

바다!



**파트 2:
바다와
물**

**SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS**



developed by
Smithsonian
Science Education Center

in collaboration with

iap **SCIENCE
HEALTH
POLICY**
the interacademy partnership

저작권 고지

© 2024 스미스소니언협회 모든 권리 보유(All rights reserved).

초판 2024년

저작권 고지

공정한 이용을 제외하고는 스미스소니언 과학교육센터(Smithsonian Science Education Center)의 서면 허가 없이 이 책자 또는 이 책자의 파생물 중 어떤 부분도, 어떠한 목적으로도 사용 또는 복제될 수 없습니다.

(No part of this module, or derivative works of this module, may be used or reproduced for any purpose except fair use without permission in writing from the Smithsonian Science Education Center.)

스미스소니언 과학교육센터는 *바다! 우리는 바다의 지속가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?* 파트 2(*Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 2*)의 개발에 기여한 모든 분들의 노력에 감사드립니다. 그들은 이 저작물의 품질을 최고로 만들기 위해 그들의 전문 지식을 제공했습니다. 감사의 글 전체 목록은 이 가이드의 초반부에 있는 감사의 글을 참조하십시오.

스미스소니언 과학교육센터 모듈 개발팀

총책임자 - Dr. Carol O'Donnell

교과과정, 디지털 미디어, 소통 부장
Dr. Brian Mandell

과학 교육과정 개발자
Heidi Gibson

참여 인턴
Alexandra Barrington
Nikki Kanakis

기술 검토위원
Dr. Martin Thiel
Dr. Joanna York

연구 멘토
Kālewa Correa

스미스소니언 과학교육센터 직원, 프로젝트 자문위원, 연구 멘토 및 기술 검토위원의 기여는 감사의 글을 참조하십시오.

이미지 출처

표지 - AshleyWiley/iStock/Getty Images Plus; mbala mbala merlin/iStock/Getty Images Plus;

그림 2.1 - BanksPhotos/E+/Getty Images Plus; Alexander Pyatenko/iStock/Getty Images Plus;
CarbonBrain/iStock/Getty Images Plus; f11photo/iStock/Getty Images Plus

그림 2.2 - Smithsonian Science Education Center

그림 2.3 - Smithsonian Science Education Center

그림 2.4 - KajaNi/iStock/Getty Images Plus

그림 2.5 - Smithsonian Science Education Center

그림 2.6 - Rainer Lesniewski/iStock/Getty Images Plus

그림 2.7 - Smithsonian Science Education Center

그림 2.8 - Achisatha Khamsuwan/iStock/Getty Images Plus

그림 2.9 - onuma Inthapong/iStock/Getty Images Plus

그림 2.10 - JJ Gouin/iStock/Getty Images Plus

그림 2.11 - MarineGEO

그림 2.12 - Smithsonian Science Education Center



파트 2: 바다와 물

계획서	36
과제 1: 우리 행성에서 물은 어떻게 움직일까요?	39
발견: 우리 지역사회에서 물은 어떻게 이동하나요?	39
이해: 해양의 표면 부근에서 물은 어떻게 움직이나요?	45
행동: 우리는 어떻게 전 지구적 물 시스템의 긍정적인 일부가 될 수 있을까요?	48
과제 2: 순환하는 물 속의 오염물질은 우리 행성에 어떤 영향을 미칠까요?	50
발견: 어떤 오염물질이 내가 살고 있는 지역에서 유래할까요?	50
이해: 바다의 오염물은 어떻게 되나요?	55
행동: 우리 지역사회가 유발하는 해양오염을 어떻게 줄일 수 있을까요?	62
용어사전	65

더 알아보기!

추가 자원과 활동에 관한 정보를 얻으려면
Ocean! StoryMap(<https://bit.ly/OCEAN2030>)을 방문해 보세요.



계획서

활동	내용	재료와 기술	추가 재료	소요시간	페이지
과제 1: 우리 행성에서 물은 어떻게 움직일까요?					
발견	지역사회의 물 시스템 요소를 찾아보고, 영역을 지도로 그려 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 종이 • 연필 혹은 펜 • 디지털 지도 또는 실제 지도 	<u>바다와 물 시스템</u> <u>도표</u>	40분	39
이해	해수면 표면 해류를 모델링하고, 지구 해류 지도를 분석하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 가능하면 투명한 얇은 수조 • 물 • 후추가루 또는 종이조각 • 돌 또는 유사한 품목 (선택사항) 	<u>바다정체성지도</u>	30분	45
행동	지역 물 시스템과 지구 물 시스템에 대한 아이디어를 연결하고, 배운 것을 공유하세요..	<ul style="list-style-type: none"> • 종이 • 펜 	<u>바다와 물 시스템</u> <u>도표</u> <u>바다정체성지도</u>	20분	48

활동	내용	재료와 기술	추가 재료	소요시간	페이지
과제 2: 순환하는 물 속의 오염물질은 우리 행성에 어떤 영향을 미칠까요?					
발견	수질오염의 유형을 모델링하고, 지역사회에서 바다에 영향을 미칠 수 있는 오염물질의 증거를 찾아보세요.	<ul style="list-style-type: none"> 투명한 얇은 수조 물 평평한 방수표면 플라스틱 조각 가위 물뿌리개 또는 컵 식용유 식용색소 스펀지 소금 또는 설탕 (선택사항) 종이 펜 또는 연필 	<u>바다와 물 시스템</u> <u>도표</u>	30분 + 지역사회 조사 시간	50
이해	해양생물에 끼치는 수질오염의 영향을 조사하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 포스터 보드 (선택사항) 펜 또는 연필 	<u>바다정체성지도</u>	25분	55
행동	어떤 오염 문제를 해결하고 싶은지 결정하고, 행동을 취하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 연필 혹은 펜 	<u>바다정체성지도</u>	25분 + 행동 시간	62



연구 멘토를 소개합니다.

칼레바 코레아(Kālewa Correa) 박사를 만나보세요. 칼레바(KAH-lev-ahh라고 발음합니다)는 바닷물의 움직임에 대해 더 잘 이해할 수 있도록 도와줄 연구 멘토입니다.

칼레바는 스미스소니언 아시아 태평양 아메리칸 센터의 하와이 및 태평양 큐레이터입니다. 칼레바는 학습 디자인 박사 학위와 하와이 연구 학사 학위를 가지고 있습니다. 또한, 그는 여러 해 동안 모쿠파파파 탐험센터(Mokupapapa Discovery Center)를 관리하며 북서 하와이 제도와 주변 해양 환경의 생태계와 방문객이 연결될 수 있도록 도왔습니다. 칼레바는 이제부터 여러분과 함께할 것이기 때문에, 그가 누구인지 이해하는 것이 중요합니다.

칼레바의 정체성지도

하와이 원주민(Kānaka Maoli)과 쿡 섬(Cook Islands)의 마오리(Māori) 혈통

아조레스제도(Azorean Portuguese), 스코틀랜드(Scottish), 아일랜드(Irish), 잉글랜드(English) 혈통

역사학자, 연구자, 음악가, 미래학자

남성


48세

하와이 거주

환경 시스템에 관심

30여년 간 기타, 바스, 신세사이저 연주

역사, 예술, 음악, 인간 잠재성, 미래학에 관심



태평양의 먼 외딴 지역까지 여행했음

학습설계와 하와이학을 공부함

키 185 cm, 갈색 눈, 암갈색/회색 머리카락

내성적이지만 웃기는 면도 있음

9세, 12세 두 딸의 아버지

결혼한지 20년 된 남편

식재료를 기르고 요리를 좋아함

가장 중요한 가치는 균형과 정의

균형잡힌 삶을 살기위해 과거를 성찰



b. 종이를 반으로 나눕니다. 상단 절반에는 지역사회의 물 시스템을 도표로 표시할 것입니다. 나중에 하단 절반을 사용하여 지구의 물 시스템을 도표로 표시할 것입니다.

c. 다른 공간을 돌아다니며 물을 사용하거나 이동하거나 저장하는 물건을 찾아보세요. 그림 2.1은 몇 가지 아이디어를 보여 줍니다. 가능하다면, 찾아보세요:

- 내 요소: 예를 들어, 싱크대나 세탁기
- 건물 주변의 외부 요소: 예를 들어, 건물 측면의 홈통이나 빗물받이통
- 지역사회의 다른 인공 건축물 요소: 예를 들어, 물이 흐르는 파이프, 도로 배수구, 빗물 배수구 또는 배수 도랑이 있나요?
- 지역사회의 자연적 요소: 예를 들어, 개울이나 연못 또는 **지하수(Groundwater)**. 지하수는 토양이나 암석 사이의 공간에서 발견되는 물입니다.



그림 2.1: 지역사회의 물이 있는 장소들의 예

d. 지역사회의 물 시스템의 구성요소를 찾으면서, 찾은 것 중 최소한 네 가지를 선택하여 바다와 물 시스템 도표의 상단 절반에 적어 놓으세요. 각 단어를 상자로 둘러싸서 지역사회의 물 시스템의 요소임을 나타내세요. 시스템 도표를 만드는 방법을 기억해야 한다면, 그림 1.6의 예시를 떠올려 보세요.

2. 바다와 물 시스템 도표에서 화살표를 그려 물이 요소 사이를 어떻게 이동하는지 표시하세요. 예를 들어, 지하수가 우물에서 끌어올려져 가정의 싱크대에 들어간 다음, 배수구를 통해 파이프를 따라 수처리시설로 흘러갈 수 있습니다. 지하수, 우물, 싱크대, 파이프, 수처리시설 간의 연결을 보여 주는 화살표와 표식을 추가할 수 있습니다. 그림 2.2는 시스템 도표가 어떤 모습인지 보여 줍니다. 여러분 지역사회의 시스템 도표는 다를 것입니다. 필요한 만큼 많은 화살표를 그리되, 물이 지역사회를 돌아다니는 모든 방식을 알지 못해도 걱정하지 마세요. 최선을 다하세요.

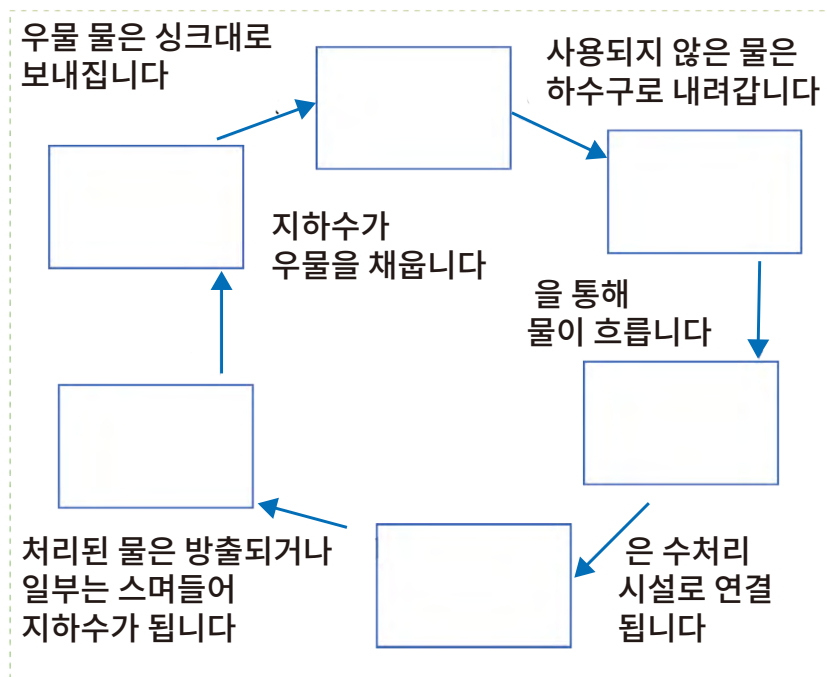


그림 2.2: 요소와 관계를 보여 주는 지역사회 수계 도표의 예

3. 지역사회 수계의 경계를 보여 주기 위해 모든 요소 주위에 점선으로 큰 상자를 그립니다.
4. 팀과 토론하세요:
- a. 지역사회 수계에 추가되는 것은 무엇인가요? 그 물은 어디에서 오나요? 예를 들어, 비나 강에서 오는 물
 - b. 지역사회 수계에서 물은 어디로 가나요? 어떻게 빠져나가나요? 시스템을 떠나는 물은 제거됩니다.
5. 생각할 수 있는 추가 또는 제거를 추가하세요. 그림 2.3의 시스템 도표 예를 참고하세요.



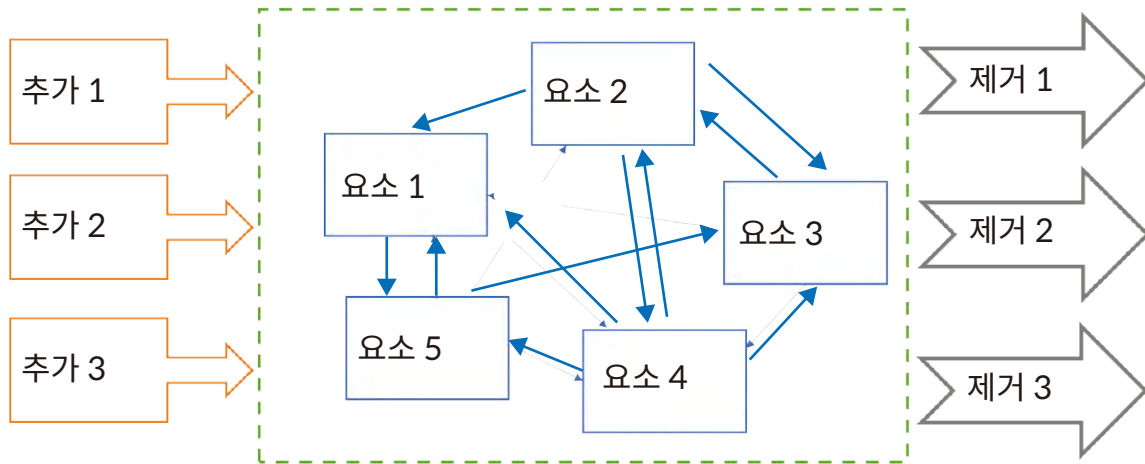


그림 2.3: 추가와 제거를 보여 주는 시스템 도표의 예

6. 유역을 지도로 표시하기를 읽고 지침을 실행하세요.

유역을 지도로 표시하기(Mapping your watershed)

- 지역의 디지털 지도를 열거나 그릴 수 있는 지도를 찾으세요.
- 강이나 개울처럼 지역사회에서 물이 흐르는 곳을 생각해 보세요. 물은 어느 방향으로 흐르나요? 물은 **상류(Upstream)**에서 지역사회로 유입될 수 있습니다. 물은 지역사회에서 **하류(Downstream)**로 흘러 나갈 수 있습니다. 더 많은 정보가 필요하다면, 물이 흐르는 곳으로 가거나 해당 장소의 동영상을 사용하여 물이 흐르는 방향을 조사할 수 있습니다.
- 지도를 사용하여 지역사회를 통과하는 물의 흐름을 **원천(Source)**까지 추적해 보세요. 예를 들어, 지역사회에 강이 있다면, 지도에서 상류를 따라가며 물이 어떤 지역사회를 통과하는지 확인하세요. 일반적으로 상류는 물이 바다에 도달하는 곳에서 멀어지는 방향입니다.
- 지역사회에 도달하기 전에 물에 합류한 **지류(Tributaries)**, 즉 더 작은 개울, 시내 또는 강을 표시하세요. 물이 통과하는 도시나 마을을 원으로 표시하세요.
- 표시된 모든 **수로(Waterways)**의 이름을 바다와 물 시스템 도표의 추가 항목으로 추가하세요. 이 가이드에서는 강이나 개울과 같은, 흐르는 물을 모두 “수로”라고 합니다.
- 지도를 사용하여 지역사회에서 흘러 나가는 물을 하류로 추적하고 표시해 보세요. 지역사회에서 흘러 나간 물은 결국 어디로 가나요? 최대한 멀리 따라가 보세요. 물이 지나가는 도시나 마을을 원으로 표시하세요.
- 지역사회에서 흘러 나가는 각 수역을 바다와 물 시스템 도표의 제거 항목으로 추가하세요.

- h. 바다로 가는 길에 지역사회의 물과 만나는 지류를 조사하세요. 최대한 멀리 각 지류를 따라가서 표시해 보세요. 때로는 수역이 바다에 도달하지 않는 경우도 있습니다. 괜찮습니다. 지역사회의 물이 어디로 가는지만 적어주세요.
- i. 방금 표시한 전체 영역을 원으로 둘러싸세요. 이것은 여러분의 **유역(Watershed)**으로, 모든 물이 함께 바다로 흐르는 육지 지역입니다.

7. 팀과 함께 여러분과 유역의 다른 사람들과 생물과의 관계에 대해 토론하세요.
- a. 어떤 도시의 물 시스템 제거가 여러분 지역사회 물 시스템의 추가 사항이 될 수 있나요?
 - b. 상류에 있는 원으로 표시된 도시를 살펴보세요. 상류 사람들의 선택이 당신에게 어떤 영향을 미치나요?
 - c. 어떤 도시의 물 시스템 추가가 여러분 지역사회 물 시스템의 제거가 될 수 있나요?
 - d. 하류에 있는 원으로 표시된 도시를 살펴보세요. 당신의 선택이 하류 사람들에게 어떤 영향을 미치나요?
 - e. 어느 한 지점 사람들의 선택이 다른 먼 곳의 사람들에게 영향을 미칠 수 있는 시스템에 대해 불공평하거나 어렵게 느껴지는 것은 무엇일까요?
8. 공유하는 물 시스템 안의 사람과 **생태계(Ecosystems)**의 관계에 대한 칼레바의 생각을 읽어 보세요.

칼레바가 말합니다...



하와이 원주민(*Kānaka maoli*)의 전통적인 토지 분할은 아후푸아(*Ahupua'a*)로 알려져 있습니다. 이 분할은 일반적으로 산악에서 바다까지의 자연 자원과 지리적 특징을 통합하는 산악에서 바다까지 뻗어 있는 썸뿔 모양의 지역입니다. 이 토지 시스템은 자연과 인간의 상호 연결성을 보여 줍니다. *아후푸아*의 모든 하와이 사람(*Kānaka*)은 전체 시스템의 건강과 지속가능성을 보장하기 위해 특정 역할을 했습니다. 고지대(*mauka*)에 사는 사람들은 자신의 행동이 이웃의 바다(*makai*) 쪽에 영향을 미친다는 것을 알고 있었습니다.

담수는 공동 자원으로 간주되며, 그 공평한 분배는 매우 중요합니다. 물과 땅은 하와이 원주민 문화에서 조상과 가족(*'ohana*)으로 간주됩니다. 하와이 원주민의 철학은 물이 공유 자원이며 축적되거나 낭비되어서는 안 된다는 것입니다. 상류의 어떤 변화나 방해는 하류의 자원과 생계에 직접적인 영향을 미칠 것입니다. 예를 들어, 숲이 부주의하게 개간되거나 과도하게 벌목되면, 침식과 퇴적이 발생하여 하류의 산호초와 어업에 영향을 미칠 수 있습니다.

하와이 원주민들은 하와이 군도 내에서 수천 년 동안 복잡한 관계를 맺어 온 생태계에 대한 깊은 이해를 가지고 있었습니다.



물 순환(The Water Cycle)

모든 물이 바다에 머무르는 것은 아닙니다. 물은 **물 순환(Water cycle)**의 다른 부분을 통해 이동할 수도 있습니다. 바다의 물은 대기 중으로 증발하고, 응축되어 구름을 형성하고, 결국 비, 눈 또는 기타 강수 형태로 육지와 바다에 다시 떨어집니다. 그림 2.4는 물 순환의 도식을 보여 줍니다.

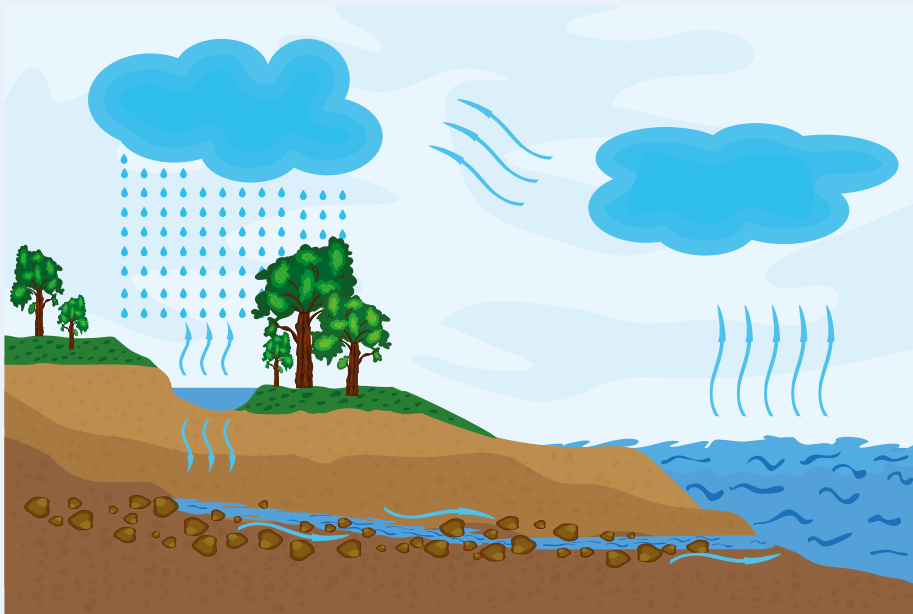


그림 2.4: 구름으로부터 강수, 호수의 물, 강, 지하수, 바다로 가는 물, 바다와 호수로부터 증발, 구름으로 응축, 육지로 움직이는 구름을 포함하는 물 순환

- 바다와 물 시스템 도표의 하단 절반에 지구의 물 순환 요소를 추가하세요. 물이 바다에 도달하거나, 바다 주위를 이동하거나, 바다를 떠나는 방법을 보여 주는 요소를 추가하세요.
- 물 순환 부분 간의 관계를 나타내는 화살표를 그려서 표시를 해 보세요. 예를 들면, 여러분은 물이 시스템을 통하여 어떻게 움직이고 있는지 보여 주기 위해 ‘증발’ 혹은 ‘강수’라는 단어를 사용할 것입니다.
- 도표를 검토하세요. 물 순환의 일부를 사용하여 지역사회 물 시스템의 제거와 추가를 연결하는 화살표를 사용할 수 있나요?

비록 바다에서 멀리 떨어져 있더라도, 지역사회에 내리는 강수는 바다에서 증발했을 가능성이 매우 높습니다. 전 세계 증발량의 약 86%가 바다에서 발생합니다. 증발은 공기 중에 수증기를 생성하고 응축하여 구름을 형성합니다. 이러한 구름은 육지 위로 이동하여 물을 강수 형태로 떨어뜨립니다.



이해: 해양의 표면 부근에서 물은 어떻게 움직이나요?

물은 바다에 도달해도 움직임을 멈추지 않습니다. 실제로, 바다 안에는 강과 유사한 **해류(Currents)**가 있습니다. 해류는 물이 특정 방향으로 흐르는 것입니다. 바닷물은 해수면을 따라 해류 형태로 수평으로 흐릅니다. 바닷물은 또한 심해와 표면 사이에서 해류 형태로 수직으로 이동합니다. 바다의 표면에서는 물이 증발하여 공기와 구름에 존재하는 수증기의 대부분을 이룹니다. 심해 해류에 대해서는 파트 4에서 더 자세히 알아볼 것입니다. 이 과제에서는 표면 해류에 집중할 것입니다.

때때로 사람들은 태평양과 같은 커다란 바다 내의 지리적 지역이나 **해양 분지(Ocean basin)**를 가리켜 “바다(Ocean)”라는 단어를 사용합니다. 그러나 이것은 약간 오해의 소지가 있습니다. 지구상의 모든 바다는 연결되어 있습니다. 따라서 이들은 모두 움직이고 혼합되는 하나의 바다입니다. 바다의 한 부분으로 유입되는 물은 결국 다른 부분으로 이동할 것입니다. 이 활동에서는 이러한 움직임이 중요한 이유에 대해 생각해 볼 것입니다. 그런 다음 바닷물이 이동하고 혼합되는 몇 가지 이유를 모델링할 것입니다.

1. 스스로 생각해 보세요. 물이 바다에서 움직이는 것이 사람들에게 왜 중요한가요?
2. 태평양 도서 지역 사람들에게 바다가 얼마나 중요한지에 대한 칼레바의 설명을 읽어 보세요. 기억해야 할 중요한 점은 무엇인가요? 사람들이 바다와 연결되는 방식과 관련된 모든 것을 바다정체성지도의 연결 원에 추가하세요.

칼레바가 말합니다...



바닷물의 움직임은 태평양 도서 지역의 문화에 깊은 영향을 미칩니다. 이 섬 지역사회에서 바다는 단순히 물리적인 존재가 아니라 삶의 중요한 부분입니다. 상상해 보세요. 바다는 선생님이자 공급자와 같습니다. 바다는 그들의 조상들에게 별과 해류를 사용하여 광대한 태평양을 항해하는 방법을 가르쳤으며, 이 기술은 세대를 거쳐 전해져 내려왔습니다. 바다는 그들의 이야기, 춤, 일상생활, 특히 물고기 잡이 같은 어업활동에서 중심적인 존재입니다. 바다는 가족과도 같습니다. 항상 그곳에 있으며, 그들의 전통을 형성하고, 길을 안내하고, 그들에게 필요한 것을 제공합니다.

그러나 이 이야기에는 또 다른 측면이 있습니다. 바다가 움직이면서 날씨에도 영향을 미칩니다. 날씨가 농사와 어업에 적합할 때도 있지만, 폭풍과 해수면 상승을 가져올 수도 있습니다. 최근에는 기후변화로 인해 해수면이 상승하고 있으며, 이는 이러한 섬들에게 실제 위협이 될 수 있습니다. 따라서 이러한 지역사회에게 바다는 단순히 문화의 일부일 뿐만 아니라 그들이 직면하는 도전이기도 합니다. 그들은 바다와의 깊은 연결관계를 유지하면서 그들의 집을 보호할 방법을 찾고 적응해야 합니다.

3. 팀과 함께 토론해 보세요. 바닷물을 움직이게 하는 요인에는 무엇이 있을까요? 아이디어를 적어두거나 다른 방법으로 기록하세요. 그것들에 대해서 이 활동이 끝날 때 다시 생각해 볼 것입니다.
4. 표층 해류 모델링의 지침을 읽고 따라하세요.



표층 해류 모델링(Surface Current Modeling)

표층 해류(Surface currents)는 해수면 근처의 50-100 m 수심에서 일어나는 물의 수평 이동을 말합니다. 이러한 움직임의 원인이 무엇이라고 생각하나요?

- 길고 은 용기를 꺼내 물로 반쯤 채우세요. 가능하면 관찰하기 쉽도록 투명한 플라스틱이나 유리 용기를 사용하세요. 그림 2.5는 예시를 보여 줍니다.



그림 2.5: 해류모델 설정의 예

- 용기의 물을 살펴보세요. 용기를 움직이는 것 외에 물에 손을 대지 않고 물을 움직이게 할 수 있는 방법은 없을까요?
- 생각나는 아이디어를 시험해 보세요.

물 위로 바람을 불어서 물을 움직이도록 하는 방법을 생각했을 수 있습니다. 이것은 바다 위로 바람이 부는 것과 비슷하며 실제 표층 해류의 주요 원인 중 하나입니다. 제트 기류, 무역풍, 편서풍에 대해 들어 보셨나요? 이들은 모두 지구의 지배적인 바람인 **우세풍(Prevailing winds)**입니다. 즉, 바람이 부는 일반적 패턴과 방향이 같은, 중요한 바람입니다.

열대(Tropics)에서는 가장 강한 햇빛이 지구의 육지와 물에 도달합니다. 이 지역의 공기가 따뜻해지면 대기권으로 상승하여 지구의 더 차가운 극지쪽으로 이동합니다. 동시에 지구의 자전으로 인해 적도 바로 위의 공기는 북반구에서는 오른쪽으로, 남반구에서는 왼쪽으로 이동합니다. 이것을 **코리올리 효과(Coriolis effect)**라고 합니다. 열대지방에서 극지로 이동하는 공기의 움직임과 코리올리 효과의 결합으로 인해 바람은 일반적으로 적도의 바로 북쪽에서는 시계 방향으로, 바로 남쪽에서는 반시계 방향으로 회전합니다.

그리고 방금 배웠듯이, 표층 해류는 종종 우세풍과 같은 방향으로 움직입니다. 해류가 이러한 원형 패턴으로 회전할 때, 이를 **환류(Gyres)**라고 합니다.

- 두 사람이 용기의 반대쪽에서 반대 방향으로 불어 환류를 모델링해 보세요.
- 용기의 물을 관찰하세요. 물의 어느 부분이 가장 많이 움직이나요? 중앙의 물은 어떻게 되나요?
- 물 위에 가벼운 물체, 예를 들어 후추가루나 작은 종이 조각을 띄우고 다시 불어서 환류를 만들어 보세요. 물체는 어디에 놓이게 되나요?
- 해류의 흐름에 방해가 되는 섬이나 대륙과 같은 것이 있다고 상상해 보세요. 물의 움직임이 어떻게 달라질까요?
- 원하는 경우, 이를 모델링하기 위해 돌이나 다른 큰 물체를 추가할 수 있습니다.

날씨에 대해 더 알고 싶다면, *Ocean! StoryMap*에 여러분이 할 수 있는 게임 링크가 포함되어 있습니다.

5. 그림 2.6의 지도를 살펴보세요. 어떤 해류와 환류가 여러분과 가장 가까이 있나요?

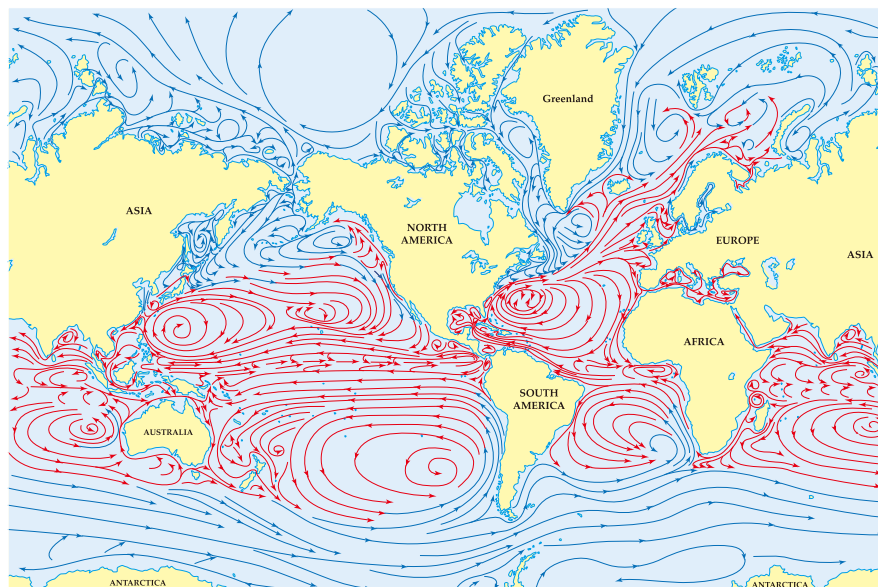


그림 2.6: 해양의 표면해류 지도

- 지도를 사용하여 전 세계에서 여러분과 멀리 떨어진 장소를 선택하고, 여러분의 지역사회에서 나온 물이 그곳으로 이동하는 경로를 추적해 보세요. 발견 활동에서 유역의 물이 바다로 유입된다는 것을 배웠다면, 바다로 유입되는 지점에서 시작하여 지역사회 물을 먼 곳으로 이동시킬 수 있는 해류를 찾아보세요.
- 하와이 섬 생활과 하와이의 물이 먼 곳과 연결되는 방식에 대한 칼레바의 생각을 읽어 보세요.



칼레바가 말합니다...



바다는 인간을 연결합니다. 비록 우리가 직접 만나지 않더라도, 우리는 바닷물이 대륙에서 섬과 **환초(Atolls)**에 이르기까지 우리가 사는 곳의 해안에 닿는다는 것을 이해할 수 있습니다. 바다는 우리를 지탱하고 영양을 공급하는 자원을 제공합니다; 우리는 생태계에서 역할을 하며 이러한 물을 보호할 책임이 있습니다.

하와이 원주민 철학의 관점에서 보면, 태평양(*Moana, 모아나*)은 단순히 넓은 바닷물의 공간이 아니라 모든 생명을 묶고, 연결하고, 유지하는 살아있는 존재입니다. 바다는 장벽이 아니라 다리의 역할을 합니다. 해양 표층 해류 또는 *모아나(Moana)*의 경로는 몸 속 정맥처럼 맥동하고 생명을 순환시켜 먼 해안과 그곳에 거주하는 사람들을 연결합니다.

해류는 태평양 도서민들이 활용한 공해 항해의 표면 지도입니다. 해류는 열, 차가움, 미래의 날씨, 심지어 해저 깊은 곳에서 올라오는 담수 덩어리까지 나타낼 수 있습니다. 고대 하와이 원주민(*a kānaka maoli*)의 세계관에서 *모아나(Moana)*는 텅 빈 공간이 아니라 표지판, 패턴 및 목적지로 가득 찬 활기찬 고속도로였습니다.

해양 표층 해류는 하늘의 별, 그리고 연중 계절과 밀접하게 연결되어 있습니다. 숙련된 항해사(*Kālai wa'a*)는 별을 읽고 해류, 바람, 심지어 해양생물의 행동 변화를 이해했습니다. 각 해류, 바다의 각 경로에는 한때 같은경로를 항해했던 조상들의 전설, 기억인 이야기(*mo'olelo*)가 담겨 있습니다.

8. 팀원들과 함께 다음에 대해 토론해 보세요.

- 전 세계의 물 시스템은 어떻게 사람들을 연결하고 있나요?
- 우세풍과 해양 환류는 선박 및 항공기 노선, 기상 시스템, 해양생물에 어떤 영향을 미칠까요?

더 알아보기!

조수, 증발, 해저 지진 및 화산, 심해 해류 등 다른 현상들도 물 순환의 일부입니다. 더 자세히 알아보려면 *Ocean! StoryMap*(<https://bit.ly/OCEAN2030>)을 방문해 보세요.



행동: 우리는 어떻게 전 지구적 물 시스템의 긍정적인 일부가 될 수 있을까요?

지구에 물이 존재한 이래로 물은 섞여 왔습니다. 그러나 때때로 물 시스템의 움직임은 다른 것들도 움직이게 합니다. 다음 과제에서 이에 대해 더 자세히 배우게 될 것입니다. 하지만 먼저 지역 유역과 해류에 대해 배운 것을 연결하는 것이 중요합니다.

1. 바다와 물 시스템 도표를 꺼내세요.
2. 도표를 검토하고 여러분 지역사회의 물 시스템과 지구의 나머지 부분 간의 관계를 생각해 보세요. 예를 들어:
 - a. 사람들과 다른 생물들은 물 시스템에 어떻게 의존하나요?
 - b. 한 지역의 사람들이 다른 지역의 사람들과 다른 생물들을 위해 물을 깨끗하게 유지할 책임은 무엇인가요?
3. 바다정체성지도의 희망과 우려사항을 검토하세요. 물의 움직임에 의존하는 것이 있나요?
4. 어떻게 책임감 있는 물의 **수호자(Steward)**가 될 수 있을까에 대한 칼레바의 아이디어를 읽어 보세요. 수호자는 환경을 보호하고 자원을 현명하게 관리하는 사람입니다.

칼레바가 말합니다...



하와이 원주민의 관점에서 담수(Wai)는 매우 신성한 자원으로, 세대를 거쳐 깊이 존중되고 보호되어 왔습니다. 물은 생명, 연결성, 그리고 영혼의 양식을 담고 있습니다. 전 세계의 물 시스템의 책임 있는 수호자가 되기를 열망하는 학생들에게, 하와이 전통과 세계관에 뿌리를 둔 귀중한 지침을 제공합니다.

첫째, 물의 보호를 경외심과 사려 깊음으로 접근하세요. 전통적인 지혜와 현대의 과학 지식을 모두 존중하는 것이 중요합니다. 이러한 접근법을 결합함으로써 물 문제와 관련된 복잡한 문제를 해결할 수 있습니다. 두 가지 이해 방식 모두 물 보존과 유역 관리에 중요합니다.

물을 사용할 수 있는 특권에는 물을 보호해야 하는 책임(Kuleana)이 따릅니다. 물을 사려 깊게 사용하고, 낭비를 피하며, 물 보존과 수질을 개인 이익보다 우선시하는 정책을 지지하세요.

여러분의 지역사회와 전 세계의 물에 관한 이야기를 듣고 공유하세요. 물에 관한 이야기는 사람들이 물과 맺은 깊은 정서적 및 문화적 연결을 드러내며, 지속가능한 행동을 위한 지침과 영감을 제공합니다.

물 문제는 전 세계적인 문제이지만, 해결책은 종종 지역 단위에서 시작됩니다. 지역의 물 관련 결정이 미치는 광범위한 영향에 대해 항상 고려하세요. 지역사회 활동에 참여하고, 물 보존의 중요성에 대해 교육하며, 지속가능한 물 사용과 보호를 촉진하는 프로젝트를 시작하거나 참여하세요.

5. 조용히 생각해 보세요: 전 세계의 물 시스템에 대해 사람들이 이해해야 할 한 가지 중요한 점은 무엇인가요?
6. 친구, 가족, 또는 지역의 누군가를 한 명 선택하세요. 그 사람에게 여러분 지역의 물 시스템이 전 세계의 물 시스템과 어떻게 관련되어 있는지 설명해 주세요. 이것이 그 사람의 일상생활과 어떻게 연결되는지 명확하게 설명하세요.
7. 그 사람에게 어떻게 물 시스템의 수호자가 되는지에 대한 생각을 공유해달라고 요청하세요.



과제 2: 순환하는 물속의 오염물질은 우리 행성에 어떤 영향을 미칠까요?

전 세계의 물 시스템은 물뿐만 아니라 **오염물질(Pollutants)**도 이동시킵니다. 오염물질은 물이나 공기 같은 것을 오염시키는 유해하거나 독성이 있는 물질입니다. 이 과제에서는 다양한 종류의 오염물질과 그 중 어떤 것이 여러분의 지역사회에서 나오는지 **발견**할 것입니다. 여러분은 바다의 **생물(Organisms)**에 미치는 오염의 영향을 더 잘 **이해**하기 위해 조사할 것입니다. 그런 다음 여러분이 발견한 오염 문제를 개선하기 위해 **행동**할 것입니다.



발견: 어떤 오염물질이 내가 살고 있는 지역에서 유래할까요?

수로로 유입되는 오염물질의 종류는 다양합니다. 물 위에 떠 있는 플라스틱 용기나 비닐봉투처럼 눈에 잘 띄는 것도 있고, 화학물질이나 **미세플라스틱(Microplastics)**처럼 눈에 잘 보이지 않는 것도 있습니다. 이 활동에서는 지역의 수질오염에 대해 더 자세히 알아볼 것입니다.

과제 1에서는 물이 여러분의 지역사회를 통과하여 바다로 유입되는 많은 경우에 대해 배웠습니다. 이 과제에서는 먼저 오염물질이 물과 섞이는 과정을 모델링하고, 그런 다음 여러분의 지역사회에서 오염물질의 증거를 찾을 것입니다.

1. 수질오염 모델링의 지침을 읽고 따르세요.

수질오염 모델링(Modeling Water Pollution)

여러분의 지역사회에서 나오는 오염물질은 어떻게 바다로 유입될까요? 과제 1에서 했던 유역 조사를 떠올려 보세요. 여러분은 지역사회에서 물이 어떻게 흐르는지 알아보았습니다. 오염물질이 하천이나 강으로 유입되면 결국 바다에 도달할 것입니다.

이제 세 가지 유형의 오염물질이 바다에 도달하는 과정을 모델링해 보겠습니다. 종이나 공책 또는 다른 방법으로 결과를 기록할 수 있습니다.

모델 만들기

오염물질과 수로 유입 과정을 모델링하기 전에 먼저 유역 모델을 설정해야 합니다. 과제 1에서 배웠듯이 유역은 매우 크고 다양한 유형의 육지와 물을 포함할 수 있습니다. 이 모델에서는 간단하게 만들 것입니다.

- a. 과제 1에서 사용한 물이 담긴 용기를 꺼내세요. 이것이 모델의 수로가 될 것입니다.
- b. 물통 옆에 경사지게 놓을 수 있는 방수 카드보드, 플라스틱 또는 다른 물체를 찾으세요. 이것은 수로 근처의 육지 지역을 나타낼 것입니다. 그림 2.7은 예시입니다.



그림 2.7: 유역모델 설정의 예

해양 쓰레기

쓰레기(Debris)는 바람에 날리거나 물에 씻겨 수로로 유입되는 작은 물건이나 폐기물 조각입니다. 쓰레기는 플라스틱 조각, 담배꽂초, 포장지 또는 심지어 어망까지 다양한 유형의 물건일 수 있습니다. 쓰레기는 작은 페인트 조각처럼 매우 작거나 타이어나 냉장고처럼 큰 물건 일 수도, 심지어 버려진 선박일 수도 있습니다.

- 버려지는 플라스틱 통 같은, 플라스틱 조각을 찾으세요.
- 그것을 작은 조각으로 잘라서 쓰레기를 나타내세요.
- 플라스틱 조각 몇 개를 용기에 직접 넣으세요. 그것은 무엇을 모델링한다고 생각하나요?
- 나머지 조각을 경사진 표면 위에 놓으세요.
- 플라스틱을 물 쪽으로 붙어서 바람을 모델링해 보세요. 물에 도달하나요?
- 물 뿌리개나 손에 든 물컵을 사용하여 물을 흘려비를 모델링하세요. 비가 쓰레기를 물로 씻겨내릴 수 있나요?

해양 쓰레기(Marine debris)는 여러분이 플라스틱을 물에 직접 넣어 모델링한 것처럼, 때로는 수로나 바다에 직접 버려집니다. 때로는방금 모델링한 것처럼 바람에 날리거나 비에 씻겨 수로로 유입되기도 합니다.



그림 2.8: 해양 쓰레기의 예



화학적 오염

화학적 오염(Chemical pollutions)은 산업, 농업 또는 가정에서 나오는 화학물질이 물 순환에 유입되는 경우입니다. 화학적 오염에는 제조된 화학물질, 살충제, 세제, 기름, 수은 및 기타 화학물질이 포함됩니다.

- 요리용 기름이나 다른 액체 물질을 사용하여 화학적 오염을 모델링하세요.
- 소량의 물질을 물에 직접 넣으세요. 그것은 무엇을 모델링한다고 생각하나요?
- 경사진 표면 위에 소량의 기름을 뿌리고, 해양 쓰레기를 모델링할 때와 같이 물통 옆에 이 판을 놓으세요.
- 바람을 모델링하세요. 기름이 물로 날아들어 가나요?
- 비를 모델링하세요. 기름이 물에 씻겨 물통으로 들어가요?

화학물질은 산업 폐기물, 기름 유출 또는 기타 원인을 통해 수로에 직접 방출되는 경우가 많습니다. 사람들이 사용하는 일부 자외선 차단제도 수영할 때 물에 씻겨 내려가 물에 유입되면 화학적 오염물질이 될 수 있습니다. 화학적 오염은 물로 씻겨 내려가 수로에 도달할 수도 있습니다.



그림 2.9: 기름 유출로 인한 화학적 오염을 제거하려는 노력

영양염 오염(Nutrient Pollution)

영양염 오염은 과도한 **영양염(Nutrients)**이 물 환경으로 유입되는 경우입니다. 영양염은 생명체의 생존과 성장을 돕는 물질입니다. 영양염 오염에 대해 생각할 때 질소와 인이 가장 큰 문제를 일으키는 것으로 밝혀졌습니다. 이러한 영양염은 **비료 유출(Fertilizer runoff)**, 동물의 배설물(개나 돼지의 배설물), 하수 처리장이나 정화조의 인간 배설물에서도 유래할 수 있습니다. 유출은 비가 올 때 비료와 같은 영양염이 들판이나 잔디밭에서 씻겨 내려갈 때 발생합니다. 이제 이를 모델링해 보겠습니다.

- 작은 컵에 물을 담고 식용 색소를 넣으세요.
- 스펀지를 물에 적신 다음 경사진 표면에 놓으세요.
- 스펀지 위로 비를 모델링하세요. 무엇을 관찰할 수 있나요?

색칠된 물은 농장과 잔디에 사용되는 비료를 나타냅니다. 비료를 과도하게 사용할 경우 비가 올 때 씻겨 내려갈 수 있습니다. 비료를 많이 사용할수록 유출되어 수로로 유입될 가능성이 높아집니다.



그림 2.10: 영양염 오염 가능성 있는 농경지에서 흘러나오는 물

해양 쓰레기나 화학적 오염과 마찬가지로 영양염 오염도 바람에 날리거나 물에 씻겨 수로에 직접 유입될 수 있습니다. 이를 모델링하려면 영양염 오염을 나타내기 위해 소금이나 설탕을 사용한 다음 해양 쓰레기 모델링 지침을 따르면 됩니다.

이해 활동에서는 해양 쓰레기나 화학적 오염, 영양염 오염이 바다에 도달했을 때 어떻게 되는지 더 자세히 알아볼 것입니다. 이러한 유형의 오염에 대한 자세한 정보는 *Ocean! StoryMap*을 참조하세요.

2. 파트너, 소규모 그룹 또는 전체 팀과 함께 종이 한 장을 꺼내 세 개의 열로 나눕니다.
3. 각 열에 “오염 유형”, “설명”, “위치”라고 표시합니다.
4. 수질오염원 조사를 읽고 함께 지역의 수질오염원을 조사합니다.

수질오염원 조사(Water Pollution Sources Investigation)

조사 지역 고르기

여러분은 돌아다닐 수 있는 외부의 한 지역을 선택해야 합니다. 학교 운동장처럼, 현재 여러분의 위치에서 가까운 외부 지역을 조사하거나 지역사회로 더 멀리 들어가 조사할 수 있습니다. 근처에 수로가 있다면 육지와 함께 조사해 보세요.

여러분은 모델링한 세 가지 유형의 오염, 즉 쓰레기, 화학적, 영양염 오염을 조사할 것입니다. 직접 관찰하는 것이 여러분의 지역에서 수로를 오염시킬 수 있는 요소를 찾는 가장 좋은 방법일 수 있습니다. 가능하다면 밖으로 나가 조사 지역을 돌아다니며 세 가지 유형의 오염 증거를 찾아보세요.



해양 쓰레기

- 바람에 날리거나 흐르는 물에 씻겨내릴 수 있을 정도로 작은 물체를 찾아보세요. 예를 들어, 음식 포장지, 플라스틱 통, 작은 타이어 조각, 페인트 조각, 담배 꽂초 등이 있습니다.
- 물건을 찾으면 아무리 작더라도 오염 유형 아래에 “쓰레기”라고 쓰세요. 그런 다음 설명 열에 물건에 대한 설명을, 위치 열에 물건을 찾은 장소를 쓰세요.
- 안전하다면 쓰레기를 집어서 쓰레기통에 버리세요. 이때는 장갑을 끼거나 쓰레기를 버린 후 손을 깨끗이 씻으세요.

신체안전요령

쓰레기를 줍는 것은 물길로 유입되는 오염을 막는 데 도움이 되지만, 안전한 경우에만 줍는 것이 좋습니다. 확실하지 않으면 어른에게 지도를 요청하세요.

화학적 오염

- 화학적 오염의 증거를 주의 깊게 찾아보세요. 다음을 조사해 볼 수 있습니다.
 - 기름이나 다른 화학물질이 고인 곳
 - 자동차나 쓰레기통에서 누출되는 유체
 - 로에 화학물질을 방출할 수 있는 지역 산업 시설
- 화학적 오염의 증거를 발견하면 오염 유형 아래에 “화학적”이라고 쓰세요. 그런 다음 설명과 위치 열을 채우세요.

신체안전요령

해로울 수 있으니, 화학적 또는 영양염 오염물질을 만지거나 그 근처에 가지 마세요.

영양염 오염

- 영양염 오염의 증거를 주의 깊게 찾아보세요. 다음을 조사해 볼 수 있습니다.
 - 동물의 배설물
 - 사람들이 잔디밭이나 들판에 비료를 사용하는 증거

- b. 영양염 오염의 증거를 발견하면 **오염 유형** 아래에 “영양염”이라고 쓰세요.
그런 다음 **설명**과 **위치** 열을 채우세요.

대체 조사

밖으로 나갈 수 없어도 괜찮습니다. 과거 지역사회를 돌아다닐 때 눈에 띄었던 것들을 주의 깊게 생각해 보세요. 관찰했던 오염의 유형, 설명, 위치를 적어두세요.

5. 팀원들과 함께 모여 각 그룹이 발견한 오염에 대해 생각해 보세요.
6. 팀원들과 함께 토론하세요:
 - a. 수질오염원 조사에서 지역사회에서 발견한 오염 중 가장 우려되는 것은 무엇인가요?
 - b. 이 오염물질이 수로로 유입되는 것을 막을 방법을 생각할 수 있나요?
7. 오염 유형을 바다와 물 시스템 도표에 새로운 추가 사항으로 추가하세요. 다른 요소와 연결하세요. 예를 들어, 개울로 씻겨 들어간 쓰레기를 발견했다면 쓰레기 추가 사항과 개울 요소를 연결하는 화살표를 그리세요.
8. 바다와 물 시스템 도표를 검토하고 지역의 오염물질이 전 세계 물 시스템에 어떻게 유입될 수 있는지 생각해 보세요. 이전에 그린 제거 및 추가 사항 사이의 화살표를 사용하세요.



이해: 바다의 오염물은 어떻게 되나요?

이제 여러분은 물이 쓰레기, 화학물질, 영양염과 같은 오염물질을 여러분의 지역사회에서 바다로 어떻게 움직이게 하는지 이해하게 되었습니다. 그러나 이러한 오염물질이 바다에 도달하면 어떻게 될까요?

1. 그림 2.6으로 돌아가 팀원들과 함께 지역의 유역에서 나오는 오염물질이 바다에 도달하면 어디로 갈지 생각해 보세요. 물과 오염물질은 종종 해류에 의해 이동하고 섞인다는 것을 기억하세요. 수질오염원 조사에서 발견한 오염물질이 전 세계 다른 지역으로 이동하는 경로를 추적할 수 있나요?
2. 스미스소니언에서는 을 읽어 보세요. 바다의 오염을 이해하려고 할 때, 전 세계의 해변에서 시료를 채취하는 것이 왜 중요하다고 생각할 수 있을까요?





스미스소니언에서는

여러분은 무언가에 대해 호기심을 가져 본 적이 있나요? 마틴 티(Martin Thiel)은 바다 여행자와 해양 쓰레기에 대해 호기심을 가진 과학자입니다. 바다 여행자는 떠다니는 해양 쓰레기에 붙어 새로운 장소로 이동하는 해양생물을 말합니다. 떠다니는 해양 쓰레기에 붙어 이동하는 바다 여행자는 새로운 해안선에 도달하여 이식하게 되면 **침입종(Invasive species)**이 될 수 있습니다. 침입종은 특정 지역에 도입되었지만 원래 그곳에 서식하지 않는 생물종입니다.

그러나 한 사람이 전 세계의 해양 쓰레기와 바다 여행자에게 무슨 일이 일어나고 있는지 어떻게 알 수 있을까요? 마틴은 자신이 직접 몇 군데의 해변만 여행하여 조사할 수 있음을 알았습니다. 하지만 다른 사람들도 호기심을 가졌다면 어떨까요?

마틴은 스미스소니언과 칠레의 쓰레기 과학자(Científicos de la Basura)라는 단체와 협력하여 바다 여행자(Ocean Traveler)라는 **시민 과학(Citizen science)** 프로젝트를 시작했습니다. 시민 과학은 전문 과학자이든 아니든 누구나 과학 자료를 수집하는 데 도움을 줄 수 있는 프로젝트입니다.



그림 2.11: 해양 쓰레기를 분석하고 있는 시민 과학 자원봉사자

마틴의 바다 여행자 시민 과학 프로젝트를 위해 2,000명 이상의 교사, 학생, 자원봉사자, 과학자가 함께 모여 2022년 7월부터 12월 사이에 470개 이상의 해변에서 해양 쓰레기 시료를 수집하고 분석했습니다! 이 연구원들은 자료를 공유하면서 전 세계의 쓰레기에 붙어 있는 해양생물에 대해 많은 것을 알게되었습니다.

해양과 관련된 시민 과학 프로젝트에 대한 자세한 내용은 *Ocean! StoryMap*을 참조하세요.

3. 바다정체성지도를 꺼내 살펴보세요. 오염물질이 해칠 수 있는 해양 시스템의 요소가 있는지 확인하세요. 파트너와 함께 아이디어를 공유하세요.
4. 해양생물 조사를 읽고 지시를 따르세요.

해양생물 조사(Ocean Organisms Investigation)

인간에 의한 오염은 바다 전체에서 발견되었습니다. 오염은 해양생물에 큰 영향을 미칩니다. 이 조사에서 여러분은 이러한 영향 중 일부를 탐구하기 시작할 것입니다.

- a. 각 팀원은 그림 2.12의 해양생물 표에서 하나의 생물을 선택하여 그것을 대표하도록 하세요. 또는 원하는 경우 목록에 없는 다른 해양생물을 선택하세요. 팀 내에서 가능한 한 다양한 생물을 선택하세요.

해양생물	설명
굴 (Oyster)	굴은 바닷물 속의 식물플랑크톤(Phytoplankton)이나 동물플랑크톤(Zooplankton) 같은 작은 생물을 걸러 먹습니다. 그들은 해안 근처의 비교적 은 지역에 살며 물을 맑게 유지하는데 도움을 줍니다.
돌산호 (Stony Coral)	돌산호는 일반적으로 바다의 햇빛이 비치는 부분에 살며, 먹이생물인 일종의 조류(Algae)와 공생(Symbiotic) 관계를 맺고 있습니다. 또한 식물플랑크톤과 동물플랑크톤을 먹습니다.
식물플랑크톤 (Phytoplankton)	미세조류라고도 불리는 식물플랑크톤은 바다의 상층부에 서식합니다. 그들은 광합성 생물(Photosynthesizers)이며 대부분의 바다와 담수 시스템에서 먹이망의 기초를 형성합니다. 그들의 성장은 종종 이용 가능한 영양염에 의해 제한됩니다. 많은 생물의 중요한 먹이원입니다.
해달 (Sea Otter)	해달은 공기를 마시고 수면에서 깊은 물 속으로 자주 잠수합니다. 그들은 성게, 게, 물고기와 다른 많은 종류의 생물을 먹습니다. 주로 해안 근처에 살고 털을 이용하여 몸을 따뜻하게 유지합니다.
해양 어류 (Ocean Fish)	해양 어류는 크기가 매우 다양합니다. 작은 물고기는 동물플랑크톤이나 물고기 알과 같은 작은 유기물을 먹습니다. 큰 물고기는 작은 물고기를 먹습니다. 각 물고기 종은 바다의 각기 다른 깊이와 위치에 서식합니다.



해양생물	설명
바닷새 (Seabirds)	바닷새는 종종 해안을 따라 발견되지만 일부는 육지에 착륙하지 않고 수천 마일을 날 수 있습니다. 바닷새는 플랑크톤, 크릴, 작은 물고기 등 다양한 해양생물을 먹을 수 있습니다.
인간 (Humans)	인간은 일반적으로 해안과 해안 내륙에 살고 있습니다. 그들은 수송, 수영, 식량 공급원으로 바다를 이용합니다. 인간은 종종 굴, 물고기, 게, 해초와 같은 해양생물을 먹습니다.
바다거북 (Sea Turtle)	바다거북은 먼 거리를 이동할 수 있지만 비교적 은 연안 해역에서 자주 발견됩니다. 다른 바다거북 종은 게, 해초, 해조류, 해파리 등 다양한 것을 먹습니다.
해초 (Seagrass)	해초는 비교적 맑은 물의 바다 밑바닥에서 광합성을 하며 자랍니다. 해초는 바다거북과 같은 동물의 중요한 먹이원입니다. 또한 물고기와 같은 동물의 중요한 서식지입니다. 해초는 탄소를 포집하며 기후변화와의 싸움에서 중요한 역할을 합니다.
고래 (Whale)	고래는 바다에서 가장 큰 동물입니다. 그들은 크릴과 같은 작은 동물플랑크톤부터 다른 포유류에 이르기까지 다양한 것을 먹습니다. 죽은 후에는 고래 그 자체가 해저에 사는 동물에게 중요한 먹이원이 됩니다.
동물플랑크톤 (Zooplankton)	동물플랑크톤은 바다 표면 근처에서 발견되는 작은 생물로 해류에 의해 이동합니다. 그들은 식물플랑크톤과 다른 동물플랑크톤을 먹고 굴부터 고래에 이르기까지 많은 생물에게 먹힙니다.
게 (Crab)	게는 해변에서부터 비교적 깊은 해저까지 다양한 곳에 살 수 있습니다. 게는 동물플랑크톤, 조류, 물고기, 죽은 동물 등 다양한 것을 먹습니다. 물고기, 해달, 거북이 모두 게를 먹습니다.

그림 2.12: 해양생물 표

- 종이 한 장이나 포스터 보드를 사용하여 대표하는 생물의 표지판을 만드세요. 생물의 이름을 쓰고 그림이나 단어를 사용하여 생물에 대해 아는 것을 표현하세요. 해양생물 표의 설명을 참고할 수 있습니다. 시각적으로 최대한 보기 좋게 만드세요.
- 돌아다니며 다른 사람들의 표지판을 살펴보세요. 대표하는 생물과 관련이 있는 것 같으면 근처에 서거나 앉으세요.
- 서로 연결된 생물의 줄을 만들고 그 줄에 서거나 앉으세요.

- 팀원 한 명, 또는 교사나 다른 학생 같은, 팀원 외의 사람을 선택하여 오염 위협 1, 2, 3을 소리 내어 읽도록 하세요. 소리 내어 읽은 정보를 팀원들이 이해하기 어렵다면 팀원들에게 정보를 전달하는 다른 방법을 찾으세요.
- 오염 위협 1, 2, 3을 소리 내어 읽는 동안 주의를 기울이세요. 각 유형의 오염 위협에 대해 여러분이 대표하는 생물에 해를 끼칠 수 있다고 생각하면 표지판을 들어 올리고 오염이 여러분이 대표하는 생물에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 공유하세요.
- 각 오염 위협에 대해 토론한 후, 표지판 뒷면에 오염이 여러분이 대표하는 생물에 어떤 영향을 미칠 수 있는지를 기록하세요.

오염 위협 1: 해양 쓰레기 정보 (Pollution Threat 1: Marine Debris Information)

플라스틱과 기타 쓰레기가 바다로 유입되면 많은 다양한 문제를 일으킬 수 있습니다.

해양 환류 쓰레기 지대

여러분은 해양 환류(Ocean gyres)가 종종 큰 원형 형태로 움직인다는 것을 기억할 것입니다. 환류의 가장자리에서는 해류가 빠르게 움직일 수 있지만, 중앙에서는 물이 비교적 잔잔하고 고요합니다. 이는 쓰레기가 해양 환류의 중앙으로 흘러들어 가면 오랫동안 머물 수 있음을 의미합니다. 해양 환류의 중앙부에는 최소한 5개의 주요 쓰레기 지대가 있습니다. 가장 큰 것은 태평양 거대 쓰레기 지대(Great Pacific Garbage Patch)입니다.

쓰레기 지대의 플라스틱과 기타 물질은 햇빛을 차단하여 식물플랑크톤의 광합성을 방해할 수 있습니다. 해양 쓰레기는 많은 종류의 동물을 얽히게 하여 수영, 먹이활동, 비행을 어렵게 할 수 있습니다. 동물들은 실수로 플라스틱을 먹을 수도 있는데, 이는 그들을 질식사시키거나 소화관을 막을 수 있습니다.

미세플라스틱

미세플라스틱은 매우 작아서 보기 어려운 플라스틱 조각입니다. 종종 더 큰 플라스틱 쓰레기는 태양, 물, 해양의 움직임에 의해 미세플라스틱으로 분해됩니다. 사람들로부터 나오는 미세플라스틱도 있는데, 합성섬유(예: 폴리에스터)를 세탁할 때 흘러나오는 작은 섬유, 타이어의 작은 고무 조각, 작은 페인트 조각, 화장품(예: 얼굴 스크럽)의 작은 구슬과 같은 것들입니다.

미세플라스틱은 너무 작아서 일부는 동물의 혈류나 조직에 들어갈 수 있습니다. 미세플라스틱은 독성이 있을 수 있으며 해양생물과 사람의 건강에 영향을 미칠 수 있습니다. 플랑크톤, 여과섭식 생물, 조개류는 미세플라스틱을 삼키기도 합니다. 이들 생물은 다른 생물에게 먹히기 때문에, 결국 다른 생물들도 미세플라스틱을 먹게 되는 셈입니다.

멈춰서 평가하기

여러분이 대표하는 생물에게 가장 큰 해양 쓰레기 위협이 무엇인지 고려하세요. 햇빛 차단, 얽힘, 질식, 미세플라스틱 또는 다른 것인가요? 각자 대표하는 생물이 이러한 오염 위협으로 인해 피해를 입을 수 있다고 생각한다면 팀원이 손을 들게 하세요. 이러한 피해는 또한 각자가 대표하는 생물과 연결된 다른 생물에게 어떻게 문제가 될 수 있는지 공유하세요.



오염 위협 2: 화학적 오염 정보 (Pollution Threat 2: Chemical Pollution Information)

생명체에 잠재적인 위험을 초래하는 화학물질이 많이 있습니다.

기름 유출

여러분에게 익숙한 한 가지 유형의 화학적 오염은 기름이 바다로 방출되거나 유출되는 경우입니다. 이것은 지역의 모든 생물체에 해를 끼칠 수 있지만, 특히 갯벌이 기름으로 뒤덮여 날 수 없게 되는 바닷새와 털이 기름으로 뒤덮여 보온기능을 잃게 되는 해달 같은 해양 포유동물에게 가장 해롭습니다.

생물농축

바다에 독성 화학물질을 방출하면 해양생물과 이를 먹는 사람들에게 해를 끼칠 수 있다는 문제가 발생합니다. **생물농축(Biomagnification)**은 일부 화학물질이 작은 동물을 잡아먹는 더 큰 동물에 농축된다는 것을 의미합니다. 작은 생물을 먹는 상어와 같은 큰 물고기는 그들이 먹은 작은 물고기에게서 각각의 독성 화학물질을 농축합니다.

예를 들어, 독성 화학물질인 수은은 자연적으로 환경에 방출되기도 하지만, 에너지원으로 석탄을 태우거나 채굴 과정에서 금을 추출하는 데 수은을 사용하는 등 인간의 활동으로 인해 방출되기도 합니다. 수은이 환경에 유입되면 거의 모든 생물이 소량의 수은에 노출됩니다. 그러나 생물체가 더 많은 수은에 노출될수록 해를 입을 위험이 커집니다. 생물농축은 상어, 다른 대형 포식자, 그리고 인간이 수은이나 다른 독성 화학물질로 인해 피해를 입을 위험이 더 크다는 것을 의미합니다.

멈춰서 평가하기

여러분이 대표하는 생물에게 가장 큰 화학적 오염 위협을 고려하세요. 기름 유출, 생물농축 또는 다른 것인가요? 팀원 각자가 대표하는 생물이 이러한 오염 위협으로 인해 피해를 입을 수 있다고 생각한다면 손을 들게 하세요. 이러한 피해가 각자 대표하는 생물과 연결된 다른 생물에게 어떻게 문제가 될 수 있는지 공유하세요.

오염 위협 3:영양염 오염 정보 ***(Pollution Threat 3: Nutrient Pollution Information)***

영양염이 과도하게 바다에 유입되면, 특히 물이 외해와 더 천천히 섞이는 작은 만 같은 지역에서는 **죽음의 구역(Dead zone)**이 발생할 위험이 있습니다. 해초도 수질 저하로 인해 영양염 오염의 영향을 자주 받습니다.

죽음의 구역

영양염이 과도하게 연안 해역에 유입되면 영양염은 식물플랑크톤 또는 단세포 조류(Algae)의 빠른 번식을 일으킵니다. 때로는 조류가 너무 많아서 눈에 보이는데, 녹색이나 붉은색으로 보일 수 있습니다. 일부 유형은 독성이 있을 수 있습니다.

조류가 너무 많이 번식하면 햇빛이 바다 표면 아래쪽에 도달하는 것을 막을 수 있습니다. 이로 인해 광합성에 의존하는 생물체를 죽일 수 있습니다. 또한 조류가 죽은 후에는 분해 과정에서 많은 양의 산소가 소비되어 주변 바다의 산소 농도가 무산소 수준까지도 떨어질 수 있습니다. 충분한 산소가 물에 녹아 있지 않아 대부분의 생물이 살 수 없는 이 지역을 ‘죽음의 구역’이라고 합니다. 죽음의 구역은 물고기, 게, 굴 및 이 구역에 갇힌 다른 모든 생물들을 죽음에 이르게 할 수 있습니다.

멈춰서 평가하기

여러분이 대표하는 생물에 영양염 오염이 위협이 될 수 있는지 고려하세요. 여러분이 대표하는 생물이 죽음의 구역에 갇히거나 수질 악화로 인해 성장할 수 없을 가능성이 있나요? 팀원 각자가 대표하는 생물이 이러한 오염 위협으로 인해 피해를 입을 수 있다고 생각한다면 손을 들게 하세요. 이러한 피해가 여러분이 대표하는 생물과 연결된 다른 생물에게 어떻게 문제가 될 수 있는지 공유하세요.

8. 표지판 뒷면에 적은 내용을 검토하세요. 여러분이 대표하는 생물에 대한 오염 위협에 대해 더 많은 정보를 원한다면 여러분 스스로 더 연구할 수 있습니다. 여러분은 더 많은 정보를 얻을 수 있는 웹사이트와 링크가 포함된 Ocean!StoryMap 을 사용하여 연구를 하거나, 더 많은 정보를 가진 책이나 잡지를 찾거나, 전문가와 이야기할 수 있습니다.
9. 손이나 다른 방법을 사용하여 각 팀원이 연구 중인 생물에 대한 전반적인 오염 위협에 대해 얼마나 염려하는지 보여주세요. 예를 들어, 위협이 낮다고 생각하면 손을 낮게 들 수 있습니다. 위협이 높다고 생각하면 손을 높이 들 수 있습니다.
10. 해양생물을 위협하는 오염 위협의 심각성에 대한 모두의 생각을 고려하세요.
11. 표지판 앞면으로 돌아가 여러분이 대표하는 생물이 직면한 오염 위협을 보여 주는 그림이나 단어를 추가하세요.
12. 표지판을 벽이나 탁자에 놓으세요.
13. 모두가 방을 돌아다니며 다른 모든 사람의 표지판을 살펴보세요.
14. 오염과 해양생물에 대한 칼레바의 경험을 읽으세요.



칼레바가 말합니다...



오염은 우리가 사랑하는 해양생물과 생태계에 심각한 영향을 미칩니다. 독성물질과 플라스틱이 우리의 물로 흘러들 때, 그들은 수세대 동안 우리의 공동체를 지탱해 온 물고기, 조개류, 산호를 해칩니다. 우리 가족('Ohana)은 우리의 소중한 바다거북(Honu)이 플라스틱 쓰레기를 섭취하고 하수 침출수로 인한 종양에 시달리면서 그들의 건강이 악화되는 것을 목격했습니다. 하와이 해안선에서 샷갯조개('Opihī) 개체수가 감소하는 것은 종종 수질오염 과 과도한 유출 때문입니다. 이러한 변화는 바다(Kai)의 섬세한 생명의 균형을 깨뜨립니다.

이 물의 수호자로서, 우리는 미래 세대를 위해 바다를 보호하고 복원할 책임(Kuleana)이 있습니다. 우리는 조상의 지혜를 받아들여 바다 돌보기(Mālama i Ke Kai)를 하고 우리의 땅('āina)과 우리 미래 세대의 행복을 위해 이 신성한 사명에 함께할 사람들에게 영감을 주기 위해 노력합니다.

15. 팀으로 다시 모여 다음에 대해 논의하세요:

- 어떤 오염 위협이 가장 우려되는가요?
- 그 정보를 바다정체성지도의 우려 원에 추가하세요.



행동: 우리 지역사회가 유발하는 해양오염을 어떻게 줄일 수 있을까요?

여러분 지역사회의 오염물질이 바다로 유입되는 방식과 해양생물에 미치는 영향에 대해 배웠습니다. 이제 여러분이 발견한 문제를 해결하기 위해 무엇을 하고 싶은지 결정할 것입니다.

- 이해 활동의 세 가지 유형의 오염을 고려하고 팀원 각자가 가장 예방하고 싶은 오염 유형에 투표하도록 하세요.
- 결과를 검토하세요. 여러분의 팀이 어떤 유형의 오염에 대해 조치를 취하고 싶은지 명확한 공감대가 있나요? 그렇지 않은 경우, 모두가 **합의(Consensus)**-모두가 동의하는 균형 잡힌 결정-에 이를 때까지 여러분의 아이디어를 더 논의하세요. 결정하기 어렵다면 바다목표나 바다정체성지도의 희망 또는 우려를 참고하세요.
- 바다와 물 시스템 도표를 검토하세요. 발견한 오염을 추가 사항으로 나열했습니다. 도표를 사용하여 이러한 추가 사항이 바다에 도달하는 것을 방지하거나 바다에 들어간 후 제거하는 방법을 생각해 보세요.

4. 각 팀원은 작은 종이 한 장을 꺼내세요. 이제 집중할 오염 유형을 선택했으므로 이를 방지하기 위해 무엇을 할지 결정해야 합니다. 한 가지 행동 아이디어를 적어 보세요. 예를 들어, 다음을 수행할 수 있습니다.
 - a. 지역사회 주변 지역을 청소하세요.
 - b. 수로로 유입되기 전에 유출수를 정화할 수 있도록 수로 가장자리에 식물을 심으세요. 물이 천천히 땅속으로 스며들 수 있도록 식물이 있는 낮은 지역을 만드세요.
 - c. 수로와 그 안에 있는 모든 오염물질이 바다로 도달한다는 것을 사람들에게 알리는 표지판이나 다른 방법을 만들어 보세요.
 - d. 발견한 오염에 대해 사업체나 지역 정부에 이야기하세요.
 - e. 여러분이 만든 표지판을 이용해서 오염의 유형과 오염이 사람이나 해양생물에게 미치는 영향을 다른 사람들에게 가르쳐주세요.
 - f. 오염 문제를 해결하는 데 도움이 될 만한 다른 아이디어를 생각해 보세요.
5. 칼레바도 고려할 만한 아이디어를 공유했습니다.

칼레바가 말합니다...



인간, 소비자, 그리고 이 세계의 참여자로서 우리의 선택으로부터 모든 것이 시작됩니다. 세계 해양에서 일어나는 대부분의 오염은 어망부터 칫솔, 물병, 라이터에 이르는 플라스틱입니다. 여러분은 생각보다 더 많은 힘을 가지고 있습니다. 작은 행동 하나하나가 더해져 해결책의 일부가 될 수 있음을 알기 바랍니다. 물병, 빨대, 가방과 같은 일회용 플라스틱을 줄이는 것부터 시작하세요.

대신 매일 사용할 수 있는 재사용 가능한 물병과 천 가방을 사용하세요. 유역과 해변 청소 행사를 하는 조직을 찾아 그들과 관계를 맺고 그들을 지원하세요. 마지막으로 친환경적인 실천을 우선시하는 사업체와 정책을 지원하세요. 여러분의 선택과 목소리가 중요합니다!

6. 팀원들과 여러분의 아이디어를 공유하세요. 다른 사람들에게 다른 아이디어가 있나요? 왜 다른 행동이 중요한지에 대한 여러분의 관점을 설명하는 동안 서로 주의 깊게 경청하세요. 여러분이 취할 행동에 대한 팀의 합의를 도출하려고 노력하세요.
7. 팀원들과 함께 행동 계획을 세우세요. 여러분의 행동을 수행하는 데 필요한 단계를 나열하세요. 다음 사항을 고려하세요:
 - a. 정보를 공유해야 하는 경우 언제, 어디서, 누구와 공유할 것인가?
 - b. 무언가를 해야 하는 경우 무엇을 어디서 해야 하는가?
 - c. 팀원 외 다른 사람의 참여가 필요하다면 그들과 어떻게 소통할 것인가?
 - d. 재료를 구해야 한다면 재료를 언제 어디서 모을 것인가?



8. 각 팀원이 어떻게 도울 수 있는지 생각하세요. 도움을 주고 싶은 단계에 팀원의 이름을 적으세요.
9. 종이 한 장에 “행동 계획”이라는 제목을 쓰고 다음을 기록하세요:
 - a. 팀이 취하고 싶은 단계
 - b. 단계의 순서
 - c. 각 단계를 도울 사람(한 명 이상일 수 있음)
 - d. 언제 어디서 이러한 단계를 취할 것인가
 - e. 참여할 파트너 또는 다른 사람
 - f. 지역사회에 행동 계획을 어떻게 전달할 것인가
10. 여러분의 계획이 제대로 되지 않거나 다른 문제가 발생하면 어떻게 할지 생각해 보세요. 예를 들어, 지역사회의 어른이 여러분이 무언가를 하려고 할 경우 허가가 필요하다고 말한다면 어떻게 할 것인가요? 이러한 아이디어를 행동 계획의 일부로 기록하세요.
11. **포괄적인(Inclusive)** 행동 계획을 세우세요. 포괄적이라는 것은 팀의 모든 구성원이 어떤 식으로든 참여할 수 있다는 것을 의미합니다. 모두가 안전하고 편안하고 도울 수 있다고 느낄 수 있도록 계획을 변경해야 할 수도 있습니다. 그러한 변경은 괜찮습니다! 그러한 변경은 좋은 팀원이 되고 지속가능한 행동을 취하는 데 필요합니다.
12. 계획을 실행하세요.
13. 나중에 여러분의 행동을 돌아보세요:
 - a. 잘된 것은 무엇인가요?
 - b. 어려웠던 것은 무엇인가요?
 - c. 할 수 있을 것으로 생각한 변화를 실제로 이룰 수 있었나요?
 - d. 계획을 계속 진행할 것인가요, 아니면 앞으로 다른 방법으로 할 일이 있나요?
14. 바다와 물 시스템 도표를 저장하세요. 파트 7에서 필요할 것입니다.

축하합니다!

파트 2를 마쳤습니다

더 알아보기!

더 많은 자원과 활동에 관한 정보를 얻기 원하시면
 Ocean! StoryMap(<https://bit.ly/OCEAN2030>)을 방문해 보세요.

용어사전(Glossary)

이 용어사전은 모르는 단어를 이해하는 데 도움이 될 수 있습니다. 여러분은 그림, 자신의 정의 또는 도움이 되는 다른 것을 추가할 수 있습니다. 원하는 경우 용어사전에 다른 단어를 추가하세요.

공생의(Symbiotic)	두 종 사이의 관계에 대한 설명으로, 두 종 모두에게 이익이 되는
광합성 생물(Photosynthesizers)	햇빛과 이산화탄소를 흡수하여 유기물을 만들고 그 과정에서 산소를 방출하는 식물
동물플랑크톤(Zooplankton)	바다 표면 근처에서 발견되는, 해수에 의해 이동하는 작은 생물; 식물플랑크톤과 다른 동물플랑크톤을 먹음
물 순환(Water cycle)	지구와 대기를 순환하는 증발, 응결, 강수 과정
미세플라스틱(Microplastics)	매우 작아서 잘 보이지 않는 플라스틱 조각
비료(Fertilizer)	식물의 성장을 돕는 일종의 영양소
빙권(Cryosphere)	지구에서 물이 항상 얼어 있는
상류(Upstream)	물의 근원지에 더 가까운; 물이 흘러오는 방향
생물(Organisms)	살아있는 생명체들
생물농축(Biomagnification)	작은 동물을 먹는 더 큰 동물에 화학물질이 집중되는 현상
수로(Waterways)	강이나 개울과 같은 흐르는 물
수호자(Steward)	환경을 보호하고 자원을 현명하게 관리하는 사람
시민 과학(Citizen science)	전문 과학자이든 아니든 누구나 과학 데이터를 수집하는 데 도움을 줄 수 있는 프로젝트
식물플랑크톤(Phytoplankton)	바다 상층부에 사는, 해수에 의해 이동하는 광합성 유기체; 미세조류라고도 함
쓰레기(Debris)	바람에 날리거나 물에 밀려 수로로 유입되는 작은 물건이나 쓰레기 조각
열대지방(Tropics)	지구 적도 주변의 지역; 북회귀선에서 남회귀선까지 뻗어 있음
영양염(Nutrients)	생명체의 생존과 성장을 돕는 물질. 영양소
영양염 오염 (Nutrient pollution)	과도한 영양염이 물 공급원으로 유입되는 경우
오염물질(Pollutants)	물이나 공기와 같은 것을 오염시키는 유해하거나 독성이 있는 물질
우세풍(Prevailing winds)	일반적인 패턴과 방향으로 부는 중요한 바람
원천(Source)	물의 근원지
유역(Watershed)	모든 물이 함께 바다로 흐르는 육지 지역
유출(Runoff)	지붕, 차도, 보도, 잔디, 농경지에서 흘러나오는 물로, 종종 흐르는 과정에서 화학물질과 토양을 함께 운반
조류(Algae)	광합성 수생식물; 단세포 생물에서 일반적으로 해초라고 불리는 것까지 다양한 유형이 있음
죽음의 구역(Dead zone)	대부분의 유기체가 살 수 있을 만큼의 충분한 산소가 물에 녹아 있지 않은 지역
지하수(Groundwater)	토양이나 암석 사이의 공간에서 지하에 있는 물
지류(Tributaries)	더 큰 수괴에 합류하는 작은 개울이나 강
침입종(Invasive species)	특정 지역에 살고 있지만 원래 서식하지 않았던 종
코리올리 효과(Coriolis effect)	지구의 자전으로 인해 대기가 오른쪽 또는 왼쪽으로 편향되는 현상
포괄적인(Inclusive)	아무도 소외되지 않도록 포용하는
표층류(Surface currents)	해양 표면 근처의 물의 수평 이동



하류(Downstream)	물의 원천에서 더 멀리; 물이 흐르는 방향
합의(Consensus)	모두에게 효과적인 균형 잡힌 결정
해류(Currents)	특정 방향으로 흐르는 물
해양 분지(Ocean basin)	태평양과 같은, 큰 해양 내의 지리적 지역
해양쓰레기(Marine debris)	플라스틱이나 다른 생분해되지 않는 물질로 바다를 오염시키는 것; 작은 미세플라스틱부터 떠다니는 그물, 버려진 배와 같은 큰 물체에 이르기까지 다양
화학적 오염(Chemical pollution)	산업, 농업 또는 가정에서 나오는 화학물질이 물 순환에 유입될 때
환류(Gyres)	원형 패턴으로 움직이는 해류
환초(Atoll)	고리 모양의 산호초, 섬 또는 섬 그룹