개비, 세로줄따개비, 자주산호따개비, 큰빨강따개비, 털해면따개비, 팔각따개비   |
| 7 제주연안  | 가시해면따개비, 가죽밑판해면따개비, 거칠따개비, 검은큰따개비, 고랑따개비, 구멍따개비, 긴덧개해면따개비, 납작사각따개비, 닳따개비, 돌기해면따개비, 자주산호따개비, 제주조무래기따개비, 제주해면따개비, 큰가시해면따개비, 큰빨강따개비, 털해면따개비, 팔각따개비, 흰별따개비 |

국립해양생물자원관 (생물종 상세정보) - <https://species.nibr.go.kr/>

## 나. 고유종 따개비

- ① 고랑따개비(*Fistulobalanus albicostatus*): 패각은 원통형에 가까운 원추형이고 각 판의 표면은 거칠고 줄무늬가 없으나 두꺼운 종주늪이 나있다. 고랑따개비는 우리나라 서해와 남해의 갯벌 해안, 강의 하구에서 멀지 않은 해안의 조간대 암벽에서 흔히 볼 수 있으며 포항 이북의 동해안을 제외한 전 지역에서 발견된다. 수직적으로는 조간대의 상조대와 중조대에 분포하므로 대개 조무래기 따개비와 혼생하며 수평적으로는 담수의 영향을 받는 내만 지역에 흔하다 [13].
- ② 세로줄따개비(*Fistulobalanus kondakovi*): 패각은 일반적으로 원추형이나 때로는 원통형에 가까운 개체가 발견되며 표면은 연한 자주색 또는 회색을 띄고 대개 매끄럽다. 각 구는 뚜렷이 톱날 모양이며 강의 하구에 특히 많다. 우리나라 경기도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상남도 등의 연안에 분포한다 [13].
- ③ 막따개비(*Membranobalanus koreanus Kim & Kim*): 두상부는 옆에서 볼 때 계란형이며 개구부는 곧고 돌출하지 않았다. 봉판의 꼭지에 깊은 홈이 있고 순판이 잘 발달된 관점용기와 폭부가 있어 다른 종과 구별된다. 강릉 사천항등 동해안과 연화도에 분포한 고유종이다 [11], [13].
- ④ 조무래기 따개비(*Chthamalus challengerii Hoek*): 우리나라의 해안에서 가장 흔하게 볼 수 있는 따개비로 전 해안 조간대에 분포하는 따개비류이다. 패각이 원

통형이며 외면이 회색이며 표면이 불규칙하다. 패각직경이 8mm 전후의 소형 따개비류로 밀집 서식하는 경우 이보다 더 크기가 작다 [11], [13].

- ⑤ 삼각따개비(*Balanus trigonus Darwin*): 맑고 깨끗한 물에 서식하는 이 종은 각구가 작고 길쭉한 삼각형 모양이어서 쉽게 동정할 수 있다. 원통형이며 각판의 표면에는 굽은 종주늑이 있으며 수중시설물이나 연체동물 패각에 부착하며 직경은 10mm 내외정도이다 [11], [13].

다. 외래종 따개비

- ① 주걱따개비(*Amphibalanus amphitrite*): 패각은 보통 낮은 원추형이지만 서로 밀착해 있는 경우 원통형인 것도 있다. 패각의 바탕색은 흰색 또는 연한 회색이며 외면의 줄은 진한 자주색이며 각 판의 표면은 융기나 돌기가 없이 매끈하다. 우리나라 강원도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주도등의 연안에서 발견되며 전 세계의 열대, 온대에 분포한다 [11], [12].



[그림 1] 주걱따개비(*Amphibalanus amphitrite*) 세계분포- WoRMS

- ② 닳따개비(*Amphibalanus eburneus*): 패각은 일반적으로 원추형이고 흰색이며 표면이 매끄럽다. 각 구는 톱날 모양이며 밀변은 10~20mm이나 때로는 30mm 정도의 대형인 개체도 있다. 배판의 모양이 닳과 유사하여 국명이 붙여졌다. 조간대와 얕은 수심의 조하대까지 분포하며 연체동물의 패각이나 배 밑등에 부착하고 우리나라 강원도, 경상북도, 경상남도, 제주도 연안에서 발견된다. 전 세계의 온대에 분포한다 [11], [12].



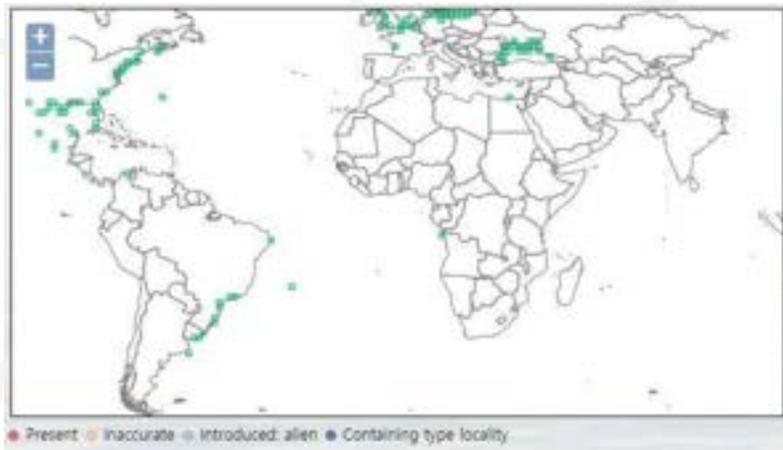
[그림 2] 닳따개비(*Amphibalanus eburneus*) 세계분포- WoRMS

- ③ 화산따개비(*Perforatus perforatus*): 패각은 원추형이고 조밀하며 연한 자주색 또는 분홍색이고 크기는 10~20mm 정도이다. 6개의 판을 가지고 있고 순판은 삼각형의 모양이다. 우리나라 구룡포(포항), 양포(포항), 감포(경주)에서 발견되었으며 대서양 동쪽해(Eastern Atlantic)와 아프리카 남부 서북해안(Southward to north-western Africa)에 분포한다 [11], [12].



[그림 1] 화산따개비(*Perforatus perforatus*) 세계분포- WoRMS

- ④ 흰따개비(*Amphibalanus improvisus*): 패각은 대개 낮은 원추형이나 개체들이 밀집되어 있을 때는 원통형이고 흰색이며 닳따개비처럼 표면이 매끄럽고 아무런 융기나 줄무늬가 없다. 밑판은 10mm 내외로 작은 편이나 20mm가 넘는 개체도 있다. 폭부는 좁고 황으로 섬세한 금이 나 있으면 순판은 얇고 길쭉하다. 기수 구역에 많이 있고 우리나라 강원도, 경상북도, 경상남도 등의 조간대에 분포하며 전 세계의 온대에 분포한다 [11], [12].



[그림 1] 흰따개비(*Amphibalanus improvisus*)분포 현황- WoRMS

② 따개비 탐사 활동



**탐구지역 선정-** 인천항, 무의도, 강화 후포항, 예단포, 오이도

**선정이유-** 경기인천지역에 있는 인천항은 외국으로부터 입항과 출항하는 컨테이너 선박과 여객 선박등 총 175척의 선박이 주 85회 기항중에 있으며 이중 동남아는 102척의 선박이 27항로, 아프리카는 20척의 선박이 1항로, 미주는 6척의 선박이 1항로를 운항하고 있다(인천항만공사 제공). 이에 외국 선박이 출입하고 정박하는 인천항과 영향을 줄 수 있는 인천항 주변의 바닷가와 인천항과 거리의 차가 있는 지역을 선정하여 탐사활동을 하게 되었다.

가. 인천항 탐사 활동

① 탐구계획

- 인천항 인근에 위치한 바닷가 조간대 암반에 서식하는 따개비를 관찰한다
- 따개비를 채집하여 실제 현미경 및 현미경으로 자세히 관찰한다.
- 따개비를 동정하고 사진 촬영한다.

② 탐구방법

- 일자 드라이버와 채집도구를 이용하여 바위에 서식하는 따개비 채집한다.
- 인천항 인근에 있는 암반의 구획을 5구역 정도로 나누어 정하고 각각 3-5개체 이상 따개비를 채집한다.
- 인천항 인근에는 따개비가 적게 서식하고 있어 3-5개의 개체를 채집하였다.
- 채집통에 잘 보관하여 확대경을 이용하여 관찰한다.

③ 탐구결과

- 크기 : 0.6 ~ 1.0cm
- 인천항은 개인 출입이 엄격하게 금지되어 있으므로 인천항 인근에 위치한 주변 암반에 서식하는 따개비를 관찰하였는데 따개비는 거의 볼 수 없었다.
- 소수의 따개비였으나 채집한 따개비는 모두 고랑따개비였고 그 외 따개비 종류는 관찰되지 않았다.



인천항 인근 바닷가에서 채집한 따개비



고랑따개비

고랑따개비

따개비 관찰

## 나. 무의도 탐사 활동

### ① 탐구계획

- 인천항 부근에 위치한 무의도 바닷가 조간대 암반에 서식하는 따개비를 관찰한다.
- 따개비를 채집하여 확대경 및 현미경으로 자세히 관찰한다.
- 따개비를 동정하고 사진 촬영한다.

### ② 탐구방법

- 일자 드라이버 등 채집도구를 이용하여 바위에 서식하는 따개비 채집한다.
- 암반에 구획을 10구역 정도로 정하고 각각 5개체 이상 채집한다.
- 부서지지 않게 채집통에 잘 보관하여 확대경을 이용하여 관찰한다.

### ③ 탐구결과

- 크기 : 0.5 ~ 0.8cm
- 무의도에서 채집한 따개비는 고랑따개비와 세로줄 따개비였다.
- 고랑따개비의 경우 확대경으로 관찰한 결과 4~5개의 마디로 구성되어 있으며 분화구 모양으로 되어 있고 하얀 줄이 있으며 표면은 맨질한 느낌이 아닌 울퉁불퉁한 모양이었다.
- 세로줄 따개비는 기다란 원통형에 가까웠으며 표면은 회색이나 연한 자주색을 띠며 매끄러웠다.
- 따개비 사이사이에 지중해 담치와 함께 공생하고 있었다.



무의도 해안 조간대 암반



고랑따개비

세로줄따개비

실체 현미경으로 따개비 관찰

다. 강화 후포항 탐사 활동

① 탐구계획

- 강화군 후포항 인근에 위치한 바닷가 조간대 암반에 서식하는 따개비를 관찰한다
- 따개비를 채집하여 실체 현미경으로 자세히 관찰 후 동정하고 사진 촬영한다.

② 탐구방법

- 일자 드라이버와 채집도구를 이용하여 조간대 암반에 서식하는 따개비 채집한다.
- 채집통에 보관하여 확대경을 이용하여 관찰하고 자료를 정리한다.

③ 탐구결과

- 크기: 0.7~ 1.3cm
- 강화도에 서식하는 따개비로는 고랑따개비를 관찰하였다.
- 이전에 관찰했던 다른 지역의 조간대에 서식했던 따개비에 비해 크기가 컸다.



강화도 바닷가 조간대 암반에서 채집한 따개비



고랑따개비 해부

실체 현미경으로 관찰한 고랑 따개비

**라. 예단포 탐사 활동**

① 탐구계획

- 영종도 섬의 동북쪽에 위치한 예단포에 위치한 바닷가 조간대 암반에 서식하는 따개비를 관찰한다.
- 따개비를 관찰하고 사진 촬영한다.
- 채집한 따개비를 실체현미경으로 자세히 관찰하고 동정한다.

② 탐구방법

- 구역을 정하여 따개비를 관찰한다.
- 일자 드라이버와 채집도구를 이용하여 조간대 암반에 서식하는 따개비 채집한다.
- 채집통에 보관하여 확대경을 이용하여 관찰하고 자료를 정리한다.

③ 탐구결과

- 크기: 0.6~1.0 cm
- 예단포에서 관찰된 따개비는 고랑따개비였다.



**마. 오이도 탐사 활동**

① 탐구계획

- 경기도 오이도 연안에 위치한 바닷가 조간대 암반에 서식하는 따개비를 관찰한다
- 따개비를 채집하여 실체 현미경 및 현미경으로 자세히 관찰한다.
- 따개비를 동정하고 사진 촬영한다.

② 탐구방법

- 일자 드라이버와 채집도구를 이용하여 바위에 서식하는 따개비 채집한다.
- 오이도 바닷가에 있는 암반의 구획을 8-10구역 정도로 나누어 정하고 따개비를 채집한다.
- 정박된 선박 선주의 허락을 구한 후 선박 하부를 관찰하고 사진 촬영한다.
- 선주와 인터뷰하고 인터뷰 자료를 정리한다.
- 채집통에 잘 보관하여 실체 현미경을 이용하여 관찰한다.

③ 탐구결과

- 크기 : 고랑따개비- 0.5~1.0cm, 세로줄따개비- 0.8~1.3cm
- 인천항이 근접해 있어 육안으로도 인천항이 보였는데 오이도 바닷가에 위치한 바위에 부착된 따개비는 고랑따개비와 세로줄 따개비가 관찰되었다.
- 오이도 선사박물관 앞 바닷가에 위치한 바위에서는 고등만 있을 뿐 따개비는 관찰되지 않았지만 100m정도 떨어진 곳에서는 많은 따개비가 관찰되었다.
- 선주의 허락으로 정박한 선박 하부를 관찰하였는데 몇 개의 따개비가 부착되어 있었으며 여러 개체의 따개비 흔적을 볼 수 있었다.
- 선주와의 인터뷰로 부착된 따개비 제거와 예방을 위해 1년 2차례 정도 선박을 재정비한다고 한다.



오이도 바닷가 조간대 암반

고랑따개비

세로줄따개비

정박된 선박의 따개비 조사

확대경으로 관찰한 고랑따개비

확대경으로 관찰한 세로줄따개비

바. 전문가 면담

- 8월 18일 : 정중우교수님(이화여자대학교 사범대학 과학교육학과)
- 각각 지역의 바닷가 조간대에서 채집한 따개비의 표본을 가지고 동정한 개체에 대한 확인 작업.
- 형태가 유사하여 모호했던 따개비 개체에 대하여 동정함.
- 외래 따개비가 서식조건에 대해 면담.



동정한 개체 및 모호한 개체 확인 작업

따개비 및 서식환경에 대한 면담 후

③ 우리나라에 유입된 외래종 따개비의 원산지 및 유입경로 [4], [5], [12]

| 우리나라에 유입된 외래종 따개비                            | 원산지                                      | 유입경로   |
|--|--|--|
| 주걱따개비<br>( <i>Amphibalanus amphitrite</i> ): | 인도-서 태평양<br>(화석으로 추정)                    | 영국에서 처음 발견(1950년), 미국 대서양 해안(2차대전중에 이입)→대만(1939년 이전)→일본 홋카이도 남부를 포함한 전 해안(1960)→제주도 서귀포에서 발견(1979) 배 밑에 부착하여 침입→주문진(1980)→울릉도(1982)→동남해, 남해에서 발견(1992) |
| 닷따개비<br>( <i>Amphibalanus eburneus</i> )     | 카리브해~남미 북부 북미 대서양                        | 북아메리카의 대서양(1951), 하와이섬(1946), 영국(1947-발견장소: 지중해에서 온 선체 밑)→인도(1955)→호주 지역으로 확산→일본 혼슈(1966)→우리나라 주문진(1981) 선체 밑→제주항(1988)                                |
| 흰따개비<br>( <i>Amphibalanus improvisus</i> )   | 대서양 중부, 북아메리카 동부                         | 샌프란시스코(1939년 이전 발견)→일본 동남부(1957), 블라디보스톡(1957)→혼슈 동남부(1966)→우리나라 주문진(1980) 배 밑바닥에서 발견→포항, 낙동강, 진해에서 발견(1992)   |
| 화산따개비<br>( <i>Perforatus perforatus</i> )    | 아프리카 북서부, 흑해 서유럽 해안<br>(영국 남부, 프랑스, 스페인) | 강릉에서 부산 사이의 항구에 침입, 동해, 구룡포, 감포, 부산(2000년대 초, 배 밑에 부착하여 침입한 것으로 추정) 동해안 항구에 급속히 확산되고 있으며 저수온에 약하여 서해로 침입은 불가능할 것으로 예상됨                                 |

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 무의도와 오이도 지역의 해안 조간대 암반에서는 고유종인 고랑따개비와 세로줄따개비가 관찰되었으며 강화도와 인천항에서는 고유종인 고랑따개비가 관찰되었다. 경기인천지역은 인천항과 평택항이 있고 이들 항구는 외국으로부터 입항과 출항하는 선박이 많이 있다. 문헌을 보면 외래종 따개비는 군함이나 다른 선박의 선체에 부착하여 우리나라에 유입되게 되는데 그에 비해 고유종 따개비만 관찰되었다. 이것은 강원도와 경상북도, 경상남도, 전라남도에서 흔하게 발견되는 외래종 따개비인 주걱따개비, 닷따개비, 화산따개비, 흰따개비가 발견되는 것과는 상이하다. 그 이유로 보이는 것으로는 첫째, 담수의 유입과 둘째, 해류 그리고 염도와 수온과의 관련성을 들 수 있다 [4].
- 첫째, 경기인천지역 해안은 한강이 바다로 연결되어 있어 담수의 유입이 원인으로 볼 수 있겠으나 경상도에는 낙동강이, 전라도에는 섬진강과 영산강, 충청도에는 금강이 유입되는 하굿둑이 있고 특히 닷따개비와 흰따개비는 담수의 영향하에 있는 곳에서도 잘 서식하므로 담수의 유입으로 인해 고유종 따개비만 관찰된 이유라고 볼 수 없다.
- 둘째, 서해는 서한연안류가 흐르고 동해는 동한난류, 남해는 대만난류가 흐른다. 서해는 한류의 영향을 받고 있어 아프리카와 인도의 난류의 영향을 받는 해안가에서 서식하는 주걱따개비의 경우 경기인천지역 해안가에 비해 수온도 높고 염도도

높아 유입이 되었어도 고유종인 따개비에게 저해되어 경쟁에서 밀려 고유종 따개비만 관찰된 것으로 보여진다. 뿐만아니라 조수간만의 차이 또한 거친 환경에 더 잘 적응되어 있는 고유종이 우점한 것으로 생각된다.

- 셋째, 저온에서 생존율이 높은 흰따개비의 경우, 한류의 영향을 받는 서해안, 즉 전북 부안에 위치한 조간대 해안에서 [5] 발견되었고 그 이북지역으로는 확산되지는 않았으나 앞으로 유입될 가능성이 있다.
- 넷째, 외래종 따개비는 대부분 남도해안과 남해안으로 유입되는 선체의 밑바닥에 부착하여 유입되는 경우가 많았고 점차 지역을 확대해가는 것으로 나타났다. 이에 따라 해외로부터 유입되는 국내외 선박의 관리가 선박회사의 자체관리 및 국가간의 체계적인 관리가 필요할 것으로 보인다.

### ○ 의의(기대효과)

- 본 탐구를 통하여 경기인천지역에 있는 무의도, 오이도, 인천항, 강화 일부 해안 조간대 암반에 서식하는 따개비를 관찰했다. 따개비는 특수한 장비를 가지거나 어렵게 볼 수 있는 것이 아니라 해안가에 나가면 누구나 쉽게 볼 수 있고 관찰할 수 있다. 인터넷 기사나 뉴스를 보면 해양생태계를 위협하는 외래후보종으로 주걱따개비나 화산따개비를 보았는데 탐구과정을 통하여 경기인천지역 해안에 외래종 따개비가 아직까지는 유입되지 않았다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 따개비는 종류가 다르더라도 형태학적으로 유사하여 구분하기가 쉽지 않고 고랑따개비라고 하더라도 조금씩 형태가 다를 수 있기 때문에 종을 구분하기가 쉽지 않아 이 탐구를 기반으로 후속 연구가 이루어져 형태가 조금씩 다르지만 유전적으로 같은 형질의 고유종 따개비와 외래종 따개비를 구분할 수 있도록 사진 및 DNA에 대한 데이터베이스를 구축되었으면 한다.
- 현재 주걱따개비와 화산따개비는 해양생태 교란생물 후보종으로 지정되어 있으나 현재까지 우리나라에서 생태교란을 일으킨 사례는 없다. 그러나 지구온난화와 기상변화로 인해 해수의 온도 상승과 염도의 변화가 외래종 따개비의 확산을 야기할 수도 있을 것이라 생각되며 이에 체계적인 모니터링과 관리가 지속되어야 할 것이다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 탐구 지역 내 바위에 서식하는 따개비를 육안으로 관찰하면서 종이 다른 따개비를 찾기가 쉽지 않았고 COVID-19로 인하여 연구원이나 박물관 방문, 견학이 배제되어 있어 어려움이 있었다.
- 따개비가 군집을 이루고 서식지가 방대하고 형태가 유사하여 개체를 채집하여 외래종 확인이 쉽지 않았다.
- 인천항이 배가 정박하는 항구이다 보니 안전과 관련하여 출입의 제한이 있어 관찰하기가 어려웠다.



## ○ 알게 된 점

- 바닷가 연안에 위치한 암반에 부착되어 있는 따개비의 개체수가 생각보다 무척 많았고 조수 간만의 차이가 큰 연안이라 물속보다 장시간 공기중에 노출됨에도 불구하고 생명력이 지속되고 번식된다는 것은 따개비가 그만큼 열악한 환경에 대한 적응력이 뛰어나다는 것을 알았다.
- 선박에 부착된 따개비를 1년에 2번씩 정기적으로 제거하고 예방하기 위해 도료작업을 하는 것을 실제적으로 보니 따개비가 선박에 주는 피해가 심각함을 알 수 있었다.
- 외래종 따개비가 어렵고 거친 환경에서도 잘 서식해서 우리나라에 유입되고 쉽게 번식될 것 같았는데 의외로 해류와 수온, 염도에 영향을 받는다는 것이 새로웠다.

## 5. 참고문헌

<도움 주신분 >

- 정종우 교수님. 이화여자대학교 사범대학 과학교육학과(생물교육)

<참고문헌>

- [1] 강민지(2017), 고랑따개비의 지역에 따른 집단 유전변이연구, 이화여자대학교 석사학위논문.
- [2] 국토해양부(2008), 해양생태계 교란생물 관리방안
- [3] 김은찬외(2014), 선박평형수 관리를 위한 통합 정보시스템 구축, 한국해양환경학지, Vol 17. No3. p189~197
- [4] 김일희(1992), 외국산 따개비류의 한국내 침입, 한국동물분류학회지, Vol.8 No.2, p163~174
- [5] 김현경외(2019), 한국의 해양국립공원 내 서식하는 외래종 따개비 분포현황, 국립공원연구학회지, Vol.10 No.2, p 249~257
- [6] 하신영외(2020), 국외사례를 기반으로 한 선체 부착생물 국내 관리방안 연구, Vol 44 No3 p151~157
- [7] 김기태(2003), 해양생물학 영남대학교 출판부
- [8] 신숙(2012), 해양생태계 교란생물 조사·관리사업, 해양수산부, p1~12
- [9] 생물 다양성 보존 및 이용에 관한 법률 제 2조 제 8호, 환경부장관 고시
- [10] 해양관리공단(2015), 외래해양생물 및 유해해양생물의 관리체계 개선방안 연구 p3~9, 27~31, 60~63, 89~95
- [11] 김현경(2020) 한국해역 따개비류(갑각아문:초갑아강:완홍상목)의 분류학적 연구- 다양성, 숙주특이성, 분포연구- 서울대학교 생명과학부 박사학위논문
- [12] 신숙외(2010), 한국의 해양 외래종, 국토해양부, P8~15
- [13] 국립생물자원관 홈페이지(생물종 상세정보)- <https://species.nibr.go.kr/>
- [14] 인천항만공사 홈페이지-<https://www.icpa.or.kr>

[15] WoRMS- marinespecies.org

[16] 칼럼-김민중 「국경을 넘나드는 방랑자 따개비」, 수산인신문, 2020.01.11

[17] 기사- 신재은 「내가알던 홍합은 홍합이 아니다? 홍합의 모든 것」, 2019. 12.11

[18] 기사- 안민 「지중해담치란?」, 뉴스웨이, 2014.10.26

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |       |    |         |
|-------|-------|----|---------|
| 팀명    | 한섬가이즈 |    |         |
| 학생명   | 김재현   | 학교 | 브니엘고등학교 |
|       | 김태우   | 학교 | 김해고등학교  |
| 지도교사명 | 조수중   | 학교 | 브니엘고등학교 |

| 항목      | 내용  |
|---------|---|
| 탐구주제    | 동한난류를 통해 연안에 표착하는 난류성 어종에 관한 연구   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 10일 ~ 2020년 8월 26일   |
| 탐구목적    | 동한난류와 난류 편승성(이하 사멸계) 어류의 이해관계를 밝혀냄과 동시에 관상어화를 통한 해수 관상어 사업의 경제적 가치 증진 방안 모색   |
| 탐구내용    | 동남아시아 북부 지역에서 수정란 및 자치어의 형태로 난류에 편승, 여름철 국내 연안 표착, 생존 및 성장 후 수온이 떨어지는 겨울철 사멸하는 '사멸 회유 현상'과 더불어, 번식 활동을 통해 종의 분포지를 넓히는 '종의 분산', 이의 과정으로 난류를 통해 국내에 유입되어 사멸회유로 이어지는 '무효분산' 등과 같은 이론에 입각한 탐구 활동임. 남부 난류권에 속한 지역의 필드를 주기적으로 조사 하여 그곳에 출몰하는 사멸계 어류의 출현 여부 확인, 해당 종을 축양 하며 주기별 체장 측정, 성장 속도를 이용한 역산 과정을 통해 난류편승 및 연안 표착 시기를 구해보고자 함. 다음과 같은 연구 활동에 부가하여 관상어화에 관한 연구 역시 병행함. |
| 탐구결과    | 조사를 진행하여 미기록종의 출몰 확인과 내륙에서의 기록이 전무했던 '나비고기', '금줄촉수'와 같은 종을 조우하였음. 이 외에도 다양한 사멸계 어류의 존재여부를 확인, 이의 성장 속도를 측정, 역산 과정을 통해 난류 편승 및 연안 표착 시기를 구할 수 있는 풀이방법을 제안하고, 본 과정 중 해당 종이 관상어로 거듭나기 위한 인공사료 순치 및 검역 활동에 관한 자료를 남기는 등 다양한 부문에서 성과를 내었음.   |
| 결론 및 의의 | 연구 대상인 사멸계 어종의 출몰 여부를 확인, 사멸계 어종들은 화려한 채색으로 그 관상화의 가치가 충분한데, 관상어 산업이 급속도로 성장함에 따라 대부분의 관상어를 수입에 의존하는 우리나라의 산업 특성상 다음과 같은 어종을 대상으로 한 관상어화 연구는 관련 산업 자립화를 가져올 수 있음. 또한, 함께 제시한 표착 및 편승시기 역산 값은 진척되지 않는 관련 연구에 이용 할 수 있음.  |





|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 탐구 주제 | 동한난류를 통해 연안에 표착하는 난류성 어류에 관한 연구 |
| 팀명    | 한섬가이즈                           |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 해안지방에서 나고 자란 아버지들의 영향을 받아 어린 나이에서부터 바다에 특히나 관심이 많았다. 바다에 대한 관심과 열정은 자연스럽게 바다에 살고 있는 생물들에게로 옮겨가게 되었고, 이는 각 팀원들의 진로선택과 전반적인 인생계획을 바꾸어놓았다. 몇 년 전 어느 여름날, 부모님과 함께 놀러 간 통영의 한 바닷가에서 낚시를 하던 도중 우연히 한 마리의 물고기를 낚게 되었는데, 몸통에 진한 푸른 띠와 노란색 지느러미에서 풍겨져 나오는 아름다움은 여태껏 관찰했던 고등어, 전갱이, 조피볼락 같은 물고기와는 너무 상반되는 모습이였다. 지금까지 팀원들에게 있어 ‘어류’란 수수한 모습에 그저 한 끼니 식사에 불과한 존재였지만, 우연한 기회로 잡은 이 한 마리의 화려한 물고기 덕분에 우리 바다에 살아가고 있는 다양한 물고기에 대해 알아보고픈 욕구가 생겨 여름 내내 바닷가를 돌아다니며 우리 해양 생물을 탐구하였고, 우리 주변에도 이렇게 다양하고 아름다운 생물을 만나볼 수 있다는 사실이 그저 감격스러웠다. 현장 모니터링 뿐만 아니라 수산과학관 견학이나 어류 도감 검색을 통해 우리가 채집한 생물이 어떤 종이고, 어떤 생태적, 분류학적 특성을 지니는지 등 학술적인 측면에까지 다가가 보다 전문적이고 체계적으로 어류를 연구하고 싶다는 생각이 들었다. 이후로도 우리 팀원들은 주기적으로 부산과 거제, 울산을 돌면서 여러 종의 물고기들을 모니터링 하였다. 기존의 채집을 하며 느끼는 ‘흥미로움’에만 국한되는 것이 아닌, 간간히 익힌 학술 정보를 활용하여 모니터링마다 체계적으로 데이터를 축적하고 급기야 기존 논문의 오류를 찾아내어 수정을 요청하고, 각종 과학 탐구 대회에 모아두었던 자료들을 교내,외 대회에 출품하기에까지 이르렀다. 팀원들은 모니터링을 통해 두동가리돔, 꼬리줄나비고기, 줄나비고기, 가시나비고기 등의 출몰 빈도가 낮은 열대 어종들을 다수 관찰함과 동시에 인터넷 및 논문 조사 활동을 통해 필리핀 일대의 지역에서 발생, 자치어 및 수정란의 단계에서 쿠로시오 난류에 편승되어 한반도 남부 해역에 표착하여 성장하다가, 수온이 낮은 겨울철, 이에 적응하지 못하고 사멸한다는(종의 무효분산, 사멸 회유 현상) 그들의 정보를 습득하여 우리의 지식으로 만들었다. 하지만 이러한 일련의 과정에서 우리는 몇 가지 의문점이 생각나기 시작했다. 첫째로, 한반도의 해역에서도 이러한 열대성 어종이 출현하지만 왜 이러한 종들에 대한 체계적인 연구가 이루어



지고 있지 않은가? 둘째로, 다음과 같은 종의 어종들이 국내 남부 연안에 표착한다면 난류에 편승되어 표착하기까지의 시기는 얼마나 소요되며 이의 화려한 외관을 이용한 관상어화는 왜 체계적으로 국내에서 이루어지지 않는가? 이다. 팀원들은 나름대로 블로그 활동과 생물 커뮤니티 활동을 통해서 정보를 습득하고 그것을 정리하여 어느 정도의 결론에 도달하였지만, 그것을 발휘할 기회가 턱없이 부족했고 우리의 성과와 그간의 노력으로 쌓인 노하우들을 이용할 기회가 적었다. 그러던 차에 국립해양자원관 블로그에서 올해 제 4회 해양생물 탐구대회를 개최한다는 소식을 접하게 되었고, 지도 선생님과 팀원 간의 토의를 통해 본 대회에 참가하게 되었다.

## ○ 탐구 목적

- 탐구 동기에서 언급한 “한반도의 해역에서도 이러한 열대성 어종이 출현하지만 왜 이런 종들에 대한 체계적인 연구가 이루어지고 있지 않은가?” 와 “다음과 같은 종의 어종들이 국내 남부 연안에 표착한다면 난류에 편승되어 표착하기까지의 시기는 얼마나 소요되며 이의 화려한 외관을 이용한 관상어화는 왜 체계적으로 국내에서 이루어지지 않는가?” 의 의문을 해결하기 위한 연구 및 결론 도출을 가장 큰 탐구 목적으로 가진다.

- 평소 취미 차원으로 개인 블로그 및 온라인 동호회에 단순한 채집 일지만을 기록하고 이와 더불어 타인이 작성한 학술 자료를 수정, 오류에 관해 이의를 제기하던 데에서, 본 팀이 선정한 주제 분야와 직접적으로 관련된 국내 학술 자료가 전무하다는 점을 인식하여 직접 동한난류에 편승하여 연안에 표착하는 어류를 대상으로 한 학술 자료를 제작하고자 한다.

- 이후 진행되는 동한난류와 이에 편승하여 연안에 표착하는 어류의 이해관계 및 양상에 관한 연구에 있어 본 팀의 연구 자료가 귀중한 참고 자료가 되었으면 한다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

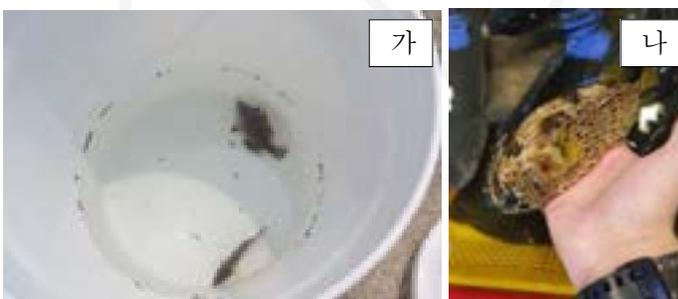
- 동한난류의 평균적인 세기, 방향, 수온을 하루 1회 간격으로 측정 및 기록하여 동한난류에 편승하는 어류의 대략적인 표착 지점을 예상하였으며, 거제, 부산, 울산 일대 해역의 물때를 조회(조간대의 경우 조수간만의 차가 가장 큰 사리의 전후, 즉 7~13물의 시기에 모니터링이 가장 유리하며, 내항의 경우 조수간만의 차가 가장 작은 조금의 전후, 즉 14~6물의 시기에 모니터링이 가장 유리함, 본 시기에는 각 모니터링 지점의 지형적 여건에 맞춘 모니터링이 가장 수월하다는 것이 그 까닭임)하여 대략적인 조사 일지를 계획하고, 이에 맞추어 성공적으로 모니터링을 진행하였다. 또한 경남 통영의 도천위판장, 부산의 자갈치 시장 및 민락 활어센터와 같은 수산시장을 방문하여 근해 통발 어업 및 정치망으로 포획된 어류를 조사하여, 본 연구조의 목표인 연안에서의 난류 편승 어류(사멸계)를 조우할 수 있는 가능성을 높이고자 하였다. 이러한 과정으로 난류 편승성(사멸계) 어류의 출현 여부를 밝혀내고, 포획된 다음과 같은 종들을 (35.35.35cm/

42L 규모) 검역 수조 및 (100.60.60/360L 규모) 메인 수조에 축양하여 약품을 이용한 검역(어병 및 기생충 예방 및 치료의 목적)과 건조 사료 순치를 통한 관상어화로서의 가치 연구, 주기별로 축양중인 개체의 체장을 측정, 기록하여 대략적인 성장 속도를 수치화 하고 역산하여 해당 어종이 어느 시기에 필리핀(동남아시아)에서 수정란 및 자치어의 형태로 난류에 편승하였고, 국내 연안에 표착하였는지에 대한 결과 값을 도출하고자 하였다.

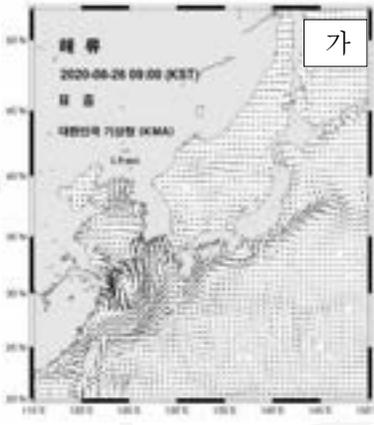
## ○ 방법

### - 현장 모니터링

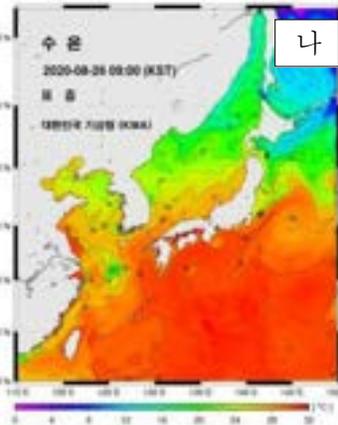
· 국립해양조사원([www.khoa.go.kr](http://www.khoa.go.kr)) 및 기상청 날씨누리([www.weather.go.kr](http://www.weather.go.kr))에서 제공하는 준 실시간 해양 순환도를 참조하여 주요 조사 지점인 거제, 부산, 울산 일대 연안 동한난류의 세기, 방향을 조사, 관측하고 난류대가 적절하게 활성화되어 있는 지점을 중심으로 현장 모니터링을 진행하였다. 난류대는 매 시간, 매일 변화하므로 조사 지점 역시 매일 바뀌었지만, 지점별 조사 빈도는 평균 2~3회, 총 60여회 가량의 모니터링을 진행하였다.(나사리 방파제, 신암방파제, 신리방파제, 길천방파제, 월내방파제, 임랑방파제, 문동방파제, 문중방파제, 칠암방파제, 동백방파제, 이동방파제, 대변항, 송정방파제, 민락방파제, 남천방파제, 장승포항, 옥림방파제, 지세포항 등지의 내항 18지점, 해운대 해수욕장 옆 조간대, 청사포 조간대 등지의 조간대 2지점) 내항에서는 3~5m 길이의 뜰채에 60 $\Pi$ 의 해수 접촉에 대한 보존성이 뛰어난(저부식성) 티타늄 프레임과 1cm x 1cm 망목의 경심망을 연결하여 모니터링에 사용하였다. 포획 활동은 주로 내항 직벽을 관찰하여 목표하는 난류 편승(사멸계) 어류가 육안으로 관찰되면 개체 주변의 직벽을 긁어 올리는 방법으로 이루어졌다. 조간대에서의 모니터링 활동은 가슴 장화를 입고 직접 물에 들어가 죽대(반두) 및 뜰채를 이용하여 크고 작은 돌을 뒤집어가며 대상 어종을 포획하였다. 또한, 매 모니터링마다 해당 조사 지점의 염도, 수온, 풍속 및 관련 기타사항 등을 상세하게 일지에 기록하였다.(염도는 ATC 굴절식 염도계 및 스윙식 염도계, 전자 염도계 총 3개를 사용하여 정밀하게 측정하였고, 수온은 모바일 어플 ‘물때와 날씨’에서 준 실시간으로 제공하는 자료와 준비 해 둔 전자 온도계 및 메탄올 온도계를 사용하였으며, 풍속은 당일 실시간으로 기상청과 웨더 아이에서 제공하는 자료를 참고하여 일지에 기재하였다) 이러한 모니터링 활동은 주, 야간을 불문하고 진행되었다. 수산시장에서의 조사 활동은 수산시장 내부를 돌아다니며 당일 정치망 및 근해 통발 어업으로 포획된 어류를 모아 둔 수조를 관찰하고 그곳에서 난류 편승성(사멸계) 어류를 조사하는 방식으로 진행되었다.



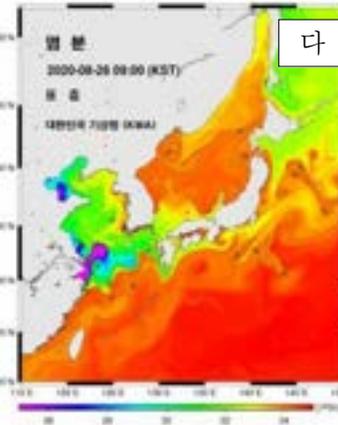
(가) 모니터링 활동으로 채집된 개체  
(나) 수산시장 조사 중 발견된 어종



가

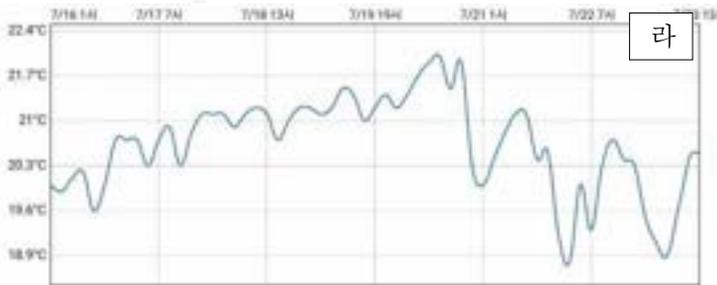


나

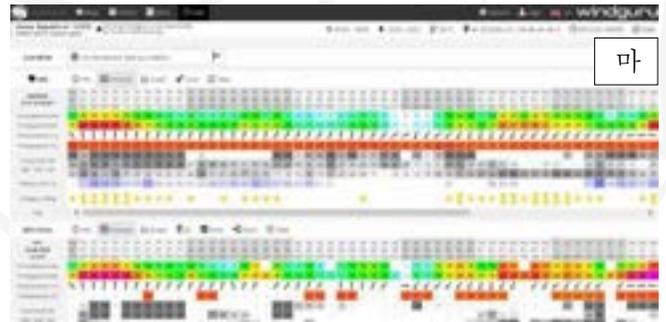


다

- (가) 해류
- (나) 수온
- (다) 염분
- (라) 수온
- (마) 풍속



라



마

- 수조 내 축양

· 현장 모니터링 활동으로 확보된 난류 편승 어류(사멸계)를 휴대용 기포기로 살려 와 옥시테트라사이클린(OTC)라 불리우는 광범위 항생제를 수조에 투입하기 전 별도의 용기에 해당 개체와 함께 넣어 약 7%의 농도(1L 당 2cc)로 투입하여 1회 약욕을 거친 후 검역수조에 투입하여 약 일주일간 인공 먹이 적응과정을 거친 후 큐프라민(황산동)을 통한 검역을 약 2주간 추가로 진행한 뒤 메인 수조에 투입하였다. 이러한 약물 검역의 이유에는 수산질병 예방 및 상처 치료 등이 있다. 체내에 잔존하여 있는 ‘해산백점충 (Cryptocaryon irritan)’ 과 ‘림포사이티스(림포바이러스, Lymphocystis)’ 의 제거 및 발병 예방을 목적으로 한다. Aqualium Suitabty Index, 이하 ASI는 초도 먹이 반응에 한정되는 사육 난이도를 수치화 시킨 정도로서, 이는 index 1~5의 값으로 분류할 수 있다. 본 수치값은 나비고기과와 같은 난류 편승(사멸계)어류에 있어 유독 낮게 나타나며, 이는 사육 난이도(약품 검역 중 폐사 확률 및 사료 순치 실패 확률 매우 높은 그룹)가 높은 종임을 의미한다. 이에 평균, 권장치보다 낮은 농도로 각종 약품을 투여하여 사료 적응에 대해 부정적인 접점이 발생하지 않도록 예방하였다.(높은 농도로 약품을 투여하여 검역시 스트레스와 면역력 저하로 먹이 반응을 하지 않는 경우가 생길 수 있음) 검역 수조(35.35.35cm/42L 규모)에서 다음과 같은 약품 검역 및 인공 사료 적응 과정이 이루어졌으며, 메인 수조(100.60.60/360L 규모)에는 검역 수조에서 일정 기간 축양을 거친 개체를 투입하여 성장 속도를 측정한다. 검역 수조와 메인 수조 모두 난류성 어종의 국내 주요 서식처인 동해연안의 해수조성을 수조 내에서 비슷하게 구현하기 위해 각종 테스트킷을 통해 모니터링 지점의 해수 속 미량원소를 측정 한 후 수조내부에서 또한 동일한 값으로 수조 환경을 구현하였다. 이때 측정된 동해 일대의 해수조성 특정

값은 다음과 같다.

경도 : 8.0 (라모페 기준), 질산염 : 15ppm (EIOS기준)  
염도 : 31ppm, orp : 350~380, 온도 : 26.5~27C

이후 축양 개체의 성장 정도를 측정하여 국내 연안에 표착한 시기와 현지에서 난류에 편승한 시기를 성장 속도의 역산 값과 쿠로시오, 쓰시마 난류의 평균 유속을 관련지어 도출한다. 검역 수조와 메인 수조에서의 성장 속도를 측정 하고, 일정 물량을 기준으로 비례하는 성장 속도(%) 값을 도출한다. 이를 실제 서식지 내 해당 종이 점유하는 세력권 내의 물량에 나누어 자연에서와 수조 속에서의 하루 성장 속도를 구한다. 이를 해당 개체의 채집 당시 체장과 본 서식지에서의 하루 증가 체장을 나누면 해당 개체가 국내 연안에 표착한 시기를 역산하여 추정할 수 있다. 이와 더불어, 필리핀(동남아시아) 현지에서의 난류 편승 시기는 해당 개체를 채집한 지점과 쿠로시오 난류가 발원하는 필리핀 루손 섬 북부의 직선거리를 측정한 다음, 쿠로시오와 쓰시마 난류의 평균 속도를 적용하고 앞서 도출한 국내 연안 표착 추정 시기를 대입하면 해당 개체가 어느 시기에 난류에 편승하게 되었는지를 구할 수 있다. 다음 과정의 예시는 학생 탐구 일지 007~008페이지에 상세하게 기록되어 있다. 검역 수조와 메인 수조를 통틀어, 8월 1일에 채집된 나비고기(*Chaetodon auripes*), 8월 19일 모니터링 당시 채집된 두동가리돔(*Heniochus acuminatus*)과 무리두동가리돔(*Heniochus diphreutes*), 8월 21일 모니터링 당시 채집된 꼬리줄나비고기(*Chaetodon wiebeli*)와 룰나비고기 (*Cheatodon lunula*)를 축양 중에 있다. 하지만, 약물 검역과 인공 먹이적응을 모두 끝마치고 메인 수조에 들어간 개체는 나비고기(*Chaetodon auripes*)가 유일하다. 나머지의 개체들은 포획되어 검역 수조에 투입하여 축양한지 얼마 지나지 않아 수조와 같은 인공 환경에 대해 경계심이 높아 실험을 진행할 수 없었다. 이러한 이유에서 본 연구 팀은 수조에 완전히 적응된 나비고기(*Chaetodon auripes*)를 대상으로 한 역산 및 연안 표착 및 현지 난류 편승 시기의 결과값 도출을 하고자 한다.

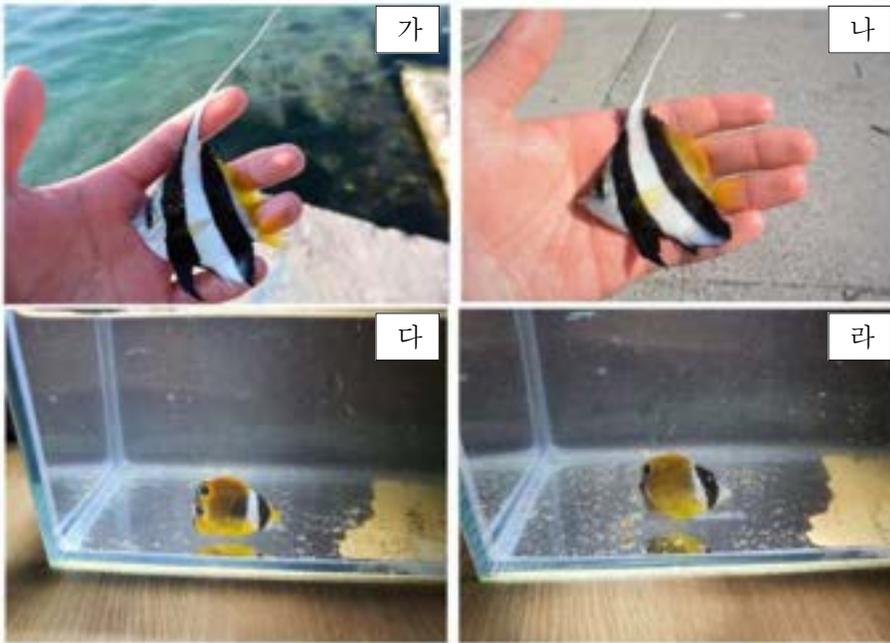
## ○ 결과

### 가. 현장 모니터링

- 본래 계획된 모니터링과 추가적인 수산시장 모니터링에서 관찰 및 포획된 난류성 어종(사멸계)의 종류는 다음과 같다.

금줄촉수(*Parupeneus fraterculus*), 나비고기(*Chaetodon auripes*), 꼬리줄나비고기(*Chaetodon wiebeli*), 룰나비고기(*Cheatodon lunula*), 두동가리돔(*Heniochus acuminatus*), 무리두동가리돔(*Heniochus diphreutes*), 줄나비고기(*Chaetodon lineolatus*)의 총 7종이다. 상단에 나열된 난류 편승(사멸계)어류 이외에도 범돔(*Microcanthus strigatus*), 청줄돔(*Chaetodontoplus septentrionalis*), 갈전갱이(*Caranx equula*), 흥대치(*Fistularia commer*

sonii), 노랑거북복(Ostracion cubicus), 용치놀래기(Halichoeres poecilopterus)와 같이 한반도 남부 연안 난류대에 분포하는 어종 역시 다수 조우할 수 있었다.



(가) 무리두동가리돔  
(나) 두동가리돔  
(다) 룰나비고기  
(라) 꼬리줄나비고기

중국의 양쯔강 홍수로 유입되는 담수와 한반도 남부에 고착된 장마전선에 의해 평년보다 5~6°C 가량 낮아진 표층 수온과 염도의 하강으로 난류 편승(사멸계) 어종의 국내 표착이 사실상 차단된 것으로 추정하였으나, 실제 모니터링 과정에서 꽤나 많은 종류의 난류 편승성(사멸계) 어종이 관찰됨으로써 중국 홍수와 장마 이전 시기 이미 상당수의 유어와 수정란이 국내로 유입되었거나, 냉수대와 저염도 해역에서 살아남은 개체가 성공적으로 남부 연안에 정착하였으리라 본 연구진은 추측하였다. 포획 및 운반된 개체 모두 성공적으로 약물 검역 및 인공 먹이 적응이 이루어지고 있으나, 채집 시기가 너무나도 최근이라 성장 속도를 알아볼 수 없을 정도로 변화가 미미했다는 점, 이론상 성장 속도 측정으로 역산 과정이 가능했던 나비고기(*Chaetodon auripes*)마저도 저염도 및 저수온으로 스트레스를 많이 받아 상태 회복에 걸린 시간 역시 상당히 오래 소요되었으며, 이로 인해 인공 먹이 적응에 대한 기간까지 연장되어 성장 속도가 다른 종에 비해 더욱 느리게 나타났다. 이러한 이유에서 본 연구진은 각 개체의 성장속도를 통한 역산을 거쳐 해당 개체의 국내 연안 표착 시기 및 현지 난류 표착 시기를 도출할 수 없었다. 하지만, 나비고기(*Chaetodon auripes*)의 상태가 호전됨에 따라 늦어도 9월 중순에는 본 연구진이 이론상으로 설계 하였던 역산 과정을 해당 개체에게 동일하게 적용하여 결과 값을 도출할 수 있으리라는 긍정적인 결론을 내리게 되었다. 축양중인 난류 편승(사멸계)어류는 모두 아름답고 화려한 생김새로 관상어로서의 가치가 뛰어났다. ASI의 index수치가 낮은 나비고기와 어종이라 하더라도, 황산동을 이용한 초기 검역과 인공 먹이 적응의 벽만 돌파하면 사육의 난이도 역시 무난한 종이라 판단되었다. 단일 사료에 대해서는 급여시 경계하는 모습을 보였으나, 사료의 다양성을 늘려 어분, 해조류 등 다양한 재료로 만들어진 사료를 규칙적으로 급여하였을 때에는 경계를 풀고

선호하는 사료를 찾아 반응하는 모습을 보였다. 관상어화로 특정 어종이 이용되기 위해서는 낮은 사육 난이도, 즉 다소 넓은 선호 먹이의 스펙트럼과 낮은 폐사율 등이 함께 갖추어져야 한다. 나비고기와 어종은 앞서 언급한 초기 인공 먹이 적응 및 인공 약물을 통한 검역 과정만 통과한다면, 다음과 같은 관상어로서 갖추어야 할 조건에 모두 부합하리라 판단하였다.



(가) (35.35.35cm/42L) 검역수조에 축양중인 두동가리돔(*Heniochus acuminatus*)과 무리두동가리돔(*Heniochus diphreutes*)의 모습이다. 옥시테트라사이클린(OTC)와 황산동을 이용한 검역 과정을 성공적으로 모두 끝마치고 인공 먹이(건조 사료) 적응을 위해 일정 휴식 시간을 거치고 있는 중이다.(약물 검역으로 축적된 중금속과 같은 체내 독소 중화 및 배출을 위한 휴식 기간)

(나) (100.60.60cm/360L) 메인수조에 투입된 나비고기(채집 후 약 4주 경과)의 모습이다. 약물을 이용한 검역 및 건조 사료에 대한 적응 과정까지 모두 끝나 메인 수조로 투입되어 성장 속도를 측정하는 과정 중에 있다. 나비고기와 어종 중 사육 난이도가 매우 높은 종 주 하나로 손꼽혀 전문 사육 매니아들도 기르기를 꺼려하는 종이지만, 본 연구 팀에서는 본 개체를 성공적으로 사육 중에 있다. 약물과 건조 사료에 대한 거부 반응이 없어 수월하게 진행되었다.

### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

- 난류 편승(사멸계) 어류는 쿠로시오 난류와 쓰시마 및 동한난류에 편승되어 국내 연안에 표착하며 이들은 겨울까지 여타 어종과 다를 바 없이 국내 남부 연안에서 살아가다 대부분의 개체들은 낮은 수온을 견디지 못하고 사멸, 소수의 개체만이 월동에 성공하여 국내 연안에 살아간다. 본 연구조는 거제~울산에 걸친 내항, 조간대, 수산시장과 같은 지점을 모니터링하며 목표하던 난류 편승(사멸계)어류를 다양하게 조우할 수 있었다. 또한, 탐구 일지 작성 과정을 통해 임의로 지정된 가시나비고기의 토리쿠치스 유어를 채집하였다고 가정, 검역 수조 및 메인 수조에서의 성장 속도를 측정하여 물량과 성장 속도가 비례 관계에 있음을 알아내고, 이를 활용하여 해당 개체가 한반도 남부 연안에 표착하는 시기와 필리핀(동남아시아) 현지에서 수정란 및 자치어의 형태로

난류에 편승하는 시기를 도출해 낼 수 있었다. 또한, 축양중인 개체를 광범위 항생제인 옥시테트라사이클린(OTC), 큐프라민(황산동)과 같이 다양한 약품을 다양한 농도(각각 7%, 9%)로 투여하여 이와 직결되는 관상어의 상태 및 폐사율 (7% 농도의 옥시테트라사이클린 및 황산동 수용액에서는 모든 개체가 정상적인 행동 패턴을 보였으나, 9% 농도에의 약물에서는 모든 개체가 가쁜 호흡, 스트레스성 쇼크로 자주 뒤집어지는 모습을 보였음) 여부를 확인하였으며, 축양중인 나비고기와 6종을 대상으로 다양한 사료를 급여(각각 주재료가 어분, 해조류, 크릴새우이며, 함유량은 40%~43%로 모든 제품에서 유사한 수치를 하였을 때, 해조류 42% 함유량의 인공 먹이(건조 사료)에 대한 선호도가 가장 높았고, 그 뒤를 이어 해조류 40% 함유량의 사료, 크릴새우 41% 함유량의 사료 순으로 개체 별 선호도는 대개 동일하였다. 이러한 결과로, 나비고기와 어종은 크릴새우나 어분같이 육식성의 지표를 나타내는 사료보다는, 해조류와 같은 초식성의 지표를 띄는 성격이 더욱 강하다는 점을 알 수 있었다. 본 연구 과정으로 나비고기와 어종이 선호하는 식성을 알아냄과 더불어 포획하여 축양중인 난류 편승(사멸계) 어류의 수조와 같은 인공적인 환경 내 생활 패턴, 먹이 급여 및 검역 과정 등을 사진, 영상과 같은 시각 자료로 남기고, 개인 블로그 및 동호회와 같은 다양한 커뮤니티에 게시함으로써, 관상어로서의 가치를 널리 알리는데에 기여하였고, 많은 이들로부터 해당 어종의 관상어화에 관하여 긍정적인 관심과 반응을 이끌어 내었다. 하단의 이미지는 포획된 개체의 검역에 사용되었던 큐프라민(황산동)과 어분, 해조류, 크릴새우와 같이 각기 다른 재료로 제작된 다양한 사료의 모습이다.



(가) 건조 사료  
(나) 황산동

### ○ 의의(기대효과)

- 모니터링으로 포획, 확인된 난류성(사멸계)어류는 화려한 채색과 무늬를 가지고 있어 관상어화에 적합하다고 판단하였다. 시간이 지날수록 반려동물 산업의 규모는 커져가고 있고 이는 관상어 수요의 폭발적 증가와 직결된다. 대부분의 소비자는 화려한 채색과 사육하기 쉬운 어종들을 선호하는데 본 탐구에서 탐구한 어종들인 난류 편승(사멸계) 어류들은 대부분 관상어의 원산지인 동남아 일대에서 해류에 편승하여 국내에 표착한 개체들이며, 일부 초기 제약을 제외하고는 약물 검역 및 인공 먹이 적용이 무난하여 관상어화에 적합하다. 하지만, 이런 난류 편승(사멸계) 어종들의 관상어화, 더 나아가 우리 연안에 살아가는 해수어의 관상어화는 국내에서 그리 각광받지 못하고 있고 관련 연구 또한 부족한 상황이었기에 본 연구조의 차원에서, 작은 규모이지만 이들



의 특성과 형태를 탐구하였다. 난류 편승 어류중 가장 인기가 많고 대부분을 차지하는 나비고기과의 어종들은 토리쿠치스라는 그들 고유의 성장 형태를 보인다. 이러한 종의 어류에 관한 연구를 차츰 늘려간다면, 이후에는 정말 매력적인 외관과 생활사를 지닌 관상어이자, 중요한 하나의 경제적 수입원으로서 자리매김할 듯하다. 또한, 국내에 다음과 같은 난류성(사멸계)어류가 매년 출몰한다고 해서, 이러한 출몰 빈도의 지표가 지구 온난화와 연관이 있는 것은 아니다. 사멸 회유 현상은 아주 오래전부터 매 여름철마다 주기적으로 나타나던 현상이었으며, 그 해 난류 상황과 태풍과 같이 해당 어종의 연안 표착과 관련된 자연적인 요소에 따라 그 수의 차이가 발생한다. 지구 온난화로 한반도의 전반적인 연안 수온이 상승한다 하더라도 겨울철, 난류 편승(사멸계) 어류가 생존(월동)할 수 있는 수준에 비하면 턱 없이 낮은 수온이다. 지구온난화는 가속화되고 한반도 역시 거대한 생태계 변화의 문턱에 놓여 있다는 것은 누구나 알고 있고, 물증까지 가득한 ‘사실’ 이나, 난류 편승(사멸계)어류를 지구 온난화로 인한 한반도 연안 아열대화의 물증으로 확정짓기는 어렵다고 판단된다. 여태껏 국내 해양 관련 학술계에서는 동한난류와 이에 편승하여 한반도 남부 연안에 표착하는 이러한 어류에 관한 학술 정보가 전무한 상태였다. 본 연구 팀의 탐구 활동 이후 진행되는 동한난류와 이에 편승하여 연안에 표착하는 어류의 이해관계 및 양상에 관한 연구에 있어 본 자료가 귀중한 참고 자료가 되었으면 한다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 본 대회 기간 동안 거제, 울산, 부산 일대의 동한난류권에 속한 지역의 내항, 조간대, 수산 시장 등을 60여회 조사하게 되었는데, 철저한 사전 준비에도 불구하고 너울성 파도와 적조와 같은 이유로 수중 시야 확보에 어려움을 겪거나, 채집 도구의 파손, 팀원의 부상 등 예상치 못한 변수로 이따금씩 모니터링의 전개에 있어 난항을 겪을 때가 많았다. 또한, 중국 양쯔강의 범람과 길어진 장마 기간으로 다수의 담수가 남부 연안에 유입되고, 이로 저수온층이 형성되어 평년도의 절반도 채 되지 않는 수준의 난류 편승(사멸계) 어류의 출현 빈도 양상을 보였다. 본래, 난류 편승(사멸계) 어류의 출현 빈도와 그들의 생활사를 추적하는 것이 본 연구 팀의 주제였지만, 앞서 언급된 특수하고 이례적인 상황 탓에 심사위원분들의 피드백을 얻어 난류 편승성(사멸계) 어류의 출몰 여부 및 국내 남부 연안 표착 시기 및 현지 난류 편승 시기 역산, 그들의 관상어화에 관한 것으로 주제를 변경하게 되어 전반적인 활동 전개에도 적잖은 어려움이 존재하였다.

### ○ 알게 된 점

- 가상의 가시나비고기의 토리쿠치스 유생을 이용하여 성장 속도를 측정하며 이를 토대로 해당 개체가 어느 시기에 한반도 남부 연안에 안착하며, 또 언제 필리핀(동남아

시아) 현지에서 수정란 혹은 자치어의 형태로 난류에 편승하는지를 구하는 활동을 통해 본 연구팀이 예상했던 수치보다 필리핀(동남아시아) 현지에서 한반도 남부 연안에 이르기까지 소요되는 시간이 적었음(불과 2~3주 소요)을 인지하게 되었다. 또한, 포획된 난류 편승(사멸계) 어류를 축양하며 각종 약물을 이용한 검역 과정과 인공 먹이(건조 사료) 적응에 대한 자료를 축적하여 난류 편승(사멸계) 어류중 하나인 나비고기와 어종에 대한 상세한 사육 노하우를 얻고, 이를 각종 커뮤니티에 소개, 홍보하는 활동 역시 병행하여 한반도 연안에 난류를 통해 표착하는 다양한 어류들을 관상어로 활용하기 위한 노력을 진행중이다. 특정 사업이 시작되기 전에는 그에 합당한 경제적 이득이 뒤따라야 한다. 인지도가 전무한 난류 편승(사멸계) 어류의 관상어화를 진행하여도 이의 신비로운 생태적 특성을 인지하고 매력을 느껴 다가가는 이는 없을 것이다. 본 연구 팀은 탐구 과정을 통해 관상어 시장의 이러한 수요와 공급의 특성을 인지하고 우리 해수어에 관한 인지도 증진을 목적으로 두고 다음과 같은 각종 커뮤니티 활동을 지속했던 것이다.

## ○ 기타

- 중국 양쯔강 범람 및 장마전선의 고착화로 거제, 부산, 울산과 같은 동한난류권 지역에는 수많은 담수가 유입, 이로 저염도 및 저수온 해역이 한반도 남부 연안 일대에 폭 넓게 생성되어 대부분의 난류 편승(사멸계) 어류가 연안에 안착하지 못하였음.(평년도와 비교하여 유달리 저조한 출현 빈도로 증명) 이러한 이유로, 본래 계획하였던 난류 편승(사멸계) 어류의 출현 빈도와 이들의 생태적 특성 연구의 주제에서 벗어 나 심사위원분들의 피드백과 더불어 팀원, 지도 선생님과 협의를 통해 난류 편승(사멸계) 어류의 출현 여부를 확인하고 이의 한반도 남부 연안 표착(안착) 시기와 필리핀(동남아시아) 현지에서의 난류 편승 시기를 역산하여 도출, 해당 어종의 관상어로서의 활용 가치 모색등으로 주제를 변경하게 되었다. (동한난류와 난류 편승(이하 사멸계) 어류의 이해 관계를 밝혀냄과 동시에 관상어화를 통한 해수 관상어 사업의 경제적 가치 증진 방안 모색)

## 5. 참고문헌

- [저서] 磯採集ガイドブック—死滅回遊魚を求めて(사멸회유어를 찾아서)
- [논문] 꼬리줄나비고기, *Chaetodon wiebeli*의 초기발생(이치훈, 김병호, 이영돈)
- [논문] 울산연안 정동진에 어획된 어종의 종조성 및 양적변동(한경호, 김종현, 백승록)
- [논문] 잠수관찰을 통한 경남 통영 연안의 어류상(곽우석, 이승환)
- [홈페이지] 기상청 날씨누리 ([www.weather.go.kr](http://www.weather.go.kr))
- [홈페이지] 국립해양조사원 ([www.khoa.go.kr](http://www.khoa.go.kr))
- [홈페이지] 웨더아이 ([www.weatheri.co.kr](http://www.weatheri.co.kr))
- [개인 블로그] 비수리 (<https://blog.naver.com/findingkoreanfish>)-팀장 학생 개인블로그
- [개인 블로그] the99spiker (<https://blog.naver.com/the99spiker>)

# 제4회 해양생물 탐구대회

## 최종보고서

|       |                |    |        |
|-------|----------------|----|--------|
| 팀명    | 해산물아 만나서 반갑데이~ |    |        |
| 학생명   | 이혜선, 문서진       | 학교 | 독산고등학교 |
| 지도교사명 | 조성은            | 학교 | 독산고등학교 |

| 항목      | 내용   |
|---------|--|
| 탐구주제    | 해산물 신선도 유지 방법 탐구   |
| 탐구기간    | 2020년 6월 20일 ~ 2020년 8월 27일  |
| 탐구목적    | ○여름철에는 고온 다습한 환경에 의해 식품 변질 속도가 빨라져 해산물의 경우 보관 방법에 따라 신선도를 빠르게 저하시킬 수 있다. 이를 고려해 가정에서 해산물을 좀 더 효과적으로 보관하는 방법을 탐구해 보고자 했다.   |
| 탐구내용    | ○여러 수산 상점을 방문하여 해산물을 종류별로 보관하는 환경, 방법 등을 취재하고, 이를 고려하여 해산물을 보관하는 환경을 달리 하여 시간 별로 신선도를 확인해 보았다. 그리고 해산물을 기절, 신경 마비를 함으로써 신선도 유지에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.  |
| 탐구결과    | ○ 해산물 중 낙지의 보관 방법에 따라 자극을 하였을 때 반응한 결과들을 비교해 봄으로써 낙지를 물에 담아 냉장실에 넣어 놓으면 적정 온도인 12℃~13℃에 근접하게 나왔다. 그리고 낙지를 기절, 신경마비를 했을 때 반응이 좋지 않았지만 아무것도 안한 낙지의 상태를 비교해 봤을 때 기절, 신경마비의 필요성을 알 수 있었다.                                      |
| 결론 및 의의 | ○ 가정에서 해산물의 신선도를 오래 유지할 수 있는 방법을 알아 내 보자는 탐구 목적에 따라서, 수산 상점에서 해산물을 종류별로 보관하는 적정 보관 방법, 환경을 알아낼 수 있었고 이를 반영하여 실험에 다양한 방법으로 응용해 보았다. 그리고 아직 많이 알려지지 않아 잘 사용되지 않는 기절, 신경마비의 필요성을 알아봄으로써 가정에서 사람들이 해산물을 더욱 효율적으로 보관할 수 있을 것이다. |





|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| <b>탐구 주제</b> | <b>해산물 신선도 유지 방법 탐구</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>해산물이 만나서 반갑데이~</b>   |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

- 전 세계적으로 여름철 기온 상승이 나타나면서 무더위가 일찍 시작되고 또 길게 이어지고 있다. 여름철에는 다른 계절에 비해 식품 관리에 특히 주의가 필요합니다. 바다에서 잡은 신선한 해산물이 고온 다습한 환경으로 인해 해산물을 빠르게 상하게 함으로써 신선도를 저하시킨다는 점을 참고하여 실생활에서 해산물을 보관할 때 보관 환경 조건에 따른 더욱 효과적인 해산물 보관 방법을 탐구해 보았습니다.

### ○ 탐구 목적

- 가정에서 해산물을 보관하는 데 있어서 보관 방법은 매우 단순합니다. 해산물을 사 오면 씻어서 바로 먹거나 대부분 냉동실에 넣기 일쑤입니다. 그러나 해산물을 보관하는 데 있어서 고려해야 할 점, 유의해야 할 점 등을 제대로 알려지지 않아 보관 중에 해산물이 상하거나 벌레가 생기거나 악취가 나는 등 문제가 생기기 쉽다 보니 단순히 끓여 먹거나 빨리 먹음으로써 조심할 뿐입니다.
- 그래서 저희가 해산물을 파는 곳을 직접 방문하여 인터뷰를 진행함으로써 해산물을 신선하게 보관하는 환경, 시간 등을 알아보고 이를 고려하여 해산물 보관 환경 조건에 따른 해산물 보관 방법을 탐구해 보기로 했습니다.
- 또 다른 해산물 보관 방법 중 가정에서 해산물을 보관할 때 신경마비를 하거나 해산물을 기절 시켜서 보관하면 그러지 않았을 때보다 더욱 효과적으로 보관할 수 있다고 합니다. 그래서 실제로 신경 마비를 한 것, 기절을 시킨 것, 아무것도 안한 것으로 나누어 실험을 진행함으로써 신선도를 유지시키는 데 효과가 있는지 확인해 보고자 하였습니다.
- 탐구 활동을 진행하면서 실생활에서 실제로 사용할 수 있는 해산물 보관 방법을 알아봄으로써 가정에서 사람들이 해산물을 더욱 효율적으로 보관할 수 있을 것입니다.

## 2. 탐구 내용 및 결과

### ○ 내용

- 탐구 활동은 사전에 인터뷰 허락을 받고 진행하였으며 보고서에 나오는 녹음 내역, 사진 촬영도 모두 사전에 허가를 받고 진행하였습니다.
- 탐구 활동을 하는 동안 모두 마스크를 쓴 채 활동하였고 인터뷰를 진행할 때도 거리 두기를 유지하며 진행하였습니다.
- 방문 장소는 총 3곳을 방문했습니다. 3곳을 방문한 이유는 1곳만 알아보기에는 너무 다양하지 못한 조사를 할 것 같아서 최대한 다양하게 조사해보고자 3곳으로 정하였습니다.
- 방문 장소 선정 기준은 상점에서 수족관을 이용하여 활어 상태의 해산물을 키우는 곳이자 다음 탐구 활동에 쓰일 산 낙지를 파는 곳으로 선정하였습니다.
- 그 이유는 길거리를 돌아다니며 많은 상점을 보았지만 수족관을 쓰지 않고 얼음 위에 해산물을 올려놓은 채 실온에 그대로 노출시켜 파는 상점도 많이 봤습니다. 하지만 수족관을 쓰지 않고 얼음 위에 올려 두어 실온에 노출시켜 보관할 시 해산물을 보관하는 적정 온도, 살아있음의 유무 등을 정확히 알 수가 없기 때문에 수족관을 사용하는 상점에 방문하였습니다.
- 진영수산 (독산동 남문시장 B-201호)
- 청정회센터 (금천구 독산로 282)
- 113 부산자갈치(노량진수산물도매시장)

### <인터뷰 당시 질문 내용>

- 수족관 물 온도는 몇 도인가요?
- 수족관 물은 바닷물인가요? 바닷물이면 pH농도는 어떻게 되나요?(또는 염도)
- 해산물 공수 방법은 어떻게 진행하나요?
- 공수한 해산물은 최대 몇 시간까지 보관하나요?
- 해산물 보관 시 특히 신경 쓰시는 점 없나요?(또는 유의할 점)
- 가정에서 해산물 보관 시 최대 며칠 동안 보관하면 좋을까요?



- 가정에서 해산물 보관 시 어떻게 보관하면 제일 신선하게 보관할 수 있을까요?
- 이곳에서 장사를 하시기 전에 특별히 해산물 관련 활동을 하신 적이 있으신가요?

<진영수산>

- 수족관 물 온도는 수족관이 총 3개인데 현 온도는 날씨가 더워서 10.2고 원래는 조개류는 평균적으로 7℃~8℃ 정도로 맞춥니다.
- 연체류는 10℃~12℃ 정도이고, 각갑류는 8℃~10℃, 킹크랩, 랍스타 등은 러시아 추운 지방에서 살던 애라서 5℃ 이하로 차갑게 해줘야 합니다. 그러나 수족관을 여러 개 켜가면서 종류별로 해줄 수 없기에 평균적으로 10℃~12℃ 맞춰 보관합니다.
- 수족관 물을 바닷물이며 염도가 22%나옵니다. 그런데 요즘 장마라 염도가 17% 정도로 나와 염도가 약해서 해산물이 잘 죽습니다. 그래서 보관할 때 일부러 바닷물보다 염도를 좀 높게 해서 보관합니다.
- 해산물 공수 방법은 인천 바다에서 차 안에 바닷물이 담긴 수족관을 이용하여 운송합니다. 따로 포장을 하진 않습니다. 약 1시간~1시간 30분 걸립니다.
- 해산물 보관은 온도를 잘 맞추면 2~3일 정도 가능합니다. 만약에 2~3일 지날 시 수족관 안에 먹이가 없기 때문에 보통 3일 지날시 금방 죽습니다. 해산물 별로 보관 온도가 모두 다르니까 온도에 특히 신경을 씁니다. 각갑류와 연체류는 서로 상극인게 각갑류 중 게는 특히 암모니아에 강하기 때문에 암모니아 가스를 뿜을 시 연체류에게 굉장히 치명적이다 보니 따로 보관해야 합니다.
- 해산물이 죽을 시 내장이 제일 먼저 부패되니까 내장을 제거 한 뒤 바로 씻어서 보관하는 것이 제일 좋습니다. 3일 이상 보관할 시 냉동보관이 좋습니다. 조개류 등은 바로 냉동으로 보관할 시 살아있을 때 먹을 때 보면 비슷할 정도로 신선도가 어느 정도 유지가 됩니다.
- 가정에서 보관 기간을 빨리 파악해서 냉장할 것은 냉장할 것, 냉동할 것은 냉동할 것으로 분류해서 처음부터 보관 방법을 철저히 해야 합니다.
- 13년 되었습니다. 해산물 쪽 활동은 없습니다.

<청정회센터>

- 수족관 물 온도는 해산물 종류에 따라 다릅니다. 낙지나 광어, 우럭, 도미 등은 12℃~13℃ 이고 조개, 가리비 등 어패류는 8℃~9℃ 정도 됩니다.
- 해산물 공수 방법은 제가 직접 인천 연한부도에 가서 가져옵니다. 운송 시간은 가고 오는데 모두 합쳐서 약 2시간정도 걸립니다.
- 해산물은 장사 되는 거에 따라 다르지만 3~4일 안에 모두 처리합니다. 해산물을 사 오는 날짜에 따라 수족관에 모두 분리를 해 놓습니다. 수족관에 보관한다고 해서 수족관 안에 먹이를 주는 것이 아니기에 오랫동안 보관할 수 있는 것이 아닙니다.
- 항상 바닷물을 2일~3일 갈아줍니다. 민물이면 매일 갈아줄 수 있는데 바닷물을 직접 떠와서 하기 때문에 시장 갈 때마다 갈아줍니다.
- 2~3일인 이유는 바닷물은 날이 더우면 소금물이 증발할 수도 있고 비가 와서 염도가

낮아질 수 있기 때문에 날씨에 따라 계속 바뀌줍니다. 수족관 염도는 13%입니다.

- 오징어는 냉장실에 보관 시 벌레 등이 나올 수 있습니다. 그러니 바로 먹을 것이 아니라면 온도가 낮은 곳에서 보관할 시 벌레가 활동하기 어렵기 때문에 냉동 보관하는 것이 좋습니다.
- 이 가게에서 26년 일했습니다. 전에는 주방장 쪽으로 일했습니다.

### <113 부산자갈치>

- 수족관 물 온도는 조개, 전복 등은 영상 10입니다.
- 물은 바닷물이고 pH농도는 24%~26%정도입니다. 비가 많이 와서 농도가 20%정도로 낮아진 상태이기 때문에 저희가 소금을 더 넣어서 24%~26%로 맞춥니다.
- 해산물 공수 방법은 경매장에서 중매를 통해서 받아오고 있습니다.
- 해산물 보관 시 유의할 점은 수족관에 보관중인 해산물에게 먹일 것이 없다면 바닷물을 하루에 최소 2~3번은 갈아 줍니다. 물이 고여 있으면 썩다 보니 깨끗한 바닷물로 갈아주는 겁니다.
- 가정에서 해산물 보관 시 낙지 같은 경우는 2~3시간입니다. 전복은 12시간이고 오징어는 20분~30분입니다.
- 가정에서 해산물 보관 시 낙지 같은 경우는 냉장 보관이 좋습니다. 전복 등은 오랫동안 보관 시 냉동 보관이 좋습니다. 그 이유는 오징어나 동태 등은 선도가 오래가기 때문에 살이 안 빠집니다. 게 같은 경우는 냉장 보관 시 자신의 살을 파먹기 때문에 냉동이 좋습니다.
- 20년 일했습니다. 해산물 쪽 활동은 없습니다.
- 3곳을 모두 방문하여 인터뷰를 진행한 결과 공통적인 답변이 나왔습니다.
- 탐구 활동을 하기 전 전국적으로 비가 많이 왔었던 탓인지 바닷물에 빗물이 많이 섞여 바닷물의 염분이 낮아져 수족관에서 보관할 때는 소금을 더 넣어 염분을 조정해 준다는 것입니다.
- 낙지 등 특정 해산물을 제외하고는 가정에서 보관 시 해산물을 냉동 보관하는 것이 좋다고 하였습니다. 즉, 온도가 낮은 곳에서 보관할 시 해산물의 신선도를 제일 좋게 보관할 수 있다는 것입니다.
- 새로 알게 된 점은 해산물을 잡았을 때 제일 먼저 상하는 것이 내장이기에 가정에서 보관할 시 내장을 제일 먼저 제거하고 보관하는 것이 제일 좋다는 점입니다. 그 이유를 따로 조사해 보았습니다.
- 해산물이나 동물이나 시간이 지나면 미생물에 의하여 부패가 진행되는데 몸에 부드러운 부분이 많은(뼈 이외에 대부분) 머리 부분과 내장기관이 몰려있는 복부 부분의 부패가 가장 빠른 편이며, 단순히 근육과 뼈로 이루어진 팔다리는 머리와 복부가 완벽히 뼈만 남은 상황에서도 근육조직이 남아있는 경우가 상당히 많다고 합니다.

- 위 인터뷰 활동을 하고 난 뒤, 인터뷰 답변 내용 중 가정에서 해산물을 보관하기에 좋은 방법을 반영하여 보관 환경 조건에 따른 해산물 보관 실험을 진행하고자 했습니다. 이를 통해 보관 환경에 따른 더욱 효과적인 해산물 보관 방법을 알아보하고자 했습니다.

- 신선한 상태의 살아있는 낙지를 공수하여 시간 간격을 두고 총 2시간 동안 물, 얼음에 담가 보관하여 자극에 따른 신경세포에 대한 반응을 알아보는 실험과 서로 비교를 해보고자 합니다. 이를 통해 가정에서 낙지를 보관할 때 더욱 효과적인 보관 방법을 알아보하고자 합니다.

- 노량진 수산물시장에서 살아있는 산 낙지를 총 12마리를 구했습니다.

이중에 9마리를 이 탐구 활동에 사용했습니다.

- 9마리를 사용한 이유는 실험을 진행하기 전 노량진 수산시장에 낙지 판매자 분께 낙지를 몇 시간까지 보관 가능하냐고 여쭙어 봤더니 2~3시간이라고 말씀하셨습니다. 따라서 저희는 탐구 활동 시간은 총 2시간으로 잡았습니다.

- 보관 환경은 총 3가지로 분류하여 보관하였는데 판매자 분께서 낙지는 냉동이 아닌 냉장 보관 하는 것이 좋다고 말씀하신 것을 반영하여 다음과 같이 보관 하였습니다. (얼음에 올려놓고 실온에 노출시킴, 얼음에 담가놓고 냉장실에 넣음, 차가운 물에 담가 놓고 냉장실에 넣음)

- 상점에서 파는 해산물은 모두 바닷물에 보관했지만 위 실험에서는 물에 보관한 이유는 해산물을 보관할 때 보관 온도가 매우 중요하다는 상점주인 분의 말씀을 반영하여 위 실험에서는 온도에만 신경을 쓰기로 하였습니다.

- 살아있는 낙지로 실험을 진행한 이유는 가정에서는 바로 먹을 것이 아니라면 내장 제거 후 냉장실에 넣는 것이 좋지만 위 실험은 보관 환경에 따른 신선도 확인이 우선이기 때문에 일부러 살아있는 상태에서 진행을 하고 시간이 지남에 따라 낙지 상태를 관찰함으로써 실험을 진행하였습니다.



- 냉장실에 넣기 전 보관 환경의 온도는 위와 똑같은 순서로 확인했습니다. 그랬더니 얼음에 보관하는 곳은 온도가 일정했습니다. (0.8℃, 0.8℃, 15.4℃)



- 위 사진은 실험을 하기 전 산 낙지를 보관하던 바닷물 온도를 확인한 것입니다. 날씨가 많이 더운 탓에 이동 중 2시간 동안 온도가 낮아진 것으로 추측됩니다. (23.7℃)

- 전 탐구 활동인 인터뷰 내용 중 낙지나 문어 같은 연체류는 10℃~12℃가 제일 좋다고 말씀하셨습니다. 위 보관 환경의 온도는 아직 냉장실에 넣기 전이라 차가운 물 온도는 낙지를 보관하기에 알맞은 온도까지 내려갈 것으로 예상했습니다.



- 실험을 진행하면서 얼음에 올려놓고 실온에 노출시킨 낙지들이 살아있다 보니 자꾸 접시 밖으로 탈출하려 하는 어려움이 발생했습니다. 그래서 낙지들이 밖으로 나가지 못하도록 가볍게 비닐봉지를 한 번 씌워서 실험을 진행했습니다.

- 낙지를 보관한 뒤 신선도를 확인하는 방법으로는 낙지의 색소포 색깔, 움직임의 유무(그 중에서도 약하다, 강하다), 낙지가 손에 달라붙는 힘, 소금에 반응하는 정도로 확인을 했습니다.
- 낙지가 제일 신선할 때의 색소포 색깔은 대부분 색소포가 걸리지 않은 상태라서 초콜릿 색깔(갈색)을 띄고 있습니다.

< 30분 지난 뒤 결과 >

- 순서: 실온+얼음, 물+냉장보관, 얼음+냉장보관

| 색소포 색깔 | 움직임         | 손에 달라붙는 힘 | 소금 반응 |
|--------|-------------|-----------|-------|
| 갈색     | 있음<br>(활발함) | 매우 셴      | 있음    |
| 갈색     | 없음          | 약함        | 있음    |
| 흰색     | 없음          | 아예 없음     | 있음    |



< 1시간 지난 뒤 결과 >

|    |             |       |    |
|----|-------------|-------|----|
| 갈색 | 있음<br>(활발함) | 매우 셴  | 있음 |
| 갈색 | 없음          | 약함    | 있음 |
| 흰색 | 없음          | 아예 없음 | 없음 |



< 2시간 지난 뒤 결과 >

|    |             |       |    |
|----|-------------|-------|----|
| 갈색 | 있음<br>(활발함) | 조금 써  | 있음 |
| 갈색 | 없음          | 약함    | 있음 |
| 흰색 | 없음          | 아예 없음 | 없음 |



고양이

- 신선도를 확인하는 방법 중 소금을 사용한 이유는 소금에 들어있는 Na<sup>+</sup>이 낙지의 빨판 등에 의해 흡수가 됩니다. 그렇게 흡수된 Na<sup>+</sup> 때문에 막전위의 변화가 생기고 근육 수축 명령을 내리는 전기적 신호를 전달하게 됩니다. 이로 인해 근육 수축이 일어나면서 낙지가 움직이는 것입니다. 해산물이 신선할수록 신경세포가 활발히 반응을 함으로써 움직임 또한 활발해 지는 것입니다.

- 상점주인 분 인터뷰 내용 중 낙지 등과 같은 연체류는 12°C~13°C가 보관하기 좋은 온도라고 하셨는데 실험한 낙지들 중 12°C~13°C와 비슷한 온도에 속하는 실온+얼음, 물+냉장보관 한 낙지들의 반응이 제일 활발했습니다. 얼음+냉장보관은 온도가 너무 낮은 나머지 색이 아예 하얘지고 움직임은 물론, 색소포의 변화를 찾아 볼 수 없었습니다.

- 온도에 따른 보관 환경 비교 이외에도 또 다른 해산물 보관 방법 중 기절, 신경마비를 이용하여 해산물을 신선하게 보관하고자 했습니다. 해산물을 구한 뒤 가정으로 가져올 때, 혹은 가정에서 해산물을 보관할 때 해산물이 죽을 시 신선도가 급격하게 저하 되는 것을 방지하고자 해산물에 신경마비를 하거나 해산물을 기절 시켜서 보관하면 그러지 않았을 때보다 더욱 효과적으로 보관할 수 있다고 합니다. 그래서 실제로 신경 마비를 한 것, 기절을 시킨 것, 아무것도 안한 것으로 나누어 실험을 진행하여 효과가 정말 있는지 확인해 보고자 하였습니다.

<기절 낙지 만드는 방법>

1. 살아있는 낙지를 준비한다.
  2. 끓은 소금을 뿌린 뒤 조물조물 쳐준다.
  3. 흐르는 물에 낙지를 씻어내면서 짹짹 짜준다.
- 3번 과정을 진행하면서 낙지가 서서히 기절을 한다고 합니다.



<신경 마비 한 낙지 만드는 방법>

1. 살아있는 낙지를 준비한다.
2. 낙지의 눈과 눈 사이를 드라이버 같은 뾰족한 걸로 45° 각도로 찌른다.



- 신경 마비란, 해산물의 뇌를 일격에 가해서 몸 색깔을 자유자재로 변형시키는 뇌를 가격해 색소포의 기능을 정지시키는 것입니다. 그러는 동시에 온몸의 신경에 마비가 오기 때문에 더 이상 움직일 수 없는 상태가 됩니다. 더는 움직일 수 없기에 에너지(ATP)가 보존되어 신선함이 유지되는 것입니다.

- 신경 마비 한 낙지를 만들면서 미안함이 들었던 것이, 살아있는 생물에겐 신경 마비를 하면 그 뒤에 고통은 못 느끼겠지만 뾰족한 물건으로 찌름으로써 그 과정에서 낙지가 고통스러워하면서 접시 밖으로 탈출하는 것을 보고 실험 진행이 힘들기도 하였지만 낙지도 하나의 생명으로써 미안하다는 생각이 많이 들었습니다.



- 낙지를 신경마비를 했더니 낙지의 색소포가 처음에는 하얗게 변했다가 다시 초콜릿 색깔로 변하는 등 색소포의 움직임이 활발했습니다.



- 위 사진은 산 낙지를 아무것도 안한 것, 신경 마비를 한 것, 기절시킨 것으로 나누어 보관한 것입니다.

- 낙지를 보관하는 환경은 결과를 비교해야 함으로써 일정 하게 해줘야 하다 보니 모두 실온에서 보관했습니다.  
 - 실온에서 보관한 이유는 이 실험은 낙지의 신경세포 마비를 한 것, 기절을 시킨 것이 안한 것 보다는 신선도가 더 오랫동안 유지 된다는 것을 확인하는 것이 목표였기 때문에 보관 환경의 온도는 크게 신경을 쓰지 않았습니다. (실온은 25℃ 입니다.)



- 낙지를 기절 시키고 신경마비를 한 뒤 총 2시간 동안 낙지를 보관한 뒤 신선도를 확인하기로 했습니다. 신선도 확인 방법으로는 낙지의 색소포 색깔, 움직임의 유무(그 중에서도 약하다, 강하다), 낙지가 손에 달라붙는 힘, 소금에 반응하는 정도로 앞에서 했던 탐구 활동과 동일하게 진행 했습니다.

< 2시간 지난 뒤 결과 >

순서: 신경마비 낙지, 기절 낙지, 아무것도 하지 않은 낙지

| 색소포 색깔 | 움직임         | 손에 달라붙는 힘 | 소금 반응 |
|--------|-------------|-----------|-------|
| 흰색     | 없음          | 조금 약함     | 있음    |
| 갈색     | 없음          | 아예 없음     | 매우 약함 |
| 갈색     | 있음<br>(활발함) | 매우 썸      | 있음    |



- 기절, 신경마비를 한 낙지가 더 활발하게 반응할 거라고 예상했으나 낙지의 유효 보관 시간이 2~3시간임을 고려하였을 때 실험 시간이 짧았던 나머지 아무것도 안한 낙지가 신선도가 떨어지질 않아 제일 활발하게 반응했습니다.

- 기절, 신경마비를 한 낙지가 반응이 약했으나 아무것도 안한 낙지와 비교했을 때 끈끈한 액이 덜 묻어 있었으며 아무것도 안한 낙지가 활발히 움직이다 보니 잘못 건드렸을 때 먹물을 터뜨려 봉지 안이 먹물로 묻게 되는 등 보관하는 데 있어서는 반응은 약했지만 기절, 신경마비를 한 낙지가 더 유용할 것 같다는 생각이 들었습니다.



## ○ 방법

- 가정에서 해산물을 최대한 신선하게 보관하는 방법을 알아내는 것이 실험 목적이었기 때문에, 죽은 해산물로 실험을 진행하면 얼마나 신선도가 떨어졌는지 정확히 알 수 없어서 직접 수산시장에 가서 살아있는 해산물을 구하여 실험을 진행했습니다. 실험 조건을 대략 어떻게 세울지 파악하기 위해 실험을 진행하기 전 수산 상점을 여러 곳 방문하여 인터뷰를 진행함으로써 상점에서 보관하는 환경, 가정에서 효율적인 보관 방법을 알아볼 수 있었습니다.

## ○ 결과

- 해산물 중 낙지의 보관 방법에 따라 자극을 하였을 때 반응한 결과들을 비교해 봄으로써 낙지를 물에 담아 냉장실에 넣어 놓으면 적정 온도인 12℃~13℃에 근접하게 나왔다. 그리고 낙지를 기절, 신경마비를 했을 때 반응이 좋지 않았지만 아무것도 안한 낙지의 상태를 비교해 봤을 때 기절, 신경마비의 필요성을 알 수 있었습니다.

## 3. 탐구의 결론 및 의의

### ○ 결론

- 가정에서 해산물의 신선도를 오래 유지할 수 있는 방법을 알아내 보자는 탐구 목적에 따라서, 수산 상점에서 해산물을 종류별로 보관하는 적정 보관 방법, 환경을 알아낼 수 있었고 이를 반영하여 실험에 다양한 방법으로 응용함으로써 실생활에서 실제로 쓸 수 있는 유용한 해산물 보관 방법을 알아볼 수 있었습니다.

### ○ 의의(기대효과)

- 실생활에서 실제로 사용할 수 있는 해산물 보관 방법을 알아봄으로써 생각보다 여러 가지로 보관하는 방법들을 알아볼 수 있었고 아직 많이 알려지지 않아 잘 사용되지 않는 기절, 신경마비의 필요성을 알아봄으로써 가정에서 사람들이 해산물을 더욱 효율적으로 보관할 수 있을 것입니다.

## 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

### ○ 어려운 점

- 살아있는 생물로 실험을 진행하다 보니 실험 조건을 세우기가 까다로워 무척 어려웠습니다. 실험하려는 해산물의 적정 온도를 기준으로 이에 맞는 환경을 조성하기가 쉽지 않았고, 실험을 진행하면서 낙지에서 먹물이 터져 반응을 관찰하는데 잘 보이지 않아 실험을 진행한 후 관찰하는 데 어려움이 있었습니다.

- 낙지를 보관하는 적정 시간이 2~3시간이라고 하셨지만 2시간 뒤에도 기절, 신경마비를 안 한 산 낙지가 활발히 움직여서 예상을 했던 것과는 다른 실험 결과가 나오므로써 실험을 진행하는 시간을 잘 못 세웠다는 생각이 들었습니다.



○ 알게 된 점

- 해산물을 잡았을 때 제일 먼저 상하는 것이 내장이기에 가정에서 보관할 시 내장을 제일 먼저 제거하고 보관하는 것이 제일 좋다는 점을 알게 되었습니다. 그리고 살아있는 생물로 실험을 진행하려면 생각보다 많은 조건들을 고려해야 한다는 것과 동시에 실험을 진행하면서 아파하는 해산물을 보고 마음이 아팠으므로 생명의 소중함도 깨닫게 되었습니다.

5. 참고문헌

<https://www.youtube.com/watch?v=eX7frzgHxho>

<https://www.youtube.com/watch?v=kf9OCrfuCzI>

<https://www.youtube.com/watch?v=zfB1WGzAILU>

# 제4회 해양생물 탐구대회 최종보고서

| 팀명      | 키알산   |   |        |
|---------|---|---|--------|
| 학생명     | 김효지, 이채원  | 학교  | 명호고등학교 |
| 지도교사명   | 윤종철   | 학교  | 명호고등학교 |
| 항목      | 내용  |   |        |
| 탐구주제    | 게 껍질의 키토산 및 미역의 알긴산을 활용한 폐 필라멘트의 업 사이클링   |   |        |
| 탐구기간    | 2020년 6월 1일 ~ 2020년 8월 27일  |   |        |
| 탐구목적    | 버려지는 폐 필라멘트를 재활용하고 게 껍질에 있는 키토산과 미역의 알긴산을 적용하여 바이오 플라스틱의 UV 흡수를 통한 황변 방지와 인장력 개선으로 바이오 플라스틱의 활용도를 높이고 3D 프린터 용 필라멘트 개발에 기여하고자 한다.   |   |        |
| 탐구내용    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PLA의 UV 흡광과 인장력을 측정하기 위해 PLA를 필름형태로 만든다.</li> <li>2. PLA에 첨가제(키토산, 키토산, 알긴산 등)를 적용해 필름을 만든다.</li> <li>3. 제작한 필름의 두께를 측정한다.</li> <li>4. 제작한 필름의 황변방지를 위한 라디칼 억제제를 확인하기 위해 오존램프와 아두이노 UV 센서를 이용해 UV 흡광도를 측정한다.</li> <li>5. MBL UV-Vis 분광 광도계를 이용하여 제작한 필름의 220 ~ 800nm 파장에 대한 흡광도를 측정한다.</li> <li>6. 제작한 필름의 첨가제의 첨가 여부를 확인하기 위해서 IR을 측정한다.</li> <li>7. 제작한 필름의 인장력을 측정한다.</li> </ol> |  <p>[슬라이드 글라스에 필름 제작]</p>  <p>[제작한 필름의 인장력 측정]</p> |        |
| 탐구결과    | PLA의 비율이 증가할수록 UV를 많이 흡수하고 필름의 인장력이 강해진다. 추출한 키토산으로 만든 필름은 10%에서 UV를 가장 많이 흡수했고 1%와 10%에서 인장력이 가장 강했다. 키토산 시약으로 만든 필름은 20%에서 UV를 가장 많이 흡수했고 10%에서 인장력이 가장 강했다. 알긴산 나트륨 시약으로 만든 필름은 5%에서 UV를 가장 많이 흡수했고 5%에서 인장력이 가장 강했다.  |   |        |
| 결론 및 의의 | 이 실험을 통해 게 껍질의 주성분인 키토산과 해조류의 성분인 알긴산을 이용하여 폐 필라멘트를 업 사이클링 할 수 있다. 필라멘트의 UV 흡수를 통한 황변 방지와 인장력을 개선하여 활용분야를 더 늘릴 수 있을 것이다.  |   |        |



|              |   |
|--------------|---|
| <b>탐구 주제</b> | <b>게 껍질의 키토산 및 미역의 알긴산을 활용한 폐 필라멘트의 업사이클링</b> |
| <b>팀명</b>    | <b>키알산</b>                                    |

## 1. 탐구 동기 및 목적

### ○ 탐구 동기

코로나 19로 인해 플라스틱 사용량이 증가했다. 이러한 일회용품 사용량 증가로 환경 오염 문제뿐만 아니라 해외 수출길이 막힌 상태에서 ‘쓰레기 대란’이 오지 않을까 걱정하고 있다. 이러한 플라스틱 문제를 해결하기 위해서 바이오 플라스틱을 생각하게 되었다. 바이오 플라스틱을 이용한 3D 프린터 필라멘트는 기존 플라스틱보다 인장력이 약하고, 분해 기간이 일정하지 않다는 한계점을 가지고 있어 게나 가재, 새우껍질을 통해 얻어낸 물질인 키토산과 미역이나 다시마 등 해조류의 세포막을 구성하는 점액질 성분인 알긴산을 첨가해보면 어떨까 생각하게 되었다. 한 과학고에서 3D 프린터를 수업에 활용해 온 교사 2명이 희귀 암인 육종에 걸린 것으로 밝혀지면서 논란이 일고 있다. 연구진은 PLA와 ABS 수지 등 20여 종을 분석하고 결과를 도출했다. PLA 소재의 경우 총 8개 시료 중 6개 시료에서 아크로레인, 초산, 노말부틸알콜 등 관리대상물질 5~7종과 고분자 물질 20~25종이 검출됐다. 이처럼 일부 저가의 PLA에는 많은 발암물질이 첨가되어있어 위험하다. 그래서 게 껍질의 주성분인 키토산과 해조류의 성분인 알긴산을 이용하고 폐 필라멘트를 재활용하여 UV 흡수를 통한 황변 방지와 인장력을 개선하고자 한다.



### ○ 탐구 목적

버려지는 폐 필라멘트를 재활용하고 게 껍질에 있는 키토산과 미역의 알긴산 등을 적용하여 바이오 플라스틱의 성능을 개선하고자 한다. 버려지는 3D 프린터의 폐 필라멘트에 키토산과 알긴산을 첨가하여 UV 흡광을 통한 황변 방지 가능성을 확인하고 인장력을 개선하여 바이오 플라스틱의 활용도를 높이고 4차 산업의 한 분야인 3D 프린터를 통해 우리가 개발한 필라멘트를 적용하여 시제품을 제작하고자 한다.



다. PLA가 가장 잘 녹는 용매를 찾아 녹인다.

- 1) 용매는 메틸렌 클로라이드(MC), 아세톤, 사이클로 헥세인, 에틸알코올, 석유에테르를 이용한다.
- 2) 각각 30분, 1시간, 2시간, 3일 후 PLA의 변화를 관찰한다.



[왼쪽부터 MC, 아세톤, 사이클로 헥세인, 에틸알코올, 석유 에테르]

| 용매 | MC   | 아세톤       | 사이클로헥세인 | 에틸알코올 | 석유에테르 |
|----|------|-----------|---------|-------|-------|
| 변화 | 잘 녹음 | 약간 부풀어 오름 | 변화 없음   | 변화 없음 | 변화 없음 |

→ PLA가 MC에서 가장 잘 녹아서 MC를 이용하여 필름 형태로 만든다.

2. UV흡광을 통한 황변 방지 및 강도 등 특성을 파악하기 위해 동일한 굵기의 필름을 제작한다.

가. 파스퇴르 피펫을 이용하여 슬라이드 글라스에 필름을 제작한다.

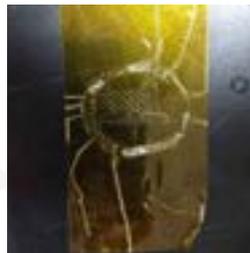
→ 용액의 양이 일정하지 않아 필름의 두께가 일정하지 못했다.

나. 3D 프린터로 원판을 제작한 뒤 모터를 이용해서 스펀코터를 제작하여 동일한 굵기의 필름을 만든다.

- 1) 캡톤 테이프를 스펀코터 위에 부착한 뒤 필름을 제작한다.



[스핀코터 위에 테이프를 부착함]



[용매가 사방으로 튈] (Note: The caption in the image is '용매가 사방으로 튈' which likely means 'solvent is spraying everywhere' or 'solvent is evaporating quickly', leading to brittleness.)



[테이프 위에 틀을 부착함]

→ 용액의 점도가 낮아 사방으로 튀었다.

다. 마이크로 피펫을 이용하여 슬라이드 글라스에 필름 제작한다.

→ 마이크로 피펫으로 일정한 용액을 사용할 수 있지만 필름을 제작하기에 양이 적었고, 용매의 휘발이 빨라 여러 번 반복할 수 없었다.



[마이크로 피펫을 이용하여 필름 제작]

라. 파스퇴르 피펫에 동일한 눈금을 그어서 같은 양으로 필름을 제작한다.



[파스퇴르 피펫에 동일하게 눈금을 그음]



[파스퇴르 피펫을 이용하여 필름 제작]



[파스퇴르 피펫을 이용해 슬라이드 글라스에 필름 제작]

3. PLA에 첨가제를 적용하여 필름을 만든다.

가. 대조군으로 PLA만을 이용한 필름을 만든다.



[PLA와 MC를 교반]



[슬라이드 글라스에 필름 제작]

| 연번 | PLA (g) | MC (mL) |
|----|---------|---------|
| ①  | 0.25    | 30      |
| ②  | 0.5     | 30      |
| ③  | 1       | 30      |

나. MC를 이용하여 대게껍질 속 성분을 추출하여 비율별 필름을 만든다.



[믹서기를 이용하여 게 껍질을 감]



[게 껍질을 MC 30mL와 함께 교반기에서 녹임]



[갈매기를 이용하여 게 껍질과 MC를 분리]



[(MC 30mL + PLA 0.25g) 필름을 만듦]

| 연번 | PLA (g) | 대게 껍질 (g) | 비율(%) | MC (mL) |
|----|---------|-----------|-------|---------|
| ④  | 0.25    | 1.56      | 6.24  | 30      |
| ⑤  | 0.5     | 1.56      | 3.12  | 30      |
| ⑥  | 1       | 1.56      | 1.56  | 30      |

다. 대게에서 추출한 키토산을 첨가하여 필름을 만든다.

1) 갈아 놓은 대게 껍질을 HCl에 담가 탄산칼슘을 제거한다.



[HCl 1L(0.008M)을 이용하여 탄산칼슘 제거]



[흡후드에서 교반기를 이용하여 용액 섞임]

2) NaOH에 담가 단백질을 제거하고 세척한다.



[NaOH 700ml(5%) 첨가하여 교반함]



[감압거름을 이용하여 4회 세척]



[건조기에 넣고 온도 60°C에서 2일 동안 말림]

3) 커피 그라인더를 이용하여 대게 껍질을 더 곱게 간다.



[커피 그라인더를 이용하여 대게 껍질을 곱]



[커피 그라인더를 이용하여 대게 껍질을 곱]

4) 추출한 키토산을 MC 30ml에 필라멘트 0.5g을 녹인 용액에 1%, 5%, 10%, 20%의 비율로 첨가하여 필름을 제작한다.

| 연번 | PLA (g) | 추출한 키토산 (g) | 비율(%) | MC (mL) |
|----|---------|-------------|-------|---------|
| 7  | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      |
| 8  | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      |
| 9  | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      |
| 10 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      |

라. 키틴 시약을 첨가하여 필름을 만든다.

1) PLA와 키틴시약의 비율을 1%, 5%, 10%, 20%로 제작한다.

| 연번 | PLA (g) | 키틴 시약 (g) | 비율(%) | MC (mL) |
|----|---------|-----------|-------|---------|
| 11 | 0.5     | 0.005     | 1     | 30      |
| 12 | 0.5     | 0.025     | 5     | 30      |
| 13 | 0.5     | 0.05      | 10    | 30      |
| 14 | 0.5     | 0.1       | 20    | 30      |

마. 알긴산 나트륨 시약을 첨가하여 필름을 만든다.

1) PLA와 알긴산나트륨의 비율을 1%, 5%, 10%, 20%로 제작한다.

| 연번 | PLA (g) | 알긴산 나트륨 (g) | 비율(%) | MC (mL) |
|----|---------|-------------|-------|---------|
| 15 | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      |
| 16 | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      |
| 17 | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      |
| 18 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      |

4. 제작한 필름의 두께를 버니어 캘리퍼스를 이용해 측정한다.

가. 필라멘트 필름의 두께

| 연번 | PLA (g) | MC (mL) | 1차 (mm) | 2차 (mm) |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 0.25    | 30      | 0.03    | 0.03    |
| 2  | 0.5     | 30      | 0.04    | 0.03    |
| 3  | 1       | 30      | 0.03    | 0.05    |



[필름의 두께 측정]

나. 대게 껍질 MC를 이용해 만든 필름의 두께

| 연번 | PLA (g) | 대게 껍질 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (mm) | 2차 (mm) |
|----|---------|-----------|-------|---------|---------|---------|
| 4  | 0.25    | 1.56      | 6.24  | 30      | 0.04    | 0.03    |
| 5  | 0.5     | 1.56      | 3.12  | 30      | 0.04    | 0.04    |
| 6  | 1       | 1.56      | 1.56  | 30      | 0.03    | 0.05    |

다. 추출한 키틴산을 첨가한 필름의 두께

| 연번 | PLA (g) | 추출한 키틴산 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (mm) | 2차 (mm) |
|----|---------|-------------|-------|---------|---------|---------|
| 7  | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      | 0.04    | 0.05    |
| 8  | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      | 0.04    | 0.03    |
| 9  | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      | 0.05    | 0.04    |
| 10 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      | 0.05    | 0.05    |

라. 키틴 시약을 첨가한 필름의 두께

| 연번 | PLA (g) | 키틴 시약 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (mm) | 2차 (mm) |
|----|---------|-----------|-------|---------|---------|---------|
| 11 | 0.5     | 0.005     | 1     | 30      | 0.04    | 0.03    |
| 12 | 0.5     | 0.025     | 5     | 30      | 0.04    | 0.06    |
| 13 | 0.5     | 0.05      | 10    | 30      | 0.05    | 0.07    |
| 14 | 0.5     | 0.1       | 20    | 30      | 0.08    | 0.06    |

마. 알긴산 나트륨 시약을 첨가한 필름의 두께

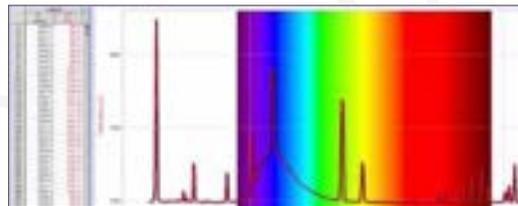
| 연번 | PLA (g) | 알긴산 나트륨 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (mm) | 2차 (mm) |
|----|---------|-------------|-------|---------|---------|---------|
| 15 | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      | 0.06    | 0.05    |
| 16 | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      | 0.06    | 0.06    |
| 17 | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      | 0.06    | 0.04    |
| 18 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      | 0.06    | 0.07    |

5. 제작한 필름의 라디칼 연쇄 반응 억제를 통한 황변 방지 가능성을 확인하기 위해 UV 흡광도를 측정한다.

가. 광원: 제작한 UV 아두이노 센서에 사용한 오존 램프 파장 (12V를 직류전원 장치를 통해 연결함), 라디칼 억제 가능성을 확인할 수 있는 254nm 오존 램프를 사용했다.

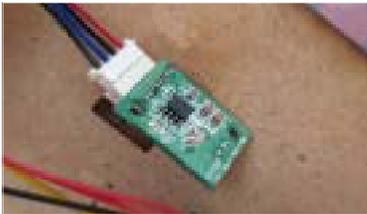


[사용한 오존 램프]



[오존 램프 전체 파장]

나. UV 센서: GUVA-S12SM-LA



[사용한 UV센서]

| Parameter                | Symbol           | Unit | Min  | Typ | Max | Notes                |
|--------------------------|------------------|------|------|-----|-----|----------------------|
| Supply Voltage           | V <sub>CC</sub>  | V    | 1.8  | 3.3 | 5.5 | V                    |
| Supply Current           | I <sub>CC</sub>  | mA   | 0.05 |     | 88  |                      |
| Spectral Detection Range | λ                | nm   | 240  | 370 |     | 10% of Max.          |
| Output Voltage           | V <sub>OUT</sub> | V    | 0    | 5   |     | V <sub>CC</sub> = 5V |
| Detection Power Range    | P                | μW   | 0    | 20  |     | V <sub>CC</sub> = 5V |
| Response Time            | T                | ms   |      | 10  |     |                      |

[UV센서]

→ 파장 감지 영역은 240nm부터 370nm까지 가능하며, 아두이노에 있는 5v핀을 통해 전원을 인가함. (자료출처는 제조사 상품 소개에서 인용함)

|  |                  |                       |
|--|------------------|-----------------------|
| <pre>#include &lt;LiquidCrystal_I2C.h&gt; LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); void setup() {   lcd.init();   lcd.backlight();   lcd.setCursor(1,0);   lcd.print("UV Value"); } void loop() {   int uv=analogRead(A0);   lcd.setCursor(1,1);   lcd.print(uv); }</pre> | <p>[아두이노 우노]</p> | <p>[필름의 UV흡광도 측정]</p> |
|--|------------------|-----------------------|

다. 필라멘트 필름의 UV 흡광도

| 연번 | PLA (g) | MC (mL) | 1차 | 2차 |
|----|---------|---------|----|----|
| 1  | 0.25    | 30      | 11 | 11 |
| 2  | 0.5     | 30      | 10 | 9  |
| 3  | 1       | 30      | 9  | 9  |

라. 대게 껍질 MC를 이용해 만든 필름의 UV 흡광도

| 연번 | PLA (g) | 대게 껍질 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 | 2차 |
|----|---------|-----------|-------|---------|----|----|
| 4  | 0.25    | 1.56      | 6.24  | 30      | 18 | 17 |
| 5  | 0.5     | 1.56      | 3.12  | 30      | 15 | 15 |
| 6  | 1       | 1.56      | 1.56  | 30      | 10 | 12 |

마. 추출한 키토산을 첨가한 필름의 UV 흡광도

| 연번 | PLA (g) | 추출한 키토산 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 | 2차 |
|----|---------|-------------|-------|---------|----|----|
| 7  | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      | 8  | 8  |
| 8  | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      | 8  | 8  |
| 9  | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      | 8  | 8  |
| 10 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      | 9  | 9  |

바. 키틴 시약을 첨가한 필름의 UV 흡광도

| 연번 | PLA (g) | 키틴 시약 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 | 2차 |
|----|---------|-----------|-------|---------|----|----|
| 11 | 0.5     | 0.005     | 1     | 30      | 9  | 9  |
| 12 | 0.5     | 0.025     | 5     | 30      | 6  | 7  |
| 13 | 0.5     | 0.05      | 10    | 30      | 5  | 5  |
| 14 | 0.5     | 0.1       | 20    | 30      | 6  | 7  |

사. 알긴산 나트륨 시약을 첨가한 필름의 UV 흡광도

| 연번 | PLA (g) | 알긴산 나트륨 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 | 2차 |
|----|---------|-------------|-------|---------|----|----|
| 15 | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      | 10 | 10 |
| 16 | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      | 8  | 8  |
| 17 | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      | 8  | 8  |
| 18 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      | 7  | 7  |

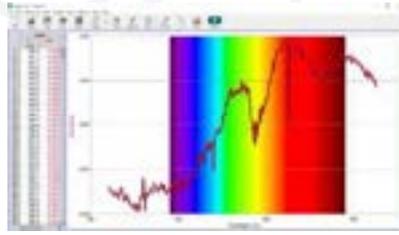
6. MBL UV-Vis 분광광도계를 사용하여 제작한 필름의 (220nm~800nm) 범위의 UV-Vis 흡광도를 측정한다.

→ UV-Vis 흡광에 대한 신뢰도를 확보하기 위해서 인근 특목고에서 MBL을 대여해 측정했다.



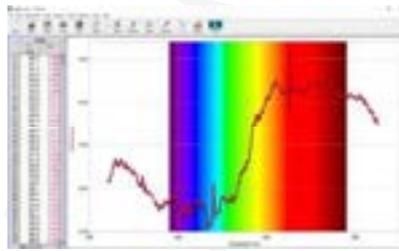
[사용한 MBL UV-Vis  
분광광도계]

가. 필라멘트 필름 UV-Vis 흡광도



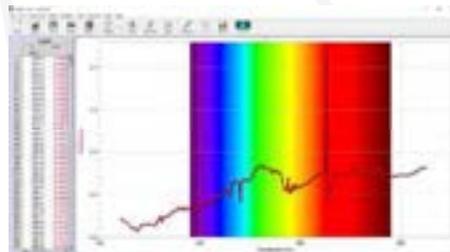
[PLA 1g]

나. 대게 껍질 MC를 이용해 만든 필름의 UV-Vis 흡광도



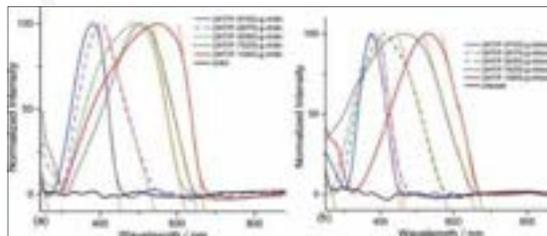
[PLA 0.25g+대게 껍질]

다. 추출한 키토산을 첨가한 필름의 UV-Vis 흡광도

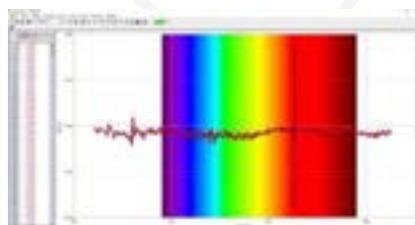


[PLA 0.5g+ 추출한 키토산 0.05g (10%)]

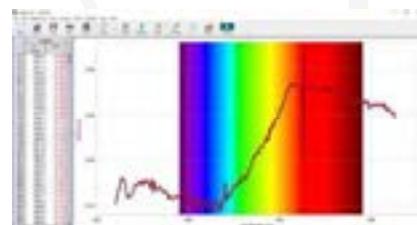
라. 키토산 시약을 첨가한 필름의 UV-Vis 흡광도



[논문에서 찾은 키토산과 키토산의 흡광도]

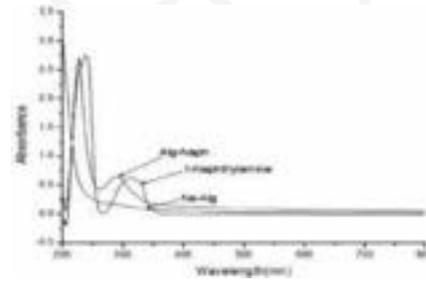


[MBL기기로 찍은 키토산의 흡광도]

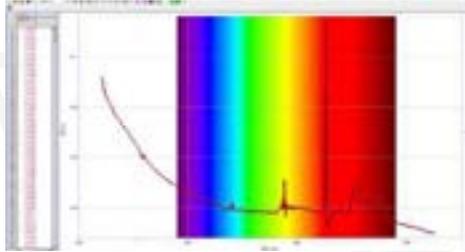


[PLA 0.5g+ 키토산 0.05g (10%)]

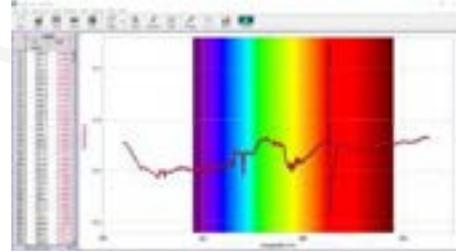
마. 알긴산 나트륨 시약을 첨가한 필름의 UV-Vis 흡광도



[논문에서 찾은 알긴산의 흡광도]



[MBL기기로 찍은 알긴산 나트륨의 흡광도]



[PLA 0.5g+ 알긴산 0.05g (10%)]

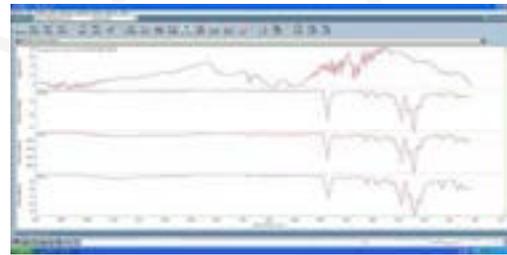
→ 필름의 굵기가 증가할수록, PLA의 농도가 증가할수록 흡광도가 증가하였다. 키틴 시약이 제대로 분산되지 않아 흡광도가 잘 측정되지 않았다. 압출을 통해 필라멘트 제작 후 필름을 만들면 흡광도가 잘 나올 것이라고 기대한다. 바탕 값 보정이 되지 않아 측정이 잘 되지 않았지만, UV를 흡수한다는 것으로 라디칼 억제를 통한 황변 방지를 기대할 수 있다.

7. 첨가제의 첨가 여부를 확인하기 위해서 필름의 IR을 측정한다.

가. 필라멘트 필름 IR



[제작한 필름의 IR 측정]

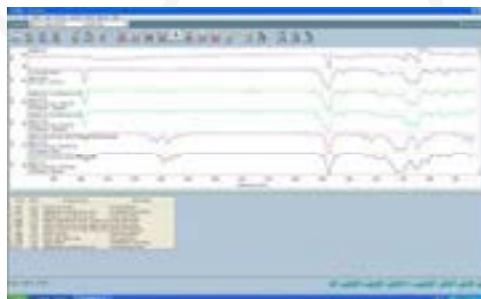


[PLA 필름의 IR 측정]

→ PLA의 비율이 증가할수록 더 작게 투과한다.

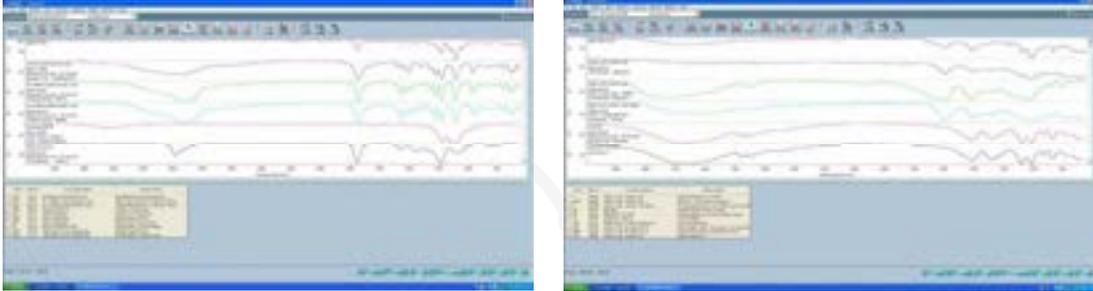
나. 대게 껍질 MC를 이용해 만든 필름의 IR

1) PLA 1g + 대게 껍질



→ 관련 작용기에 대한 지식이 없어 내장된 라이브러리의 일치도를 활용하였을 때 산성분이 들어있는 것을 봐서 키토산이 들어있다고 기대할 수 있다.

다. 키틴 시약을 첨가한 필름과 알긴산 나트륨 시약을 첨가한 필름의 IR



[키틴 시약 1%를 첨가한 필름의 IR]

[알긴산 나트륨 시약 5%를 첨가한 필름의 IR]

→ 키틴 시약은 분산이 잘 되지 않아 압출을 통해 확인할 필요가 있다.

→ IR 기기에 내장된 라이브러리를 활용한 일치도를 통해 알긴산이 들어있음을 확인하였다.

### 8. 제작한 필름의 인장력을 측정한다.

→ 코로나 19로 인한 대학 및 연구소 방문을 통한 기기 사용의 어려움과 대여 시 발생하는 비용 여건으로 인장력 테스트기를 사용하지 못하여 집게를 이용하여 필름을 매단 후 추를 집계에 매달아 필름이 찢어질 때의 추의 질량을 측정하는 형식으로 인장력을 측정했다.



[인장력 테스트기]



[필름의 강도 측정]

#### 가. 필라멘트 필름 인장력 측정

| 연번 | PLA (g) | MC (mL) | 1차 (g) | 2차(g) |
|----|---------|---------|--------|-------|
| ①  | 0.25    | 30      | 42     | 22    |
| ②  | 0.5     | 30      | 62     | 62    |
| ③  | 1       | 30      | 62     | 62    |

#### 나. 대게 껍질 MC를 이용해 만든 필름의 인장력 측정

| 연번 | PLA (g) | 대게 껍질 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (g) | 2차 (g) |
|----|---------|-----------|-------|---------|--------|--------|
| ④  | 0.25    | 1.56      | 6.24  | 30      | 48     | 48     |
| ⑤  | 0.5     | 1.56      | 3.12  | 30      | 40     | 60     |
| ⑥  | 1       | 1.56      | 1.56  | 30      | 80     | 100    |

다. 추출한 키토산을 첨가한 필름의 인장력 측정

| 연번 | PLA (g) | 추출한 키토산 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (g) | 2차 (g) |
|----|---------|-------------|-------|---------|--------|--------|
| 7  | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      | 82     | 62     |
| 8  | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      | 82     | 82     |
| 9  | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      | 62     | 62     |
| 10 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      | 62     | 62     |

라. 키틴 시약을 첨가한 필름의 인장력 측정

| 연번 | PLA (g) | 키틴 시약 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (g) | 2차 (g) |
|----|---------|-----------|-------|---------|--------|--------|
| 11 | 0.5     | 0.005     | 1     | 30      | 102    | 82     |
| 12 | 0.5     | 0.025     | 5     | 30      | 62     | 122    |
| 13 | 0.5     | 0.05      | 10    | 30      | 102    | 82     |
| 14 | 0.5     | 0.1       | 20    | 30      | 82     | 82     |

마. 알긴산 나트륨 시약을 첨가한 필름의 인장력 측정

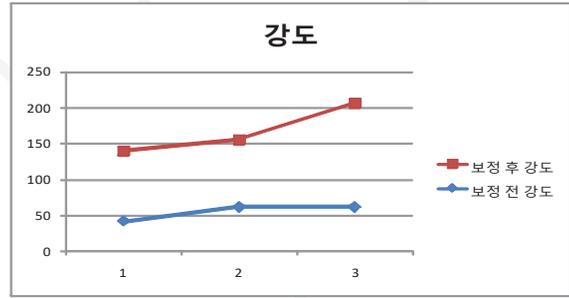
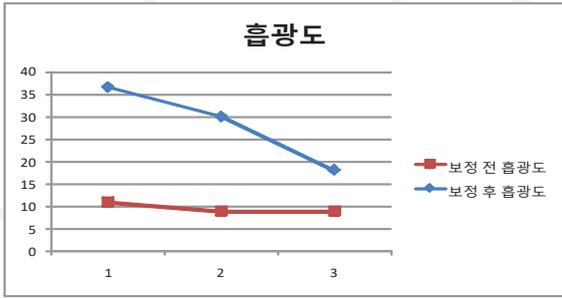
| 연번 | PLA (g) | 알긴산 나트륨 (g) | 비율(%) | MC (mL) | 1차 (g) | 2차 (g) |
|----|---------|-------------|-------|---------|--------|--------|
| 15 | 0.5     | 0.005       | 1     | 30      | 42     | 42     |
| 16 | 0.5     | 0.025       | 5     | 30      | 82     | 82     |
| 17 | 0.5     | 0.05        | 10    | 30      | 82     | 62     |
| 18 | 0.5     | 0.1         | 20    | 30      | 62     | 62     |

- PLA필름과 대개 껍질 MC를 이용해 만든 필름은 PLA의 질량이 많을수록 더 강도가 높다.
- 추출한 키토산을 첨가한 필름은 PLA에 첨가한 비율이 5%일 때가 가장 강도가 높게 나왔다.
- 키틴 시약을 첨가한 필름은 키틴 시약이 고르게 분산되지 않아 값이 제대로 나오지 않았다.
- 알긴산 나트륨 시약을 첨가한 필름은 PLA에 첨가한 비율이 5%일 때가 가장 강도가 높게 나왔다.

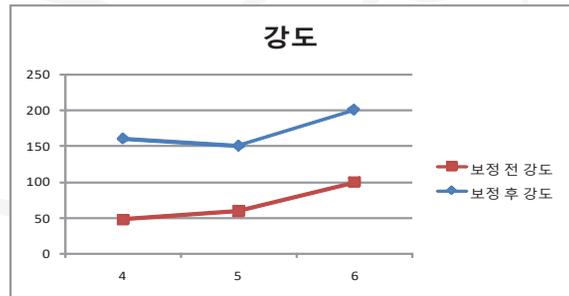
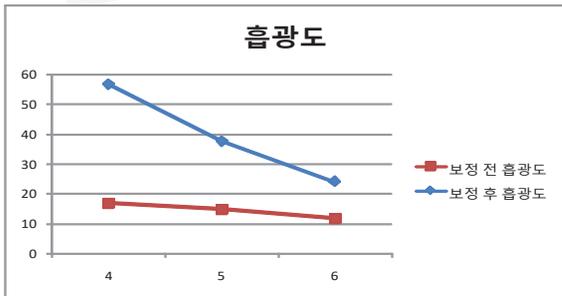
### 3. 탐구의 결론 및 의의

#### ○ 결론

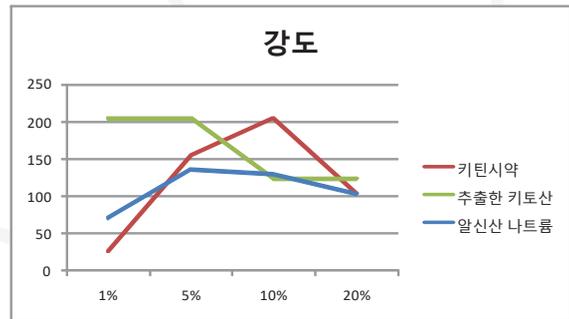
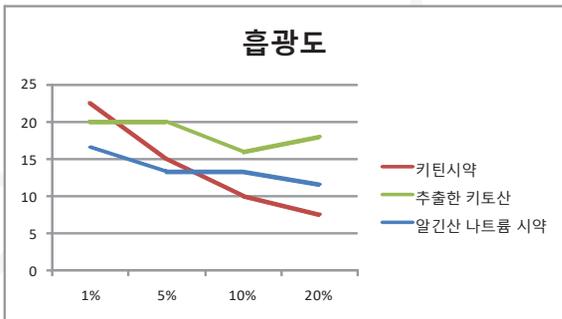
- 필름의 두께에 따라 값이 다르게 나올 수 있기 때문에 필름의 두께를 동일하게 해주기 위해서 값을 비례식을 세워 두께를 동일하게 보정했다. ex)  $0.1 : 0.03 = x : 11$
- 흡광도의 경우 비어 램버트 법칙에 따라 두께가 1차 비례하고 강도의 경우 1차 비례하다고 단정 지을 수 없지만 얇은 두께에서는 차이가 크지 않을 것이라고 판단된다.



→ PLA만을 이용해 만든 필름에서 PLA의 비율이 증가할수록 UV를 많이 흡수하고 인장력이 강해진다는 것을 알 수 있다.



→ 대게 껍질 MC를 이용해 만든 필름에서 PLA의 비율이 증가할수록 UV를 많이 흡수하고 PLA 1g에서 인장력이 가장 강하다는 것을 알 수 있다.



→ 추출한 키틴산으로 만든 필름은 10%에서, 키틴 시약으로 만든 필름은 20%에서, 알긴산 나트륨시약으로 만든 필름은 5%에서 UV를 가장 많이 흡수했다.

→ 추출한 키틴산으로 만든 필름은 1%와 10%에서, 키틴 시약으로 만든 필름은 10%에서, 알긴산 나트륨시약으로 만든 필름은 5%에서 인장력이 가장 강했다.

이 실험을 통해 게 껍데기의 주성분인 키틴산과 해조류의 성분인 알긴산을 이용하고 바이오 플라스틱을 재활용하여 UV 흡수를 통한 황변 방지와 인장력을 개선할 수 있다.

### ○ 의의(기대효과)

연구를 통해 버려지는 플라스틱을 재활용하여 해양으로 들어오는 플라스틱을 막을 수 있고 버려지는 게 껍질을 활용한 키틴산과 미역의 알긴산으로 바이오 플라스틱의 인장력을 높이고 UV 흡수를 통한 황변 방지를 개선하여 활용 분야를 더 늘릴 수 있을 것이다. 4차 산업시대의 한 부분인 3D 프린터의 버려지는 폐 필라멘트를 활용하여 업 사

이클링 할 수 있다. 캠핑이 유행하는 시기에 3D 프린터로 비너, 데크 팩 제작하여 사용 가능하지만 자외선에 노출이 많이 되기 때문에 황변이 쉽게 일어날 수 있고 강도가 높아야 하기 때문에 키토산과 알긴산을 첨가한 필라멘트로 시제품을 제작하면 활용도를 높일 수 있다. 캠핑용품뿐만 아니라 자외선에 자주 노출되는 제품 중 PLA로 제작한 제품은 쉽게 황변 되기 때문에 이러한 제품에 유용하게 쓰일 것이다.



[3D 프린터로 제작한 캠핑용품]



[햇빛에 오래 노출된 화분받침대]



[자외선에 오래 노출된 제품을 뒤집은 것]

#### 4. 탐구를 진행하면서 어려운 점과 알게 된 점

##### ○ 어려운 점

- 필름 형태로 만들 때에 균일하게 펴는 것이 어렵다.
- 정확한 값이 나오게 하기 위해서 용매의 양과 용질의 양을 정확하게 측정하는 것이 어렵다.
- 필리봇을 대여한다면 시제품을 제작할 수 있을 것이라 생각하지만 비용 및 시간의 여건으로 대여하지 못했다.
- 시간 여건상 분해 실험을 하지 못했다.

##### ○ 알게 된 점

- PLA가 MC에서 가장 잘 녹는다는 사실을 알 수 있었다.
- 파스퇴르 피펫, 메스피펫 사용하는 방법과 교반기 사용하는 방법을 알게 되었다.
- UV 센서를 이용하여 UV 흡광도 측정하는 방법을 알게 되었다.
- 키토산 추출하는 방법을 알게 되었다.
- MBL UV-Vis 분광광도계를 이용하여 필름의 과장을 측정하는 방법을 알게 되었다.
- IR을 측정하고 측정한 결과를 보는 방법을 알게 되었다.
- 아민기가 라디칼 억제제라는 것을 알게 되었고 UV가 PLA를 황변 시키면 물성이 약해지는 것을 알게 되었다.

## 제4회 해양생물 탐구대회

발행인 : 황선도

인쇄일 : 2020년 11월 4일

발행일 : 2020년 11월 4일

발행처 : 국립해양생물자원관

충남 서천군 장항읍 장산로 101번길 75

Tel : 041)950-0676 / Fax : 041)950-0661

<http://www.mabik.re.kr>

기획 · 진행 : 김종문, 권이영, 김숙화

※ 이 책은 국립해양생물자원관의 저작물이므로, 본 기관의 허락 없이는 어떠한 형태나 수단으로도 이용하지 못합니다.