



Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!

우리는 바다의 지속가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?



SUSTAINABLE
DEVELOPMENT GOALS

developed by



Smithsonian
Science Education Center

in collaboration with

iap SCIENCE
HEALTH
POLICY
the interacademy partnership

© 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.

이미지 출처

표지 - Ashley Wiley | iStock | Getty Images Plus

바다!

우리는 바다의 지속가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?
지역사회 연구 가이드

전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학개발팀

책임 가이드 개발자/작가

Heidi Gibson

총 책임자

Dr. Carol O'Donnell

사업부장

Dr. Brian Mandell

글로벌 목표 시리즈 개발자들

Heidi Gibson
Andre Radloff
Logan Schmidt
Khadijah Thibodeau

프로젝트 관리자

Hannah Osborn
마케팅 및 소통 팀
Carolina Gonzalez
Logan Werlinger

디지털 미디어 팀

Sofia Elian
Joao Victor Lucena
출판 보조
Raymond Williams, III

스미스소니언 과학교육센터 직원

행정실

Kate Echevarria
Johnny McInerne

발전 및 파트너십

Holly Glover, 부서장
Denise Anderson
Inola Walston

재무 및 행정

Lisa Rogers, 부서장
Allison Gamble
Jasmine Rogers

전문 서비스

Dr. Amy D'Amico, 부서장
Addy Allred
Katherine Blanchard
Katherine Fancher
Katie Gainsback
Jacqueline Kolb
Dr. Hyunju Lee
Alexa Mogck
Shellie Pick
Layla Sastry
Ariel Waldman
Sherrell Williams

스미스소니언

교실 과학 개발자
Dr. Sarah J. Glassman
Dr. Emily J. Harrison
Melissa J. B. Rogers
Dr. Mary E. Short

수석 프로젝트 자문위원

John Boright
Executive Director, International Affairs National Academy of Sciences
Washington, D.C., USA

Peter McGrath, PhD
Coordinator
InterAcademy Partnership
Washington, D.C., USA

연구 멘토

Rebecca Albright, PhD
Assistant Curator, California Academy of Sciences, San Francisco, California, USA

Kālewa Correa, MLIS, MEd
Curator of Hawai‘i and the Pacific
Smithsonian Asian Pacific American Center
Waimea, Hawai‘i

Suam Kim, PhD
Professor Emeritus, Pukyong National University
Korean Academy of Science and Technology (KAST)
Seattle, Washington, USA

Ana Spalding, PhD
Director, Adrienne Arsht Community-Based Resilience Solutions Initiative, Smithsonian Tropical Research Center
Panama City, Panama

Jan Marcin Weslawski, PhD
Professor, Department of Ecology
Institute of Oceanology,
Polish Academy of Sciences
Sopot, Poland

프로젝트 자문위원

Ajani Bakari
Knauss Fellow, NOAA Research Communications, NOAA
Chattanooga, Tennessee, USA

Alison Cawood, PhD
Director of Public Engagement, Smithsonian Environmental Research Center
Edgewater, Maryland, USA

Bing Chen, PhD, PEng, FCAE, FCSCE, FEIC, MEASA
Professor and UArctic Research Chair in Marine and Coastal Environmental Engineering,
Faculty of Engineering and Applied Science,
Memorial University of Newfoundland
Director, Network on Persistent, Emerging and Oil Pollution in the Environments (PEOPLE) St. John's, Newfoundland, Canada

Jennifer Collins
Learning Experience Manager, Exhibits and Initiatives, Smithsonian National Museum of Natural History
Washington, D.C., USA

Guadalupe Díaz Costanzo, PhD
Director of Museums and Exhibitions Ministry of Science, Technology and Innovation, Argentina
Buenos Aires, Argentina

Katelyn DiBenedetto, PhD
Program Manager, MarineGEO & Tennenbaum Marine Observatories Network, Smithsonian Environmental Research Center
Edgewater, Maryland, USA

Emmett Duffy, PhD
Chief Scientist, MarineGEO & Tennenbaum Marine Observatories Network,
Smithsonian Environmental Research Center
Edgewater, Maryland, USA

RoseEmma Mamaa Entsua-Mensah
Director, CCST-CIE
Fellow, Ghana Academy of Arts and Sciences
Accra, Ghana

Mary Hagedorn, PhD
 Senior Research Scientist, Smithsonian
 National Zoo and Conservation Biology Institute,
 Principle Investigator, Reef Recovery Initiative
 Washington, D.C., USA

E. Michael Henley, PhD
 Postdoctoral Researcher, Smithsonian National
 Zoo and Conservation Biology Institute
 Hawai'i Institute of Marine Biology
 Kāne'ohe, Hawai'i, USA

Jill Johnson
 Exhibits Developer/Project Manager, Smithsonian
 National Museum of Natural History
 Washington, D.C., USA

Cynthia Punihaoole Kennedy
 Director of Kahalu'u Bay Education Center
 Kona, Hawaii, USA

Kailin Kroetz, PhD
 Assistant Professor, School of Sustainability,
 College of Global Futures, Arizona State University
 Tempe, Arizona, USA

Claire Lager
 Biological Science Technician, Smithsonian
 Institution
 Kaneohe, Hawaii, USA

Natalie Lord
 NOAA Sea Grant Knauss Marine Policy Fellow,
 Ocean Acidification Program, NOAA
 Kittery, Maine, USA

J. Patrick Megonigal, PhD
 Senior Scientist and Associate Director of
 Research,
 Smithsonian Environmental Research Center
 Edgewater, Maryland, USA

Richner Naa Krokor Odoi
 Deputy-Director, Marine Fisheries Management
 Division,
 Ghana Ministry of Food and Agriculture
 Accra, Ghana

Dr. Lisa Otto
 National Research Foundation-SARCHI Chair in
 African Diplomacy and Foreign Policy, University
 of Johannesburg Johannesburg, South Africa

Robert C. Rocha, Jr.
 Associate Curator of Science and Research,
 New Bedford Whaling Museum
 New Bedford, Massachusetts, USA

Shannon Sprague
 Deputy Director (acting), NOAA Chesapeake
 Bay Office
 Annapolis, Maryland, USA

Hannah Testa
 Founder of Hannah4Change
 Atlanta, Georgia, USA

Richard C. Thompson, PhD OBE FRS
 Professor of Marine Biology, Director of the
 Marine Institute, University of Plymouth
 Plymouth, United Kingdom

Ximena Velez-Zuazo, PhD
 Managing Director, Smithsonian National
 Zoo and Conservation Biology Institute's Center
 for Conservation and Sustainability Office in Peru
 Lima, Peru

기술 검토위원

Steven Canty, PhD
Research Biologist, Marine Conservation Lab,
Smithsonian Environmental Research Center
Edgewater, Maryland, USA

Luiz Drude de Lacerda
Titular Professor, Marine Sciences Institute,
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brazil

Hannah Morrissette, PhD
Ecologist, Smithsonian Environmental
Research Center
Edgewater, Maryland, USA

Karina Ramos Musalem, PhD
Assistant Professor, Department of Atmospheric
Sciences, The Institute of Atmospheric Sciences
and Climate Change, UNAM
Mexico City, Mexico

Martin Thiel, PhD
Managing Director, MarineGEO, Tennenbaum
Marine Observatories Network, & UCN,
Smithsonian Environmental Research Center
Edgewater, Maryland, USA
Dpto. de Biología Marina, Facultad Ciencias del
Mar, Universidad Católica del Norte (UCN)
Coquimbo, Chile

Stella Tsani, PhD
Associate Professor, National and Kapodistrian
University of Athens, Greece & Global Young
Academy
Ioannina, Greece

Madison Willert, PhD
Program Analyst
National Sea Grant Office, NOAA
Silver Spring, MD

Joanna York, PhD
Associate Professor, School of Marine Science
and Policy, University of Delaware
Director, Delaware Sea Grant College Program
Newark, Delaware, USA

스미스소니언 과학교육센터(Smithsonian Science Education Center, SSEC)

스미스소니언 과학교육센터(SSEC)는 미국과 전 세계 학생들의 과학 교육과 학습을 향상시키기 위해 스미스소니언협회에서 운영하는 기관입니다. SSEC은 모범적인 교육 자원에 대한 정보를 보급하고, 교육과정 자료를 개발하며, 과학 교사와 학교 지도자의 전문적 성장을 지원하고, 교육청이 탐구 중심 과학 프로그램을 구현할 수 있도록 지도력 개발 및 기술 지원 등의 사회 지원 프로그램을 실시합니다. SSEC의 사명은 전례 없는 과학적, 기술적 변화의 세계에서 과학 교육과 학습을 변화시키는 것입니다.

스미스소니언협회(Smithsonian Institution)

스미스소니언협회는 1846년에 “지식의 증진과 보급을 위해” 제정된 의회 법에 따라 설립되었습니다. 이 독립적인 연방 기관은 세계 최대의 박물관, 교육 및 연구 단지이며, 전국 및 해외에서 공공 및 학술 활동, 전시회, 연구 프로젝트를 담당합니다. 스미스소니언의 목표 중 하나는 독특한 자원을 활용하여 초등 및 중등 교육을 향상시키는 것입니다.

전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학(Smithsonian Science for Global Goals, SSfGG)은 스미스소니언 과학교육센터(SSEC)가 국제한림원연합회(InterAcademy Partnership, IAP)와 협력하여 개발한 무료 교육과정입니다. 이 교육과정은 유엔 지속가능 발전목표(United Nations Sustainable Development Goals, SDGs)를 기본 틀로 사용하여 학생이 정의하고 실행하는 지속가능한 행동에 초점을 맞춥니다.

SSfGG는 인간 사회가 직면한 복잡한 사회과학적 문제에 대해 올바른 선택을 할 수 있는 차세대 의사 결정권자를 양성하기 위해 탐구기반 과학교육, 사회과학교육, 글로벌 시민교육, 사회정서적 학습, 지속가능한 발전교육의 이전 관행들을 결합합니다.

여러분의 협력에 감사합니다



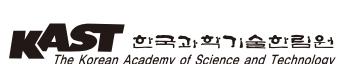
여러분의 지원에 감사합니다

이 프로젝트는 고든과 베티 무어 재단(Gordon and Betty Moore Fund)의 지원으로 스미스소니언 과학교육센터에 제공된 보조금(#11240)을 통해 이루어졌습니다.



본 책의 한글판 출간은 미국 스미스소니언 과학교육센터와 한국과학기술한림원의 업무협약을 통해 이루어졌으며, 복권기금과 과학기술진흥기금 및 아래 기관과 기업의 재정 지원을 받았습니다. 후원해주신 모든 단체에 감사드립니다.

한국과학기술한림원(The Korean Academy of Science and Technology), (주)지오시스템리서치(GeoSystem Research Corporation), (주)오셔닉(OCEANIC C&T Co. Ltd.), 윌리엄 앤 마가렛 강 재단(William and Margaret Kang Foundation), (주)그린기술(Green Technology Co. Ltd.), (주)아일랜드코포레이션(Island Corporation), (사)한국해양학회(The Korean Society of Oceanography), 한국해양과학기술원(Korea Institute of Ocean Science & Technology), 국립수산과학원(National Institute of Fisheries Science), (사)한국수산과학회(The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science), 한국해양수산개발원(Korea Maritime Institute), 국립부경대학교(The Pukyong National University) - 지원의사 결정일자 순



바다! 지역사회 연구 가이드 목차

우리는 바다의 지속가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?

파트 1. 바다 소개

- 과제 1: 우리는 바다와 어떻게 연결되어 있을까요?
- 과제 2: 해양 시스템은 무엇이며 왜 중요할까요?

파트 2. 바다와 물

- 과제 1: 우리 행성에서 물은 어떻게 움직일까요?
- 과제 2: 순환하는 물 속의 오염물질은 우리 행성에 어떤 영향을 미칠까요?

파트 3. 바다와 대기

- 과제 1: 해양 시스템은 지구의 대기를 어떻게 조절하나요?
- 과제 2: 해양 산성화를 어떻게 예방할 수 있나요?

파트 4. 바다와 열

- 과제 1: 바다는 지구의 온도를 어떻게 조절하나요?
- 과제 2: 따뜻해지는 바다는 인간과 지구에 어떤 영향을 미칠까요?

파트 5. 바다와 식량

- 과제 1: 해양생물은 어떻게 하나의 시스템으로 연결되어 있나요?
- 과제 2: 사람들은 어떻게 해양 먹이망의 지속가능한 일부가 될 수 있을까요?

파트 6. 바다와 해안

- 과제 1: 해안 공간에 대한 갈등은 무엇이며, 어떻게 해결할 수 있을까요?
- 과제 2: 해안 생태계와 그것이 제공하는 혜택을 어떻게 보존할 수 있을까요?

파트 7. 실천하기

- 과제 1: 다른 해양 시스템은 어떻게 연결되어 있나요?
- 과제 2: 건강한 바다를 만들기 위해 우리는 어떻게 기여할 수 있을까요?



Smithsonian Science Education Center

친애하는 부모님, 보호자 및 교육자 여러분,

우리는 전 지구적 공동체로서 많은 도전에 직면하고 있습니다. 때때로 이러한 전 세계적인 문제들은 압도적으로 느껴질 수 있습니다. 우리는 이러한 복잡한 문제들을 이해하는 방법과 이를 개선하기 위해 우리가 할 수 있는 일이 무엇인지에 대해 질문할 수 있습니다. 이 지역사회 대응 가이드는 청소년들이 이러한 질문에 대한 답을 발견하고 이해하며 행동하도록 권장합니다.

2015년까지 여러 해 동안 전 세계인들은 우리가 원하는 세계에 대한 아이디어를 공유하기 위해 함께 노력했습니다. 이러한 아이디어들은 유엔 지속가능 발전목표(United Nations Sustainable Development Goals, SDGs)의 목록이 되었습니다. 이 목표들은 평화로운 사회가 협력하는 세계, 우리가 지구의 환경과 조화롭게 사는 세계, 우리의 경제가 우리의 필요를 충족시키는 세계, 모든 사람에게 공정한 세계를 위한 계획을 드러내고 있습니다.

전 세계의 청소년들이 이 가이드의 활동에 참여함으로써, 그들은 지속가능 발전목표의 기반이 되는 과학을 이해하게 될 것입니다. 그들은 자신의 지식을 지역사회와 공유하고, 지역사회가 정보에 입각한 결정을 내릴 수 있도록 구체적인 방법을 만들고, 이러한 주제에 대한 추가 정보를 찾을 수 있는 최적의 장소를 알게 될 것입니다.

가이드 전반에 걸쳐, 청소년들은 사람들과 지역社会의 공정한 대우에 대해 많은 질문을 할 수 있습니다. 여러분은 이러한 질문들에 대한 답을 모두 알 필요가 없습니다. 여러분이 청소년들에게 제공할 수 있는 가장 중요한 것은 질문하고, 조사하고, 비판적으로, 그리고 체계적으로 생각하고, 종합하고, 행동할 수 있는 기회를 만들어 주는 것입니다. 주변의 청소년들에게 그들이 이 교재의 내용을 배우면서 어떤 느낌을 받고 무엇을 생각하는지 물어보세요.

저는 이 가이드를 개발하는 데 도움을 준 전문가들인 140개 국가의 과학, 공학 및 의학 아카데미 협력체인 국제한림원연합회 (InterAcademy Partnership), 스미스소니언협회의 동료 및 이 가이드에 기여한 외부의 전문가들에게 감사를 표합니다. 그들의 관점과 기술적 지원 덕분에 이 가이드에 실린 과학정보의 정확성을 담보할 수 있었습니다. 또한 저는 이 가이드의 개발자인 하이디 길슨(Heidi Gibson)에게 전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학 프로젝트(Smithsonian Science for Global Goals project)에 대한 그녀의 사려 깊은 기여에 특별한 감사를 드리고 싶습니다.

과학자, 연구원, 부모, 보호자, 교육자, 청소년이 협력하면 모두를 위한 더 나은 세상을 만들 수 있습니다. 이 가이드는 그 거대한 협력을 향한 첫 걸음입니다.

우리와 함께 협력하여 청소년들이 더 나은 세상을 만들수 있도록 영감을 주셔서 감사합니다.

Carroll S. O'Donnell

캐롤 오도넬,
스미스소니언 과학교육센터 센터장



청소년 여러분,

우리는 급변하는 세계에 살고 있습니다. 기후변화로 인한 지구생태계의 변화는 자연환경을 송두리째 바꿀 뿐 아니라, 우리가 살아가는 사회조직의 근간까지도 흔들고 있습니다. 또한, 물질문명의 발전이 일상생활을 편리하게 만들어 준 긍정적인 측면도 있지만, 이에 수반된 극심한 환경오염과 거대한 파괴력은 우리가 이룩한 문명을 심각하게 위협하고 있습니다. 동시에 세계 인구증가에 따른 에너지, 물, 식량 자원의 결핍 문제 해결은 인류가 지속적 발전을 이룩하는데 필요한 추가적 도전 과제입니다. 이를 위해 국제사회는 다각적 노력을 기울이고 있습니다.

최근 미국 스미스소니언협회의 스미스소니언 과학교육센터와 국제한림원연합회는 유엔이 제시한 인류의 지속가능 발전목표 (Sustainable Development Goals, SDGs)를 성공적으로 이룩하기 위한 방안으로 청소년 교육이 시급하게 필요하다는 점을 강조하고 나섰습니다. 잘 아시다시피, 스미스소니언협회는 세계 최대의 박물관, 교육 및 연구 단지로서 “지식의 증가와 확산”을 모토로 설립되었으며, 국제한림원연합회는 세계 150여개 한림원으로 구성된 국제조직으로서 인류 최고의 지성단체 중 하나입니다. 이 두 기관은 미래 세계의 주인공인 젊은 세대에 대한 교육을 위하여 지속가능에 관련된 시리즈 출판물을 2018년부터 출간해 왔습니다 (부록). 이 출판물의 목표는 전 지구적 문제에 대하여 청소년들이 심각하게 인식하고 이해하여, 문제를 개선해 나갈 신중한 행동을 취할 수 있도록 그들을 준비시키는 것입니다. 국제한림원연합회의 회원인 한국과학기술한림원도 미래 인재를 양성하기 위해 과학 교육 및 문화 활동을 수행하는 것을 주요 활동 중의 하나로 표방하므로, 스미스소니언과 한림원은 모두 과학 교육과 관련된 공통적인 지향점을 가지고 있다고 할 수 있습니다.

작년에 출간된 해양가이드(Ocean!)는 단순히 해양과학에 관한 지식을 알려주는 책이 아니라, 청소년들이 지구생태계와 인류 복지를 위하여 바다에 관련된 필요한 행동을 스스로 터득하도록 도와주는 매개체입니다. 유엔의 지속가능 발전목표는 이 세계의 어느 누구도 삶의 복지를 향유하는데 뒤처져서는 안된다는 숭고한 이념입니다. 바다의 문제에서도 마찬가지입니다. 바다를 이용 대상으로만 볼 것이 아니라, 자연세계와 인간사회가 함께 번영하기 위해서 서로 긴밀한 유대를 형성하여 선순환 영향을 미칠 수 있도록 대비해야 모든 인류 개개인이 바다의 혜택을 누리고, 평안한 일상의 삶을 누릴 것입니다.

우리 한림원에서는 여러 후원기관과 더불어 이 책의 한글판을 출간하여, 스미스소니언 웹사이트를 통해 전자 책자를 배포하게 하였고, 우리나라 각급 학교 및 공공도서관에 인쇄 책자를 보급함으로써 누구라도 쉽게 책을 접할 수 있게 하였습니다. 한글판은 여러 환경 및 해양 관련 기관의 도움과 후원으로 출간될 수 있었습니다. 이들 기관은 우리나라의 해양 문제를 해결할 수 있는 가장 강력한 방법이 차세대 해양인의 육성이라는 점을 인식하여, 어려운 경제적 여건에서도 성금을 기탁해 주셨습니다. 우리나라의 청소년들이 이 책을 읽으며 바다에 대한 문제를 새로이 인식하며 행동한다면, 우리 바다는 더욱 건강해지고, 우리 삶에 큰 혜택이 될 것입니다. 또한 이 같은 출판활동은 한국의 많은 해양 관련 기관이 해양과학과 해양교육의 전파를 위하여 이렇게 노력하고 있다는 것을 전 세계 해양 커뮤니티에 보여주는 좋은 계기가 될 것입니다. 마지막으로, 이 책의 번역에 수고해 준 재미 과학자 윤상선 박사님, 편집과 디자인을 담당해 주신 (주)미디어원 관계자 여러분, 국내외 후원자를 탐색하고, 한림원과 스미스소니언 과학교육센터와의

긴밀한 대화를 이끌어주고 책의 감수를 맡아주신 김수암 교수님에게 깊은 감사를 표합니다.



Hoon Taek Lee

이훈택 (Hoon Taek LEE, Acting President),
한국과학기술한림원 원장직무대리

2024년 12월

이 지역사회 연구 가이드에 대해

이 가이드의 목표는 시급한 전 지구적 문제에 대해 청소년들이 신중한 행동을 취할 수 있도록 그들을 준비시키는 것입니다. 신중한 행동은 청소년들이 문제에 대해 배우고, 그것을 더 큰 시스템과 연결하고, 문제의 모든 복잡성을 고려하고, 그것을 해결하는 최선의 방법을 스스로 결정하고, 그 다음 해결책을 실행하는 것을 의미합니다. 이 과정을 통해 청소년들은 특정 문제에 대해 신중한 행동을 취할 준비가 될 뿐만 아니라 자신과 자신의 지역사회에 영향을 미치는 모든 문제에 대해 조치를 취하는 데 필요한 기술을 습득할 수 있습니다.

학습자들은 과학적-사회과학적 조사를 사용하여 지역사회, 과학 원리 및 혁신 가능성을 이해합니다. 그 다음 이 정보를 즉시 적용하여 조사 결과에 근거한 결정을 내릴 수 있습니다. 이 과정에서 청소년들은 깊이 반성하고, 조사하고, 비판적으로 생각하고, 분석하고, 합의를 도출하도록 권장됩니다. 이러한 활동에 참여하면 역량강화와 자율성, 열린 마음과 성찰, 공평성과 정의, 그리고 글로벌-지역 상호연결이라는 중요한 기술을 구축할 수 있습니다. 이러한 지속가능한 태도는 청소년들이 자신의 지역사회와 세계의 미래를 만들어가는 데 적극적인 역할을 할 수 있도록 준비시켜 줍니다.



그림 1.1: 지속가능성에 대한 태도

발견, 이해 및 행동하기 위한 기본 틀

가이드 전반에 걸쳐 청소년들은 발견, 이해 및 행동하도록 권장됩니다. 학습 여정의 세 가지 부분은 다음의 설명과 같습니다.

발견

청소년들은 이미 주변 세계에 대해 많은 정보와 의견을 가지고 있습니다. 이 가이드에서 그들이 그 지식을 출발점으로 사용하도록 권장됩니다. 그들은 이미 알고 있는 것을 발견하고, 어떤 질문을 해야 할지 알아볼 것입니다. 그들은 다양한 관점과 우선순위를 고려하도록 권장받습니다. 이는 청소년들에게 자율성을 부여할 뿐만 아니라, 그들이 탐구하는 주제와 현재 상황을 더 밀접하게 연결해 줍니다.

이해

새로운 정보를 수집하는 것은 과학의 주요 목표입니다. 다양한 방법을 사용하여 이를 수행하면 청소년들이 지속 가능한 지역사회와 관련된 문제를 이해할 수 있습니다. 그들은 문제를 추상적으로 그리고 지역사회의 맥락 내에서 이해해야 합니다. 현실세계의 조사를 설계하고 수행하며 결과를 해석함으로써 청소년들이 과학자처럼 생각하도록 장려합니다.

행동

마지막으로, 청소년들은 기존 지식과 새로 수집한 정보를 모두 적용합니다. 먼저, 그들은 자신의 지역사회를 더 지속가능하게 만들기 위해 자신이 할 수 있는 개인적인 변화를 고려합니다. 그 다음, 팀으로서 청소년들은 무엇을 할 수 있는지, 무엇을 해야 하는지, 무엇을 할 것인지에 대해 의견을 모으게 됩니다. 팀들은 행동을 취한 후, 의도된 결과와 의도치 않은 결과 모두를 반영하여 생각해 봅니다.



그림 2: 전 지구적 목표 행동의 진행

교육법의 변화

이 가이드는 기존의 표준적인 교육 방법과는 크게 다른 느낌이 들 수 있습니다. 이 가이드는:

청소년들이 주도합니다

더 나은 세상을 향해 나아가기 위해서는 모든 청소년의 아이디어, 열정, 그리고 에너지가 필요합니다. 우리는 그들이 살고 싶은 세상을 설계하고 건설하는데 도움을 줄 수 있도록 해야 합니다. 이는 가이드 전반에 걸쳐 청소년들이 무엇을 어떻게 배울지에 대해 정확한 결정을 내리는 것을 의미합니다. 그들의 목표는 자신이 속한 지역사회와 문제를 이해하고 지속 가능한 행동을 취함으로써 더 좋은 지역사회와 세계를 만드는 것입니다.

청소년들이 수집한 자료에 의해 주도됩니다

이 가이드에서 여러분이 가르치는 청소년들은 행동연구자가 될 것입니다. 그들은 자신의 지역 공간에서 지속 가능한 지역사회가 의미하는 바에 대한 정보를 수집할 것입니다. 여기에는 문제를 더 잘 이해하기 위한 과학적 조사와 실험뿐만 아니라 자신의 지역사회를 더 잘 이해하기 위한 사회과학적 방법을 사용하는 것도 포함됩니다. 과학과 사회과학을 사용하여 청소년들은 지속 가능한 해결책에 도달할 수 있습니다.

행동에 초점을 맞춥니다

이 가이드의 목표는 청소년들이 단순히 배우는 것이 아니라 행동하는 것을 돋는 것입니다. 가이드 전반에 걸쳐 청소년들은 조사를 수행하고 그 지식을 사용하여 지역사회에 가장 좋은 행동을 결정할 수 있습니다. 그 다음 그들은 이러한 결정을 실천하고 자신의 행동의 결과를 볼 것입니다.

지역 사회에 맞춤화되었습니다

각 지역사회는 독특합니다. 세계에는 전 지구적 문제가 있지만, 해결책은 지역적으로 작동해야 합니다. 청소년들은 이미 지역사회에 대해 엄청난 지식을 가지고 있습니다. 이 가이드는 그들에게 그 지식을 사용하고 새로운 정보를 찾아내어 자신의 지역사회에서 지속 가능한 해결책을 찾도록 권장합니다.

이 지역사회 연구 가이드의 구조

파트

이 가이드는 총 일곱 개 파트로 구성되어 있습니다. 각 파트는 다른 파트와 서로 유기적으로 작용하여 학습자가 자신의 지역사회를 발전시키는 방법을 이해하도록 돋고, 그 지식을 바탕으로 실질적 행동을 취할 수 있도록 합니다.

그러나 많은 학습 공간에서 시간이 제한적인 요소임을 인식하고 있습니다. 따라서 가이드는 필요한 경우 단축할 수 있도록 유연하게 설계되었습니다. 학습자는 각 파트의 끝에서 이 단축 작업을 직접 수행하도록 안내됩니다. 이 가이드는 학습자에게 가용 시간을 교사와 논의하고 시간을 가장 잘 활용하는 방법에 대해 결정하도록 권장합니다.

과제

각 파트별로 두 가지 과제를 수행합니다. 각 과제는 학습자가 탐구하고 있는 주제의 다른 측면을 검토할 수 있도록 돋습니다. 각 과제에는 발견, 이해, 행동 체계에 해당하는 세 가지 활동이 있습니다. 발견 활동은 학습자가 이미 가지고 있는 지식에 초점을 맞추고, 이해 활동은 새로운 정보 수집에 초점을 맞추며, 행동 활동은 새로운 정보를 분석하고 적용하여 결정을 내리는 데 초점을 맞춥니다. 또한 과제에는 전 세계 전문가들의 관점과 이야기가 포함되어 학생들이 실제 과학자들의 과제와 연결될 수 있습니다.

이 가이드 사용하기

역할

학습자의 역할

학습자는 가이드의 의사 결정자입니다. 그들은 필요한 정보가 무엇인지, 수집한 정보가 무엇을 의미하는지 결정합니다. 그 다음 학습자는 그 정보를 사용하여 행동을 결정하고 실행합니다.

교사의 역할

이 가이드는 학습자들이 자신의 역할에 익숙하지 않을 수 있기 때문에 학습자에게 도전적인 과제일 수 있습니다. 학습자들은 그것을 해야 할지 결정하는 데 도움이 필요할 수 있습니다. 그들을 지원하고 도와주지만 그들을 대신하여 결정하지 마세요. 참을성을 가져야 합니다. 이 가이드가 제시하는 큰 질문에는 정답이 없습니다.

상황에 맞는 가이드 조정

다른 연령

이 가이드는 8세에서 17세 사이의 청소년을 대상으로 설계되었습니다. 이 넓은 연령대 범위는 가능한 한 많은 청소년들에게 이러한 아이디어에 접근할 수 있도록 의도적으로 설정되었습니다. 어린 연령대에 있는 학습자를 가르치는 경우, 조금 더 많은 지원이 필요할 수 있습니다. 예를 들어 다음과 같이 해야 할 수도 있습니다.

- 복잡한 단어 또는 주제에 대한 설명
- 그룹 토론에서 경청과 인내를 장려
- 그룹의 결정 과정을 도움
- 지역사회에서 조사를 계획하거나 조사 팀과 함께 하도록 지원
- 학습자가 계획하는 행동의 실행 가능성을 숙고하도록 도움
- 아이디어를 기록하는 대체 방법 제시

(예: 가이드에서 학습자가 글을 쓰도록 권장하지만 너무 어렵거나 학습자에게 적합하지 않은 경우 언제든지 그림을 그리거나 연기하거나 단순히 아이디어에 대해 이야기할 수 있습니다.)

높은 연령대에 있는 학습자를 가르치는 경우, 가이드의 언어가 약간 단순하게 느껴질 수 있습니다. 그러나 더 복잡한 아이디어를 이해할 수 있는 높은 연령대의 학습자는 문제에 대한 더욱 섬세한 관점을 개발하고 더 광범위한 해결책을 마련할 수 있습니다. 모든 청소년은 발달 단계에 적합한 방식으로 가이드와 함께 참여할 수 있어야 합니다.

다른 교육 자료

우리는 교실 게시판(블랙보드 또는 화이트보드), 종이, 펜 또는 연필과 같은 매우 기본적인 교실 물품을 가지고 있다고 가정했습니다. 만약 학습자의 글을 기록할 수 없다면, 학습자들이 아이디어를 연기하거나 토론하게 할 수 있습니다.

각 학습자에게 지역사회 연구 가이드 인쇄본을 제공할 수 없는 경우, 여러분이나 학습자, 지도자는 단일 인쇄본 또는 디지털 가이드를 큰 소리로 읽을 수 있습니다.



접근성

이 가이드는 폭넓은 접근성을 갖도록 설계되었습니다. 언어, 어조 및 형식은 다양한 학습 스타일을 가진 학습자에게 최대한 포괄적으로 다가가려고 노력했습니다. 하지만 특별한 도움이 필요한 학습자는 교사의 지원이 필요할 수 있습니다. 앞서 언급했듯이 가이드 활동은 교사 또는 학생 스스로 학습자의 능력에 맞게 항상 조정할 수 있습니다.

다른 규칙

각 지역마다 청소년과 개인 정보 보호를 위한 규칙이 다를 수 있습니다.

확장 자료

각 파트와 많은 과제를 위한 추가 활동, 동영상 및 자원이 디지털 형식으로 제공됩니다. Ocean! StoryMap(<https://bit.ly/OCEAN2030>)에서 추가자료를 찾을 수 있습니다.

팀

많은 연구, 의사 결정 및 행동은 팀 단위로 이루어지도록 설계되었습니다. 이 팀은 2~3명의 학습자 그룹에서 전체 학급까지 규모가 다양할 수 있습니다. 교사로서 지역사회 연구 가이드를 시작하기 전에 이 부분을 고려해야 합니다.

- 최소한의 교사 지원만 필요한 의욕적이고 책임감 있는 학생의 경우 학급을 작은 팀으로 나누는 것이 좋습니다. 팀 규모가 작으면 개별 학습자가 자신의 의견을 공유하고 팀 의사 결정에 더 많은 영향을 미칠 수 있습니다. 팀이 작을 경우, 개별 학습자의 관심에 더욱 맞춤화된 경험을 할 수 있습니다.
- 더 많은 지원이 필요한 학생이 있는 경우, 학급을 한 팀으로 유지하거나 성인 한 명당 한 팀을 구성해야 할 수도 있습니다. 성인 한 명당 한 팀만 있는 경우, 학습자가 조사 수행 및 의사 결정과 같은 활동에 참여하는 동안 성인은 학습자를 직접 지원할 수 있습니다. 하지만 팀 규모가 크기 때문에 개별 학습자는 의사 결정 과정에서 의견을 많이 내기가 어렵고, 그룹 활동에 미치는 영향력도 적어집니다.
- 학습자 그룹의 능력이 다양하다면, 여러분은 서로 다른 강점을 가진 학습자들을 한 그룹으로 묶어 구성할 수 있습니다. 이러한 유형의 팀은 학습자가 성인에게 즉각적으로 도움을 요청하는 대신, 학습자들끼리 서로 도울 수 있도록 합니다.

학습자에게 가장 적합한 그룹 규모가 작은 팀인지 큰 팀인지 확실하지 않은 경우 과제 1을 진행하는 동안 학습자를 관찰하는 것이 좋습니다. 이해 활동의 과제 1에서 학습자들은 여러 그룹으로 나뉘어 조사를 수행합니다. 학습자가 교사의 지원 없이도 비교적 제한된 범위 내에서 이 작업을 독립적으로 끝낼 수 있다면, 작은 팀에서 성공할 가능성이 높습니다. 학습자가 이 활동을 완료하는 데 많은 도움이 필요한 경우, 여러분은 그룹 규모를 조정하여 학습자가 지역사회 연구 가이드를 통해 더욱 집중적인 성인의 지원을 받을 수 있게 해야 합니다.

시작하기

참여하는 청소년들에게 학생 여러분에게 보내는 편지를 읽어 줄 것을 권장합니다. 또한 각 파트를 시작하기 전에 지역사회 연구 가이드의 각 파트를 전체적으로 읽어 보는 것도 유용할 수 있습니다. 학습자들이 이 새로운 학습 모험에 대한 열정을 갖도록 격려해 주시기 바랍니다. 학습자들의 아이디어에 대해 열정적으로 반응할 준비를 하십시오.

학생 여러분에게 보내는 편지

친애하는 학생 여러분,

이 지역사회 연구 가이드에서 학생으로 불리는 것은 이번이 마지막입니다. 대신, 여러분은 ‘행동연구자’라는 새로운 역할을 맡게 될 것입니다. 행동연구자들은 자신의 지역사회를 더 좋게 만들기 위해 무엇을 해야 할지 알아내는데 관심이 있습니다. 그들은 과학적 조사를 사용하여 주변의 자연 세계를 이해하는데 도움을 받습니다. 그들은 사회과학 조사를 사용하여 자신의 지역사회의 사람들, 문화 및 역사를 이해하는 데 도움을 받습니다. 그 다음 수집한 정보를 사용하여 자신의 지역사회에서 문제를 해결하는 데 도움을 줍니다. 이 가이드는 이 과정에 대해 더 많이 배울 수 있도록 도와줄 것입니다. 가장 중요한 것은 여러분이 자신의 연구를 통제하고 스스로 결정을 내릴 수 있다는 것입니다.

문제를 해결했던 때를 떠올려 보세요. 먼저 여러분이 원하는 것, 즉 목표를 알아야 했습니다. 그 다음 목표를 달성하기 위해 무엇을 해야 하는지 알아내야 했습니다. 이 가이드도 비슷합니다. 여러분은 지역사회의 목표를 생각한 다음 그 목표를 달성하기 위해 무엇을 해야 할지 알아낼 것입니다.

여러분과 동료들은 팀으로 함께 살고 있는 곳에 대해 이미 알고 있는 정보를 생각해볼 것입니다. 그 다음 여러분은 지역사회와 지역사회의 작동 방식을 조사할 것입니다. 마지막으로, 여러분의 팀은 어떻게 상황을 개선할 것인지 결정할 것입니다. 함께 결정을 실천할 것입니다. 무엇을 해야 할지에 대한 결정을 내리는 것은 때때로 어려울 수 있습니다. 걱정하지 마세요, 이 가이드는 여러분에게 많은 지원을 제공할 것입니다.

이 가이드 사용하기

이 가이드는 지역사회의 문제를 탐구하고 생각하는 데 도움이 되도록 설계되었습니다. 이 가이드는 여러분을 돋기 위한 것입니다. 즉, 언제든지 변경할 수 있습니다.

가이드에 적응하기

이 가이드에서 여러분의 아이디어를 공유하거나 조사를 수행하는 다양한 방법에 대한 제안이 자주 있다는 것을 알게 될 것입니다. 이는 사람마다 생각하고 일하는 방식이 다르기 때문입니다. 예를 들어, 어떤 사람들은 그림을 좋아하고, 어떤 사람들은 큰 소리로 이야기하는 것을 좋아하며, 어떤 사람들은 글을 쓰는 것을 선호합니다. 이 가이드에서도 제안하고 있지만, 제안된 방법은 언제든지 변경할 수 있습니다. 여러분은 토론, 연기, 서명, 이야기하기, 목소리 녹음, 손으로 글쓰기, 컴퓨터로 타이핑, 그림 그리기 또는 여러분이 선택한 다른 방법을 사용하여 아이디어를 공유할 수 있습니다. 팀원 모두를 포함하는 것이 중요합니다.

안전 요령

이 가이드는 익숙하지 않은 것처럼 보일 수 있는 것들을 하도록 요구합니다. 가이드에는 신체적 및 심리적 안전 요령이 포함되어 있습니다. 이는 활동 중에 안전하고 지원을 받을 수 있도록 도와줄 것입니다. 안전을 유지하라는 교사의 지시를 따르도록 하세요.



가이드의 구성

이 가이드는 일곱 개 파트로 구성되어 있습니다. 각 파트에는 두 가지 과제가 있습니다. 각 과제에는 **발견**, **이해**, **행동**이라는 세 가지 활동이 있습니다. **발견** 활동에서는 여러분과 팀이 이미 알고 있는 정보에 대해 생각하는 데 집중할 것입니다. **이해** 활동에서는 새로운 정보를 찾기 위해 조사할 것입니다. **행동** 활동에서는 기존 지식과 새로운 지식을 적용하여 결정을 내림으로써 실천할 것입니다. 처음 사용될 때 생소할 수 있는 단어는 **굵은 서체**로 표시됩니다. 그 다음 각 파트의 끝에 이러한 단어를 정의해 둔 용어사전이 있습니다.

조사

이 가이드에서 연구를 수행하는 사람은 여러분입니다. 이는 종종 여러분이 자신의 질문을 개발하고 이에 대한 가장 좋은 답을 결정한다는 것을 의미합니다. 질문을 개발하고 답하는 것은 과학자들이 주변 세계에 대해 새로운 정보를 찾아내는 방법입니다. 행동연구자로서 여러분은 알아야 할 것을 발견하고 더 많은 정보를 찾기 위해 조사하고 찾아낸 것의 의미를 생각하기 위해 과학자처럼 생각해야 합니다.

자료 정리

이 가이드에서 여러분은 나중에 볼 수 있도록 보관해야 할 일부 서류를 가지게 될 것입니다. 정리를 돋기 위해 폴더, 노트북 또는 과학 저널을 사용할 수 있습니다.

팀

여러분은 연구 팀의 일원으로 다른 동급생들과 함께 일할 것입니다. 여러분의 팀은 함께 조사를 수행하고 결정을 내릴 것입니다. 연구를 수행할 때 팀으로서 알아낼 것이 많을 수 있습니다. 여러분은 창의적이어야 합니다. 항상 명확한, 옳고 그름의 답이 있는 것은 아닙니다. 때로는 팀원들이 동의하지 않을 수도 있습니다. 그래도 괜찮습니다. 단지 팀원들을 존중하면 됩니다. 여러분의 지역사회가 직면한 문제에 대한 올바른 답은 단 하나가 아닙니다. 여러분과 여러분의 팀에게 적합한 답만 있습니다.

시작하기

여러분은 복잡한 문제에 대해 생각할 것입니다. 때때로 이것은 어렵게 느껴질 수 있습니다. 인내심을 가지세요. 여러분은 문제의 다른 부분을 고려하도록 안내될 것입니다. 큰 결정을 내릴 때쯤에는 많은 정보를 가지고 있어야 합니다. 항상 기억하세요, 노력하는 것이 중요합니다. 여러분이 내리는 결정은 여러분의 지역사회를 바꿀 수 있습니다. 여러분은 지역 및 전지구적 공동체를 더 좋게 만들어가는 데 중요한 역할을 하고 있습니다.

지역사회를 더 좋게 만들기 위해 노력해 주셔서 감사합니다.

전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학팀

스미스소니언 과학교육센터

스미스소니언협회



Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!

파트 1: 바다 소개



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 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?파트 1(Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 1)의 개발에 참여한 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. Stella Tsani

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

이미지 출처

표지 - Ashley Wiley | iStock | Getty Images Plus
그림 1.1 - Smithsonian Science Education Center
그림 1.2 - Smithsonian Science Education Center
그림 1.3 - Smithsonian Science Education Center
그림 1.4 - Smithsonian Institution
그림 1.5 - vichuda/iStock/Getty Images Plus
그림 1.6 - Smithsonian Science Education Center
그림 1.7 - Smithsonian Science Education Center
그림 1.8 - andipantz/iStock/Getty Images Plus
그림 1.9 - Mike Henley, Smithsonian
그림 1.10 - okimo//iStock/Getty Images Plus
그림 1.11 - MarineGEO, Smithsonian Institution
그림 1.12 - Smithsonian Science Education Center
그림 1.13 - United Nations



파트 1: 바다 소개

계획서	4
과제 1: 우리는 바다와 어떻게 연결되어 있을까요?	6
발견: 나는 누구이며 나는 바다와 어떤 관련이 있을까요?	6
이해: 바다와 우리 지역사회의 관계는 어떤가요?	9
행동: 우리 지역사회가 바다와 연결되도록 어떻게 도울 수 있을까요?	14
과제 2: 해양 시스템은 무엇이며 왜 중요할까요?	18
발견: 시스템이란 무엇인가요?	18
이해: 어떤 시스템이 바다의 일부인가요?	23
행동: 바다의 긍정적인 미래를 위해 우리는 무엇을 할 수 있을까요?	26
용어사전	32

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: 우리는 바다와 어떻게 연결되어 있을까요?					
발견	개인정체성지도를 만들어 자신을 구성하는 다양한 요소를 표시하고 바다와의 연결을 탐구해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 연필 혹은 펜 		45분	6
이해	바다정체성지도를 만들고 지역사회에서 바다에 대한 구술 역사를 수집하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 칠판 또는 포스터 종이 연필 혹은 펜 미술 공예 재료 (선택사항) 	<u>개인정체성지도</u> <u>구술역사 수집 시간</u>	25분 + 구술역사 수집 시간	9
행동	바다와의 연결을 더 잘 이해할 수 있도록 도와주는 박물관 전시를 기획하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 마커, 펜, 혹은 연필 미술 공예재료 (선택사항) 	<u>개인정체성지도</u> <u>바다정체성지도</u>	25분	14
과제 2: 해양 시스템은 무엇이며 왜 중요할까요?					
발견	익숙한 시스템을 사용하여 시스템 도표를 만들어 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 연필 혹은 펜 		20분	18
이해	작은 것에서부터 큰 것까지, 그림을 도구로 삼아 해양 시스템을 조사 해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 연필 혹은 펜 		25분	23
행동	다양한 관점을 고려하고 바다의 미래를 위한 팀 목표를 설정하세요. 이러한 목표를 사용하여 가이드의 어떤 부분을 사용할지 결정하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 연필 혹은 펜 	<u>바다정체성지도</u>	25분	26

바다! 우리는 바다의 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?

바다(Ocean)는 많은 면에서 우리 행성을 정의합니다. 이 가이드에서는 바다와 여러분의 연결, 그리고 바다가 여러분과 여러분의 지역사회와 어떻게 연결되는지 탐구할 것입니다.

가이드를 사용하면서 여러분은 **행동연구자(Action researcher)**가 되어 각자의 지역사회에서 문제를 식별하고 해결하는 데 도움을 줄 것입니다. 행동연구자들은 먼저 자신의 기존 지식을 **발견**하고, 그 다음 문제를 **이해**하기 위해 조사하고, 마지막으로 학습한 내용을 바탕으로 지역 및 전 지구적 공동체를 개선하기 위해 **행동**합니다.

정보를 기록하고 기억할 수 있도록 여러 장의 종이 또는 디지털 문서를 만들어 보관할 것입니다. 노트북이나 자료철을 사용하여 가이드에서 사용할 문서를 정리할 수도 있습니다.

기억하세요: 이 가이드의 책임자는 여러분과 여러분의 팀입니다. 단계별 지침을 여러분과 여러분의 팀에게 더 잘 맞는 방법으로 변경할 수 있습니다.

과제 1: 우리는 바다와 어떻게 연결되어 있을까요?

우리의 정체성은 우리가 주변 세계에 대해 생각하고 보는 방식에 영향을 미칩니다. 이 과제에서는 먼저 자신의 정체성을 더 **발견**하고 시간에 따라 어떻게 변화했는지 탐구할 것입니다. 그런 다음 각자의 개인사가 어떻게 바다와 연결되는지 살펴볼 것입니다. 여러분의 지역사회와 바다 사이의 연결에 대해 더 **이해**하기 위하여 여러분의 지역사회 정보를 수집할 것입니다. 마지막으로, 바다의 정체성지도 그리기를 시작함으로써 **행동**할 것입니다.



발견: 나는 누구이며 나는 바다와 어떤 관련이 있을까요?

이 가이드에서는 팀원들과 함께 바다와의 연결을 탐구할 것입니다. 바다는 지구 표면의 71%를 차지하는 거대한 바닷물 덩어리입니다. 바다가 무엇인지 그리고 어떻게 여러분과 연결되는지 생각하기 전에, 자신이 누구인지 생각할 필요가 있습니다. 우리 각자의 다른 경험, 배경 및 아이디어는 각자에게 독특한 **정체성(Identity)**을 부여합니다. 여러분의 정체성은 여러분을 자신답게 만드는 것입니다. 우리 각자는 독특한 정체성과 개인사를 가지고 있습니다. 바다 또한 정체성과 역사를 가지고 있습니다. 이 가이드는 바다와 여러분간의 개인적인 관계에서 시작할 것입니다.

- 종이 한 장을 꺼내거나 디지털 문서를 열고 “개인정체성지도”라는 제목을 쓰세요.
- 서류 한 가운데 이름을 쓰거나 작은 자신의 그림을 그려 넣으세요.
- “나는 누구인가?”라는 질문에 대한 답을 생각해 보세요. 아래 목록은 고려할 수 있는 몇 가지 아이디어를 제공하지만, 여러분의 정체성에 중요하다고 생각하는 부분을 선택할 수 있습니다. 여러분은 이 목록에 없는 것도 포함할 수 있습니다.
 - 나이
 - 학교 또는 학급
 - 인종 및/또는 민족
 - 성별
 - 거주 국가 또는 장소
 - 여러분이나 여러분의 가족에게 중요한 국가 또는 장소
 - 여러분에게 중요한 가치관이나 신념
 - 여러분에게 중요한 목표
 - 관심 있는 주제 또는 과목
 - 취미 또는 재미로 하고 싶은 일
 - 신체적 특징 (예: 키가 크고, 검은 머리, 파란 눈, 안경 착용)
 - 성격 특성 (예: 시끄러운, 재밌는, 조용한, 친절한)
 - 가정 내 역할 (예: 큰 누나, 도우미, 사촌)
 - 소속된 그룹

4. 이름 주변에 자신을 정체성을 나타내는 중요한 요소들을 쓰거나 그려 보세요.

5. 그 다음 여러분의 정체성의 일부로 나열한 모든 것에 원을 그리세요. 그림 1.1은 예를 보여 줍니다.



그림 1.1. 개인정체성지도의 예

6. 개인정체성지도 주위에 원을 그려 "바다 연결"이라고 표시합니다. 그림 1.2는 예를 보여 줍니다. 이 원을 사용하여 바다와의 개인적인 연결에 대해 생각하는 데 도움이 될 것입니다.

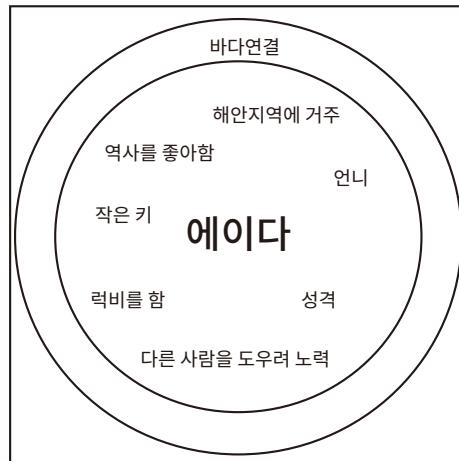


그림 1.2: 바다연결이 추가된 개인정체성지도의 예

7. 정체성의 일부로 나열한 것들을 검토해 보세요. 바다와 연결되는 부분이 있나요? 예를 들어, 서핑을 좋아하거나, 바다에서 나온 재료로 음식을 만드는 것이나 해산물을 좋아한다면, 그 것들도 연결될 수 있습니다. 각 연결을 바다연결원에 그리거나 쓰세요.

8. 개인적으로 바다와의 관계에 포함된 감정이나 신념에 대해 조용히 생각해 보세요. 바다에 직접 간 적이 없더라도 여전히 바다와 관계가 있을 수 있습니다. 다음을 생각해 보세요:

- a. 바다에 대해 어떻게 느끼나요?
- b. 바다 근처에 간 적이 있다면, 그 경험을 어떻게 설명하겠습니까?
- c. 바다에 대한 여러분 개인적 혹은 문화적 신념 혹은 이야기는 무엇이고, 사람들이 바다와 관계하는 방식은 무엇인가요?
- d. 여러분이나 여러분의 지역사회의 다른 사람들이 바다나 바다의 일부를 설명하기 위해 사용하는 특정 단어나 언어가 있나요?

9. 바다와의 관계에 대한 각 부분을 바다연결원에 쓰거나 그리세요.

10. 바다 관련 추억을 생각해 내어 바다연결원에 추가하세요. 예를 들어:

- a. 바다 근처, 바다 위 또는 바닷속에 있었던 기억이 있나요?
- b. 시각예술, 음악, 책, 텔레비전 프로그램 또는 영화를 통해 바다를 경험한 기억이 있나요?
- c. 당신의 개인사와 바다 사이에 연결이 있나요?

11. 파트너에게 돌아갑니다.

12. 파트너에게 바다 관련 추억의 이야기를 들려주고, 차례로 파트너의 이야기를 들어 보세요.

- a. 말하는 사람의 경우: 이야기에 대한 세부 정보와 이야기를 선택한 이유를 공유하세요.
- b. 듣는 사람의 경우: 주의를 기울이고 신중하게 생각하세요. 왜 이 이야기가 중요하고, 다른 사람이 바다에 대해 어떻게 생각하고 느낀다는 것이 무엇을 알려주는지 생각해 보세요.

심리안전요령

추억을 공유하는 것은 매우 개인적인 일입니다. 여러분의 파트너는 여러분이 파트너를 존중하고 그들의 추억을 신뢰한다는 것을 기억하세요. 그들이 이야기하는 것을 주의 깊게 듣고, 그 이야기가 여러분에게 낯설거나 이상하게 느껴지더라도 열린 마음으로 받아들이세요.
만약 어떤 추억을 공유하는 것이 불편하다면 다른 추억을 선택하세요.

13. 개인정체성지도를 보관하세요. 나중에 필요할 것입니다.



이해: 바다와 우리 지역사회와의 관계는 어떤가요?

공동체(Community)는 가족, 반 친구, 선생님, 이웃 등 공통점을 공유하는 사람들의 모임입니다. 공동체는 지역, 국가, 전 지구적 공동체와 같은 공간을 공유할 수 있습니다. 또는 종교, 민족, 공동 관심사와 같은 정체성을 공유할 수 있습니다. 일부 공동체는 많은 사람들을 포함하고 일부는 더 적은 사람들을 포함합니다. 여러분의 정체성지도와 관계를 되돌아 보면 아마도 여러 공동체의 일원임을 깨달을 것입니다.

일부 지역사회는 바다 근처에 위치하고 또 다른 일부는 더 멀리 떨어져 있습니다. 그러나 지역사회가 어디에 있든 관계없이 그곳의 사람들은 바다와 관계가 있습니다. 이 활동에서 여러분은 그러한 관계 중 일부에 대해 더 알게 될 것입니다.

- 팀을 구성하세요. 팀은 전체 반이거나 소규모 그룹일 수 있습니다. 어느 쪽이든 괜찮습니다. 행동연구자로서 여러분은 이 가이드의 나머지 부분 동안 반 친구들로 구성된 팀과 함께 일할 것입니다. 여러분은 여러분의 지역을 이해하고 더 나은 곳으로 만들기 위해 함께 노력할 것입니다.
- 아주 큰 종이를 꺼내거나 교실 게시판 또는 다른 공유 공간을 사용하세요. 이 가이드를 사용하는 동안 이 문서 또는 게시판을 계속 놓아두세요.
- 팀과 함께 종이, 게시판 또는 공간의 중앙에 “바다”라는 단어를 쓰거나 그리세요. 이용 가능한 공간의 약 절반을 차지하는 원을 바다 주위에 그리세요. 이것이 이제부터 여러분의 바다정체성지도입니다.
- 각 팀원에게 마커, 펜 또는 다른 것을 이용해 바다정체성지도에 아이디어를 쓰거나 그릴 수 있도록 해주세요.
- 바다 원 안에 바다에 대해 알고 있거나 이해할 필요가 있다고 생각하는 모든 것을 나열하세요. 원 안에 원하는 만큼 많은 단어나 그림을 추가하세요. 예를 들어 다음에 대한 정보를 나열할 수 있습니다.
 - 바다의 위치
 - 바다를 구성하는 요소
 - 바다의 부분
 - 바다 안팎에서 일어나는 일의 종류
 - 바다의 생물
 - 바다가 변화하는 방식



6. 아래 하나의 바다를 읽으세요. 이 정보를 참조하여 바다정체성지도에 추가하고 싶은 내용이 있다면 지금 추가하세요.

하나의 바다(One Ocean)

이 가이드의 이름이 바다들(Oceans)이 아니라 바다(Ocean)인 것을 눈치챘을 것입니다. 그리고 여러분은 태평양, 대서양, 인도양과 같은 다른 바다의 이름도 알고 있을 것입니다. 그렇다면 왜 바다가 하나뿐이라고 할까요?

세계지도를 생각해 보세요. 여러분에게 익숙한 그 바다들이 서로 분리되어 있나요? 아니요! 우리는 다른 지역의 바다를 각기 다른 이름으로 부르지만, 바닷물과 생물은 이러한 지역 사이를 이동하고 섞입니다. 때로는 바다의 다른 지역 또는 **해양분지(Ocean basins)**를 별도로 명명하여 생각하는 것이 도움이 될 수 있습니다. 그러나 바다는 모두 하나로 연결되어 있다는 것을 기억하는 것이 중요합니다.

7. 바다정체성지도에서 바다원 주위에 또 다른 원을 그리세요. 그리고 “연결”이라고 표시를 하세요.

그림 1.3 예시를 참고하세요.

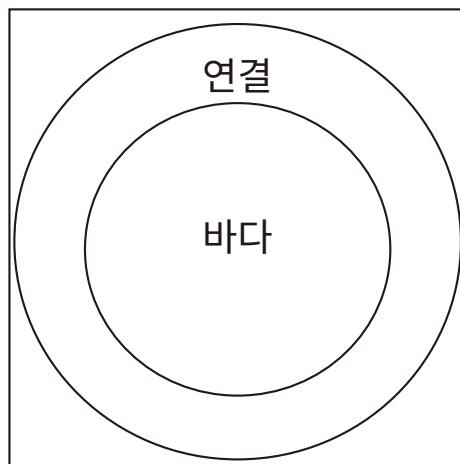


그림 1.3. 바다정체성지도와 바다, 바다연결 원의 예

8. 각 팀원은 자신의 개인정체성지도에서 적어도 하나의 바다 연결을 팀별 바다정체성지도의 연결원에 추가하도록 하세요.

9. 팀원들이 나열한 모든 연결을 검토하세요. 놀라운 것이 있나요? 여러분과 비슷한 것이 있나요?

10. 팀원들과 함께 토론하세요:

- a. 바다에 대해 더 많이 알게 될 때 바다와의 많은 다른 형태의 연결을 생각하는 것이 유용할 수 있는 이유는 무엇입니까?
- b. 바다와의 다양한 경험이 여러분 팀의 연구에 어떻게 도움이 될 수 있을까요?

11. 팀과 함께 지역사회와 바다 사이의 연결을 연구하면서 집중하고 배울 대상이 될 지역사회를 결정하세요. 예를 들어, 도시 또는 이웃 또는 학교의 지역사회를 선택할 수 있습니다. 전체 팀이 참여하고 상호 작용할 수 있는 지역사회인지 확인하세요. 여러분과 팀에게 중요하고 개인적인 느낌이 드는 지역사회를 선택하세요.

12. 구술 역사 지침을 읽으세요.

구술 역사 지침(Oral History Instructions)

사람들과 이야기를 나누고 그들의 과거에 대한 정보를 기록하는 것을 **구술 역사(Oral history)**라고 합니다. 구술 역사를 통해 사람들은 과거의 이야기를 공유할 수 있습니다. 이러한 이야기를 이용하여 지역사회와 바다의 관계에 대한 역사 정보를 수집할 수 있습니다.

파트너와 여러분의 바다에 대한 기억을 공유할 때, 여러분은 이미 소규모로 역사정보를 수집한 것입니다. 이제 각 팀원은 선택한 지역사회를 대상으로 바다에 대한 기억의 구술 역사를 수집할 것입니다. 구술 역사에는 많은 정보가 포함될 수 있습니다. 시간에 따른 변화, 관계 및 그룹에 중요한 것을 보여줄 수 있습니다.

이야기할 대상자 선택하기

- a. 지역사회와 바다의 관계에 대해 가장 많이 알고 있는 사람을 생각해 보세요. 예를 들어, 오랫동안 지역사회에 살았던 노인들, 지역 역사가, 환경 운동가, 결정을 내리는 지도자 또는 지역 **토착(Indigenous)** 그룹의 일원일 수 있습니다. 토착민은 다른 그룹이 도착하기 전 그 지역에 살았던 사람들의 그룹을 의미합니다. 토착민은 때때로 원주민 또는 선주민으로 불립니다.
- b. 지역사회 구술 역사를 수집할 때 가능하면 다양한 정체성을 가진 사람들을 대상으로 하세요. 팀으로서 다양한 연령, 성별, 직업, 소득, 종교, 민족, 지역사회 내 역할 또는 다른 정체성을 가진 사람들과 이야기하려고 노력하세요. 만약 그렇게 하기가 너 어렵다면, 학교에 계신 분들 같은 더 가까운 지역사회 구성원에게서 구술 역사를 수집할 수 있습니다.
- c. 사람들이 정보를 공유할 수 있는 다양한 방법을 생각하고 사람들을 배제하지 않도록 하세요.



d. 구술 역사를 수행하는 데는 시간이 오래 걸릴 수 있어 한 사람만을 대상으로 하여 이야기하기로 결정할 수 있습니다. 괜찮습니다. 팀원 모두가 적어도 한 명과 이야기하면 이 활동을 완료하기에 충분한 정보를 얻게 될 것입니다.

구술 역사를 기록하는 가능한 방법

- a. 구술 역사를 기록하기 위해 청각 또는 시청각 도구를 사용할 수 있습니다.
- b. 공유된 아이디어를 기록하기 위해 글을 쓰거나 그림을 그릴 수 있습니다.
- c. 대면, 전화 또는 인터넷을 통해 사람들과 이야기할 수 있습니다.

구술 역사 수집 요령

- a. 질문에 대한 구술자의 답변을 기록할 수 있는지 허락을 구하세요.
- b. 구술 역사를 팀, 반 또는 지역사회의 다른 사람들과 공유할 수 있는지 허락을 구하세요.
- c. **익명(Anonymous)**으로 진행할 경우 구술자들이 더 이야기하고 싶어할 수 있습니다.
- d. 구술 역사 대상자는 그들의 구술 역사를 들려주는데 도움이 되는 사진, 그림 또는 다른 **물건(Objects)**을 가지고 있을 수 있습니다. 대상자에게 그 물건에 대해 설명해 줄 것을 요청하고 설명을 반드시 기록하세요.
- e. 구술자가 질문에 답하지 않은 경우, 다른 방식으로 다시 질문하는 것을 두려워하지 마세요.
- f. 구술자가 원하는 방식으로 질문에 답하도록 하세요. 인내심을 가지세요. 주의깊게 들으세요. 그들이 요청하지 않은 답변을 할 수도 있다는 것을 이해하세요.

질문 선택하기

지역사회와 바다의 관계를 이해하는 데 도움이 되는 질문 목록을 만드세요. 예를 들어:

- a. 파트너와 공유한 것과 같은 바다에 대한 기억에 대해 물어볼 수 있습니다.
- b. 지역사회의 사람들이 바다에 대해 어떻게 생각하고 느끼는지, 이것이 시간이 지남에 따라 변했는지 물어볼 수 있습니다.
- c. 바다와 그 역사 또는 생물에 대한 지역사회 이야기나 강한 믿음이 있는지 물어볼 수 있습니다.
- d. 또한 다른 질문을 하고 싶을 수도 있습니다.



사람들과 이야기하기 위한 안전 요령

선생님께 지침을 문의하세요. 그들은 지역사회에서 가장 안전한 방법이 무엇인지 알고 있을 것입니다.

⚠ 신체안전요령

구술 역사를 수집할 때 항상 안전하다고 느끼도록 하세요. 언제든지 신뢰할 수 있는 성인이나 반 친구가 함께 할 수 있습니다. 조용한 공공장소에서 구술 역사를 녹음하도록 제안할 수도 있습니다.

⚠ 심리안전요령

지역사회의 다른 사람들과 이야기하는 것은 어려울 수 있습니다. 부끄럼거나 긴장할 수 있습니다. 누군가는 이야기하고 싶지 않다고 말할 수도 있습니다. 괜찮습니다! 그 이유는 당신과 관련이 없습니다. 단지 그들이 공유하고 싶지 않아 할 뿐입니다. 감사의 말을 전하고, 지역사회 다른 구성원으로 넘어가면서 존중을 보여줄 수 있습니다.

13. 구술 역사가 팀에 적합한 조사 방법 같지 않다면, 지역사회와 바다의 관계에 대한 정보를 수집하는 다른 방법을 선택할 수 있습니다. 예를 들어, 책, 동영상,지도, 미술 작품, 오디오 녹음, 이야기 또는 지역사회의 역사에 대한 기타 기록을 사용하여 조사할 수 있습니다. 또는 소셜 미디어 게시물을 통해 디지털 방식으로 정보를 수집할 수 있습니다.
14. 조사를 계획하세요. 해야 할 일과 각 부분을 누가 할지 결정하세요. 예를 들어, 구술 역사를 녹음하는 경우 이야기할 사람을 찾을 사람, 각 사람과 이야기할 사람, 구술 역사를 녹음하는데 도움을 줄 사람을 결정해야 합니다.



심리안전요령

사람들은 이야기하기 어려운 이야기를 할 수 있습니다. 일부 이야기는 듣기 어려울 수도 있습니다. 이야기하는 사람들의 의견이 여러분 의견과 다르거나 여러분을 불편하게 만드는 의견을 가질 수 있습니다. 불편하거나 화가 날 경우 대화를 일시 중지하거나 중단해도 괜찮습니다.

15. 모든 사람이 함께하는 것이 중요하다는 것을 기억하세요. 팀과 함께 작업하는 경우 모든 사람이 안전하고 편안하며 도울 수 있다고 느끼도록 구술 역사를 수집하는 방식을 조정해야 할 수도 있습니다. 그러한 변화는 괜찮습니다! 그러한 변화는 모두가 함께하기 위해 필요합니다. 다음을 고려하세요:
 - a. 시간: 조사가 방과 후에 이루어진다면, 모든 팀원이 참여할 수 있나요?
 - b. 편안함: 구술 역사를 수집하기 위해 지역사회를 돌아다니기로 결정한 경우, 팀원 모두가 안전하며 이 일을 할 수 있다고 느끼도록 하세요. 그렇지 않은 경우, 팀원들이 도울 수 있는 다른 방법은 무엇입니까?
 - c. 위치: 조사가 특정 장소에서 이루어질 경우, 팀원들이 그 장소에 가기 쉬운가요?
16. 팀과 함께 구술 역사를 수집하거나 지역사회와 바다의 관계를 다른 방식으로 조사하세요.
17. 팀과 함께 다시 모이세요.
18. 팀원들이 수집한 역사를 들어 보세요.
19. 팀원들과 논의하세요:
 - a. 우리 지역사회와 바다의 관계에 대해 새롭게 배운 것은 무엇인가요?
 - b. 우리 지역사회와 바다의 관계에서 가장 중요한 부분은 무엇인가요?
20. 조사를 통해 배운 이야기와 아이디어를 나타내는 단어나 그림을 바다정체성지도의 연결 원에 추가하세요.



행동: 우리 지역사회가 바다와 연결되도록 어떻게 도울 수 있을까요?

여러분은 여러분 자신과 여러분의 정체성이 많은 다른 부분으로 구성되어 있다는 것을 배웠습니다. 바다의 정체성도 여러 부분으로 구성되어 있습니다. 여러분은 이미 그 바다 정체성과 여러분과 여러분의 지역사회의 관계를 지도에 표시하기 시작했습니다. 이제 여러분은 감각과 지식을 사용하여 바다의 정체성에 대한 아이디어를 추가하고 공유할 것입니다.

- 사람들에게 바다와 그들의 연결에 대해 보여 주기 위한 박물관 전시물을 만들고 있다고 상상해 보세요. 개인정체성지도와 바다정체성지도를 사용하여 생각해 보세요. 그리고 다음을 고려하세요:
 - 무엇을 포함하겠습니까? 사람들이 바다와의 연결을 깨닫도록 도울 수 있는 특정 물건 또는 물리적 항목이 있습니까?
 - 해양 정체성의 특정 부분을 포함하는 것이 중요할까요?
- 눈을 감고 바다가 감각과 관련되는 방식을 고려하세요. 그것은 어떻게 들리고, 느껴지고, 냄새가 나고, 맛이 나고, 보입니까? 여러분은 바다에 기본 적이 있고 개인적인 경험을 사용하고 있거나, 예술, 비디오, 게임, 음악 또는 다른 자료에서 바다에 대해 수집한 아이디어를 사용하고 있을 수 있습니다. 어느 쪽이든 괜찮습니다.

심리안전요령

팀원 중의 일부는 자신들의 모든 감각을 사용할 수 없거나 사용하고 싶어하지 않을 수 있습니다.
이는 전혀 문제가 되지 않습니다. 바다에 대해서 생각할 수 있는 다른 많은 방법들이 있습니다.

- 박물관 전시물을 만들고 있다면, 방문자들이 감각을 통해 바다에 갔던 경험을 이해하도록 어떻게 도울 수 있을까요?
예를 들어:
 - 소리: 바다는 어떤 소리가 나나요? 음향재생목록과 같은 바다의 소리를 경험할 수 있는 방법이 있나요?
 - 느낌: 바다의 다른 부분은 어떤 느낌인가요? 모래나 조개껍데기 같은 바다와 관련된 다양한 질감을 탐색할 수 있는 기회를 만들 수 있을까요?
 - 냄새: 바다에서는 어떤 냄새가 나나요? 바다의 다른 부분에 다른 냄새가 있나요? 어떻게 그 경험을 만들거나 다른 사람에게 설명할 수 있을까요?
 - 맛: 바다는 어떤 맛이 나나요? 단어, 사진 또는 그림을 사용하여 이러한 맛을 나타낼 수 있을까요?
 - 시각: 바다의 다른 광경이나 색깔은 어떤가요? 바다가 다른 부분에서 어떻게 보일지 주의깊게 생각해 보세요. 어떻게 그것을 공유할 수 있을까요?
- 스미스소니언의 박물관 전시 기획에 대해 더 알고 싶으면 스미스소니언에서는를 읽으세요.



스미스소니언에서는

샌트오션홀(Sant Ocean Hall)은 스미스소니언 자연사박물관의 대규모 상설 전시물입니다. 바다에 대한 박물관 전시물을 갖는 것이 중요한 이유는 무엇입니까?

샌트오션홀 전시물 개발자인 질 존슨(Jill Johnson)은 다음과 같이 설명합니다.

“바다는 행성의 대부분을 덮고 있으므로 지구상에서 가장 큰 환경입니다. 우리는 바다-인간 연결을 많이 가지고 있습니다. 이러한 연결은 매우 긍정적일 수 있지만 해로울 수도 있습니다. 바다의 건강이 위험에 처해 있습니다.”

박물관 전시는 아이디어를 전달하는 데 도움이 됩니다. 질은 다음과 같이 말합니다.

“샌트오션홀은 우리가 바다 자체에 대한 정보와 그것이 우리 행성과 우리의 존재에 얼마나 중요한지 공유할 수 있는 곳입니다. 우리는 사람들이 바다에 대해 더 많이 배울수록 그것을 더욱 소중히 여길 것이라고 생각합니다. 우리는 그들에게 필요한 변화의 일부가 될 수 있는 자원을 제공하고 싶습니다.”

박물관 전시를 기획하기 위해서는 신중하게 생각해야 합니다. 기획자들은 관객과 그들이 알고 싶어하는 것을 파악하고, 그런 다음 이야기를 전달하기 위해 물체를 사용하는 방법을 고려합니다. 사람마다 다른 것에서 흥미를 찾을 수 있으므로 전시 기획자는 전시와 개인적인 연결을 가질 수 있는 다양한 기회를 창출하려고 노력합니다.



그림 1.4: 스미스소니언 자연사 박물관의 샌트오션홀 (Sant Ocean Hall)



이 과정에서 전시 기획자들은 항상 큰 메시지를 염두에 둡니다. 질에 따르면, 샌트오션홀에서 전하고자 하는 메시지는 “바다는 당신을 포함한 모든 생명체에 필수적인 전 지구적 시스템입니다”입니다.

혼자 생각해 보세요:

- a. 박물관 전시를 통해 공유하고 싶은 주요 메시지는 무엇인가요?
- b. 그 이야기를 전하는데 어떤 물건을 사용할 수 있을까요?

샌트오션홀의 전시 기획에 대한 더 많은 정보를 얻으시려면 *Ocean! StoryMap*을 방문하세요.

5. 시간이 있다면 팀과 함께 박물관 전시를 만들어 지역사회의 다른 사람들과 공유하세요.
6. 시간이 없다면 종이를 사용하여 박물관 전시를 그리거나 계획하고 그 종이를 친구, 가족 구성원 또는 다른 사람이나 그룹과 공유하세요.
7. 박물관 전시를 공유하는 사람들에게 전시에 포함되지 않은 다른 연결이 있는지 물어 보세요. 있다면 바다정체성지도의 연결원에 그 연결을 추가하세요.
8. 바다정체성지도를 안전하게 보관하세요. 이 가이드 전체에 걸쳐 계속 추가할 것입니다.

과제 2: 해양 시스템은 무엇이며 왜 중요할까요?

바다는 매우 넓고 복잡합니다. 바다는 서로에게 영향을 미치는 많은 부분으로 구성되어 있습니다. 바다의 이러한 부분들 사이의 관계를 이해하는 가장 좋은 방법 중 하나는 **시스템(System)**으로 생각하는 것입니다. 시스템은 서로 관련된 개별 항목, 생물, 힘 또는 아이디어의 집합체입니다. 시스템의 부분은 종종 서로 의존하며 상호 연결된 전체로 간주될 수 있습니다. 바다는 지구 시스템의 일부이며 바다 자체에도 많은 시스템이 있습니다.

이 과제에서는 먼저 시스템에 대해 이미 알고 있는 것과 시스템의 작동 방식을 **발견**할 것입니다. 그런 다음 해양 시스템의 다른 부분을 **이해**하기 위해 탐구할 것입니다. 마지막으로, 미래에 바다를 보호할 수 있도록 해양 시스템의 어떤 부분을 이해하는 것이 가장 중요한지 결정하여 **행동**할 것입니다.



발견: 시스템이란 무엇인가요?

여러분은 아마도 다양한 시스템에 익숙할 것입니다. 일부 시스템은 사물 사이의 물리적 상호 작용 또는 관계를 설명합니다. 예를 들어, 몸속에는 소화계처럼 여러 신체 부위가 협력하여 음식을 소화하는 다양한 시스템이 있다는 것을 알고 있을 것입니다. 또는 생물과 무생물이 모두 한 지역에서 상호 작용하는 **생태계(Ecosystem)**와 같은 시스템에 대해 들어 보았을 것입니다. 물 순환과 같은 전체 행성에 걸쳐 있는 대규모 시스템에 대해서도 알고 있을 수 있습니다. 시스템은 서로 관련되고 서로 의존하는 다른 부분들로 구성되어 있습니다.

이 활동에서 여러분은 시스템의 작동 방식에 대해 생각할 것입니다. 시스템과 그 상호 작용의 개념을 이해하는 것은 바다에 대한 이해를 구축하는데 매우 중요할 것입니다.

1. 시스템 연결하기를 읽으세요

시스템 연결하기(Linking a System)

여러분은 익숙한 몇 가지 항목 간의 관계에 대해 알고 있는 것을 사용하여 시스템에 대해 생각해볼 것입니다.

- 종이를 꺼내고 “밥 짓기 시스템 도표”라는 제목을 쓰세요. 밥을 짓는 방법을 잘 모르는 경우, 쌀 대신 파스타나 감자로 대체할 수 있습니다.
- 페이지 주변에 “쌀”, “물”, “소금”, “냄비”, “열”이라는 단어를 쓰세요. 그림 1.5의 예시를 참고하세요. 원하는 경우 쌀 대신 “파스타” 또는 “감자”로 대체할 수 있습니다.
- 각 단어 주위에 상자를 그리세요. 상자로 묶인 단어는 시스템의 **요소(Elements)** 또는 부분을 나타냅니다. 사람, 장소, 사물 및 아이디어는 모두 시스템의 요소가 될 수 있습니다. 여기서 다루는 시스템의 요소는 쌀, 물, 소금, 냄비 및 열입니다.





그림 1.5: 쌀, 물, 소금, 냄비, 열을 포함하는 시스템 그림

- d. 다섯 가지 요소를 검토하세요. 이 요소들이 밥을 하는 과정과 관련된 특정 **결과(Result)** 또는 결과를 만들기 위해 연결될 수 있는 방법이 있나요?
- e. 시스템에서 발견한 각 연결에 대해 두 요소 사이의 **관계(Relationship)**를 보여 주는 화살표를 그리세요. 관계는 시스템의 두 개 이상의 요소가 서로 연결되어 있거나 서로에게 영향을 미치는 방법입니다. 때로는 요소에 연결된 관계 또는 화살표가 하나만 있습니다. 때로는 여러 개가 있습니다. 관계가 양방향으로 진행되는 경우, 각 방향을 가리키는 화살표 두 개를 그릴 수 있습니다. 그림 1.6에 표시된 화살표는 예시일 뿐입니다. 식별하는 관계가 다를 수 있습니다.
- f. 밥을 하는 과정 주변의 연결을 설명하기 위해 각 화살표에 단어를 쓰세요. 예를 들어 쌀과 냄비 사이에 “쌀을 냄비에 넣는다”라고 쓸 수 있습니다.

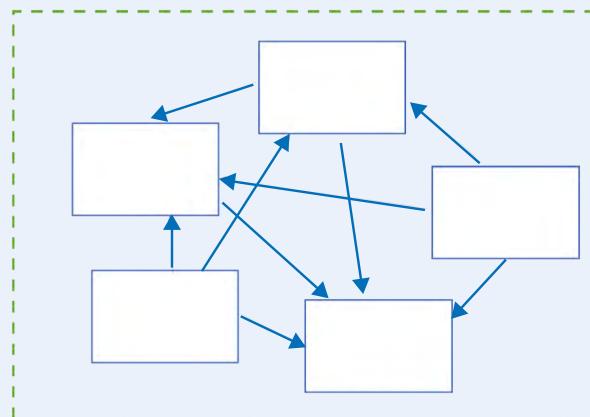


그림 1.6: 밥 짓기 시스템 도표의 예

축하합니다! 방금 여러분은 **시스템 도표(System diagram)**를 만들었습니다. 시스템 도표는 시스템의 요소와 관계를 보여 주어 시스템의 작동 방식을 이해할 수 있는 방법입니다. 또한 시스템이 변화할 때 슨 일이 일어나는지 이해하는 데 도움이 될 수 있습니다. 이 가이드에서는 해양 시스템에 대한 시스템 도표를 만들 것입니다. 여러분은 이러한 도표를 사용하여 시스템의 문제나 변화에 대해 더 많이 배울 것입니다.

시스템 도표가 복잡하거나 지저분해 보여도 걱정하지 마세요. 실제 세계의 시스템은 종종 매우 복잡합니다!

2. 파트너에게 돌아가 시스템 도표를 보여 주세요.
3. 두 시스템 도표를 함께 검토하세요. 요소 간의 관계를 모두 동일하게 표시했나요? 요소 간에 여러 관계가 있을 수 있으므로 관계가 다르더라도 걱정하지 마세요.
4. 시스템 경계짓기를 읽으세요.

시스템 경계짓기(Bounding a System)

방금 여러분이 그린 시스템에 대해 생각해 보세요. 방금 그린 시스템이 주변의 다른 것들과 연결되어 있나요? 물론입니다! 시스템의 각 요소는 다른 시스템과 연결됩니다. 예를 들어, 물은 더 큰 수도관 시스템에 연결된 수도관에 연결된 수도꼭지에서 나왔을 수 있습니다. 밥짓는 시스템도 부엌에서 저녁을 준비하는 사람의 시스템 같은 다른 시스템들 내에 포함되어 있습니다.

한 번에 가능한 한 모든 요소와 관계를 모두 추가하면 시스템이 매우 복잡해집니다. 그러면 문제를 이해하고 식별하기 어려울 수 있습니다. 그래서 사람들은 종종 시스템에 대해 생각할 때 경계를 사용합니다. **경계(Boundary)**는 단순히 생각하고 있는 특정 시스템의 일부가 무엇인지를 정의하는 방식입니다. 이것은 시스템 내 문제를 식별하는데 도움이 될 수 있습니다.

- a. 시스템 도표를 둘러싸는 점선 사각형 또는 원을 그리세요. 이 점선 모양은 시스템의 경계를 나타냅니다.
그림 1.6의 점선이 이 시스템 경계의 예를 보여 줍니다.

경계를 사용한 문제 해결

이제 여러분은 시스템 경계짓기의 기능을 사용하여 문제를 해결할 것입니다. 요리한 쌀(또는 파스타 또는 감자)이 너 딱딱하다면 무엇이 잘못되었을까요?

- b. 시스템 도표를 검토하세요. 각 관계에 대해 그 관계가 설익은 쌀을 만든 문제가 되었는지 아닌지 생각해 보세요. 예를 들어, 설익은 쌀은 쌀과 물 사이의 문제의 결과일 수 있나요? 냄비와 열? 혹은 다른 두 요소 때문일까요?
- c. 문제가 될 수 있는 관계를 나타내는 각 화살표를 식별하고 원으로 표시하세요.
- d. 팀원과 답을 공유하세요. 그들은 여러분이 알아내지 못한 관계에 대한 잠재적인 문제를 발견했나요?
- e. 문제를 해결하려고 할 때 설정된 경계가 있는 시스템을 사용하는 것이 유용할 수 있는 이유는 무엇입니까?

5. 파트너 또는 팀과 함께 시스템 주변에 더 큰 경계를 그리면 어떻게 될지 논의하세요.

- a. 더 큰 경계 내에 무엇이 포함될 수 있습니까?
- b. 쌀이 설익는 문제를 해결하려고 노력할 때, 물이 없다는 것을 깨달았다면 밥을 할 물이 없는 문제를 이해하기 위해 더 큰 경계를 그려야 할까요?

6. 시스템 제거 및 추가를 읽어 보세요.

시스템 제거 및 추가 (System Removals and Additions)

대부분의 시스템은 개방적이며, 따라서 요소가 시스템에 들어가거나 나갈 수 있습니다. 이러한 요소의 드나듬은 시스템을 변화시킬 수 있습니다.

제거(Removals)

이 가이드에서는 시스템에서 제거되거나 나가는 요소를 **제거**라고 부를 것입니다.

- a. 밥 짓기 시스템 도표를 검토하고 요소 중 하나를 제거한다고 상상해 보세요. 그 요소가 없다면 시스템에 어떤 변화가 있을까요?
- b. 다른 네 가지 요소 각각의 제거에 대해 하나씩 생각해 보세요. 시스템이 어떻게 변할까요?
- c. 파트너와 논의하세요:
- 제거할 것이 없으면 시스템을 완전히 변화시킬 요소는 무엇인가요?
 - 시스템을 덜 변화시킬 요소가 있나요?



추가(Additions)

시스템에 추가되거나 들어가는 요소를 **추가**라고 합니다.

- a. 밥 짓기 시스템 도표를 검토하고 그 시스템에 추가할 수 있는 추가 요소 하나를 생각해 보세요.
예를 들어, 다른 것을 냄비에 추가할 수 있을까요?
 - b. 새로운 추가 사항으로 시스템이 어떻게 변할지 생각해 보세요.
 - c. 파트너와 논의하세요:
 - 이 시스템에 대해 생각할 수 있는 새로운 추가 사항은 무엇인가요?
 - 추가는 완전히 새로운 요소일 수도 있고 기존 요소의 더 많은 양일 수도 있습니다. 예를 들어, 추가가 물의 양의 두 배라면 시스템이 어떻게 변할 것이라고 생각하시나요?

시스템 추가 및 제거는 시스템 도표에 추가할 수 있습니다. 그림 1.7은 추가 및 제거를 도식화하는 방법의 예를 보여 줍니다. 방금 고려한 추가 사항 하나와 제거 사항 하나를 밥 짓기 시스템 도표에 추가하세요.

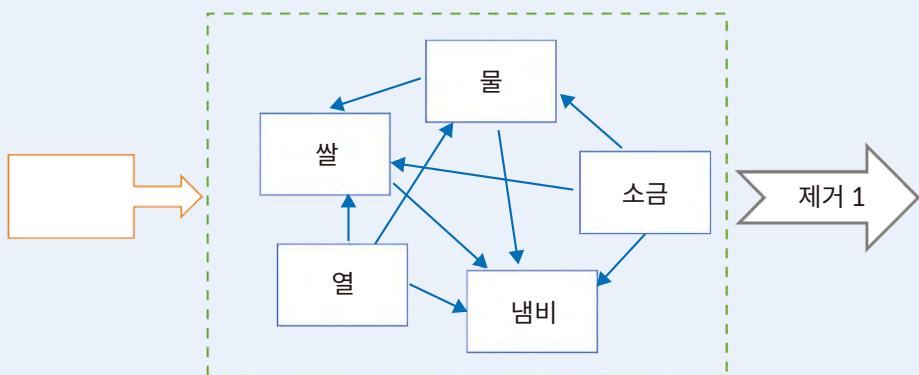


그림 1.7: 추가와 제거를 보여 주는 시스템 도표의 예

7. 시스템 도표를 만드는 방법을 기억하세요. 다음 활동과 이 가이드를 계속 진행하면서 해양 시스템에 대한 더 많은 도표를 만들고 사용할 기회가 있을 것입니다.



이해: 어떤 시스템이 바다의 일부인가요?

해양 시스템은 복잡하고 항상 변화하고 있습니다. 그 안에는 많은 시스템이 있으며, 우리 행성의 많은 시스템 중 일부입니다.

해양 시스템 중에는 **지역화(Localized)**되어 있어 바다의 특정 장소에서만 발견되는 시스템도 있고, 전체 바다에 걸쳐 있는 시스템도 있습니다. 이 활동에서는 다양한 유형의 해양 시스템을 분석할 것입니다.

1. 각 팀원은 종이를 꺼내세요.
2. 종이를 삼등분으로 접으세요.
3. 바다 가장자리의 작은 지역인 **암반 웅덩이(Rock pool)**의 근접 사진인 그림 1.8을 검토하세요. 암반 웅덩이는 조수 웅덩이라고도 할 수 있습니다. 때때로 암반 웅덩이는 물속에 있습니다. 그러나 조수가 나가면 암반 웅덩이의 물과 생물이 바다와 분리됩니다.
4. 종이의 첫 번째 3분의 1에 암반 웅덩이 시스템 도표를 만드세요. 시스템 도표를 그리는 방법을 기억하는 데 그림 1.6을 사용할 수 있습니다.
 - a. 먼저 요소를 추가하세요. 암반 웅덩이 시스템에서 발견한 요소를 최대 다섯 개 선택하세요. 물, 바위, 공기 또는 햇빛과 같은 일부 요소는 잊기 쉽다는 것을 명심하세요. 각 요소 주위에 상자를 그리세요.
 - b. 둘째, 관계를 보여 주는 화살표를 추가하세요. 요소가 서로 연결되거나 서로에게 어떻게 영향을 미치나요? 관계를 보여 주기 위해 각 화살표에 이름을 붙이세요. 모든 관계를 모르더라도 최선을 다하세요.
 - c. 셋째, 경계를 추가하세요. 검토하고 있는 시스템의 경계는 무엇인가요? 경계를 보여 주기 위해 점선을 추가하고 표식을 붙이세요.



그림 1.8: 바다 가장자리의 암반 웅덩이의 근접사진



5. 산호초 근접 사진인 그림 1.9를 검토하세요. **산호초(Coral reef)**는 개별 산호, 물고기 및 많은 다른 종을 모두 포함하는 생태계로, 모두 같은 지역에서 함께 살고 있습니다.

6. 종이의 다음 3분의 1에 산호초 시스템도표를 만드세요. 암반 웅덩이 시스템 도표와 마찬가지로 요소, 관계 및 경계를 추가하세요. 사람이 시스템의 일부가 될 수 있다는 것을 기억하세요. 단계 4 또는 그림 1.6의 지침을 사용하여 도움을 받을 수 있습니다.



그림 1.9: 산호초 생태계

7. 그림 1-10과 같은, **해안(Coast)**에 대해 조사하세요.

8. 삼등분한 종이의 마지막 부분을 이용하여 해안시스템 도표를 만들어 보세요. 이전처럼 여러분의 요소, 관계, 그리고 경계를 넣어 보세요.



그림 1.10: 바다와 육지가 만나는 해안

9. 여러분이 만든 세 개의 시스템 도표를 검토하고 파트너와 논의해 보세요:

- a. 하나 이상의 시스템에 속하는 요소가 있습니까?
- b. 다른 시스템의 요소들 사이의 연결점을 생각해볼 수 있습니까?
- c. 하나 이상의 시스템의 요소들을 묶을 수 있는 다른 경계선을 생각해볼 수 있습니까?
- d. 시스템을 생각할 때, 경계선을 어디에 두느냐에 따라 놓칠 수 있는 관계가 있을까요?

10. 스미스소니언 과학자들이 전 세계의 해양 시스템을 탐구하기 위해 어떻게 협력(Collaborating)하고 있는지 더 자세히 알아보려면 [스미스소니언에서는](#)을 읽어 보세요. 다른 시스템 경계를 가진 해양 시스템에 대해 수집된 자료를 비교하는 것이 유용할 수 있다고 생각하는 이유는 무엇인가요?



스미스소니언에서는

스미스소니언 과학자들은 해양 시스템을 이해하려면 많은 협력이 필요하다는 것을 알고 있습니다. 이것이 스미스소니언의 전구해양관측(Marine Global Earth Observatory, MarineGEO) 네트워크 존재 이유입니다. 이 네트워크를 통해 전 세계 해안의 연구소 연구원들은 같은 방법을 사용하여 해초, 산호초, 굴초(oyster reefs)와 같은 중요한 해안의 해양생물과 생태계에 대한 동일한 유형의 자료를 수집하기 위해 협력하고 있습니다. 그들은 대부분의 해양 종과 대부분의 사람들이 해안 근처에 살기 때문에 이러한 해안 지역에 초점을 맞춥니다. 해안 생태계는 인간과 해양생물 모두의 건강과 생존에 중요합니다. MarineGEO 연구원들은 자료를 공유하고 분석하여 해안 해양 생태계의 변화와 사람들에게 제공하는 이점을 추적합니다.



그림 1.11: 산호초를 관찰하는 MarineGEO 연구원

해안 생물과 생태계의 모니터링을 통해서 MarineGEO 연구원들은 바다가 변화하는 방식을 발견할 수 있습니다. MarineGEO 연구원들은 또한 이러한 변화의 원인을 이해하기 위해 함께 노력합니다. 예를 들어, MarineGEO는 최근 다른 스미스소니언 박물관 및 연구소의 연구원들과 북미와 남미 전역의 동료들과 팀을 이뤄 온난화되는 해수 온도와 바다의 물고기 감소가 다른 해양생물에 어떤 영향을 미치는지 조사했습니다. 그들은 북극 근처의 지역에서 남아메리카 끝에 걸친 연구지역에서 실험을 수행하고 있습니다. 연구팀은 더 높은 온도에서 물고기를 제거하는 것이 해저생태계에 더 큰 영향을 미친다는 결론을 내렸습니다.

전 세계의 바다에서 수집한 자료를 통합하는 것은 연구자들이 바다의 전체 시스템을 이해하는 데, 그리고 바다가 어떻게 그리고 왜 변화하고 있는지를 이해하는 데 도움이 되는데, 이는 혼자의 힘으로는 도저히 불가능한 것인지요.



행동: 바다의 긍정적인 미래를 위해 우리는 무엇을 할 수 있을까요?

사람들은 바다와 그 시스템과 중요한 관계를 맺고 있습니다. 사람들은 바다에 영향을 미치고 바다는 사람들에게 영향을 미칩니다. 이러한 관계는 다양한 **관점(Perspectives)**이나 주변 세계에 대한 사고 방식에서 고려될 수 있습니다. 이 활동에서는 여러분은 사람과 바다 사이의 지속 가능한 관계를 만들 수 있는 요소에 대해 생각해 볼 것입니다. **지속가능하다(Sustainable)**는 것은 다양한 관점을 균형 있게 고려하고 오랫동안 수행할 수 있는 접근 방식을 의미합니다.

1. 의자나 탁자와 같은 주변의 삼차원 물체를 선택하세요.
2. 다른 팀원들이 다른 각도에서 물체를 검사하고 팀원들에게 정확히 엎을 보았는지 공유하세요. 예를 들어, 한 사람은 아래에서 물체를 검사하고, 한 사람은 옆에서, 다른 한 사람은 위에서 검사할 수 있습니다.
3. 다른 팀원들이 물체의 다른 부분을 만져보고 팀원들에게 엎을 느꼈는지 설명하도록 하세요. 예를 들어, 한 사람은 금속 탁자 다리를 만지고, 다른 한 사람은 탁자 가장자리를 만지고, 또 다른 한 사람은 탁자 표면을 만질 수 있습니다.
4. 팀과 토론하세요:
 - a. 다른 팀원들이 물체에 대해 어떤 다른 정보를 공유했나요?
 - b. 한 가지 관점만 사용했다면 무엇을 놓쳤을까요?
 - c. 이 활동은 다른 관점을 생각하는 것이 왜 중요한지를 어떻게 보여 주나요?
5. 다른 관점을 읽어 보세요.

다른 관점(Different Perspectives)

다양한 관점을 통합하여 한 물체를 이해하는 것처럼, 다양한 관점을 고려하여 상황을 이해하는 것도 중요합니다.

상황이 지속가능하려면 균형을 이루어야 합니다. 즉, 한 사람이나 단체의 요구만을 충족시켜서는 안 되며 사람, 다른 생물, 그리고 우리 지구의 필요를 균형 있게 고려해야 합니다. 지속가능성을 생각할 때 사회적, 경제적, 환경적, 윤리적의 최소한 네 가지 관점을 고려하는 것이 중요합니다.

- **사회적**은 공동체 내에서 사람들의 상호 작용에 관한 것입니다. 사람들의 건강, 교육, 문화적 및 공동체적 유대, 그리고 복지가 이 관점에서 가장 중요한 것들입니다.
- **경제적**은 돈, 소득, 부의 사용에 관한 것입니다. 사람들이 일자리와 충분한 돈을 가지고 보장하는 것을 포함한 경제 성장이 이 관점에서 가장 중요한 것입니다.
- **환경적**은 자연 세계에 관한 것입니다. 생물, 자연 시스템, 그리고 지구 자체를 보호하는 것이 이 관점에서 가장 중요한 것입니다.
- **윤리적**은 무언가가 공정하다는 것을 의미합니다. 옳은 일을 하고 모든 사람과 모든 것이 공정하게 대우받는 정의로운 공동체를 갖는 것이 이 관점에서 가장 중요한 것입니다.

6. 팀원들과 함께 종이 한장을 꺼내 네 부분으로 나눕니다. 각 부분에 “사회적”, “경제적”, “환경적”, “윤리적”이라는 표시를 하세요.
7. 여러분의 바다정체성지도를 자세히 살펴보세요. 각 관점에서 바다의 중요한 부분이나 연결에 대해 어떤 **주제(Themes)**나 주요 아이디어를 알 수 있습니까? 예를 들어, 많은 사람들이 바다를 평화의 원천이나 즐거움을 누릴 수 있는 장소로 사용한다는 것을 알 수 있습니다. 그 주제는 사회적 관점의 일부입니다.
8. 눈에 띄는 주제를 해당 관점의 부분에 적어 보세요.



9. 바다정체성지도를 꺼내 두 개의 원을 더 추가하세요. “우려 사항”과 “희망”이라고 표시해 보세요. 그림 1.12의 예시를 참고하세요.

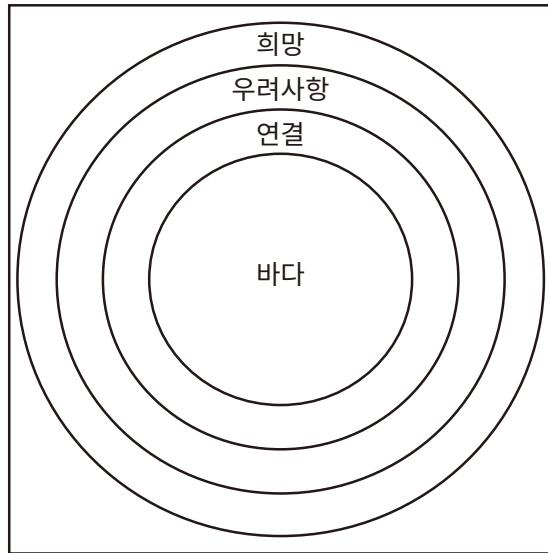


그림 1.12: 바다정체성지도와 4개의 원이 추가된 예

10. 각 관점에 대해 작성한 주제를 검토하세요.

- 각 관점에서 눈에 띄는 우려사항이 있습니까? 있다면 우려사항 원에 적어 보세요.
- 각 관점에서 바다의 미래에 대한 희망은 무엇입니까? 바다의 완벽한 미래는 각 관점에서 어떨까요? 여러분의 아이디어를 희망 원에 적어 보세요.

11. 바다에 대해 다른 희망이나 우려 사항이 있다면 지금 희망과 우려사항 원에 추가하세요.

12. 팀원들과 함께 방금 나열한 희망과 우려사항을 사용하여 바다의 지속가능한 미래를 위한 중요한 목표에 대해 생각해 보세요. 이러한 목표는 “사람들이 계속해서 바다를 중요한 식량원으로 의존할 수 있다”와 같이 계속되기를 바라는 것에 기반하거나, “바다의 플라스틱 오염이 중단된다”와 같이 보고 싶은 변화에 기반할 수 있습니다. 이것이 여러분의 **바다목표 (Ocean Goals)**입니다.

13. 이러한 바다목표를 바다정체성지도의 희망 원 외부의 공간에 나열하세요.

14. 유엔과 지속가능 발전목표를 읽어 보세요.

유엔과 지속가능 발전목표

(The United Nations and the Sustainable Development Goals)

여러분이 방금 생각한 것과 같은 지속가능한 미래를 달성하는 것은 복잡합니다. 지속가능한 미래를 만들기 위해서는 많은 사람들이 여러 곳에서 협력해야 합니다. 많은 사람들이 협력할 때 조직하는 사람이 있는 것이 도움이 됩니다. 유엔(UN)은 전 세계 정부와 사람들이 협력할 수 있도록 설계된 전 지구적 조직입니다.

2015년이 다가오면서 유엔은 전 세계 국가와 사람들에게 더 나은 세상과 더 나은 미래를 상상해 달라고 요청했습니다. 그들은 더 나은 세상으로 가는 데 필요한 가장 중요한 목표를 결정하기 위해 함께 노력했습니다. 그 다음 유엔 국가들은 글로벌 공동체를 위한 이러한 목표에 대해 **합의(Consensus)** 했습니다. 이러한 목표는 **UN 지속가능 발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)** 또는 SDGs라고 합니다. SDGs는 2015년부터 2030년까지 지속되도록 전 세계 사람들이 설계한 전 지구적 목표입니다.



그림 1.13: 유엔 지속가능 발전목표

15. 다른 SDGs를 검토하세요. 여러분의 팀이 바다목표에 나열하지 않은 바다와 사람들의 지속가능한 미래를 위해 중요하다고 생각하는 SDGs가 있습니까? 그 목표들도 중요하다고 생각하십니까? 그렇다면 이러한 목표를 바다정책성지도에 나열된 바다목표에 추가하세요.

16. 경로 선택하기를 읽어 보세요.



경로 선택하기(Picking a Path)

여러분의 바다목표를 위해 가장 중요하게 배워야 할 것은 무엇입니까? 여러분은 파트 1을 거의 마쳤으며 마지막의 파트 7까지 마치고 싶을 것입니다. 이 가이드의 파트 2부터 파트 6까지는 지속가능성과 다양한 해양 시스템을 탐구하는 데 도움이 될 수 있습니다. 파트 2부터 파트 6까지 내용은 다음과 같습니다.

파트 2: 바다와 물: 지구와 바다에서 물 시스템의 움직임과 그것이 해양오염과 어떻게 관련되어 있는지 탐구합니다.

파트 3: 바다와 대기: 해양의 산성도 변화에 관여하는 해양 시스템의 화학을 탐구하고 그것이 해양생물에 미치는 영향을 탐구합니다.

파트 4: 바다와 열: 해양 시스템이 지구의 열을 어떻게 흡수하고 재분배하는지 그리고 온난화되는 바다가 사람들과 해양 시스템에 어떤 의미가 있는지 탐구합니다.

파트 5: 바다와 식량: 해양 먹이망 시스템과 인간의 어획활동을 지속가능하게 만드는 방법을 탐구합니다.

파트 6: 바다와 해안: 해안을 따라 인간과 해양 시스템의 만남과 사람들과 바다의 필요를 균형 있게 맞추는 방법을 탐구합니다.

파트 7에서는 지금까지 배운 것을 통합하여 여러분이 해양 시스템을 보호하기 위한 행동을 계획하고 실행할 수 있도록 도와줄 것입니다.

17. 선생님이나 다른 지도자에게 얼마나 많은 파트를 수행할 시간이 있는지 알아보세요.

18. 모든 파트를 수행할 시간이 없다면 팀원들과 논의하여 바다에 대한 여러분의 희망, 우려, 목표와 가장 밀접하게 관련된 파트를 선택하세요.

19. 팀과 함께 다음에 수행할 파트를 선택하세요.



축하합니다!

파트 1을 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.

결과(Result)	성과
경계(Boundary)	시스템의 가장자리 또는 경계
경제적(Economic)	돈, 소득 및 부의 사용에 관한
공동체(Community)	공간이나 정체성과 같은 공통점을 공유하는 사람들의 집단
관계(Relationship)	시스템의 두 가지 이상의 요소가 서로 연결되거나 영향을 미치는 방식
관점(Perspectives)	주변 세계에 대해 생각하는 다양한 방식
구술 역사(Oral history)	과거에 대해 이야기하는 사람들로부터 정보를 기록하는 것
물건(Object)	물리적 아이템. 물체
바다(Ocean)	지구 표면의 71%를 덮고 있는 큰 염수체. 해양
사회적(Social)	공동체 내에서 사람들의 상호 작용과 관련됨
산호초(Coral reef)	같은 지역에서 함께 사는 개별 산호, 물고기 및 기타 많은 종을 포함하는 생태계
생태계(Ecosystem):	살아있는 것과 비생물이 모두 한 지역에서 상호 작용하는 시스템
시스템(System)	공통 네트워크의 일부로 서로 상호 작용하는 자연적인 것들이나 힘들의 집단
시스템 도표(System diagram)	시스템의 요소와 관계를 보여 주는 방법으로 시스템이 어떻게 작동하는지 이해할 수 있음
암반 웅덩이(Rock pool)	때때로 바다 가장자리의 일부가 물속에 있는 작은 지역; 조수 웅덩이라고도 함
요소(Element)	큰 시스템을 구성하는 일부분
원주민의(Indigenous)	다른 그룹이 도착하기 전에 한 지역에 살았던 사람들의 집단; 원주민은 때때로 First People 또는 First Nations, Aboriginal 또는 Native Peoples라고도 함
윤리적인(Ethical)	공정한 것
익명의(Anonymous)	사람들이 이름을 나열하지 않음
정체성(Identity)	당신을 당신답게 만드는 특성
제거(Removals)	시스템에서 떠나거나 제거되는 것들
주제(Themes)	주요 아이디어
지속가능한(Sustainable)	다양한 관점을 균형 있게 고려하고 오랫동안 지속될 수 있는 접근 방식
지속가능 발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)	유엔 국가들이 만든 더 나은 세상을 위한 17개의 목표
지역화(Localized)	특정 장소에서만 발견됨
추가(Additions)	시스템에 첨가되거나 들어오는 것들
합의 (Consensus)	그룹의 모든 사람에게 적용되는 균형 잡힌 결정
해안(Coast)	바다와 육지가 만나는 지역
해양분지(Ocean basins)	바다의 다른 지역
행동연구자(Action researcher)	지역 및 세계적인 문제를 발견, 이해 및 행동하기 위해 지역사회와 함께 일하는 사람
협업하기(Collaborating)	함께 일하기
환경적(Environmental)	자연 세계에 관한





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

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 지속 가능한 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 교과과정 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 - Ashley Wiley/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, 유역을 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 얕은 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 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

태평양의 먼 외딴 지역까지 여행했음

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

학습설계와 하와이학을 공부함

역사학자, 연구자, 음악가, 미래학자

키 185 cm, 갈색 눈, 암갈색/회색 머리카락

남성

내성적이지만 웃기는 면도 있음

48세

9세, 12세 두 딸의 아버지

하와이 거주

결혼한지 20년 된 남편

환경 시스템에 관심

식재료를 기르고 요리를 좋아함

30여년 간 기타,バス, 신세사이저 연주

가장 중요한 가치는 균형과 정의

역사, 예술, 음악, 인간 잠재성, 미래학에 관심

균형잡힌 삶을 살기위해 과거를 성찰

과제 1: 우리 행성에서 물은 어떻게 움직일까요?

이 과제에서는 지역사회의 수자원 시스템인 수계(물 시스템)를 **발견**하게 됩니다. 바다에 물이 도달했을 때 무슨 일이 일어나는지 **이해**하기 위해 바다를 모델링할 것입니다. 그런 다음 이 정보를 다른 사람들과 공유하기 위해 **행동**할 것입니다.

파트 2를 시작하기 전에, 칼레바의 정체성지도를 조용히 생각해 보고 여러분의 개인 정체성지도와 비교해 보세요.

- 칼레바와 공통점이 있나요?
- 칼레바와 다른 점이 있나요?
- 칼레바의 정체성 중에 바다의 시스템을 이해하는 것과 관련된 것이 있나요?

파트 2 전체를 통해 칼레바가 아이디어와 경험을 공유하는 것을 알게 될 것입니다.

그는 연구를 더 잘하는 방법을 이해하도록 돋거나 그가 했던 연구 중 일부를 공유할 수 있습니다.



발견: 우리 지역사회에서 물은 어떻게 이동하나요?

여러분 주변의 물은 어디에서 오고 어디로 가나요? 물은 육지, 바다, 대기, 그리고 **빙권(cryosphere)**, 혹은 빙하와 같은 물이 얼어붙은 지구상의 여러 장소를 순환합니다. 이 활동에서는 이 시스템이 어떻게 작동하고 지역사회와 어떻게 연결되는지 깊이 생각해 볼 것입니다.

1. 여러분 지역사회 수계의 요소 찾기를 읽고, 지침을 따르세요.

여러분 지역사회 수계의 요소 찾기 *(Searching for Elements of Your Community's Water System)*

조사하고 싶은 지역을 선택하세요. 여러분의 도시나 마을, 이웃 또는 다른 지역을 선택할 수 있습니다. 가능하다면, 물 시스템의 일부로 물이 고여 있거나, 흐르는 장소를 찾아서 선택한 지역을 돌아다녀 보세요. 불가능한 경우, 여러분의 기억, 온라인 사진이나 지도 또는 기타 자료를 사용할 수 있습니다.

- a. 여러분의 팀과 함께 종이 한장을 꺼내거나 디지털 문서를 열고 “바다와 물 시스템 도표”라는 제목을 붙이세요. 파트 1에서 시스템 도표를 만드는 방법에 대해 배운 것을 기억하세요.



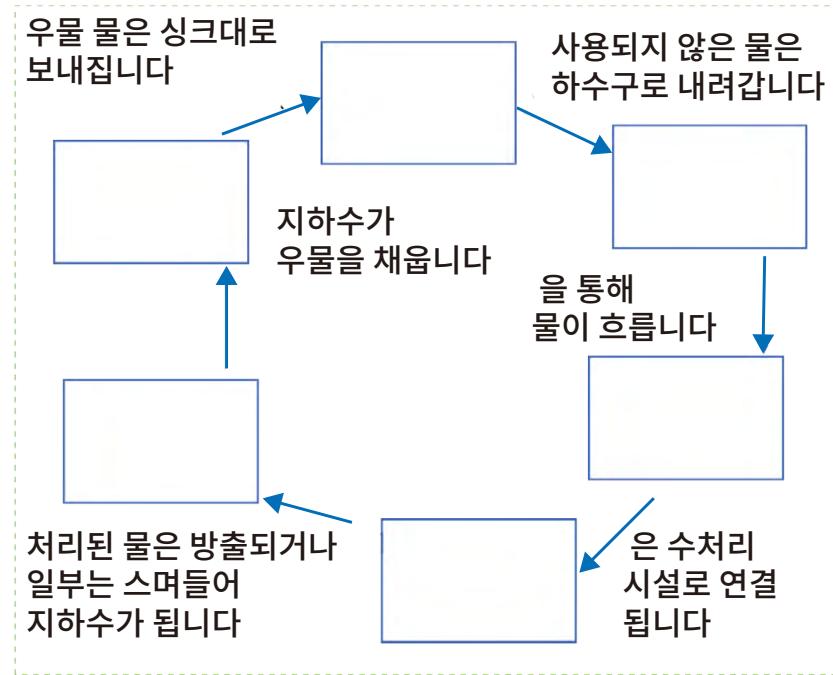
- b. 종이를 반으로 나눕니다. 상단 절반에는 지역사회의 물 시스템을 도표로 표시할 것입니다. 나중에 하단 절반을 사용하여 지구의 물 시스템을 도표로 표시할 것입니다.
- c. 다른 공간을 돌아다니며 물을 사용하거나 이동하거나 저장하는 물건을 찾아보세요. 그림 2.1은 몇 가지 아이디어를 보여 줍니다. 가능하다면, 찾아보세요:
- 내 요소: 예를 들어, 싱크대나 세탁기
 - 건물 주변의 외부 요소: 예를 들어, 건물 측면의 홍통이나 빗물받이통
 - 지역사회의 다른 인공 건축물 요소: 예를 들어, 물이 흐르는 파이프, 도로 배수구, 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 길어올려져 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.



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



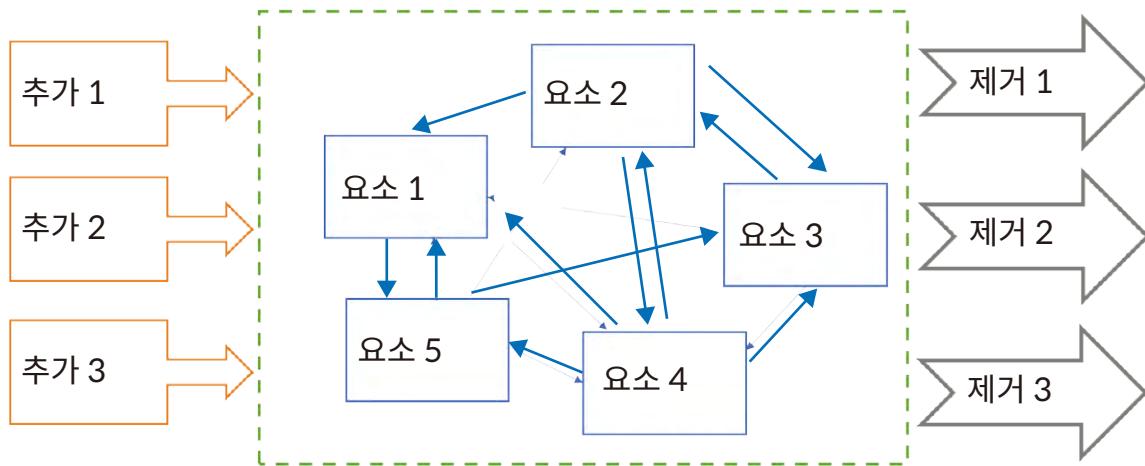


그림 2.3: 추가와 제거를 보여 주는 시스템 도표의 예

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 필요하면, 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.
- 지역사회에도달하기 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 적어두세요.
- 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.
- 어떤 도시의 물 시스템 제거가 여러분 지역사회 물 시스템의 추가 사항이 될 수 있나요?
 - 상류에 있는 원으로 표시된 도시를 살펴보세요. 상류 사람들의 선택이 당신에게 어떤 영향을 미치나요?
 - 어떤 도시의 물 시스템 추가가 여러분 지역사회 물 시스템의 제거가 될 수 있나요?
 - 하류에 있는 원으로 표시된 도시를 살펴보세요. 당신의 선택이 하류 사람들에게 어떤 영향을 미치나요?
 - 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 쪄기 모양의 지역입니다. 이 토지 시스템은 자연과 인간의 상호 연결성을 보여 줍니다. 아후푸아의 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.



9. 물 순환을 읽고 안내를 따르세요

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 엇일까요?
- 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.

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

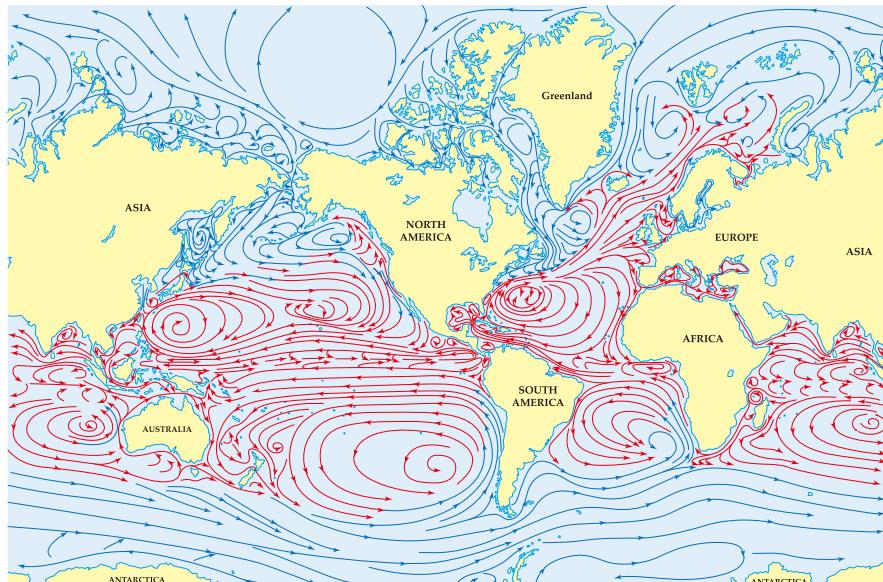


그림 2.6: 해양의 표면해류 지도

- 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 같은 경로를 항해했던 조상들의 전설, 기억인 이야기(*mooolelo*)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 아래로 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 맷은 깊은 정서적 및 문화적 연결을 드러내며, 지속 가능한 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, 지속 가능한 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 지역사회의 누군가를 한 명 선택하세요. 그 사람에게 여러분 지역사회의 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 **발견할** 것입니다. 여러분은 바다의 **생물(Organisms)**에 미치는 오염의 영향을 더 잘 **이해하기** 위해 조사할 것입니다. 그런 다음 여러분이 발견한 오염 문제를 개선하기 위해 **행동할** 것입니다.



발견: 어떤 오염물질이 내가 살고 있는 지역에서 유래할까요?

수로로 유입되는 오염물질의 종류는 다양합니다. 물 위에 떠 있는 플라스틱 용기나 비닐봉투처럼 눈에 잘 띠는 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 통하여 바다로 유입되는 많은 경우에 대해 배웠습니다. 이 과제에서는 먼저 오염물질이 물과 섞이는 과정을 모델링하고, 그런 다음 여러분의 지역사회에서 오염물질의 증거를 찾을 것입니다.

- 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.

- 과제 1에서 사용한 물이 담긴 용기를 꺼내세요. 이것이 모델의 수로가 될 것입니다.
- 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, 담배꽁초, 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 불어서 바람을 모델링해 보세요. 물에 도달하나요?
- 물 뿌리개나 손에 든 물컵을 사용하여 물을 흘려 비를 모델링하세요. 비가 쓰레기를 물로 씻겨내릴 수 있나요?

해양 쓰레기(Marine debris)는 여러분이 플라스틱을 물에 직접 넣어 모델링한 것처럼, 때로는 수로나 바다에 직접 버려집니다. 때로는 방금 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 들어가나요?

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 돋는 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/StoryMap을 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 꽁초 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 설명과 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 지역사회의 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?

- 그림 2.6으로 돌아가 팀원들과 함께 지역사회의 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?
- 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 틸(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 불어 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 온 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 골, 물고기, 게, 해초와 같은 해양생물을 먹습니다.
바다거북 (Sea Turtle)	바다거북은 먼 거리를 이동할 수 있지만 비교적 은 연안 해역에서 자주 발견됩니다. 다른 바다거북 좋은 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 골부터 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

- b. 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.
- c. 돌아다니며 다른 사람들의 표지판을 살펴보세요. 대표하는 생물과 관련이 있는 것 같으면 근처에 서거나 앉으세요.
- d. 서로 연결된 생물의 줄을 만들고 그 줄에 서거나 앉으세요.

5. 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.
6. 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.
7. 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 얹하게 하여 수영, 먹이활동, 비행을 어렵게 할 수 있습니다. 동물들은 실수로 플라스틱을 먹을 수도 있는데, 이는 그들을 질식시키거나 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 너 작아서 일부는 동물의 혈류나 조직에 들어갈 수 있습니다. 미세플라스틱은 독성이 있을 수 있으며 해양생물과 사람의 건강에 영향을 미칠 수 있습니다. 플랑크톤, 여과성식 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, 얹힘, 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 깃털이 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 너 많아서 눈에 보이는데, 녹색이나 붉은색으로 보일 수 있습니다. 일부 유형은 독성이 있을 수 있습니다.

조류가 너 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 보여 주세요. 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 삿갓조개('Opīhi) 개체수가 감소하는 것은 종종 수질오염과 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 한장을 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.
- 지역사회 주변 지역을 청소하세요.
 - 수로로 유입되기 전에 유출수를 정화할 수 있도록 수로 가장자리에 식물을 심으세요. 물이 천천히 땅속으로 스며들 수 있도록 식물이 있는 낮은 지역을 만드세요.
 - 수로와 그 안에 있는 모든 오염물질이 바다로 도달한다는 것을 사람들에게 알리는 표지판이나 다른 방법을 만들어 보세요.
 - 발견한 오염에 대해 사업체나 지역 정부에 이야기하세요.
 - 여러분이 만든 표지판을 이용해서 오염의 유형과 오염이 사람이나 해양생물에게 미치는 영향을 다른 사람들에게 가르쳐주세요.
 - 오염 문제를 해결하는데 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 수행하는데 필요한 단계를 나열하세요. 다음 사항을 고려하세요:
- 정보를 공유해야 하는 경우 언제, 어디서, 누구와 공유할 것인가?
 - 무언가를 해야 하는 경우 무엇을 어디서 해야 하는가?
 - 팀원 외 다른 사람의 참여가 필요하다면 그들과 어떻게 소통할 것인가?
 - 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 지속 가능한 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 이를 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 돋는 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 수집하는데 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 돋는 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 수계에 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





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!



파트 3:
바다와
대기

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 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?파트 3(Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 3)의 개발에 기여한 모든 분들의 노력에 감사드립니다. 그들은 이 저작물의 품질을 최고로 만들기 위해 자신의 전문 지식을 제공하였습니다. 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. Luiz Drude Delacerda

연구 멘토
Dr. Rebecca Albright

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

이미지 출처

표지 - Ashley Wiley/iStock/Getty Images Plus; Damocean/ iStock/Getty Images Plus

그림 3.1 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.12 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.2 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.13 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.3 - VectorMine/iStock/Getty Images Plus

그림 3.14 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.4 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.15 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.5 - Damocean/iStock/Getty Images Plus

그림 3.16 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.6 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.17 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.7 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.8 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.9 - Smithsonian Science Education Center

그림 3.10 - David Klinges

그림 3.11 - Smithsonian Science Education Center





파트 3: 바다와 대기

계획서	70
과제 1: 해양 시스템은 지구의 대기를 어떻게 조절하나요?	73
발견: 대기는 어떻게 우리 지역사회와 바다를 연결하나요?	73
이해: 지구의 탄소와 산소 순환에서 바다는 어떤 역할을 하나요?	76
행동: 지구의 대기를 조절하기 위해 어떻게 긍정적인 역할을 할 수 있나요?	87
과제 2: 해양 산성화를 어떻게 예방할 수 있나요?	89
발견: 이산화탄소 증가는 어떻게 해양의 화학적 변화로 이어지나요?	89
이해: 산성화된 바다는 해양 생태계에 어떤 영향을 끼치나요?	94
행동: 해양 산성화를 어떻게 막을 수 있을까요?	97
참고문헌	101
용어사전	102

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: 해양 시스템은 지구의 대기를 어떻게 조절하나요?					
발견	마음챙김을 통해 호흡과 바다와 연결하고, 지구의 산소 생산에 대한 자료를 검토하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 펜 또는 연필 	<u>바다와 물 시스템 도표</u>	20분	73
이해	탄소순환에 대해 배우고, 대기 중 탄소에 대한 자료를 검토하고, 블루카본 저장고를 조사하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 가능하면 투명한 종이 펜 또는 연필 블루카본 게임 카드 가위 색깔 테이프 (선택사항) 20개 품목 2세트 종이 클립, 작은 틀, 블록 등 	<u>바다와 대기 시스템 도표</u> <u>바다정체성지도</u> <u>알아차리기,</u> <u>생각하기,</u> <u>궁금해하기</u>	40분	76
행동	대기 중 이산화탄소를 줄이기 위한 행동 방안에 대한 다른 관점을 고려해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 펜 또는 연필 	<u>바다와 물 시스템 도표</u> <u>바다정체성지도</u>	15분	87



활동	내용	재료와 기술	추가 재료	소요시간	페이지
과제 2: 해양 산성화를 어떻게 예방할 수 있나요?					
발견	지역사회의 이산화탄소 배출량을 반영하고, 대기 중 이산화탄소가 해양 산성화로 이어지는 과정을 조사하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 투명한 플라스틱 또는 종이컵 4개 (선택 1과 2를 시행한다면 5개) 마커 자연적 pH 지시자 (붉은 양배추, 블루베리, 랩스베리, 블랙베리, 포도 혹은 자두, 등) 와 끓는 물과 여과기, 혹은 pH 미터 혹은 pH 시험지 식초, 레몬쥬스 같은 산 베이킹 소다 같은 염기 선택 1: 빨대 선택 2: 호일, 플라스틱 랩 (클링 필름) 	<u>바다와 물 시스템 도표</u>	45분	89
이해	산성화된 바다가 해양생물의 패각/껍데기에 미치는 영향을 조사하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 껍질 5개(굴, 홍합, 혹은 달걀, 등) 투명한 유리 혹은 플라스틱 컵 5개 작은 전자 저울 (선택 사항) 마커 식초와 레몬 주스와 같은 식초 물 	<u>바다정체성지도</u> <u>바다와 대기 시스템 도표</u>	30분 + 밤샘 + 15분	94
행동	해양 산성화에 대한 합의를 도출하고 이에 대응하는 행동을 취하세요.	<ul style="list-style-type: none"> <u>바다정체성 지도</u> <u>바다와 대기 시스템 도표</u> 	<u>바다정체성지도</u>	25분 + 행동 시간	97



연구 멘토를 소개합니다.

연구 멘토 루베카 올브라이트(Rebecca Albright) 박사를 만나 보세요. 루베카(*Ruh-BEH-kah*라고 발음합니다)는 지구의 해양과 대기 시스템에 대해 더 잘 이해할 수 있도록 도와줄 연구 멘토입니다.

루베카는 캘리포니아 과학 아카데미의 큐레이터입니다. 그녀는 해양 산성화와 그것이 산호초에 미치는 영향을 연구합니다. 또한 아카데미의 ‘산호초를 위한 희망계획(Hope for Reefs Initiative)’을 공동으로 이끌고 있습니다. 루베카는 해양생물학 및 수산학 박사 학위를 가지고 있습니다. 또한 그녀는 자신의 정체성의 다른 부분에서 비롯된 지식과 관점도 가지고 있습니다. 루베카는 이제부터 여러분과 함께할 것이기 때문에, 그녀가 누구인지 이해하는 것이 중요합니다.

루베카의 정체성지도

여성

오하이오에서 성장함

언니 한 명

학습설계와 하와이학을 공부함

두 자녀(아들과 딸)의 엄마

캘리포니아 과학원 큐레이터

모치라는 고양이 한 마리 소유

호주에서 3년간 거주함

환경 시스템에 관심

살사 댄스를 좋아함

그림 그리기를 좋아함

좋아하는 색깔은 보라색과 녹색

등산 등의 야외활동을 좋아함

도미니카공화국의 이중언어 학교에서 가르침



과제 1: 해양 시스템은 지구의 대기를 어떻게 조절하나요?

어떤 사람들은 바다를 “지구의 허파”라고 부릅니다. 그러나 인간의 허파(산소를 흡수하고 이산화탄소를 생성함)와 달리 바다는 이산화탄소를 흡수하고 산소를 생성합니다. 이 과제에서 여러분은 지역사회의 대기와 바다 사이의 연결에 대해 더 많이 발견할 것입니다. 그런 다음 지구의 대기와의 관계에서 바다에서 일어나는 현상을 이해하기 위해 조사할 것입니다. 마지막으로, 여러분은 사람들이 이 시스템의 더 긍정적인 부분이 되도록 행동할 것입니다.

파트 3의 나머지 부분을 시작하기 전에, 루베카의 정체성지도에 대해 조용히 생각해 보고 여러분 자신의 개인정체성지도와 비교해 보세요.

- 루베카와 공통점이 있나요?
- 루베카와 다른 점이 있나요?
- 루베카의 정체성 중에 바다의 시스템을 이해하는 것과 관련된 것이 있나요?

파트 3 전체를 통해 루베카는 여러분과 아이디어 또는 경험을 공유할 것입니다. 그녀는 여러분이 연구를 더 잘하는 방법을 이해하도록 도와주거나, 그녀가 한 연구 중 일부를 공유할 수 있습니다.



발견: 대기는 어떻게 우리 지역사회와 바다를 연결하나요?

대기(Atmosphere)는 지구를 둘러싸고 있는 가스의 혼합물입니다. 수십억 년 전, 지구의 대기에는 산소가 거의 없었습니다.

시간이 지남에 따라, **남조류(Blue-green algae, Cyanobacteria)**라 불리는 해양생물에서 **광합성(Photosynthesis)** 과정이 시작되었습니다. 광합성은 이제 초목, 조류, 그리고 일부 박테리아 종에 의해 사용됩니다. 광합성은 이산화탄소를 흡수하고 산소를 생성합니다. 시간이 지남에 따라 광합성 과정을 통해 지구 대기의 일부인 산소가 증가했습니다.

오늘날 산소는 지구 대기의 약 21%를 차지합니다. 이 산소는 사람을 포함한 지구상 대부분의 생물의 생존에 필수적입니다. 우리는 대기에서 공기를 들이마십니다. 산소를 흡입하면서 이산화탄소를 생성합니다.

이것은 광합성 과정과는 반대입니다.

바다가 하나이듯이 대기도 하나입니다. 지구의 다른 지역에서 생성된 산소, 이산화탄소, 그리고 다른 가스는 모두 섞여서, 마치 바다의 물이 시간이 지남에 따라 섞이는 것처럼 섞입니다. 이 활동에서 여러분은 대기와 해양 속에 있는 산소와 이산화탄소 사이의 시스템과 균형에 대해 생각해 볼 것입니다.

1. 편안한 장소를 찾아 앉으세요.
2. 선생님 혹은 팀의 한 사람이 천천히 마음 챙김: 바다와 함께 호흡하기를 소리 내어 읽습니다. 지시 사항을 따르세요.



마음 챙김: 바다와 함께 호흡하기 (Mindfulness: Breathing with the Ocean)

몸을 편안하게 하고 눈을 감으세요.

깊게 숨을 들이쉬었다가 내쉬세요. 제가 말하는 동안, 편안한 속도로 계속 숨을 들이쉬고 내쉬세요.

숨을 들이쉬며 공기가 주변 공간에서 폐로 흘러들어 가는 것을 상상하세요.

그 공기 중의 산소가 폐를 통해 몸속으로 들어가는 것을 상상하세요.

몸의 기능을 가능하게 해주는 산소에 감사하세요.

몸에서 생성된 이산화탄소가 폐를 통해 몸 밖으로 나가는 것을 상상하세요. 이산화탄소는 필요하지 않습니다. 내쉬세요.

가장 가까운 식물을 생각해 보세요. 나무, 풀잎, 덩굴, 관목, 심지어 잡초라고 불리는 것일 수도 있습니다. 그 녹색 식물이 여러분의 이산화탄소를 흡수하고 산소를 내뿜는 것을 상상하세요. 식물에서 나오는 산소를 들이마시고 식물이 사용하는 이산화탄소를 내쉬세요. 몇 번 숨을 쉬며, 여러분과 주변 식물 사이의 균형을 상상하세요.

마음속으로 더 멀리, 여러분 지역사회의 끝까지 가 보세요. 여러분의 공동체의 모든 식물이 이산화탄소를 흡수하고 산소를 생산하고, 여러분의 공동체의 모든 사람과 다른 동물들이 산소를 들이마시고 이산화탄소를 내뿜는 것을 상상하세요. 들이쉬고 내쉬세요. 균형을 이루세요. 공기는 섞이고 있습니다. 가장자리도 경계도 없습니다.

이제 생각을 바다로 넓혀보세요. 지구에서 생산되는 산소의 약 절반은 바다에서 나옵니다. 바다의 해초, 맹그로브, 그리고 켈프 숲을 상상하세요. 그들이 생산하는 산소를 들이마시고 그들이 사용하는 이산화탄소를 내쉬세요.

플랑크톤(Plankton), 즉 조류, 표류하는 식물, 박테리아를 상상하세요. 그들은 지구상의 어떤 것보다 더 많은 산소를 생산하고 있습니다. 그들이 주는 산소를 들이마시세요. 눈에 보이지 않을 정도로 작은 것들이 생명을 잊게 해 주는 산소를 생산한다는 데 대해 감사하세요.

몇 번 더 숨을 들이쉬고 내쉬세요. 숨을 천천히 되돌리는 것을 상상하세요. 먼저 여러분의 지역사회로, 그 다음 가장 가까운 식물로, 마지막으로 여러분이 시작한 곳인 여러분 자신에게로. 어떤 생물은 산소를 필요로 하고 이산화탄소를 생성하고, 어떤 생물은 이산화탄소를 필요로 하고 산소를 생성하는 시스템의 균형에 감사하세요. 여러분은 이 시스템의 일부입니다.

준비되면 눈을 떠 보세요.



3. 종이 한장을 꺼내서 “바다와 대기 시스템 도표”라고 표시합니다.
4. 방금 생각한 지구 대기 시스템의 요소들을 생각해 보세요. 마음 쟁김: 바다와 함께 호흡하기를. 다시 읽어서 상기시킬 필요가 있다면 다시 읽어 보세요. 사람들, 여러분 지역사회의 다른 생물들, 그리고 바다의 다른 생물들을 떠올려 보세요.
5. 생각한 각 요소에 대해 이름을 적고 주변에 사각형을 그리세요. 사람들도 포함시키세요. 또한 여러분의 지역사회에서 적어도 한 가지의 다른 생물과, 플랑크톤을 포함하여 바다에 살고있는 두 가지의 다른 생물을 포함하세요. 도움이 필요하다면 그림 3.1의 시스템 도표의 사례를 참조하세요.

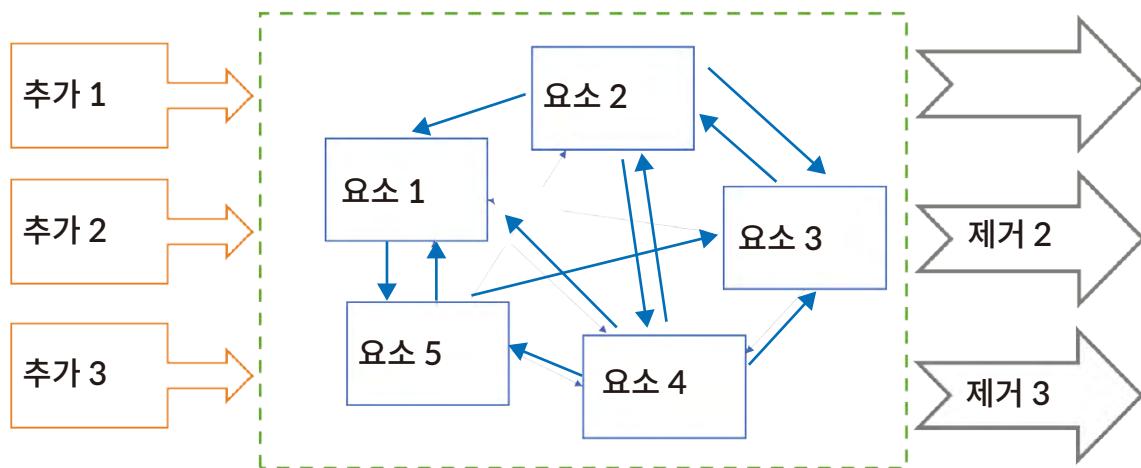


그림 3.1: 요소, 관계, 경계, 추가, 제거를 포함하는 시스템 도표의 예

6. 여러분의 시스템에서 요소들 사이를 산소가 어떻게 이동하는지 생각해 보세요. 그 움직임을 보여 주기 위해 화살표를 그려서 표시를 해 보세요.
7. 여러분의 시스템에서 이산화탄소가 요소들 사이를 어떻게 이동하는지 생각해 보세요. 그 움직임을 보여 주기 위해 화살표를 그려서 표시를 해 보세요.
8. 파트너에게 돌아가서 논의하세요: 어떤 생물은 이산화탄소를 생산하고 어떤 생물은 산소를 생산하는 것이 왜 중요할까요?
9. 그림 3.2의 원형 차트를 살펴보세요.

지구의 산소 생산

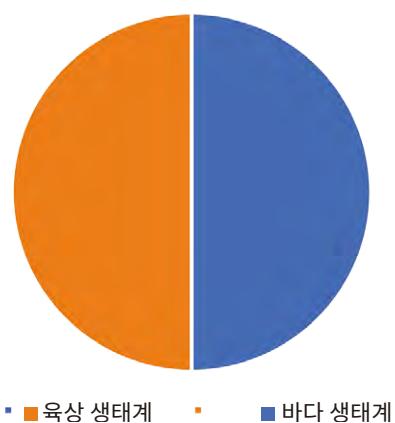


그림 3.2: 지구 산소 생산에 대한 육상 생태계와 해양 생태계의 기여를 보여 주는 도표



10. 각 팀은 종이 한 장을 꺼내어 혹은 교실 칠판을 사용하여 세 개의 열을 만들어 봅니다. 이 열들에 “알아차리기(Notice),” “생각하기(Think),” “궁금해하기(Wonder)”라고 표시합니다.

11. 각 팀은 다음 질문들을 논의하고 답을 기록하세요.

a. 알아차리기: 그림 3.2에서 무엇을 알아차렸나요? 놀랍거나 중요해 보이는 것이 있나요? 알아차리기 열에 아이디어를 기록하세요.

b. 생각하기: 어떤 유형의 생태계가 산소를 생산하는지 아는 것이 왜 중요하다고 생각하나요? 그림 3.2에서 여러분의 바다와 대기 시스템 도표에 빠진 중요한 요소가 있다고 생각하나요? 생각하기 열에 아이디어를 기록하세요. 여러분의 바다와 대기 시스템 도표에 빠진 중요한 요소를 추가하세요.

c. 궁금해하기: 그림 3.2를 보고 난 뒤 궁금한 것이 있나요? 예를 들어, 바다와 대기 시스템에 대해 궁금하거나, 산소를 생산하는 요소가 더 적다면 우리의 대기에 무슨 일이 일어날지 궁금한가요? 궁금해하기 열에 아이디어를 기록하세요.

12. 사람, 대기, 바다 사이의 연결에 대한 루베카의 생각을 읽어 보세요.

13. 여러분의 바다정체성지도를 꺼내세요. 여러분이 숨 쉬는 공기와 바다 사이의 연결에 대해 배운 것을 생각해 보세요. 연결 원 안에 그 연결을 나타내는 단어, 이미지, 그림 또는 다른 것을 추가하세요.

루베카가 말합니다…



우리가 숨 쉬는 산소의 약 절반(두 번 호흡할 때마다 한 번씩)은 주로 바다에서 나옵니다. 작고 미세한 조류, 즉 **식물플랑크톤(Phytoplankton)**이 광합성을 통해 이산화탄소, 햇빛, 물을 유기물로 바꾸고 그 과정에서 산소를 방출하는 것입니다.



이해: 지구의 탄소와 산소 순환에서 바다는 어떤 역할을 하나요?

바다의 광합성 생물은 산소를 생산하는데, 이 산소는 대기와 바다와 육지의 다른 생물 사이를 순환합니다. 탄소는 또한 대기와 많은 다른 탄소 흡수원 사이를 순환하는데, **탄소 흡수원(Carbon sinks)**은 탄소를 저장하는 환경이나 생물을 말합니다. 지구에서 가장 큰 탄소 흡수원은 실제로 바닷물입니다. 과제 2에서 이것에 대해 더 많이 배울 것입니다. 바다의 생물도 중요한 탄소 흡수원입니다. 이 활동에서는 지구의 **탄소순환(Carbon cycle)**의 최근 변화에 대해 더 자세히 조사할 것입니다. 또한 해양 생태계가 탄소순환에서 하는 역할에 대해 생각해 볼 것입니다.

- 여러분의 바다와 대기 시스템 도표를 꺼내어 기존 요소들을 원으로 둘러싸세요. 이 원을 “생물”이라고 표시합니다.
- “바다,” “육지,” “대기,” “화석연료”의 네 가지 새로운 요소를 생물 원 주위에 추가하세요.



3. 탄소순환을 읽고, 바다, 육지, 대기, 생물, 화석연료 사이를 탄소가 이동하는 방식을 알게 될 때마다, 바다와 대기 시스템 도표에 그 움직임을 표시하기 위해 화살표를 그려서 라벨을 붙이세요.

탄소순환(The Carbon Cycle)

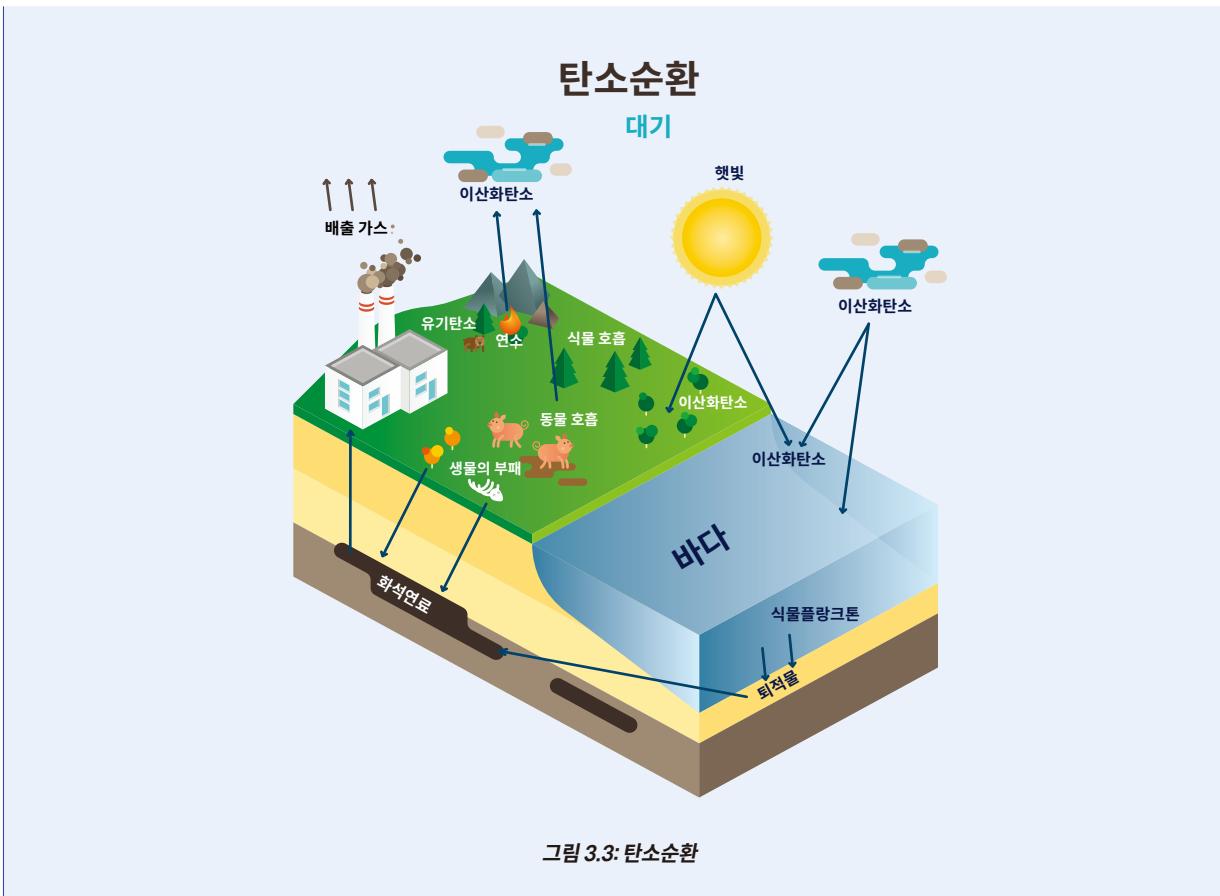
탄소순환은 생물, 바다, 육지, 대기 사이에서 다양한 형태의 탄소가 순환하는 과정입니다. 그림 3.3은 탄소순환을 나타내는 그림입니다.

모든 생물은 탄소를 포함하는 분자로 이루어져 있습니다. 각 생물은 탄소 흡수원 역할을 합니다. 생물이 죽어 분해되면, 일반적으로 탄소는 이산화탄소로 다시 공기 중으로 방출됩니다. 일부 이산화탄소는 공기에 남아 있고 일부 이산화탄소는 바닷물에 용해됩니다.

그러나 때로는 생물체의 탄소가 육지나 바다 아래에 묻히기도 합니다. 생물체가 공기로부터 격리되면, 특히 물속에 묻힌 경우에는 **분해(Decompose)**되지 않을 수 있습니다. 이것을 **탄소 저장(Carbon storage)**이라고 합니다. 수 만 년에 걸쳐 열과 압력이 가해지면 묻혀 있던 탄소를 석유, 천연 가스, 석탄과 같은 **화석연료(Fossil fuels)**로 변형시킬 수 있습니다. 석유와 천연가스는 일반적으로 바다의 플랑크톤이 죽어 **퇴적물(Sediments)**에 의해 해저에 묻혔을 때 형성되었습니다. 석탄은 일반적으로 늪의 식물과 동물이 죽어 늪 바닥의 퇴적물에 의해 묻혔을 때 형성되었습니다. 이러한 화석연료는 애초에 바다나 늪에서 형성되었지만, 오늘날 건조한 육지나 심지어 사막처럼 과거 형성되었던 환경과는 매우 다른 장소에서 발견되기도 합니다.

화석연료의 탄소는 수 만년 동안 지구 대기에서 격리되어 왔습니다. 그러나 지난 150여년 동안 사람들은 이러한 화석연료를 에너지원으로 많이 사용하기 시작했습니다. 화석연료가 연소되면 많은 에너지를 방출하여 자동차를 움직이게 하거나 전기를 생산하거나 집을 데우는 등의 일을 하는 데 사용합니다. 화석연료를 태우면 이산화탄소와 다른 **온실가스(Greenhouse gases)**도 대기 중으로 방출됩니다. 이러한 방출된 가스를 **배출 가스(Emissions)**라고 합니다. 온실가스는 이산화탄소나 메탄 같은 가스로, 열을 가두어 대기를 더 따뜻하게 만듭니다. 화석연료와 기타 잠재적인 에너지원에 대한 자세한 정보는 **에너지!(Energy!)** 가이드를 참조하세요.





- 파트너에게 돌아가서 여러분의 바다와 대기 시스템 도표를 비교하세요. 탄소가 생물, 대기, 육지, 바다, 화석연료 사이를 이동하는 방식을 추적할 수 있나요? 탄소순환 전체를 갖고 있는지 서로 확인하세요. 질문이 있으면 탄소순환을 다시 읽어 보세요.
- 1750년과 2020년 사이의 대기 이산화탄소(파란 선)와 이산화탄소 배출량(주황색 선)을 보여 주는 그림 3.4의 그래프를 살펴보세요.

배출 가스 (1751-2022)와 지구 대기 이산화탄소의 비교

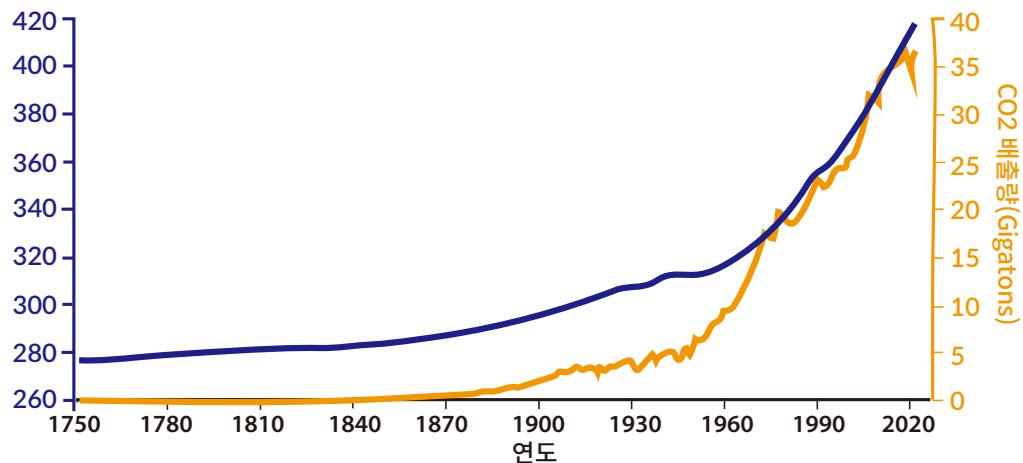


그림 3.4: 시간에 따른 대기 이산화탄소의 변화

6. 알아차리기, 생각하기, 궁금해하기문서를 꺼내어 이 질문들에 답하세요.

a. 알아차리기 열에 다음 질문에 대한 답을 기록하세요

- 1750년에서 2020년까지의 이산화탄소(CO_2) 배출량(주황색 선)에서 무엇을 알아차렸나요?
- 1750년에서 2020년까지의 대기 이산화탄소(CO_2)에 대해 무엇을 알아차렸나요(파란 선)?
- 두 선의 관계에 대해 무엇을 알아차렸나요?

b. 생각하기 열에 추가적인 대기 이산화탄소의 영향에 대한 아이디어를 기록하세요. 이 대기 이산화탄소는 바다와 대기 시스템에 새로운 추가물입니다. 대기 이산화탄소의 양이 증가함에 따라 시스템에서 무엇이 변할 수 있다고 생각하나요?
바다와 대기 시스템 도표의 요소와 관계를 사용하여 생각해 보세요.

c. 궁금해하기 열에 그림 3.4을 보고 궁금한 점을 기록하세요. 예를 들어, 이산화탄소 증가가 어디서 오는지 또는 지구에 어떤 의미가 있을지 궁금하나요?

7. 블루카본이란 무엇인가?를 읽어 보세요.

블루카본이란 무엇인가?(What is Blue Carbon?)

여러분이 배운 것처럼, 탄소순환을 통해 식물은 이산화탄소를 흡수하고 저장합니다. 이 식물들이 죽으면, 일반적으로 그 안의 탄소는 분해되면서 대기 중으로 되돌아갑니다.

그러나 맹그로브, 해초 밭, 염습지와 같은 해안 습지에서는 특별한 일이 일어납니다. 해안 퇴적물에는 산소가 부족합니다. 즉, 식물과 다른 생물의 탄소는 실제로 분해되지 않고 수 년 또는 수천 년 동안 진흙 속에 묻혀 있습니다. 같은 크기의 지역을 비교할 때, 이러한 유형의 생태계는 육지의 숲보다 탄소 저장에 더 효율적일 수 있습니다. 이러한 해양 탄소 저장을 때로는 **블루카본(Blue carbon)**이라고 합니다.



그림 3.5: 수면 위와 아래의 맹그로브

하지만 문제가 있습니다. 이러한 생태계가 교란되거나 파괴되면, 많은 양의 탄소가 대기 중으로 빠르게 방출될 가능성이 있습니다. 이것을 때로는 **탄소 폭탄(Carbon bomb)**이라고 합니다.



8. 블루카본 게임을 준비하기 위해 필요한 카드를 만들어 보세요. 그림 3.6의 카드를 인쇄할 수 있습니다. 프린터가 없다면 종이 또는 카드보드에 단어를 써서 카드를 만들어 보세요. 카드를 잘라서 15개의 개별 카드를 만들어 보세요.

<p>여러분은 새우 양식장을 짓고 싶습니다. 여러분은 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 2 맹그로브 공간 <u>획득:</u> +2 사람 점수</p>	<p>맹그로브는 치어들이 자라기 좋은 장소입니다. 이는 어업활동을 하는 지역민에게 도움이 됩니다.</p> <p><u>보드에 최소한 3개의 맹그로브가 있다면</u> <u>획득:</u> +2 사람 점수</p>	<p>새 리조트를 짓고 싶다면 여러분은 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 3개의 연결 공간 (맹그로브나 빈 공간) <u>획득:</u> +3 사람 점수</p>
<p>여러분은 새우 양식장을 짓고 싶습니다. 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 1 맹그로브 공간 <u>획득:</u> +1 사람 점수</p>	<p>맹그로브는 좋은 숯의 재료가 됩니다. 여러분은 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 1 맹그로브 공간 <u>획득:</u> +1 사람 점수</p>	<p>여러분은 바다 근처에 사는 것을 좋아하여 바다 근처에 집을 짓고 싶습니다. 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 2개의 연결 공간 (맹그로브이거나 빈 공간) <u>획득:</u> +2 사람 점수</p>
<p>여러분은 지역정부를 위해 해안복원을 관리합니다. 어떤 이들은 맹그로브를 보존하고 싶어 하지만 어떤 이들은 이를 원치 않습니다. 다음의 선택을 할 수 있습니다:</p> <p><u>변화:</u> 1 빈 공간이나 사용된 공간을 맹그로브로 바꾸기 <u>획득:</u> 0 사람 점수</p>	<p>여러분은 맹그로브를 복원하고자 하는 생태학자입니다. 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>변화:</u> 1개의 빈 공간이나 사용된 공간을 맹그로브로 바꾸기 <u>획득:</u> +1 사람 점수</p>	<p>여러분은 균형을 회복하려는 환경운동가입니다. 다음의 선택을 할 수 있습니다:</p> <p><u>변화:</u> 1개의 빈 공간이나 사용된 공간을 맹그로브로 바꾸기 <u>획득:</u> +1 사람 점수</p>
<p>여러분은 관광객의 맹그로브 탐구를 돋는 생태 관광 회사를 운영하고 있습니다:</p> <p><u>보드에 최소 3개의 맹그로브가 있다면:</u> <u>획득:</u> +2 사람 점수</p>	<p>여러분의 지역에서 사업체들은 더 많은 상품을 생산하고 있으며, 여러분은 상품을 새로운 시장으로 보내기 위해 항구를 건설해야 합니다. 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 3개의 연결 공간 (맹그로브나 빈 공간) <u>획득:</u> +3 사람 점수</p>	<p>여러분은 연료로 화목을 사용하며, 주변에 맹그로브가 있습니다. 화목용으로 맹그로브를 모으려면 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 1 맹그로브 공간 <u>획득:</u> +1 사람 점수</p>
<p>여러분이 가주하는 도시가 확장을 하고 있어 집들과 가게를 짓기 위해 새로운 공간이 필요합니다. 건설을 원한다면 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 2 연결 공간 (맹그로브나 빈 공간) <u>획득:</u> +2 사람 점수</p>	<p>사람들은 해안가를 따라 운전하는 것을 좋아합니다. 도로를 건설한다면 여러분은 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 2개의 연결 공간 (맹그로브나 빈 공간) <u>획득:</u> +2 사람 점수</p>	<p>여러분은 농장을 소유하고 있으며 작물에 물을 주기 위해 담수를 끌어오고 싶습니다. 이러한 유입은 바다의 염분을 변화시켜 맹그로브에 해를 끼칠 수 있습니다. 다음을 선택할 수 있습니다:</p> <p><u>사용:</u> 1개의 맹그로브 공간 <u>획득:</u> +1 사람 점수</p>

그림 3.6: 블루카본 게임 카드(Blue Carbon Game cards)



9. 블루 카본 게임을 읽고 팀원과 게임을 하세요.

블루카본 게임(Blue Carbon Game)

이제 맹그로브를 예로 들어 블루카본에 대해 더 많이 배우기 위해 게임을 해 보겠습니다. 이 게임은 2-5명이 함께 하는 것이 가장 좋습니다.

준비

- 그림 3.6에서 만든 블루카본 게임 카드를 섞으세요.
- 각 참가자는 개인 점수를 추적하는 데 도움이 되는 스크랩 종이 또는 다른 것을 꺼내세요.
- 조각 모으기: 각각 20개의 작은 아이템 두 세트가 필요합니다. 이 아이템은 종이 클립, 작은 돌, 블록 또는 쉽게 구할 수 있는 어떤 것이 될 수 있습니다. 이 아이템 중 한 세트는 맹그로브 조각이 될 것입니다. 다른 세트는 사람들이 만든 것을 나타내는 건축 조각이 될 것입니다.
- 게임판 만들기: 20개의 공간이 있는 보드가 필요합니다. 종이에 20개의 직사각형으로 나누어 그릴 수 있습니다. 색 테이프와 테이블을 사용하여 20개의 공간으로 나눌 수도 있습니다. 방금 모은 게임 조각이 공간에 맞는지 확인하세요.
- 보드 설정: 게임 보드의 20개 공간 중 10개에 10개의 맹그로브 조각을 놓으세요. 이 공간은 서로 옆에 있거나 퍼져 있을 수 있습니다. 그림 3.7이 그 예시를 보여 줍니다.

X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

그림 3.7: 게임 설정의 예. X표시는 맹그로브 조각을 나타냅니다.



게임하기

f. 목표는 가능한 한 많은 사람 점수를 얻는 것입니다. 각 참가자는 자신의 사람 점수를 추적합니다.

g. 5년 또는 5 라운드가 있습니다. 매년:

- 먼저 원을 돌며 각 참가자가 차례로 진행합니다.
- 둘째, 탄소 점수를 계산합니다.
- 셋째, 연간 이벤트 섹션을 읽고 지시 사항을 따릅니다.
- 마지막으로, 블루카본 게임 카드를 다시 섞고 다음 라운드를 시작합니다.

여러분의 차례

a. 블루카본 게임 카드를 선택하세요.

b. 카드의 지시 사항을 따르거나 아무것도 하지 않을 것을 선택할 수 있습니다.

c. 블루카본 게임 카드 지시 사항:

- 사용: 공간을 사용하기로 선택한 경우, 그 공간에 건축 조각을 추가하세요. 공간이 비어 있으면 건축 조각을 추가하기만 하세요. 공간에 맹그로브 조각이 있는 경우, 건축 조각으로 교체하세요. 라운드 중에 제거된 맹그로브 조각을 함께 보관하여 연말에 계산할 수 있습니다.
- 변경: 공간을 변경하기로 선택한 경우, 그 공간에 맹그로브 조각을 추가하세요. 공간이 비어 있으면 맹그로브 조각을 추가하기만 하세요. 공간에 건축 조각이 있는 경우, 맹그로브 조각으로 교체하세요. 맹그로브 조각을 추가하는 경우, 이전 라운드에서 제거한 것과 같은 조각을 사용하지 마세요.
- 획득: 획득한 사람 점수를 스크랩 종이에 추가하세요.

d. 블루카본 게임 카드를 버리고 다음 참가자가 차례를 시작합니다.

탄소 점수 계산

e. 각 참가자가 본인 차례를 수행한 후, 점수 계산자를 선택하여 그룹의 탄소 점수를 계산하세요.

f. 1년차(첫 번째 라운드) 이후, 점수 계산자가 탄소 점수표를 만듭니다. 그림 3.8에 표시된 점수표를 인쇄하거나 빈 종이 또는 교실 보드에 유사한 점수표를 만드세요. 이 점수표는 게임 내내 사용될 것입니다.



연도	대기 중 탄소 잔액	초과 탄소 잔액	탄소 폭탄 (당년에 여러분이 제거한 맹그로브)	블루카본 저장 (연말에 남은 맹그로브의 숫자)	잉여 탄소 잔액
1	10	0			
2	10	(1년도로부터)			
3	10	(2년도로부터)			
4	10	(3년도로부터)			
5	10	(4년도로부터)			

그림 3.8: 탄소 점수표

g. 연말에 다음을 계산하세요:

- 연중 제거된 맹그로브 조각의 수. 이 숫자를 탄소 폭탄 열에 기록하세요.
- 게임 보드에 남아 있는 맹그로브 조각의 수. 이 숫자를 블루카본 저장 열에 기록하세요.

h. 계산하세요:

- 더하기: 대기 중 탄소(항상 10) + 이월 초과 탄소 잔액(1년차에는 0, 이후 이전 연도의 숫자를 가져옴) + 탄소 폭탄
- 빼기: 블루카본 저장
- 전체 방정식: (대기 중 탄소 + 이월 초과 탄소 잔액 + 탄소 폭탄) - 블루카본 저장 = 초과 탄소 잔액

i. 계산한 숫자를 해당 연도의 초과 탄소 잔액 아래에 기록하세요. 또한 이 숫자를 다음 연도의 이월 초과 탄소 잔액 열에 적으세요. 초과 탄소가 1보다 작으면 계산에 그 음수를 사용하세요.

연간 이벤트

j. 방금 완료한 연도의 그림 3.8에서 연간 이벤트를 읽고 지시 사항을 따르세요.



1년 후: 초과 탄소 잔액이 0 이하인 경우, 축하합니다. 탄소 균형을 맞췄습니다. 빈칸이 있는 경우, 숲이 확장됨에 따라 새로운 맹그로브 사각형을 만드세요.
2년 후: 열대성 폭풍이 지역을 강타하지만, 맹그로브가 폭풍 해일로부터 지역을 보호하는 데 도움이 될 수 있습니다. 맹그로브가 8개 미만인 경우, 각 참가자는 2명의 사람 점수를 잃거나, 2명 미만인 경우 보유하고 있는 만큼의 점수를 잃습니다.
3년 후: 대기 중 과잉 탄소로 인해 온도가 상승하고, 이로 인해 해수면이 상승합니다. 이 라운드가 끝날 때 초과 탄소 잔액이 5 이상인 경우, 상승하는 해수면으로 인해 피해를 입은 후 2개의 맹그로브를 제거하세요. 제거된 맹그로브를 4년차의 탄소 폭탄 아래에 기록하세요.
4년 후: 대기 중 과잉 탄소로 인해 온도가 상승하고, 이로 인해 더 극심한 날씨로 이어집니다. 이 라운드가 끝날 때 초과 탄소 잔액이 5 이상인 경우, 강력한 열대성 폭풍이 지역을 강타하여 맹그로브에 피해를 줍니다. 2개의 맹그로브를 제거하고 각 참가자는 2명의 사람 점수를 잃습니다.
5년 후: 대기 중 과잉 탄소로 인해 온도가 상승하여 사람들이 불편해지고 작물 재배가 어려워집니다. 이 라운드가 끝날 때 초과 탄소 잔액이 5 이상인 경우, 각 참가자는 3명의 사람 점수를 잃습니다.

그림 3.9: 각 라운드 후 읽을 연간 이벤트

k. 계속 게임을 해서 5년을 완료하세요.

l. 각 참가자가 모든 사람 점수를 더하세요.

게임 후 팀과 토론하세요:

- a. 누가 가장 많은 사람 점수를 가졌나요? 그에 대해 어떻게 생각하나요?
- b. 5년 말까지 걱정되는 것이 있었나요?
- c. 이 지역사회와 다른 사람들이 가질 수 있는 다른 사회적, 환경적, 경제적, 윤리적 관점은 무엇일까요?
- d. 이 게임이 맹그로브와 다른 블루카본 저장에서 일어나는 일과 어떤 관련이 있다고 생각하나요?

⚠️ 심리안전요령

아이디어를 논의하고 함께 일하려고 노력하세요. 하지만 협력적으로 게임을 하더라도 일부 사람들은 여러분이 동의하지 않는 결정을 내릴 수 있습니다. 여러분의 팀원과 그들의 결정을 존중하세요.

게임 다시하기

초과 탄소 잔액을 소진하는 것을 목표로 게임을 시작했다고 상상해 보세요. 어떻게 다르게 플레이할까요?

게임을 다시 해 보세요. 하지만 이번에는 개인적으로 가장 많은 사람 점수를 얻으려고 노력하는 대신, 다른 참가자들과 협력하여 매년 초과 탄소 잔액이 없도록 하세요. 각 개인별로 점수를 추적하는 대신, 모든 사람 점수를 그룹으로 공유하세요.

⚠️ 심리안전요령

게임에서 증가하는 과잉 탄소 균형을 생각하면 실망스러울 것입니다. 이것은 지구 대기에서도 마찬가지입니다. 그러나 실망할 필요는 없습니다. 사람들은 다른 선택을 할 수 있습니다. 이제 다른 목표를 가지고 게임을 다시 할 것입니다. 어떤 다른 선택을 할 것인지 생각해 보세요.

팀과 토론하세요:

- 협력적으로 플레이하는 것이 게임을 어떻게 바꿨나요?
- 협력적으로 플레이할 때 희생을 해야 한다고 느꼈나요? 그 희생의 결과에 만족하나요?
- 두 가지 플레이 방식의 차이점에서 어떤 교훈을 얻을 수 있다고 생각하나요?

게임에 대한 성찰:

- 새로 심은 맹그로브가 성숙한 맹그로브와 같은 양의 블루카본을 저장할 수 있을 만큼 성장하려면 많은 시간이 걸립니다. 이 게임의 블루카본 저장 계산은 새로 심은 맹그로브와 성숙한 맹그로브를 동일하게 취급하지만, 이것은 정확하지 않습니다. 새로 심은 맹그로브가 오래된 맹그로브의 탄소 저장량을 대체할 수 없다는 것을 사람들이 이해하도록, 계산을 어떻게 변경하겠습니까?



10. 스미스소니언에서는을 읽고 팀과 토론하세요: 과학자들의 연구가 미래에 일어날 수 있는 일을 예측하고 계획하는데 어떻게 도움이 될 수 있을까요?



스미스소니언에서는

맹그로브나 염습지 같은 블루카본 장소들은 중요한 탄소 저장소를 제공할 뿐만 아니라 수질 개선, 식물과 동물의 서식지 제공, **폭풍 해일(Storm surge)**로부터 지역사회를 보호하는데도 도움을 줍니다. 그러나 기후변화에 따라 이러한 지역은 어떻게 될까요? 스미스소니언 환경연구센터(Smithsonian Environmental Research Center, SERC)는 이를 알아내기 위해 노력하고 있습니다.

SERC의 지구변화연구습지(Global Change Research Wetland)에는 38년 동안 진행된 실험인 세계에서 가장 오래된 기후변화 실험이 포함되어 있습니다. 수 년에 걸쳐 염습지 연구 지역에 많은 실험이 추가되었으며, 각 실험은 이전 실험을 기반으로 합니다. 예를 들어, 한 실험에서는 연구 공간에 이산화탄소를 추가하여 습지가 어떻게 변화하는지 이해합니다. 또 다른 실험에서는 지역을 따뜻하게 하여 변화를 관찰합니다. 또 다른 실험은 기후변화와 관련된 해수면 상승이 습지 시스템을 어떻게 변화시킬 수 있는지 검토합니다. 이 외에도 훨씬 더 많은 실험이 있습니다.



그림 3.10: 지구변화연구습지(Global Change Research Wetland)의 실험을 보여 주는 항공사진

만약 이 염습지 생태계가 탄소 저장을 계속하고 다른 방식으로 사람들을 도울 수 있도록 하고 싶다면, 이를 보호하는 방법을 알아야 합니다. 과학자들은 이 중요한 블루카본 생태계가 지구적 변화에 어떻게 반응할지에 대해 많은 것을 배웠습니다. 이러한 연구는 사람들이 변화하는 기후의 영향에 대비하는데 도움이 되는 한 가지 방법입니다.

지구변화연구습지에 대한 동영상을 보려면 *Ocean! StoryMap*을 방문하세요.



행동: 지구의 대기를 조절하기 위해 어떻게 긍정적인 역할을 할 수 있나요?

여러분이 이미 배웠다시피, 지구상의 생물은 일반적으로 대기, 바다, 육지의 균형 잡힌 시스템에서 살아갑니다. 산소와 탄소는 이러한 시스템의 다양한 요소 사이를 순환합니다. 그러나 최근 사람들이 화석연료를 많이 사용함에 따라 시스템에도 많은 양의 탄소가 추가되었습니다. 이런 대기 이산화탄소의 추가는 시스템의 균형을 깨뜨렸습니다. 이것이 우리의 지구 기후를 변화시키고 있습니다.

대기 이산화탄소가 증가하면 바다에 더 많은 이산화탄소가 용해됩니다. 과제 2를 통해 바다에서 증가하는 이산화탄소의 영향에 대해 더 자세히 알아볼 것입니다. 이 활동에서는 사람들이 다르게 행동함으로써 기존 시스템의 변화를 제한하는 방법에 대해 생각해 볼 것입니다.

1. 바다와 대기 시스템 도표를 꺼내서 검토하세요.

- 화석연료 사용으로 인한 배출이나 맹그로브를 제거할 때 만들어지는 탄소 폭탄 같은, 인간의 행동을 생각해 보세요.
- 사람들의 행동이 시스템의 균형을 깨뜨릴 수 있는 화살표를 원으로 표시하세요.

2. 해양과 대기 시스템의 균형을 깨뜨리는 것에 대해 루베카는 어떻게 생각하는지 읽어 보세요. 사람의 활동으로 인한 추가적인 이산화탄소가 시스템을 변화시킬 수 있는 다른 곳이 생각난다면 바다와 대기 시스템 도표의 해당 화살표를 원으로 표시하세요.

루베카가 말합니다…



바다는 인간이 대기로 방출한 이산화탄소의 25-30%를 흡수했습니다. 이 이산화탄소의 가장 큰 원천은 화석연료의 연소입니다. CO_2 가 해수에 용해되면 다양한 방식으로 물의 화학적 성질을 근본적으로 변화시킵니다. 궁극적으로는 바닷물을 **산성화(Acidic)**시키고 해양생물에 광범위한 영향을 미칩니다.



3. 여러분이 발견한 균형이 무너진 곳의 균형을 회복할 수 있는 아이디어에 대해 여러분의 팀과 함께 토론하세요. 다음은 몇 가지 아이디어입니다:

- 특정 행동을 변경하여 화석연료 사용을 줄이는 것, 예를 들어 자동차를 이용하는 대신 걷거나 집을 데우는데 에너지를 덜 사용하는 것.
- 시스템을 변경하는 것, 예를 들어 화석연료가 아닌 에너지원을 사용하는 다양한 유형의 전력 생산이나 운송을 장려하는 것.
- 저장된 탄소의 양을 변경하는 것, 예를 들어 블루카본 생태계를 보호하는 것.
- 균형을 회복하기 위해 생각할 수 있는 다른 것들을 변경하는 것.

4. 개인 또는 팀으로 대기 시스템의 균형을 회복하기 위해 하고 싶은 한 가지를 결정하세요.

5. 종이 한 장이나 교실 게시판을 네 개의 부분으로 나누세요. 각 부분에는 “**사회적**”, “**환경적**”, “**경제적**”, “**윤리적**”이라고 표시를 합니다. 그림 3.11의 예시를 참고하세요.

<u>사회적</u>	<u>환경적</u>
<u>윤리적</u>	<u>경제적</u>

그림 3.11: 네 가지 관점을 보여 주는 도표의 예

6. 균형을 회복하기 위한 아이디어에 대해 생각해 보세요. 지역 및 지구적 공동체에 미칠 수 있는 사회적, 환경적, 경제적, 윤리적 영향은 무엇인가요?

7. 각 팀원이 각 관점의 부분에 생각할 수 있는 긍정적 또는 부정적인 영향을 적어 보세요.

8. 균형을 회복하기 위한 아이디어에 대해 생각해 보세요. 사회적, 환경적, 경제적, 윤리적 우려 사항이 있나요?

9. 바다정체성지도를 꺼내어 바다에 대한 희망과 우려를 상기하세요.

10. 각 팀원이 해당 관점 부분에 우려 사항을 나열하세요.

11. 팀으로서 아이디어를 검토하고 나열된 관점을 살펴보세요. 우려 사항을 해결하기 위해 아이디어를 변경할 수 있는 방법이 있나요?

12. 수정된 여러분의 아이디어를 적어 두거나 기억할 수 있는 다른 방법을 찾으세요. 과제 2가 끝날 때 다시 필요할 것입니다.



과제 2: 해양 산성화를 어떻게 예방할 수 있나요? ↪

대기에 이산화탄소가 증가하면 해수와 반응합니다. 이것은 해양의 화학적 성질을 변화시킵니다. 이 과제에서는 이 과정이 어떻게 작용하는지 더 자세히 **알아볼** 것입니다. 그런 다음 해양의 화학적 변화가 해양생물에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 **이해**하기 위해 조사할 것입니다. 마지막으로, 배운 내용을 공유하고 다른 사람들과 **협력(Collaborate)**하여 관련된 문제를 해결하기 위해 어떻게 **행동**할지를 결정할 것입니다.



발견: 이산화탄소 증가는 어떻게 해양의 화학적 변화로 이어지나요?

과제 1에서 지구의 탄소 순환이 육지, 바다, 대기, 생물 사이에서 천천히 탄소를 이동시키는 방식에 대해 배웠습니다. 이 균형 잡힌 순환은 수백만 년 동안 기능해 왔으며 지구상의 대부분의 탄소 이동의 원천입니다. 그러나 이 시스템에 시간에 따라 발생할 변화가 비교적 작았다가더라도 큰 결과를 초래할 수 있습니다. 그럼 3.4에서 지난 150년 동안 인간이 더 많은 화석 연료를 사용함에 따라 대기 이산화탄소의 양이 점점 더 빠르게 증가하고 있음을 알 수 있습니다. 현재 대기 이산화탄소는 150년 전보다 50% 더 많습니다. 이 조사에서는 여러분과 여러분의 지역사회가 화석 연료를 사용하는 시기와 대기 이산화탄소 증가가 해양의 화학적 성질을 어떻게 변화시키는지에 대한 정보를 수집할 것입니다.

1. 바다와 대기 시스템 도표를 꺼내세요.
2. 현재 대기와 해양을 보여주기 위해 시스템 도표의 요소 주위에 경계를 그리세요.
3. 지역사회에서 대기 이산화탄소를 추가로 증가시킬 수 있는 모든 것을 추가 사항으로 추가하세요. 그림 1.7은 도움이 될 수 있습니다. 다음을 고려하세요:
 - a. 가솔린이나 휘발유로 움직이는 자동차, 트럭, 버스와 같은 화석 연료를 사용하는 지역사회의 교통 수단
 - b. 조명이나 난방 또는 냉방을 위해 화석 연료를 사용하는 지역사회의 건물이나 공간
 - c. 화석 연료를 사용할 수 있는 요리
 - d. 화석 연료 에너지를 사용하는 공산품
 - e. 화석 연료 사용과 에너지에 대해 더 알아보려면 전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학 에너지!(Smithsonian Science for Global Goals Energy) 가이드를 방문하세요.
4. 팀원들과 함께 토론하세요: 지역사회에서 대기 이산화탄소를 증가시킬 수 있는 주요 요인은 무엇이라고 생각하나요? 시간이 있다면 Ocean! StoryMap을 방문하여 지역사회에서 이산화탄소의 원천을 찾는 방법에 대한 추가 자료를 확인할 수 있습니다.
5. 바다와 대기 시스템 도표를 검토하세요.
 - a. 대기 이산화탄소 농도 증가가 해양에 어떤 영향을 미칠 것으로 예상하나요?
 - b. 해양에서 멀리 떨어진 지역사회에서의 배출이 해양에 어떤 영향을 미칠 수 있나요?



6. 해양 pH 변화 조사하기를 읽고 지시를 따르세요.

해양 pH 변화 조사하기(*Investigating Ocean pH Change*)

바닷물은 지구에서 가장 큰 탄소 흡수원입니다. 바닷물이 대기와 접촉하면 대기 이산화탄소를 흡수합니다. 파도 작용과 해수 물보라 같은 물의 움직임도 공기를 물에 섞습니다. 대기 이산화탄소가 많을수록 바닷물이 흡수하는 양이 많아집니다. 과학자들은 바닷물이 인간 활동으로 인한 대기 탄소 배출량의 약 31%를 흡수했다고 추정합니다. 그러나 이러한 추가 탄소의 흡수는 해양에도 영향을 미칩니다.

이제 여러분은 이를 모델링하고 이 반응이 바닷물을 더 산성이나 더 **염기성(Basic)**으로 변화시키는지 알아볼 것입니다. pH 척도를 사용하여 물질의 산성도 또는 염기성 정도를 측정할 수 있습니다. pH 척도는 0에서 14까지입니다. 척도의 숫자가 낮을수록 강산입니다. 척도의 숫자가 높을수록 강염기입니다.

- 투명한 용기 네 개를 준비하세요. 플라스틱이나 유리컵도 괜찮습니다.
- 용기에 A, B, C, D라고 표시하세요.
- pH 지시약을 쓸 것인지, 다른 pH 측정 방법을 사용할지 결정하고 pH 지시약 또는 다른 방법의 사용지침을 사용하세요.

pH 지시약 사용하기

- pH 지시약을 찾으세요. 빨간 양배추와 같은 식물로 만든 지시약을 사용할 수 있습니다. 빨간 양배추나 다른 유사한 식물을 사용하여 pH 지시약을 만들려면 식물 이파리 몇 장, 혹은 과일 몇 개가 들어 있는 용기에 끓는 물을 부으세요. 그림 3.12는 예시입니다. 약 5분 후에 잎이나 과일을 걸러냅니다. 액체는 진한 파란색이어야 합니다. 필요한 경우 *Ocean! StoryMap*에서 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.



그림 3.12: 빨간 양배추 pH 지시약 만들기

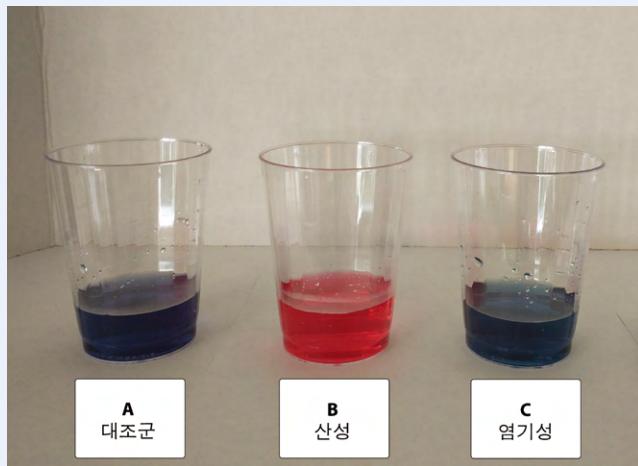


그림 3.13: 빨간 양배추 지시약을 사용한 A컵(대조군), B컵(산성), C컵(염기성)의 예

- b. 각 컵에 절반 정도로 지시약 액체를 채우세요.
- c. A컵에는 아무것도 더 추가하지 마세요. 이것이 여러분의 ‘대조군(Control) 컵’이 될 것입니다.
- d. B컵에 레몬 주스나 식초 같은 산성 물질을 넣으세요. 이것이 여러분의 ‘산 컵’이 될 것입니다.
- e. C컵에 베이킹 소다 같은 염기성 물질 넣으세요. 이것이 여러분의 ‘염기 컵’이 될 것입니다. 그림 3.13은 이러한 컵의 예를 보여 줍니다.
- f. D컵에 이산화탄소를 넣으세요. 이것이 여러분의 ‘실험 컵’이 될 것입니다. 다음의 두 가지 방법으로 할 수 있습니다. 하나 또는 둘 다시도해 보세요.
- 선택 1: D컵에 빨대를 넣고 약 30초 동안 빨대로 입김을 불어넣으세요. 기억하세요, 여러분은 이산화탄소를 내뿜기 때문에 물에 이산화탄소를 추가하고 있는 것입니다. 그림 3.14는 예시입니다.



그림 3.14: 선택1을 이용하여 D컵에 이산화탄소 추가하기



⚠ 신체안전요령

빨대를 사용해서 입김을 부세요. 빨간 양배추 pH 지시약은 해롭지 않지만 맛은 좋지 않습니다.
빨대를 다른 사람과 공유하지 마세요.

⚠ 심리안전요령

이산화탄소를 내뿜어 물의 화학적 성질을 변화시키고 있지만, 이것은 단지 모델일 뿐입니다. 사람이 내뿜는 이산화탄소는 대기 이산화탄소가 증가하는 이유가 아닙니다. 여러분이 들이마시고 내쉬는 것은 탄소순환의 자연스러운 일부입니다. 화석연료 사용 같은 다른 인간 행동이 대기 이산화탄소를 증가시키는 이유입니다.

- 선택 2: 알루미늄 호일이나 주석 호일을 사용하여 D컵의 가장자리에 걸린 작은 컵 모양의 용기를 만드세요. 이 작은 용기에 베이킹 소다를 넣으세요. 플라스틱 랩이나 클링 필름으로 컵을 부분적으로 덮으세요. 그림 3.15는 예시입니다. 식초를 작은 용기에 한두 스푼 넣고 즉시 나머지 컵을 플라스틱 랩으로 덮으세요. 베이킹 소다와 식초가 반응하여 이산화탄소를 생성합니다. 이제 pH 지시약에 접한 공기에 이산화탄소를 가두었습니다.



그림 3.15: 선택 2를 이용하여 D컵에 이산화탄소 추가하기

g D컵을 자세히 관찰하세요. 처음에는 A컵과 같았습니다. 이제 B컵(산성)에 더 가까운가요, C컵(염기성)에 더 가까운가요?

h. 이산화탄소가 지시약 용액의 물을 더 산성으로 만들었나요, 더 염기성으로 만들었나요?

pH 시험지 또는 pH 미터 사용하기

- 지시약을 사용하지 않으려면 pH 미터 또는 시험지를 사용하여 pH를 측정할 수 있습니다.
- 모든 컵에 물을 약 반 컵 정도 넣으세요.
- 위의 pH 지시약에 관한 설명 단계 c-f를 따르세요.
- A B C컵의 pH를 측정하세요.
- 측정 결과를 기록하세요. 모든 컵은 A컵(물)과 같은 상태로 시작했습니다. B컵은 더 산성(pH 7 미만)이어야 하고 C컵은 더 염기성(pH 7 초과)이어야 합니다.
- 선택 1 또는 2를 사용하여 D컵에 이산화탄소를 넣으세요.
- D컵의 pH를 측정하세요. pH 7보다 크거나 작은가요?
- 이산화탄소가 물을 더 산성으로 만들었나요, 더 염기성으로 만들었나요?

그룹이나 팀과 함께 토론하세요:

대기 이산화탄소가 증가함에 따라 해양의 pH가 변화한다고 생각하나요?

pH는 **로그(Logarithmic)** 척도로 나타냅니다. 즉, 7에서 6으로의 변화는 물질이 10배 더 산성화되었음을 의미합니다. 따라서 pH의 작은 변화도 큰 영향을 미칠 수 있습니다.

7. pH 변화에 대한 루베카의 생각을 읽어 보세요. 해양의 pH 변화에 대해 어떻게 느끼나요?

루베카가 말합니다…



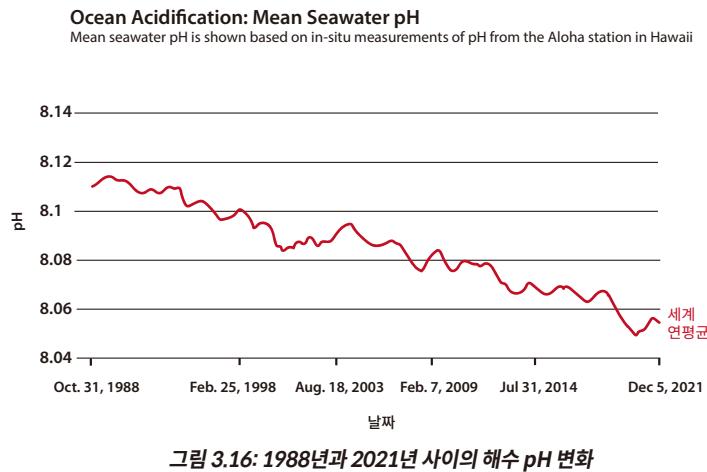
과거 대양의 pH는 8.2였습니다. 이제는 8.1입니다. 이것은 로그 척도이기 때문에 산도가 30% 증가한 것을 나타냅니다. 만약 여러분 혈액의 pH가 30% 증가했다면 신체에 심각한 결과를 초래했을 것입니다. 이것은 큰 변화입니다.

8. 그림 3.16의 그래프를 살펴보세요. 1988년 이후 해양의 pH 변화를 보여 줍니다. 팀원들과 함께 논의하세요:

- 알아차리기: 그래프에서 무엇을 알아차렸나요?



- b. 생각하기: 그림 3.16의 그래프와 그림 3.4의 대기 자료 그래프를 비교하세요. 그림 3.16의 그래프는 1988년에 시작하지만 그림 3.4의 그래프는 1750년에 시작합니다. 루베카는 대양의 pH가 8.20이었다고 말했습니다. 그러나 그림 3.16에서 첫 번째 측정된 pH는 약 8.11입니다. 그림 3.4에 표시된 대기 이산화탄소의 상승과 낮아진 pH가 어떤 관련이 있는지 생각해 보면, 1750년과 1988년 사이에 해양의 pH가 어떻게 변했을까요?
- c. 궁금해하기: 이러한 변화가 해양에 어떤 영향을 미치는지 궁금한 점이 있나요?



이해: 산성화된 바다는 해양 생태계에 어떤 영향을 끼치나요?

배출가스의 증가로 인해 이산화탄소가 지구 대기에 추가되고 있습니다. 대기 중 이산화탄소의 양이 증가하면 물 속의 이산화탄소도 증가합니다. 대기 이산화탄소의 증가는 해양의 pH를 낮추고 더 산성으로 만듭니다. 이러한 **해양 산성화 (Ocean acidification)**는 해양생물의 환경을 변화시키고 있습니다. 이것이 해양생물에 어떤 영향을 미칠 수 있다고 생각하나요? 이 활동에서는 더 자세히 알아보기 위해 조사할 것입니다.

- 깊게 숨을 들이쉬고 내쉬세요.
- 조용히 자신에게 물어보세요: 호흡하는 공기가 어떤 식으로든 변화한 상황에 처해 본 적이 있나요? 예를 들어, 고도가 높아 대기 중 산소가 적거나 연기나 기침을 유발하는 물질이 공기중에 있었을 수 있습니다. 공기의 변화가 여러분과 여러분의 신체에 어떤 영향을 미쳤나요?
- 이것을 해양생물과 비교해 보세요. 조용히 자신에게 물어보세요:
 - 우리 주변의 공기에 대한 경험은 해양생물이 바닷물을 경험하는 것과 어떻게 비슷한가요?
 - 해양생물을 둘러싼 물의 화학적 변화가 해양생물에게 어떤 영향을 미칠까요?
- 팀원들과 함께 더 산성화된 해양이 해양생물에 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 대한 아이디어를 논의하세요. 아이디어를 기록하세요.
- 산성화 조사를 읽고 해양 산성화가 딱딱한 껍질을 가진 생물에게 어떤 영향을 미칠 수 있는지 탐구하세요.

산성화 조사(Acidification Investigation)

- 작은 그룹이나 팀을 만들어 딱딱한 껌질을 가진 해양생물 목록을 만드세요.
- 가능하면 이 실험에 사용할 동일한 해양생물의 껌데기 다섯 개를 모으세요. 예를 들어, 조개, 굴, 홍합 껌데기를 사용할 수 있습니다. 이러한 유형의 껌데기가 없다면 달걀 껌데기 다섯 개(빈 껌데기)를 사용하세요. 어떤 종류의 달걀 껌데기도 괜찮습니다. 달걀 껌데기는 해양의 껌데기와 마찬가지로 **탄산칼슘(Calcium carbonate)**으로 만들어집니다. 달걀 껌데기를 사용하는 경우 껌데기 안쪽의 막을 제거하세요.
- 컵, 플라스틱 또는 유리컵 같은 깨끗한 용기 다섯 개를 꺼내세요.
- 저울이 있는 경우 각 껌데기의 무게를 측정하세요.
- 각 컵에 껌데기를 하나씩 넣고, 가능하면 무게를 알아 두세요.
- 컵에 0%, 25%, 50%, 75%, 100%라고 표시하세요. 그림 3.17의 예시를 참고하세요.

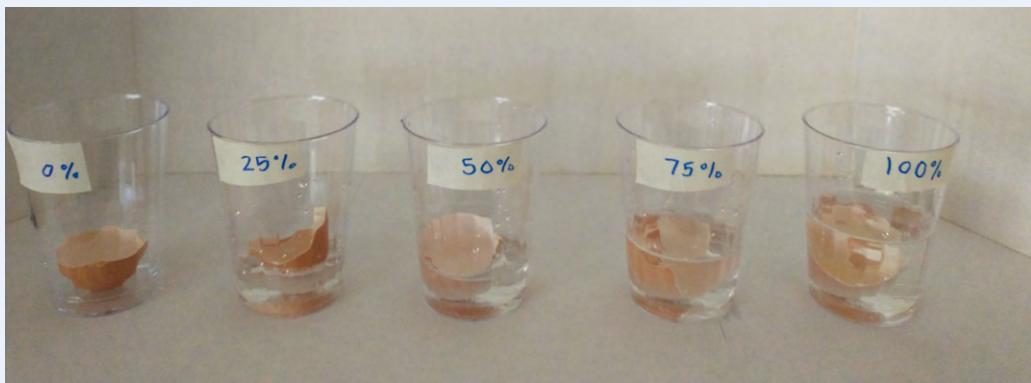


그림 3.17: 각 컵에 산을 추가한 산성화 조사 실험

- 0% 컵에 물을 채우세요. (각 컵에 껌데기가 완전히 잠길 수 있을 만큼 충분한 액체가 있는지 확인하세요.)
- 25% 컵에 식초나 레몬즙 같은 산성 물질을 1/4 채우고 나머지는 물로 채우세요.
- 50% 컵에 산을 반쯤 채우고 물을 반쯤 채우세요.
- 75% 컵에 산을 3/4 채우고 물을 1/4 채우세요.
- 100% 컵에 산을 채우세요.
- 컵을 24시간 이상 그대로 두세요.
- 24시간 후 컵에서 껌데기를 꺼내세요.

- n. 껍데기를 검사하고 다른 컵의 껍데기와 차이점을 기록하세요.
- o. 껍데기의 무게를 측정할 경우 껍데기가 마른 후 다시 무게를 측정하세요. 이 무게를 원래 무게와 비교하세요.

그룹이나 팀과 함께 토론하세요:

- a. 다른 용액의 결과에서 무엇을 알아차렸나요?
- b. 이러한 결과의 원인은 무엇이라고 생각하나요?
- c. 산성화된 해양이 껍데기를 가진 해양생물에게 어떤 영향을 미칠 수 있다고 생각하나요?

해양 산성화는 껍데기를 형성하는 생물이 탄산칼슘 껍데기를 형성하는데 필요한 **탄산 이온(Carbonate ion)**에 접근하기 어렵게 만들 수 있습니다. 이로 인해 성장이 어려워집니다. 탄산칼슘 껍데기를 가진 일반적인 생물로는 굴과 게, 산호, 성게, 일부 플랑크톤 같은 **조개류나 갑각류(Shellfish)**가 있습니다. 더 높은 산성화 수준에서는 껍데기가 실제로 녹기 시작할 수 있습니다. 이 산성화 조사에서 알 수 있듯이 말입니다.

6. 해양 산성화가 생물에 미치는 영향에 대한 루베카의 생각을 읽어 보세요. 바다정체성지도의 우려 원에 추가해야 할 우려사항이 있나요? 있다면 지금 추가하세요.

루베카가 말합니다…



해양 산성화는 얼마나 심각한가요? 영향은 무엇인가요? 해양 산성화의 영향은 광범위하며 동물과 시스템마다 다릅니다. 제가 연구하는 생물인 산호의 경우, 해양 산성화는 성장(**석회화, Calcification**)과 번식에 영향을 미칩니다. 이것은 특히 문제가 되는데, 종이나 개체군이 **산호 백화(Coral bleaching)** 현상과 같은 이유로 피해를 입거나 손상을 입었을 때 번식과 성장은 개체군을 재건하기 위한 가장 중요한 회복 과정 중 두 가지이기 때문입니다.

7. 바다와 대기 시스템 도표로 돌아가 여러분이 생각할 수 있는 추가 요소나 관계를 추가하세요.



행동: 해양 산성화를 어떻게 막을 수 있을까요??

대부분의 해양생물은 약 8.2의 해양 pH에서 번성합니다. 현재 해양의 평균 pH는 8.1 미만입니다. 과학자들은 2100년까지 해양의 pH가 현재와 그때까지의 이산화탄소 배출량에 따라 8.05에서 7.75 사이가 될 것으로 추정합니다. 우리는 어떻게 해양 산성화를 제한하기 위한 노력에 동참할 수 있을까요?

1. 종이 한장을 꺼내거나 교실 게시판을 세 부분으로 나누세요.
2. 팀이나 파트너와 함께 네 가지 관점에서 해양 산성화의 영향에 대해 논의하세요. 아이디어를 종이 또는 게시판의 중간 부분에 적으세요. 예를 들어:
 - a. 사회적 관점: 해양이나 대기를 인간의 문화, 식량, 건강과 연결하는 시스템의 부분이 있나요?
 - b. 환경적 관점: 해양 생태계의 다른 생물 사이와 같은, 환경의 다른 부분을 연결하는 시스템의 부분이 있나요?
 - c. 경제적 관점: 사람들이 돈을 벌기 위해 의존하는 시스템의 부분이 있나요?
 - d. 윤리적 관점: 불공평하게 느껴질 수 있는 방식으로 연결된 시스템의 부분이 있나요?
3. 루베카의 생각을 읽고 다른 관점을 고려하세요.

루베카가 말합니다…



해양 산성화는 다양한 방식으로 지역사회에 영향을 미칠 수 있습니다. 예를 들어, 홍합, 굴, 조개와 같은 일부 조개류 산업은 해양 산성화의 영향을 받기 시작했습니다. 많은 경우, 이러한 조개류의 초기 생활 단계는 해양 산성화로 인한 스트레스에 매우 취약합니다. 예를 들어, 산성화된 물로 인해 배양 중인 유생이 폐사하여 굴 치파양성장이 실패한 경우가 있습니다. 이는 수산업과 식당 산업을 포함한 주변 지역사회에 큰 경제적 결과를 초래할 수 있습니다.

제가 연구하는 해양생물인 산호도 해양 산성화의 영향을 크게 받습니다. 산호는 해양생물 다양성의 약 25%를 차지하는 산호초 생태계의 구성 요소입니다. 산호초는 전 세계 수 많은 사람들의 주요 단백질 공급원인 어류가 살아갈 수 있도록 지원합니다. 그리고 산호초는 파도 에너지의 약 97%를 완화시킴으로써 지역사회를 보호합니다. 열대성 폭풍이나 허리케인이 발생하는 지역에서 산호초는 해안 사회간접자본과 생계를 보호하는 방파제 역할을 합니다.

4. 팀과 함께 생각해 보세요: 산성화된 해양의 잠재적인 우려 사항은 무엇인가요? 바다정체성지도의 우려 원에 이러한 사항을 추가하세요. 이러한 우려 사항을 막기 위해 무엇이 이루어지기를 바라나요? 희망 원에 이러한 아이디어를 추가하세요.



5. 조용히 스스로 생각해 보세요.

- a. 이러한 과제를 수행하기 전에 해양 산성화와 그 위협에 대해 얼마나 잘 이해했나요?
- b. 해양의 이러한 변화에 대해 어떻게 느끼나요?

⚠️ 심리안전요령

바다와 해양 산성화의 변화에 대해 생각하는 것은 어려울 수 있습니다. 슬프거나 화가 나거나 좌절하거나 속상해하는 것은 괜찮습니다. 해양 산성화는 여러분의 잘못이 아니며, 여러분은 상황을 개선하기 위해 노력할 수 있습니다.

6. 팀원들과 함께 토론하세요: 여러분의 지역사회 사람들이 해양 산성화와 그들과 해양 산성화 간의 연결된 관계를 이해한다고 생각하나요?

7. 종이 또는 게시판의 첫 부분에 해양 산성화의 기원이나 원인에 대한 아이디어를 쓰거나 그려보세요. 대기 이산화탄소를 증가시키는 원인은 무엇인가요? 바다와 대기 시스템 도표를 참고하세요.

8. 중간 부분에는 위의 2번 단계로부터 여러분은 이미 해양 산성화가 해양생물, 지역사회 사람들, 전 세계 사람들에게 미칠 수 있는 영향에 대한 아이디어를 가지고 있어야 합니다.

9. 세 번째 부분에 과제 1의 시스템의 균형을 회복하기 위한 아이디어를 쓰거나 그리세요.

10. 세 번째 부분에 여러분과 지역사회의 다른 사람들이 해양 산성화를 막기 위해 취할 수 있는 다른 행동을 추가하세요. 아래의 일반적인 범주와 관련된 행동을 가능한 한 구체적으로 생각해 보세요.

- a. 해양 산성화의 과정과 영향에 대한 정보를 공유하기 위해 다른 사람들과 소통하세요.
- b. 화석연료 사용을 줄이기 위해 일상적인 행동을 바꾸세요.
- c. 지역 기업이나 지방 정부가 화석연료 사용을 줄이도록 장려하세요.
- d. 해양 산성화, 그리고 이와 관련이 있는 이산화탄소 배출 위협에 대한 목소리를 높이기 위해 기존의 활동 조직에 합류하세요.
- e. 변화를 이끄는 데 중요한 다른 아이디어를 생각해 보세요.

11. 행동 아이디어를 생각해 내기 어렵다면 루베카의 생각을 읽어 보세요.



루베카가 말합니다…



해양 산성화에 대한 해결책을 생각하는 여러가지 방법이 있습니다. 가장 좋은 방법은 탄소 배출을 줄여 해양 산성화를 제한하는 것입니다. 이것은 해양 산성화 문제를 실제로 해결하는데 도움이 됩니다. 그러나 지역 수준에서 해양 산성화가 일어나는 동안 생태계를 보호하는 방법을 생각할 수도 있습니다. 예를 들어, 열, 오염 또는 남획과 같은 다른 스트레스 요인을 제거하려고 할 수 있습니다. 이러한 다른 문제를 모두 제거하면 시스템에 가해지는 총 스트레스량이 완화됩니다.

저는 최근 해양 산성화를 되돌리기 위해 화학물질을 첨가하여 바닷물을 중화하는 가능성을 연구하고 있습니다. 이것은 매우 새로운 아이디어이며 우리는 그것이 작동할지 여부를 이해하는 초기 단계에 있습니다. 저는 실제로 산호초에서 이를 평가한 유일한 현장 연구를 주도했습니다. 이 시도는 산호에 도움이 되었지만, 우리는 이제 막 배우기 시작했으므로 앞으로도 많은 연구가 필요합니다.

12. 팀과 함께 여러분들이 나열한 잠재적인 행동을 검토하세요.
13. 각 팀원은 현재 여러분의 지역사회에 가장 유용할 것 같은 행동 옆에 별표를 그리세요.
14. 각 팀원은 현재 여러분이 하기에 가장 쉬울 것 같은 행동 옆에 체크 표시를 하세요.
15. 팀으로서 행동 목록과 별표, 체크 표시를 검토하세요. 어떤 행동을 취할지 **합의(Consensus)**가 될 때까지 아이디어를 논의하세요.

⚠️ 심리안전요령

때때로 문제를 더 잘 해결하기 위해 할 수 있는 모든 일을 생각하면 벅차게 느껴질 수 있습니다. 더 많은 일을 하지 못해서 죄책감을 느낄 수도 있습니다. 행동연구자이자 행동자로서, 이 문제를 혼자 해결할 수 없다는 것을 이해하는 것이 중요합니다. 전 세계의 많은 사람들이 상황을 개선하기 위해 노력하고 있습니다. 행동을 생각할 때, 때로는 작은 일만 할 수 있을 것입니다. 때로는 더 큰 일을 할 수 있습니다. 괜찮습니다. 최선을 다하고 모든 긍정적인 변화가 상황을 개선하는 데 도움이 된다는 것을 기억하세요. 사람들은 조금씩 전 세계적인 발전을 위해 함께 노력하고 있습니다.

16. 팀원들과 함께 행동 계획을 세우세요. 행동을 수행하는데 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 외의 사람이 참여해야 하는 경우 어떻게 소통할 것인가?

d. 자료를 구해야 하는 경우 언제 어디서 모을 것인가?

17. 각 팀원이 어떻게 도울 수 있는지 생각하세요. 도움을 주고 싶은 단계에 이름을 적으세요.

18. 종이 한 장에 “행동 계획”이라는 제목을 쓰고 다음을 기록하세요:

a. 팀이 취하고 싶은 단계

b. 단계의 순서

c. 각 단계를 돋는 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

19. 계획이 잘 되지 않거나 다른 문제가 발생하면 어떻게 할지 생각해 보세요. 예를 들어, 지역사회의 어른이 무언가를 하려면 허가가 필요하다고 말한다면 어떻게 할 것인가요? 이러한 아이디어를 행동 계획의 일부로 기록하세요.

20. **포괄적인(Inclusive)** 행동 계획을 세우세요. 포괄적이라는 것은 팀의 모든 구성원이 어떤 식으로든 참여할 수 있다는 것을 의미합니다. 모든 사람이 안전하고 편안하며 도울 수 있다고 느낄 수 있도록 계획을 변경해야 할 수도 있습니다. 그러한 변경은 괜찮습니다! 좋은 팀원이 되고 지속 가능한 행동을 하는 데 있어서 그러한 변경은 필요합니다.

21. 계획을 실행하세요.

22. 나중에 여러분의 행동을 돌아보세요:

a. 잘된 것은 무엇인가요?

b. 어려웠던 것은 무엇인가요?

c. 할 수 있을 것으로 생각한 변경을 할 수 있었나요?

d. 계획을 계속 진행할 것인가요, 아니면 앞으로 다르게 할 일이 있나요?

23. 바다와 대기 시스템 도표를 저장하세요. 파트 7에서 필요합니다.



축하합니다!

파트 3을 마쳤습니다

더 알아보기!

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

참고문헌

1. Lindsey, Rebecca. "Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide." NOAA Climate.gov. Accessed December 7, 2023. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>.
2. Our World in Data, and Max Roser. "Conserve and Sustainably Use the Oceans, Seas and Marine Resources." Our World in Data, July 21, 2023. <https://ourworldindata.org/sdgs/life-below-water>.

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.

경제적(Economic)	돈, 소득 또는 부의 사용에 관한
광합성(Photosynthesis)	식물이 햇빛과 이산화탄소를 흡수하여 유기물을 만들고 그 과정에서 산소를 방출하는 과정
대기(Atmosphere)	지구를 둘러싸고 있는 가스 혼합물
로그척도의(Logarithmic)	7과 8 사이처럼 두 숫자 간의 거리가 10배 증가 또는 감소하는 척도. 마찬가지로 7과 9 사이의 거리는 100배 증가 또는 감소함
배출(Emissions)	화석연료를 태워 대기 중으로 방출되는 온실가스
분해(Decompose)	생물체를 분해하여 물질이 생태계를 통해 다시 순환할 수 있도록 함
블루카본(Blue carbon)	맹그로브, 해초지 (seagrass beds), 염습지와 같은 해안 습지에서 일어나는 자연적인 탄소 저장
사회적(Social)	공동체에서 사람들의 상호 작용과 관련된
산성(Acidic)	pH가 7 미만인 상태
산호 백화 현상(Coral bleaching)	산호 주변의 물이 너 뜨거워져 조류가 배출되고 산호가 흰색이나 밝은 색으로 변하는 현상
석회화(Calcification)	껍질이나 산호초와 같은 구조물을 성장시키기 위해 탄산칼슘을 침착시키는 과정
시아노박테리아(Cyanobacteria)	남조류라고도 하는 미세한 해양 유기체
식물플랑크톤(Phytoplankton)	바닷물에 의해 이동하는 바다 상층부에 사는 광합성 생물; 미세조류라고도 함
염기성(Basic)	pH가 7 이상인 상태
온실가스(Greenhouse gases)	열을 가두어 대기를 더 따뜻하게 만드는, 이산화탄소나 메탄과 같은 가스
윤리적인(Ethical)	무언가의 공정성
탄산 이온(Carbonate ions)	해양생물이 껍질을 만드는데 사용하는 필수 분자
탄산칼슘 (Calcium carbonate)	자연적으로 발생하는 고체로, 종종 석회암 형태로 발견되며 일부 생물이 껍질이나 산호 구조를 만드는데 사용됨
탄소순환(Carbon cycle)	지구의 생물, 해양, 육지, 대기 사이에서 탄소가 순환하는 과정
탄소 저장(Carbon storage)	탄소가 매장되어 대기로부터 격리되는 경우
탄소 폭탄(carbon bomb)	생태계가 교란되거나 제거되어 대기 중으로 방출되는, 이전에 저장된 많은 양의 탄소
탄소 흡수원 (Carbon sinks)	탄소를 저장하는 환경 또는 생물
퇴적물(Sediments)	수역 바닥에 침전되는 물질
패류(Shellfish)	물속에 사는 연체동물(굴이나 홍합) 또는 갑각류(게나 새우)
포괄적인(Inclusive)	아무도 소외되지 않도록 포용하는
폭풍 해일(Storm surge)	폭풍이 있는 지역에서 해수면이 상승하는 것
플랑크톤(Plankton)	바다에서 표류하는 작은 생물로, 해양 먹이망의 중요한 부분을 차지함
합의(Consensus)	그룹의 모든 사람에게 효과적인 균형 잡힌 결정
해양 산성화(Ocean acidification)	대기 중 이산화탄소 수준이 증가함에 따라 해수의 pH가 낮아지는 과정
협력(Collaborate)	공통의 목표를 위해 함께 일하는 것
화석연료(Fossil fuels)	석유, 천연가스, 석탄과 같은 탄소 기반 연료의 유형
환경적인(Environmental)	자연 세계에 관한





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!



파트 4:
바다와
열

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 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요? 파트 4(Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 4)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
Dra. Karina Ramos Musalem

연구 멘토
Jan Marcin Węsławski

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

이미지 출처

표지 - Ashley Wiley/iStock/Getty Images Plus; Placebo365/iStock/Getty Images Plus

그림 4.1 - United States Geological Survey

그림 4.2 - Smithsonian Science Education Center

그림 4.3 - Smithsonian Science Education Center

그림 4.4 - bluereringmedia/iStock/Getty Images Plus

그림 4.5 - Smithsonian Science Education Center

그림 4.6 - Claire Lager, Smithsonian

그림 4.7 - Mike Henley, Smithsonian

그림 4.8 - Smithsonian Science Education Center

그림 4.9 - bluereringmedia/iStock/Getty Images Plus





파트 4: 바다와 열

계획서	106
과제 1: 바다는 지구의 온도를 어떻게 조절하나요?	109
발견: 지구의 온도 조절 시스템은 우리 지역사회에 어떤 영향을 미치나요?	109
이해: 해양 시스템은 어떻게 온도를 조절하나요?	112
행동: 지구를 쾌적한 상태로 유지하는 데 있어 바다의 역할을 어떻게 공유할 수 있을까요?	118
과제 2: 따뜻해지는 바다는 인간과 지구에 어떤 영향을 미칠까요?	120
발견: 우리 지역사회는 따뜻해지는 바다의 영향에 얼마나 취약한가요?	120
이해: 따뜻해지는 바다와 관련한 우려 사항은 무엇인가요?	125
행동: 따뜻해지는 바다에 대해 우리는 무엇을 해야 할까요?	130
참고문헌	133
용어사전	134

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: 바다는 지구의 온도를 어떻게 조절하나요?					
발견	온도가 여러분과 여러분의 지역사회에 어떤 영향을 미치는지 탐구하고, 이 시스템의 도표 그려 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 종이 또는 포스터 보드 • 연필, 펜, 또는 마커 	<u>개인정체성지도</u>	25분	111
이해	물이 열 흡수체로 어떻게 작용하는지, 그리고 온도와 염도 차이로 인한 밀도 차이가 심해류를 어떻게 발생시키는지 모델링하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 박스 2개 • 투명한 용기 3개 • 플라스티 랩 • 테이프 또는 고무줄 • 열 원 • 온도계(선택 사항) • 뜨거운 물, 찬 물 • 식용색소 • 소금 	<u>해양과 온도 시스템 도표</u> <u>바다정체성지도</u>	45분	114
행동	다양한 관점에서 해양과 지구 온도 시스템을 분석하고 지구의 거주 가능성 유지에 있어 해양이 하는 중요한 역할을 공유하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 마커, 색연필, 또는 크레용 • 종이 	<u>바다정체성지도</u>	25분	120



활동	내용	재료와 기술	추가 재료	소요시간	페이지
과제 2: 따뜻해지는 바다는 인간과 지구에 어떤 영향을 미칠까요?					
발견	실제 자료에 기초하여 해양 시스템과 지역사회에서 상승하는 해양 열에너지로 인한 변화를 탐구하세요.	• 색연필 또는 마커	<u>해양과 온도 시스템 도표</u> <u>바다정체성지도</u>	20분 + 조사시간	122
이해	시스템에서 피드백 루프의 개념을 조사하고 얼음과 반사율과 관련된 피드백 루프를 모델링하세요.	• 하얀 종이 • 검은 종이 10-20 얼음조각 또는 얼음이나 눈 2컵 • 타이мер • 햄릿	<u>해양과 온도 시스템 도표</u>	35분	127
행동	변화하는 해양에 대해 알아야 할 중요한 점과 우리가 행동을 바꿔야 하는 이유를 결정하세요. 그리고 자신을 표현하는 방법을 만들어 공유하세요.	• 여러분의 표현방법에 필요한 재료	<u>바다정체성지도</u> <u>개인정체성지도</u> <u>해양과 온도 시스템 도표</u>	15분 + 작업시간	132



연구 멘토를 소개합니다.

얀 마친 웨스타우스키(Jan Marcin Węsławski) 박사를 만나 보세요. 마친(Mar-CHIN으로 발음)은 지구의 해양에 대한 온도와 열의 영향을 더 잘 이해할 수 있도록 도와줄 연구 멘토입니다.

마친은 폴란드 과학 아카데미 해양학 연구소 소장입니다. 그는 북극 생태계와 기후변화가 생물다양성에 미치는 영향을 연구합니다. 그는 해양생물학 박사 학위를 가지고 있습니다. 또한 그는 자신의 정체성의 다른 부분에서 오는 지식과 관점도 가지고 있습니다. 마친은 이제부터 여러분과 함께할 것이기 때문에, 그가 누구인지 이해하는 것이 중요합니다.

마친의 정체성지도

남성

68세

해양생물학자-해양학자

폴란드의 그단스크(Gdansk) 대학에서 수학

남편, 아버지, 할아버지, 형제

발틱해 연안의 폴란드의 그다니아(Gdynia)에 거주

과묵하고, 인내력 있으며 호기심이 많음

흰 구레나룻과 청색 눈을 가진 대머리

카누타기와 탐조

키가 큼(190cm)

폴란드, 노르웨이, 그리고 북극이
중요하다고 생각함

전통 활과 야외활동을 즐김

훼손되지 않은 자연, 친절함, 용기에 가치를 둠

톨킨(Tolkien)의 자연, 역사, 판타지 서적 애독자

연구자, 현장 생태학, 대형 연구소의 소장

자유와 민주주의 가치, 자유스러운 가치, 명상
생명의 진화, 기후변화, 생물다양성에 관심있음

과제 1: 바다는 지구의 온도를 어떻게 조절하나요?

더운 날 물속에 들어가 상쾌하게 시원함을 느낀 적이 있나요? 물이 끓기를 참지 못한 적이 있나요? 물은 **열용량(Heat capacity)**이 높습니다. 즉, 물의 온도를 올리거나 낮추는 데 많은 열에너지를 필요합니다. 물은 육지나 대기보다 훨씬 느리게 열을 흡수하고 방출합니다. 많은 열에너지를 흡수할 수 있는 능력 때문에 물은 **열흡수체(Heat sink)**로 작용합니다. 바닷물은 세계에서 가장 크고 중요한 열 흡수체입니다. 지구의 온도와 기후는 대기로부터 열 형태의 에너지를 흡수하는 바다의 능력에 의존합니다. 이 과제에서는 바다의 온도 조절 기능이 여러분과 여러분의 지역사회에 어떤 영향을 미치는지 **알아볼** 것입니다. 바다의 온도 조절이 어떻게 작동하는지 **이해**하기 위해 모델링할 것입니다. 그런 다음 온도와 해양의 시스템에 대해 배운 것을 공유하기 위해 **행동**할 것입니다.

파트 4를 시작하기 전에, 마친 정체성지도를 조용히 생각해 보고 여러분 자신의 개인정체성지도와 비교해 보세요.

- 마친과 공통점이 있나요?
- 마친과 다른 점이 있나요?
- 마친의 정체성 중에 바다의 시스템을 이해하는 것과 관련된 것이 있나요?

파트 4 전체를 수행하며 마친이 여러분과 아이디어 및 경험을 공유하는 것을 알 수 있을 것입니다. 그는 여러분이 연구를 더 잘하는 방법을 이해할 수 있도록 돋겨나 그가 수행한 연구 중 일부를 공유할 것입니다.



발견: 지구의 온도 조절 시스템은 우리 지역사회에 어떤 영향을 미치나요?

온도는 우리 일상생활과 지역사회의 많은 것에 영향을 미칩니다. 외부의 기온은 여러분이 많은 결정을 할 때 중요한 요인입니다. 여러분의 지역에서는 매일 온도가 변하지만, 여전히 여러분이 사는 곳의 덥고 추운 정도에는 범위가 있습니다. 그리고 어떤 곳에서는 계절에 따라 온도가 크게 변합니다.

1. 여러분의 지역이 얼마나 더워지고 얼마나 추워지는지 조용히 생각해 보세요. 외부 온도에 따라 내리는 일상적인 선택에는 무엇이 있나요?
2. 개인정체성지도를 꺼내 살펴보세요. 여러분이 사는 곳의 일반적인 온도 범위와 관련된 여러분의 정체성 부분이 있나요?
3. 팀원 각자가 다른 온도 범위의 지역에 살았다면, 일상생활에서 달라질 수 있는 한 가지 선택이나 일을 공유하세요.
4. 팀별로 종이 한장을 꺼내 상단에 “사람”과 “기온”이라는 단어를 적으세요. 각 단어 주위에 상자를 그리세요.
5. 팀을 네 가지 주제 그룹으로 나누세요: 식량 생산, 문화, 환경, 경제



6. 주제 그룹에서 온도가 여러분 지역사회에 주제에 미치는 영향에 대해 생각해 보세요. 도움이 된다면 여러분의 지역 온도가 훨씬 높거나 낮았다면 어떻게 달라졌을지 생각해 볼 수 있습니다. 예를 들어:
- 식량 생산의 경우, 여러분 지역에서 생산되는 식량이 온도와 날씨에 어떻게 의존하고 있나요?
 - 문화의 경우, 온도가 사람들의 습관과 관습에 어떤 영향을 미쳤나요? 예를 들어, 사람들이 무엇을 입고, 무엇을 취미로 하나요?
 - 환경의 경우, 온도가 여러분 주변의 자연 환경과 인공 환경에 어떤 영향을 미치나요?
 - 경제의 경우, 온도가 사람들의 직업과 지역 산업에 어떤 영향을 미치나요?
7. 기온에서 사람으로 화살표를 그리세요. 각 그룹이 단계 6에서 생각한 내용을 화살표에 몇 단어씩 추가하세요.
이제 화살표에는 기온이 여러분의 지역 사람들에게 미치는 영향이 표시되어 있어야 합니다.
8. 이 종이에 “해양과 온도 시스템 도표”라는 제목을 붙이세요. 한쪽에는 “바닷물”라는 단어를, 다른 쪽에는 “태양”, “육지”, “대기”라는 단어를 추가하세요.
9. 열 흡수체 및 재분배자를 읽어 보세요.

열 흡수체 및 재분배자(Heat Sink and Redistributor)

태양으로부터 오는 에너지인 **태양복사(Solar radiation)** 때문에 지구는 멀지 않습니다. 일부 태양복사는 지구에서 우주로 다시 반사됩니다. 태양복사의 약 절반은 지구의 육지나 물에 흡수됩니다. 태양복사의 대부분은 바닷물에 흡수됩니다.

- 해양과 온도 시스템 도표에서 태양, 육지, 바닷물 사이에 화살표를 그려 태양복사가 지구에 도달했을 때 흡수되는 과정을 나타내세요.
- 나머지 태양복사는 대기에 갇혀 공기를 따뜻하게 합니다.
- 태양에서 대기로, 기온으로 향하는 화살표를 그려 대기에 갇힌 태양복사가 기온을 상승시키는 과정을 나타내세요.

열 흡수체

바다는 지구 표면적의 약 71%를 차지합니다. 바닷물은 온도 변화 없이 많은 태양 복사열을 흡수할 수 있습니다. 이로 인해 바닷물은 놀라운 열 흡수체로 작용합니다. 실제로 일부 과학자들은 바다가 열을 흡수하지 않는다면 지구의 평균 기온이 15°C (59°F)에서 50°C (122°F)로 상승할 것이라고 추정합니다. 그러나 지구 평균 온도의 상승은 바다가 지구 온도에 미치는 영향의 일부일 뿐입니다.

- 바다에서 기온으로 화살표를 그리세요. 바닷물의 열 흡수체가 어떻게 열을 흡수하여 지구의 기온을 낮추는지를 기억할 수 있도록 몇 단어로 표시해 보세요.



열 재분배자

바다는 단순히 열을 흡수하는 것 이상의 역할을 합니다. 바다는 또한 열을 지구 상의 여러 곳으로 이동시킵니다. 지구의 적도 주변 지역인 **열대지방(Tropics)**은 태양복사로부터 훨씬 더 많은 열을 받습니다. 지구의 극지는 위치 때문에 태양복사로부터 훨씬 적은 열을 받습니다.

d. 해양과 온도 시스템 도표에서 해양 요소 근처에 “열대 해양”과 “극지 해양”이라는 두 개의 새로운 요소를 추가하세요.

e. 태양에서 열대 해양으로 화살표를 그리고, “더 많은 열”이라고 표시하세요.

f. 태양에서 극지 해양으로 화살표를 그리고, “더 적은 열”이라고 표시하세요.

바다는 열을 열대지방에서 극지방으로 이동시킵니다. 열대 해양에서 따뜻해진 물은 해류를 통해 극지방으로 이동하며, 이동하면서 열을 분배합니다. 극지방 해양이 식으면, 차가운 물은 적도 쪽으로 다시 순환합니다. 바다가 없다면 적도 주변 지역은 훨씬 덥고 극지방 근처는 훨씬 추울 것입니다.

g. 열대 해양에서 극지 해양으로 물이 이동할 때 열에 어떤 일이 일어나는지를 보여 주는 화살표를 그리고 표시하세요.

h. 극지 해양에서 열대 해양으로 물이 이동할 때 어떤 일이 일어나는지를 보여 주는 화살표를 그리고 표시하세요.

10. 그림 4.1의 지도를 검토하고 여러분의 위치를 찾으세요.

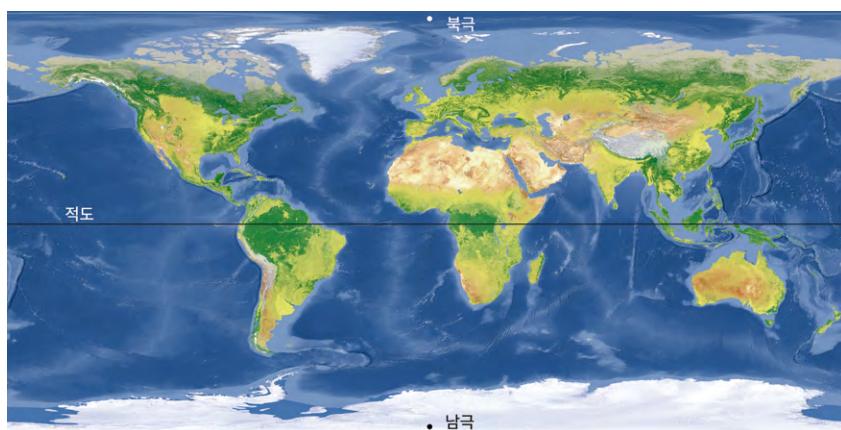


그림 4.1: 세계지도

11. 팀과 함께 생각해 보세요:

a. 여러분 지역은 적도에 더 가까운가요, 극지에 더 가까운가요?



b. 바다가 태양으로부터 에너지를 재분배하지 않는다면 여러분 지역사회의 온도는 어떻게 변할까요? 더 더워지거나 더 추워지거나 비슷하게 유지될까요?

c. 적도에 더 가까우면 평균 기온이 더 높아집니다. 극지에 더 가까우면 평균 기온이 더 낮아집니다.

12. 해양과 온도 시스템 도표에서 기온과 사람사이의 화살표를 검토하세요. 평균 온도가 변하면 그 관계가 어떻게 변할지 생각해 보세요. 예를 들어, 여러분의 지역사회가 적도에서 멀리 떨어져 있다면, 온도가 더 낮아지고 스포츠 활동을 하기 위해 밖에 나가기가 더 어려울 수 있습니다.

13. 해양과 온도 시스템 도표를 보관하세요. 전 파트 4에 필요합니다.



이해: 해양 시스템은 어떻게 온도를 조절하나요?

여러분은 바다가 지구의 온도를 조절한다는 것을 알게 되었습니다. 그렇다면 이 시스템은 어떻게 작동할까요?

이 활동에서는 바닷물과 열 사이의 다양한 관계를 모델링할 것입니다.

1. 팀을 두 그룹으로 나누세요.
2. 각 그룹은 해양을 열 흡수체로 모델링하기 또는 해양의 물 밀도 모델링하기 중 하나를 완료하세요.
3. 시간이 있다면 교환하여 두 그룹 모두 두 가지 조사를 수행하세요.

해양을 열 흡수체로 모델링하기(Modeling the Ocean as a Heat Sink)

바닷물이 열을 잘 흡수하는 이유는 무엇일까요? 물은 열용량이 매우 큽니다. 물의 온도를 1°C만 변화시키는 데도 많은 열에너지가 필요합니다. 여러분은 바다가 열 흡수체라는 것을 배웠습니다. 그렇다면 이것이 실제로 어떻게 작동할까요?

모델링 지침

a. 재료를 모으세요. 다음이 필요합니다:

- 골판지 또는 기타 재료로 만든 동일한 상자 두 개(신발 상자가 좋겠네요.)
- 상자 바닥 대부분을 덮을 수 있는 물이 담긴 용기 하나
- 상자 윗부분을 덮을 투명한 플라스틱 랩(클링 필름)
- 플라스틱 랩을 고정하기 위한 테이프 또는 고무줄
- 열원, 예를 들어 햇빛, 따뜻한 전구, 열 패드 또는 담요, 또는 라디에이터, 헤어드라이어의 뜨거운 공기를 사용할 수도 있습니다.
- 온도계 두 개(선택 사항)



- b. 상자의 윗부분을 제거하여 모델을 만드세요.
- c. 열원(햇빛이나 다른 열원)에 접근할 수 있는 장소에 상자를 두세요.
- d. 용기에 찬물을 채워 상자 하나에 넣으세요.
- e. 온도계를 사용하는 경우, 상자 내부의 온도를 측정할 수 있도록 부착하세요.
- f. 플라스틱 필름을 고정하여 각 상자를 완전히 덮으세요. 그림 4.2의 예시를 참고하세요.



그림 4.2: 열흡수체 모델 설정. 왼쪽의 상자에는 물이 담긴 용기가 있으며 오른쪽 상자에는 없음

- g. 상자를 열원 근처에 약 15분 동안 두세요. 또는 헤어드라이어를 사용하는 경우 3-5초 동안 뜨거운 공기를 불어넣으세요.
- h. 질문을 기다리는 동안에 답하세요.
- i. 돌아와서 각 상자의 온도를 측정하세요.
- j. 온도계가 없다면 각 상자의 플라스틱 랩 아래에 손을 넣어 보세요. 온도 차이가 느껴지나요?

질문을 기다리는 동안

팀원과 함께 슨 일이 일어날지 생각해 보세요.

- 돌아왔을 때 두 상자의 온도가 같을까요, 다를까요?
- 왜 그렇게 생각하나요?
- 해양과 온도 시스템 도표를 검토하세요. 방금 세 가지 요소 사이의 관계를 모델링했습니다.
세 가지는 어떤 것인가요?

결과를 검토하세요. 상자에 더 따뜻한 물을 추가했다면 결과가 달라졌을지 팀원과 함께 생각해 보세요. 공기를 더 시원하게 유지하는데 도움이 되었을까요?

방금 태양(열원), 해양의 물(모델의 물), 기온 사이의 관계를 모델링했습니다.



해양의 물 밀도 모델링하기(Modeling Water Density in the Ocean)

물이 담긴 용기 위에 뜨거나 바닥으로 가라앉는 물체를 상상해 보세요. 물보다 밀도가 낮은 물체는 뜨고, 물보다 밀도가 높은 물체는 가라앉습니다. **밀도(Density)**는 특정 부피 내에 들어있는 질량을 나타내는 특성입니다.

돌로 반쯤 채워진 작은 상자를 상상해 보세요. 상자의 부피에 비교해 돌의 질량이 밀도를 결정합니다. 상자에 돌을 더 추가하면 어떻게 될까요? 돌의 질량은 증가하고 상자의 부피는 그대로 유지될 것입니다. 상자 안 돌의 밀도는 더 커질 것입니다. 같은 양의 돌을 훨씬 더 큰 상자에 넣으면 어떻게 될까요? 훨씬 더 큰 부피에 같은 질량의 돌이 들어 있으므로 상자 안 돌의 밀도는 더 작아질 것입니다.

바닷물은 밀도가 더 높거나 낮을 수 있습니다. 밀도가 낮은 물은 해수면 근처에 뜨는 경향이 있습니다. 밀도가 높은 물은 심해로 가라앉는 경향이 있습니다. 해양에서 물의 밀도 차이를 유발하는 요인은 무엇이라고 생각하나요?

온도

바닷물의 가장 중요한 특성 중 하나는 온도입니다. 물이 따뜻해지면 부피가 증가합니다. 물의 부피가 증가하면 밀도는 어떻게 될까요? (상자의 부피가 증가하는 예를 생각해 보세요.)

바다의 위치에 따라 수온은 매우 다를 수 있습니다. 찬물이 따뜻한 물을 만날 때 무슨 일이 일어나는지 모델링할 수 있습니다.

- 재료를 모으세요. 다음이 필요합니다:
 - 뜨거운 물을 담을 수 있는 투명한 물 용기
 - 찬물을 담을 두 번째 용기
 - 식용 색소 또는 찻잎과 같은, 물을 염색할 수 있는 것
- 용기 하나에 뜨거운 물을 채우세요.
- 다른 용기에 매우 차가운 물을 채우세요. 차가운 물에 식용 색소를 넣어 관찰하기 쉽게 만드세요.
- 뜨거운 물이 담긴 용기의 가장자리 안쪽으로 차가운 물을 부드럽게 부으세요. 그림 4.3은 예시입니다.
- 자세히 관찰해 보세요. 색이 있는 차가운 물은 어디에 가장 많이 있나요? 어떤 종류의 물 움직임을 관찰할 수 있나요?
- 팀과 함께 논의하세요: 물이 뜨거울 때와 차가울 때 어느 쪽이 더 밀도가 높다고 생각하나요?





그림 4.3: 밀도 모델링 설정 예

염분

바닷물의 또 다른 중요한 특성은 **염분(Salinity)**입니다. 염분은 물에 녹아 있는 소금의 양을 의미합니다. 모든 바닷물은 짜지만 일부 지역은 다른 지역보다 더 짭니다. 물에 녹아 있는 소금이 많을수록 질량이 커집니다. 질량이 증가하면 밀도는 어떻게 될까요? (돌 상자에 질량을 추가하는 예를 생각해 보세요.)

온도는 염분에 큰 영향을 미칩니다. 물이 증발할 때 소금은 증발하지 않으므로 남은 물은 더 짠 상태가 됩니다. 해빙(海水)이 형성될 때 소금은 얼음 속에 남아있지 않으므로 해빙 주위의 물은 더 짠 상태가 됩니다.

a. 재료를 모으세요. 다음이 필요합니다:

- 투명한 물 용기 두 개
- 식용 색소 또는 찻잎과 같은, 물을 염색할 수 있는 재료
- 소금

b. 용기 하나에 물을 채우고 소금 반 숟가락을 넣으세요. 소금이 녹을 때까지 저으세요.

c. 다른 용기에 물을 같은 양 정도 채우고 소금 3-4 숟가락을 넣으세요. 녹을 때까지 저으세요.
더 짠 소금물에 색소를 넣어 관찰하기 쉽도록 하세요.

d. 색이 없는 물이 담긴 용기의 가장자리 안쪽으로 색이 있는 물을 부드럽게 부으세요.

그림 4.3의 예를 참고하세요.

e. 자세히 관찰하세요. 색이 있는 더 짠 물은 어디에 가장 많이 있나요?

어떤 종류의 물 움직임을 관찰할 수 있나요?

f. 팀과 함께 논의하세요: 염분이 더 높을 때 물의 밀도가 더 높다고 생각하나요?

시간이 충분하면 두 실험을 결합하여 온도와 염분이 밀도에 어떻게 함께 영향을 미치는지 생각해 볼 수 있습니다.



관찰한 내용을 논의하세요.

- 각 실험에서 어떤 종류의 물이 밀도가 높아서 가라앉았나요?
- 바다의 온도나 염분이 변화하는 원인은 무엇이라고 생각하나요? 힌트: 아이디어가 필요하면 온도와 염분의 단락을 다시 읽어 보세요. 바다의 어느 부분에서 밀도가 높은 물이 해저로 가라앉을 것으로 예측하나요?
- 해양과 온도 시스템 도표에서 기온에서 해양으로 화살표를 그리세요. 온도가 해양의 밀도와 염분에 어떤 영향을 미치는지에 대해, 방금 배운 내용으로 화살표에 표시를 해 보세요.

- 두 그룹 모두 두 가지 활동을 할 시간이 없었다면 여러분의 모델, 실험 결과, 시스템 도표에 추가한 내용을 다른 그룹과 공유하세요.
- 바다에서 수직 해류를 생성하는 데 수온과 염분이 어떻게 작용하는지 알아보기 위해 전 지구적 해양 컨베이어 벨트를 읽어 보세요.

전 지구적 해양 컨베이어 벨트 (The Global Ocean Conveyer Belt)

파트 2에서 배운 것처럼 바다에는 바람이 일으키는 표층 해류가 많습니다. 또한 전 세계를 이동하는 매우 중요한 심층 해류도 있습니다. 이 해류를 **전 지구적 해양 컨베이어 벨트(The Global Ocean Conveyor Belt)**라고 합니다. 표면의 물은 심해로 내려가 극에서 극까지 이동합니다. 물 한 방울이 해류 전체를 통과하는 데 약 1,000년이 걸립니다. 그림 4.4는 전 지구적 해양 컨베이어 벨트의 경로를 보여 줍니다. 표면에 있는 것처럼 보일 수 있지만, 차가운 해류는 심해에서 물을 이동시킵니다.

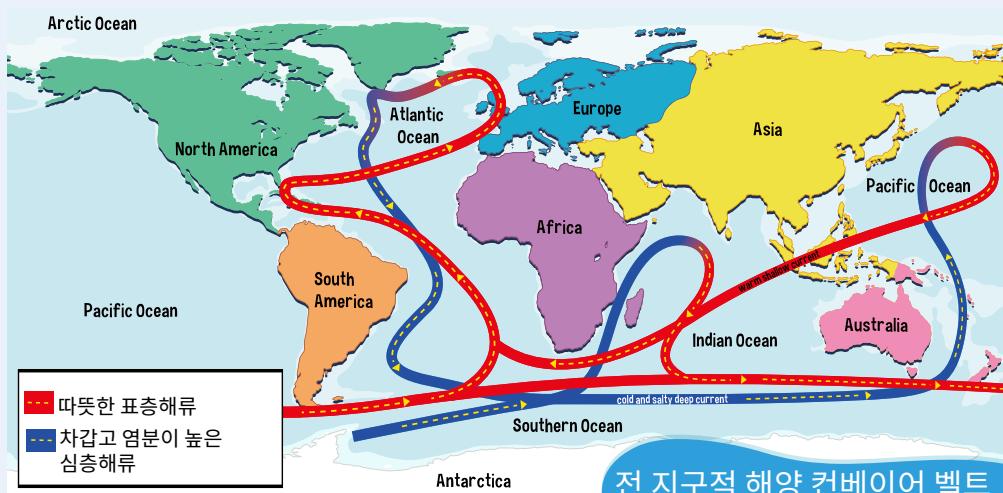


그림 4.4: 전 지구적 해양 컨베이어 벨트를 나타내는 세계지도



이 수직 심층류는 밀도 차이에 의해 일어납니다. 북극 근처의 극지 해양에서 해빙(海氷)이 형성될 때 차갑고 짠, 밀도 높은 물이 생성됩니다. 이 밀도 높은 물은 가라앉으며 태양으로부터의 열과 공기 중의 산소를 일부 가져갑니다. 이 덕분에 심해의 생물이 생존하는데 도움이 됩니다.

물은 종종 수천 킬로미터 떨어진 곳에서 상승하는 과정인 **용승(Upwelling)**을 통해 다시 표층으로 올라옵니다. 용승수는 심해로 가라앉아 있던 많은 영양염을 표층으로 운반합니다. 이러한 영양염은 해양 표면 근처의 생물이 번성하는데 도움을 줍니다. 즉, 전 지구적 해양 컨베이어 벨트는 열, 산소, 영양염을 전 지구적으로 혼합합니다.

6. 해양과 온도 시스템 도표에 “전 지구적 해양 컨베이어 벨트”와 “생물”을 요소로 추가하세요.
7. 전 지구적 해양 컨베이어 벨트를 다른 요소(예: 극지 해양 및 생물)에 연결하는 화살표를 그려 표시를 하세요. 극지 해양에서 밀도가 높은 물이 가라앉을 때 태양으로부터의 열과 공기 중의 산소를 함께 가져간다는 것을 포함할 수 있습니다. 심해수가 용승할 때 영양염을 표층으로 가져옵니다. 이러한 혼합은 해양생물의 생존을 돋습니다.
8. 마친의 생각을 읽어 보세요. 전 지구적 해양 컨베이어 벨트에 대해 우려하거나 희망하는 것이 있나요? 있다면 바다정체성지도의 우려원에 추가하세요.

마친이 말합니다…



전 지구적 해양 컨베이어 벨트는 산소를 운반하는 데 매우 중요합니다. 이것이 없다면 심해는 미생물만 있는, 거의 죽은 상태가 될 것입니다. 그래서 우리는 이것을 절실히 필요로 하며, 물이 더 따뜻해지더라도 계속 작동하기를 바랍니다. 하지만 앞으로는 속도가 느려지고 오늘날보다 훨씬 덜 효율적으로 작동할 것입니다.





행동: 지구를 쾌적한 상태로 유지하는데 있어 바다의 역할을 어떻게 공유할 수 있을까요?

바다의 온도 조절 능력은 지구를 **거주 가능한(Habitable)**, 혹은 사람이 살 수 있는 곳으로 만드는 주된 이유 중 하나입니다. 이는 또한 지구를 쾌적하게 유지하는 바다의 능력에 우리가 매우 의존하고 있음을 의미합니다. 해양 시스템이 이 중요한 역할을 계속 수행할 수 있도록 어떻게 도울 수 있을까요?

1. 팀을 네 개의 그룹으로 나누어 각 그룹에 **사회적(Social)**, **환경적(Environmental)**, **경제적(Economic)**, **윤리적(Ethical)** 관점을 할당하세요.
2. 바다의 열 흡수체 및 재분배자 역할에 대해 배운 내용을 생각해 보세요. 여러분의 관점에서 이것은 왜 중요한가요?
예를 들어:
 - a. 사회적 관점: 이 시스템이 인간의 건강, 교육, 복지, 사회적 상호 작용에 왜 중요한가요?
 - b. 환경적 관점: 이 시스템이 자연계의 생물과 무생물에 왜 중요한가요?
 - c. 경제적 관점: 이 시스템이 경제, 일자리, 산업에 왜 중요한가요?
 - d. 윤리적 관점: 이 시스템은 어떤 방식으로 더 공정한 세상을 만드는데 도움이 되나요?
3. 여러분의 팀과 함께 외계인이 지구 여행을 고려하고 있다고 상상해 보세요. 바다가 지구의 온도를 조절하기 때문에 가능한, 지구의 위대한 점은 무엇인가요?
4. 여러분의 관점에서 바다의 온도 조절 기능이 어떻게 지구를 더 살기 좋은 곳으로 만드는지 보여 주는 포스터를 만드세요.
5. 다른 팀원들과 포스터를 공유하세요.
6. 지구를 사람들이 쉽게 살 수 있는 곳으로 유지하는 데 바다가 어떻게 도움이 되는지, 그리고 바다가 그 역할을 계속 수행하도록 돋는 것이 왜 중요한지 다른 사람들과 논의하세요.
7. 바다정체성지도를 꺼내어 지구의 온도를 조절하는 사람과 해양의 역할에서 여러분이 알게 된 모든 연관성을 추가하세요.
8. 마친 생각을 읽어 보세요. 지구의 변화하는 온도에 대해 걱정되는 것이 있나요?



마친이 말합니다…



지구의 온도는 수 만년 동안 크게 변동했습니다. 그러나 현재의 풍부한 생명체는 마지막 빙하기 이후 비교적 안정적인 온도에서 진화했습니다. 물과 대기의 온도와 화학 성분은 현재 지구상에 존재하는 종의 주요 원동력이었습니다. 그러나 인간 활동이 현재 지구의 온도와 화학 성분을 변화시키고 있으며, 생물계의 변화가 뒤따를 것입니다. 이러한 과정은 매우 복잡하여 정확하게 예측할 수 없습니다.

물론, 우리가 자연 세계와 조건의 중요성을 소중히 여긴다면, 지구상의 생물이 적응할 시간을 주기 위해 물리적 세계의 변화를 늦춰야 합니다.

9. 잠시 감사의 시간을 가져 보세요. 여러분 지역사회의 평균 기온이 지금과 아주 달랐다면 일어나지 않았을 오늘, 특별히 감사하는 일이 있나요? 그것을 바다의 지구 온도 조절 역할과 연결해 보세요. 바다가 사람이라면, 여러분의 삶의 그 부분을 가능하게 해준 것에 대해 어떤 말로 감사를 전할 것인가요?

과제 2: 따뜻해지는 바다는 인간과 지구에 어떤 영향을 미칠까요? ↪

바다가 따뜻해짐에 따라 다양한 방식으로 인간과 해양 시스템에 영향을 미칠 수 있습니다. 이 과제에서는 먼저 따뜻해지는 바다가 여러분의 지역사회에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 **알아볼** 것입니다. 그런 다음 바다와 온도 시스템에 대한 피드백 루프의 영향을 **이해**하기 위해 조사할 것입니다. 마지막으로 해양 온난화를 늦추거나 그 영향에 적응하기 위해 **행동할** 것입니다.



발견: 우리 지역사회는 따뜻해지는 바다의 영향에 얼마나 취약한가요?

앞서 논의한 바와 같이 인간은 화석연료를 태움으로써 많은 양의 **온실가스(Greenhouse gases)**를 대기 중으로 배출하고 있습니다. 대기 중의 이산화탄소와 같은 온실가스는 지구에 도달하는 태양 에너지를 가두게 됩니다. 온실가스가 증가하면 지구에 더 많은 열이 머무르게 됩니다. 바다는 최근 수십 년 동안 지구 전체에서 발생한 추가적인 온난화의 90% 이상을 흡수했습니다. 그러나 바다가 추가적인 열을 흡수함에 따라 해양 시스템이 변화합니다. 이 활동에서는 이러한 변화가 여러분과 여러분의 지역사회의 다른 사람들에게 어떤 영향을 미칠 수 있는지 탐구할 것입니다.

- 그림 4.5를 살펴보세요. 이 그림은 1955년 이후 바다 열에너지의 변화를 보여 주는 그래프입니다. 이 그래프에서 열 형태의 에너지는 제타줄(Zettajoule)로 측정됩니다. 제타줄은 엄청난 에너지 단위입니다! 이해를 돋기 위해 설명하자면, 사람들이 전 세계적으로 1년 동안 사용하는 모든 에너지가 약 0.5 제타줄입니다.

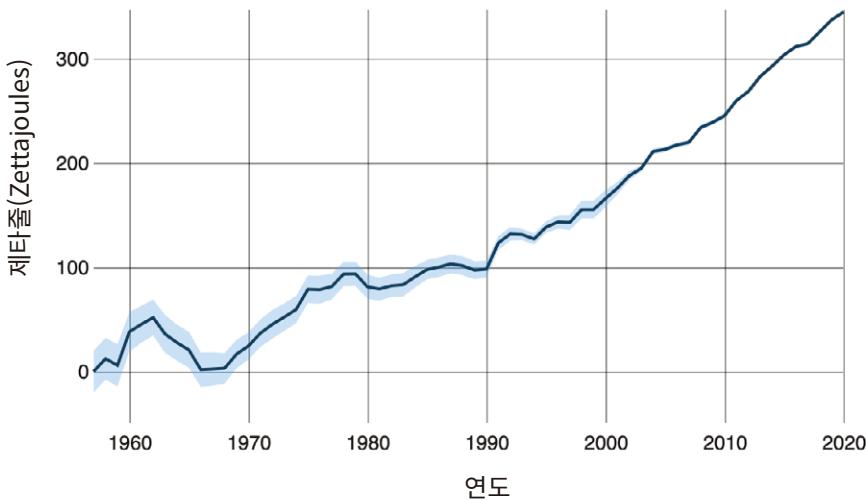


그림 4.5: 1955부터 2020년까지의 바다의 열에너지



2. 그림 4.5를 보고 팀과 함께 다음 질문에 답하세요.
- 시간에 따른 바다의 열에너지 양에 대해 무엇을 알 수 있나요?
 - 바다의 열에너지 증가가 바다의 온도에 어떤 영향을 미칠 것으로 예측하나요? 물이 열을 흡수하면 온도가 천천히 상승한다는 것을 기억하세요.
 - 예측을 검토하세요. 과학자들은 전 세계의 지역들에서 해수면 온도를 측정합니다. 2022년의 전 세계 해수면 온도를 1901년부터 2000년까지의 평균과 비교하면 2022년은 0.67°C 더 높았습니다. 실제로 해수면 온도는 1976년 이후 매년 1900년대 평균보다 더 뜻했습니다. 이것이 여러분의 예측과 일치하나요?
3. 해양과 온도 시스템 도표를 꺼내세요. 그림 1.6과 같이 여러분의 모든 요소를 둘러싸는 큰 사각형을 시스템 경계로 추가하세요.
4. 새로운 색상의 펜이나 마커를 꺼내세요.
5. “열”이라 표시된 새로운 추가 화살표를 도표에 추가하세요. 이것은 지구온난화로 인해 바다가 흡수하는 추가된 열을 보여 줍니다.
6. 새로운 펜이나 마커로 시스템의 더 많은 열이 관계의 변화를 의미할 수 있는 화살표 옆에 “+” 기호를 그리세요. 예를 들어, 시스템의 더 많은 열이 기온을 상승시키고 사람들과의 관계를 변화시킬 수 있습니다.
7. 스미스소니언 연구원들이 해양 수온 상승과 열 증가로 어려움을 겪고 있는 해양생물을 돋기 위해 어떻게 노력하고 있는지 알아보려면 스미스소니언에서는를 읽어 보세요.



스미스소니언에서는

여러분에게 익숙한 밝은 산호는 **공생(Symbiosis)**, 즉 두 종이 서로에게 이익이 되는 관계의 결과입니다. 건강한 산호는 조류와 공생합니다. 그러나 산호 주변의 물이 너무 뜨거워지면 조류가 빠져나가고 산호가 흰색이나 밝은 색으로 변하는데, 이를 **산호 백화 현상(Coral Bleaching)**이라고 합니다. 백화된 산호는 죽지는 않았지만 스트레스를 아주 많이 받아서 생존하기 어렵습니다. 바다가 산호가 살기에 더 어려운 곳이 되어 가는 상황에서, 미래에 산호가 생존할 수 있는 방법이 있을까요? 스미스소니언 보존생물학 연구소(Smithsonian Conservation Biology Institute)의 한 연구팀은 미래 세대를 위해 산호를 보존하고자 냉동 기술을 사용하여 이를 실현하려고 노력하고 있습니다.





그림 4.6: 정상 산호 중에 백화된 산호의 예

클래어 라거(Claire Lager) 연구원은 이것이 왜 중요한지 설명합니다. “저는 산호초 모니터링을 하고 있었는데 산호가 사라지는 것을 지켜보고만 있는 것 같았어요. 그래서 이 프로젝트에 참여했을 때, 생물다양성(Biodiversity)을 위해 산호를 보호하는 데 실제로 도움이 될 수 있다는 생각에 고민되었어요. 저희 팀은 산호 유생과 공생 조류(Symbiotic algae)를 냉동하는 작업을 하고 있었고, 현재 진행 중인 큰 프로젝트 중 하나는 전체 산호 조각을 냉동하는 것이에요. 저는 여전히 과학을 하고, 이제는 저의 과학활동이 생물 보존에 직접적으로 기여하고 있어요.”

동료 연구원인 마이크 헨리(Mike Henley) 박사도 말했습니다. “모든 것이 잘못되고 있다고 말하는 것 이상을 하고 싶었습니다. 도움이 되고 싶었어요. 저는 스미스소니언 국립 동물원(Smithsonian National Zoo)에서 일하고 있었고, 우리가 기후변화와 싸울 방법을 찾는 동안 생물종들이 생존할 수 있는, 살아있는 방주로서 동물원을 생각하기 시작했습니다.”



그림 4.7: 산호초 생태계를 연구하기 위해 잠수를 하고 있는 마이크 헨리 박사

해양 온도가 상승함에 따라 산호초 생태계에 미치는 영향도 커집니다. 매리 하게돈(Mary Hagedorn) 박사는 산호 보존을 위해 노력하는 연구팀을 이끌고 있습니다. 그녀는 “해양에서 온난화 현상이 발생하면 산호에 수년간 영향을 미칠 수 있습니다. 우리는 산호와 같은 개별 종에 대해 이야기하지만, 때로는 산호에 의존하는 다른 모든 종에 대해 이야기하지 않습니다. 실제로 단지 멸종되는 산호나 사라지는 물고기가 아니라 생명의 그물망이 파괴되는 것입니다. 생물다양성에 복합적인 영향을 미칩니다”라고 말합니다.

8. 팀과 함께 생각해 보세요. 열이 증가하면 변화할 수 있는 다른 관계가 있을까요? 예를 들어, 온도 상승이 인간 이외의 생물에 어떤 영향을 미칠 수 있을까요?
9. 내 지역사회와 더위지는 바다의 지침을 따르세요.



내 지역사회와 더워지는 바다(*My Community and a Warming Ocean*)

바다가 따뜻해짐에 따라 사람들과 해양 시스템에 다양한 영향을 미칠 수 있습니다. 다음은 많은 인간 사회에 영향을 미치는 세 가지 우려 사항입니다.

- 해수면 상승:** 물이 따뜻해지면 더 큰 공간을 차지하게 됩니다. 이를 **열팽창(Thermal expansion)**이라고 합니다. 빙하와 같은 육지의 얼음이 녹아 물이 바다로 유입되면 해양의 물이 늘어납니다. 지구의 열이 증가함에 따라 열팽창과 육지 빙하의 융해가 일어남으로써 전 세계 해수면이 상승하고 있습니다. 이는 해안 근처의 많은 지역사회에 위협이 됩니다.
- 극단적인 날씨:** 바다가 따뜻해짐에 따라 더 많은 물이 공기 중으로 증발합니다. 이렇게 증가하는 수증기량은 기상 패턴을 변화시킵니다. 실제로 극단적인 날씨가 더 자주 나타나고 있습니다. 허리케인과 태풍이 더 강력해지고 있습니다. 강수 패턴이 변화하여 일부 지역에서는 장기간 가뭄이 발생합니다. 가뭄은 종종 산불과 관련이 있습니다. 다른 지역에서는 비나 눈이 증가하여 홍수로 이어집니다.
- 해양 생태계 변화:** 바다가 따뜻해지면 해양생물의 서식지가 변화합니다. 어류와 같은 일부 동물은 살아가기에 더 편안한 온도를 찾아 새로운 지역으로 **회유(Migration)**할 수 있습니다. 산호와 같은 다른 동물은 새로운 서식지로 빠르게 이동하는 것이 불가능합니다. 쉽게 이동할 수 없는 생물은 따뜻해지는 바다에서 생존하기 어려울 수 있습니다. 이동하는 생물종은 이동함에 따라 새로운 서식지 경쟁에 직면할 수 있습니다. 이는 어업 및 관광과 관련한 해양 생태계에 변화를 가져올 수 있습니다.

지역사회 조사

- 팀 또는 소규모 그룹과 함께 세 가지 해양 온난화 변화 중 하나를 선택하여 지역사회 내에서 조사하세요.
- 지역사회에서 발생했거나 발생할 수 있는 변화에 대해 더 많이 알아보는 방법을 결정하세요.
예를 들어:
 - 이에 대해 더 많이 알고 있을 수 있는 전문가나 조직이 여러분의 지역사회에 있나요?
 - 최근의 역사적 기상 패턴과 같이, 지역사회에서 이미 발생한 변화에 대한 정보를 온라인이나 지역 자료 출처에서 수집할 수 있나요?
 - 잠재적인 해수면 상승 지도와 같이, 미래에 발생할 수 있는 일에 대한 정보를 수집할 수 있나요?
- Ocean! StoryMap에는 이 조사를 돋는 자료가 있습니다.
- 배운 내용을 기억할 수 있도록 기록하세요.



- e. 배운 내용을 나머지 팀원들과 공유하고 논의하세요: 해양 온난화로 인한 우리 지역사회에 가장 큰 위협은 무엇인가요?

⚠ 심리안전요령

미래에 일어날 수 있는 끔찍한 일들을 생각하는 것은 무섭고 스트레스를 유발할 수 있습니다. 아직 결정된 나쁜 결과나 재앙적인 결과는 없습니다. 현재 여러분이 우려하는 문제를 이해하는 것 자체로 이러한 결과를 방지하기 위한 노력의 일부가 될 수 있습니다. 전 세계의 과학자들과 다른 사람들도 이러한 유형의 결과를 방지하기 위해 열심히 노력하고 있습니다.

10. 마친의 생각을 읽어 보세요. 해양 온도 변화로 인해 지역사회에 영향을 미칠 수 있는 생각하지 못한 일이 있나요?

마친이 말합니다…



해양 온도가 변화함에 따라 해양 생물종과 관련한 많은 것들이 변화하고 있습니다. 예를 들어, 해양 먹이 시스템은 플랑크톤과 미생물에 의해 조절됩니다. 플랑크톤은 해양 온도가 상승함에 따라 빠르게 반응하고 성장합니다. 이것은 시스템을 변화시킵니다. 사람들은 때때로 고래나 큰 물고기와 같은 해양의 큰 생명체만 생각하지만, 이것들은 전체 시스템의 아주 작은 부분일 뿐입니다.



이해: 따뜻해지는 바다와 관련한 우려 사항은 무엇인가요?

과학 자료는 바다가 따뜻해지고 있음을 보여 줍니다. 그러나 바다가 따뜻해짐에 따라 정확히 무슨 일이 일어날지에 대해서는 여전히 불확실한 점이 있습니다. 또한 변화가 정확히 언제 발생할지 알기 어려울 수 있습니다. 바다와 같은 복잡한 시스템에서는 시스템의 균형을 잡거나 균형을 무너뜨리는 과정이 있을 수 있습니다. 이러한 과정을 **피드백 루프 (Feedback loops)**라고 합니다. 이 활동에서는 얼음 및 해양과 관련된 피드백 루프에 대해 더 자세히 탐구할 것입니다.

1. 피드백 루프란 무엇인가요?를 읽어 보세요.



피드백 루프란 무엇인가요? (What is a Feedback Loop?)

많은 시스템에는 피드 루프가 있습니다. 여러분, 여러분의 행동, 그리고 여러분의 친구들을 시스템으로 생각해 보세요.

농담을 하는 상상을 해 보세요. 친구들이 웃습니다. 여러분은 그들을 웃게 만드는 것을 좋아하므로, 앞으로 그 농담을 더 많이 할 가능성이 높습니다. 반응이 어떤 일을 더 많이, 더 자주 일어나게 한다면, 그것은 **강화 피드백 루프(Reinforcing feedback loop)**입니다.

다른 결과가 나온다면 어떨까요? 농담을 했지만 친구들이 재미있어하지 않는다고 상상해 보세요. 여러분은 그것을 좋아하지 않으므로, 앞으로 비슷한 농담을 할 가능성이 줄어듭니다. 반응이 시스템을 조절하여 이전 상태로 되돌리는 경우, 이는 **균형 피드백 루프(Balancing feedback loop)**입니다.

자연 시스템도 마찬가지입니다. 강화 피드 루프는 시간이 지남에 따라 시스템의 변화가 더 커지거나 더 빈번해진다는 것을 의미합니다. 균형 피드 루프는 시스템이 동일하게 유지되도록 조절하는 데 도움이 됩니다.

2. 해양과 온도 시스템 도표를 검토하세요. 피드 루프가 있을 수 있는 곳이 있나요? 예를 들어, 사람들이 화석연료를 태울 수 있는데, 이는 대기를 변화시키고, 기온을 변화시키며, 사람들은 더 시원해지기 위해 더 많은 화석연료를 태울 수 있습니다. 이것은 강화 피드 루프입니다. 시스템의 변화는 시간이 지남에 따라 커집니다.
3. 얼음 피드 루프 조사를 수행하세요.

얼음 피드백 루프 조사(Ice Feedback Loop Investigation)

여러분은 아마 온도가 상승함에 따라 얼음과 눈이 녹는다는 것을 알고 있을 것입니다. 그러나 얼음과 눈의 **알베도(Albedo)**와 관련된 피드 루프에 대해 생각하지 못했을 수도 있습니다. 알베도는 재료가 반사하는 빛의 양을 의미합니다. 이 단어는 낯설 수 있지만, 여러분도 아마도 이 개념은 알고 있을 것입니다. 예를 들어, 맑은 날 밖에 나갈 때 흰색 셔츠와 검은색 셔츠 중 어느 쪽이 더 시원할까요? 아마도 흰색 셔츠일 것입니다. 검은색 셔츠는 태양으로부터 더 많은 열에너지를 흡수할 것이기 때문입니다. 이 조사에서는 알베도가 해빙, 눈, 빙상 및 빙하와 어떻게 관련되어 있는지 탐구할 것입니다.



a. 재료를 모으세요. 다음이 필요합니다:

- 흰색 종이 한 장 (두꺼운 종이 또는 카드 스톡이 가장 좋습니다)
- 검은색 또는 어두운 색 종이 한 장 (두꺼운 종이 또는 카드 스톱이 가장 좋습니다)
- 얼음 조각 10-20개 또는 부순 얼음이나 눈 두 컵
- 타이머

b. 두 장의 종이를 모두 햇빛 아래에 놓으세요. 참고: 이 조사는 기온이 어는점 이상일 때만 작동합니다.
외부 기온이 어는점 이하인 경우 햇볕이 잘 드는 실내의 창턱에서 시도해 보세요.

c. 얼음을 똑같이 나누어 두 장의 종이에 같은 패턴으로 놓으세요. 그림 4.8은 예시입니다.

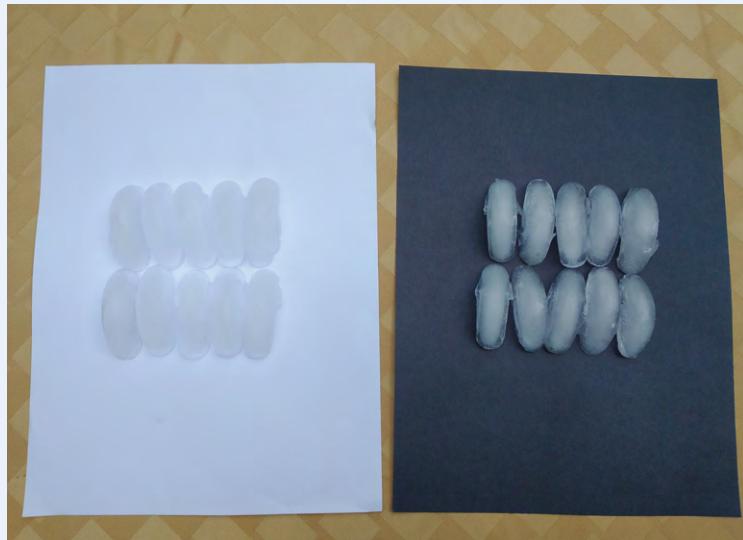


그림 4.8: 얼음 피드백 루프 조사 설정의 예

d. 타이머를 시작하세요.

e. 각 종이를 관찰하세요.

f. 각 종이에서 모든 얼음이 녹는데 걸리는 시간을 기록하세요.

토론 및 적용

팀과 함께 논의하세요:

- 어떤 종이의 얼음이 먼저 모두 녹았나요?
- 흰색 종이와 검은색 종이 중 어느 쪽이 알베도가 더 높다고 생각하나요? 어느 쪽이 더 많은 열을 흡수하나요?



c. 이것은 지구의 극지방 근처의 얼음 형성과 융해와 어떤 관련이 있나요?

다음 목록을 가장 높은 알베도(가장 높은 반사율)에서 가장 낮은 알베도(가장 높은 흡수율) 순으로 순위를 매겨보세요:

- 대양
- 새로 내린 눈
- 건조한 토양
- 오래된 (더러운) 눈
- 눈으로 덮인 해빙
- 녹는 눈

d. 상승하는 온도, 얼음과 눈, 해수, 빛과 어둠의 알베도가 어떻게 결합하여 강화 피드 루프를 만들 수 있을까요?

알베도 순위를 매긴 후 여기에서 답을 확인할 수 있습니다. 새로 내린 눈은 가장 높은 알베도를 가지며, 태양복사의 90% 이상을 반사할 수 있습니다. 눈으로 덮인 해빙은 약 70%, 오래된 (더러운) 눈은 약 50~60%, 녹는 눈은 약 50%, 건조한 토양은 15~20%, 대양은 약 8%를 반사합니다.

4. 해양과 온도 시스템 도표에서 얼음과 알베도 피드 루프의 세부 사항을 추가할 수 있는 곳은 어디라고 생각하나요? 원하는 경우 추가 요소와 화살표를 추가하여 피드 루프를 표시하세요.

5. 시스템 도표의 “+” 기호를 검토하고 시스템의 열 증가로 인해 발생할 수 있는 변화를 생각해 보세요.

6. 마친의 발트해 경험에 대해 읽어 보세요. 그가 설명한 내용이 열 증가로 인해 발생할 수 있다고 생각한 결과와 비슷한가요?

마친이 말합니다…



제가 연구하는 발트해는 예전에는 매우 추웠지만 지금은 훨씬 따뜻해졌습니다. 비교적 고 현재는 얼음이 없기 때문에 일조량이 많으며 전체 시스템이 이전보다 두 배 정도 빨리 작동하고 있습니다. 발트해는 매우 강하게 **성층화 (Stratified)**되고 있는데, 이는 밀도가 낮은 담수가 위에 있고 밀도가 높은 짠물이 아래에 있다는 것을 의미합니다. 과거에는 얼음이 있었지만, 이제는 얼음이

얼 정도로 춥지 않습니다. 즉, 표면의 물이 충분히 차가워지지 않아 가라앉지 않으므로 표면에 머무르게 됩니다. 산소는 차가운 물이 가라앉을 때만 바닥으로 전달됩니다. 때문에 바닥층에서는 천천히 산소가 고갈되고 있어 그곳에서 살 수 있는 생물이 줄어들고 있습니다. 이러한 모든 변화는 발트해에 있는 어류와 다른 생물에 영향을 미칩니다. 어부들은 어획량을 유지하는 데 점점 더 어려움을 겪고 있습니다.

7. 해양 속도 저하를 읽으세요.

해양 속도 저하(Ocean Slowdown)

여러분은 전 지구적 해양 컨베이어 벨트에 대해 배우고 이를 해양과 온도 시스템 도표에 추가했습니다. 시스템 내의 시스템을 주의 깊게 검토하세요. 더 높은 온도와 얼음 알베도 강화 피드백 루프가 발생할 때 시스템이 잘 작동하지 않을 수 있다는 것을 알 수 있나요?

해양 온도가 상승하면 해빙 형성이 줄어듭니다. 이는 빙하가 녹아서 발생하는 담수 유출과 결합하여 극지의 표면 물은 더 따뜻하고 덜 짜며 따라서 밀도가 낮아집니다. 증가한 밀도가 지구 해양 순환 벨트를 유도하기 때문에, 해류는 느려 지고 있습니다. 그림 4.9는 전 지구적 해양 컨베이어 벨트의 이동 방식을 보여 줍니다. 해류가 느려지거나 멈추면 어떤 변화가 있을 것으로 생각하나요?

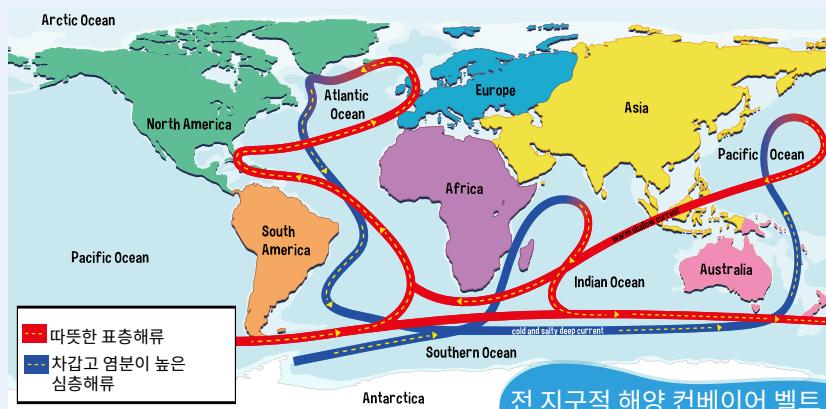


그림 4.9: 전 지구적 해양 컨베이어 벨트 지도

과제 1에서 배웠듯이, 전 지구적 해양 컨베이어 벨트는 열을 분배하는 데 중요한 역할을 합니다. 많은 과학자들은 이 컨베이어 벨트가 먼 과거에 멈추거나 느려졌으며, 일부 지역에서의 매우 갑작스럽고 극심한 냉각 같은 극적인 결과를 초래했을 것으로 믿습니다. 지역에 따라 결과가 어떻게 달라질 수 있다고 생각하나요?



전 지구적 해양 컨베이어 벨트의 용승은 또한 해양 생태계에 필수적인 심해의 영양염을 혼합합니다. 용승이 일어나는 곳에는 종종 많은 어류가 있습니다.

따뜻한 물이 해수면 위에 놓여 있고 아래층의 차가운 물과 섞이지 않으면 물이 성층화되었다고 합니다. 이 현상은 문제가 됩니다. 저층의 차가운 물에는 햅볕이 잘 드는 상층부의 생물에 필요한 많은 영양염이 있습니다. 따뜻한 상층의 물에 녹아 있는 산소는 심해 생물에게 필요합니다. 종종 바다가 더 따뜻할수록 더 성층화됩니다. 더 성층화된 물은 바다의 생물들에게 도전이 됩니다.

8. 해양과 온도 시스템 도표를 검토하고 팀과 함께 열의 증가가 해양에 미치는 영향에 대한 우려 사항을 논의하세요.

다음 사항을 고려하세요:

- 해양 온도 변화가 사람과 다른 생물에 미치는 영향
- 전 지구적 해양 컨베이어 벨트의 변화의 영향

9. 바다정체성지도의 우려 원에 우려 사항을 추가하세요.



행동: 따뜻해지는 바다에 대해 우리는 무엇을 해야 할까요?

따뜻해지는 바다와 관련하여 우려할 것이 많습니다. 그러나 파멸적인 결과는 불가피하지 않습니다. 우리가 행동을 시작할수록 그러한 행동은 더 효과적일 수 있습니다. 우리 각자는 해양 온난화에 차이를 만들 수 있는 선택을 할 수 있습니다.

- 변화하는 해양과 온도 시스템에 대한 마친의 생각을 읽어 보세요.
- 잠시 조용히 생각해 보세요. 해양과 온도 시스템의 변화에 대해 어떻게 느끼나요?

마친이 말합니다…



제 세상은 빠르게 변화하고 있습니다. 어떤 곳에서는 극적인 변화가 일어납니다. 다른 곳에서는 생물 종이 변화하고 있습니다. 이러한 변화는 여러분의 관점에 따라 좋을 수도 나쁠 수도 있습니다. 그러나 예측하기 쉽지 않습니다. 간단하지도 않습니다. 해양 시스템은 자체적인 속도와 논리로 작동합니다. 사람들을 위해 만들어진 것이 아닙니다.



⚠️ 심리안전요령

미래에 일어날 수 있는 나쁜 일들을 생각하면 무섭고 스트레스를 받을 수 있습니다. 여러분이 어떤 감정을 느끼든 괜찮습니다. 기억하세요, 파멸적인 결과는 아직 정해진 것이 아닙니다. 지금 걱정되는 문제를 이해함으로써 여러분은 이러한 결과를 방지하기 위한 노력을 할 수 있습니다. 전 세계의 과학자들과 다른 사람들도 이러한 유형의 결과를 방지하기 위해 열심히 노력하고 있습니다.

3. 바다정체성지도를 꺼내세요. 해양과 해양 온도의 미래에 대해 무엇을 바라나요? 희망원에 추가하세요.
4. 개인정체성지도를 꺼내세요. 그것을 주의 깊게 검토하세요. 여러분의 정체성지도에 여러분 자신을 표현하고 아이디어를 공유하고 싶은 방법을 나타내는 것이 있나요? 예를 들어, 글쓰기, 춤추기, 친구들과 이야기하기를 좋아하나요?
5. 자신의 아이디어와 감정을 다른 사람들에게 표현하는데 가장 편안한 한 가지 방법을 선택하세요. 아이디어가 떠오르지 않는다면 표현 전략을 읽어 보세요.

표현 전략(Expression Strategies)

다른 사람과 의사소통할 때 자신을 표현하는 많은 방법이 있습니다. 여러분이 공유하려는 정보, 주변 사람들이 정보를 받아들이는 방식, 그리고 자신의 선호도에 따라 가장 효과적인 방법을 선택할 수 있습니다. 다음은 고려할 수 있는 몇 가지 방법입니다.

글쓰기

글쓰기는 에세이, 팜플릿, 뉴스 보도, 소설, 시, 소설 미디어 게시물 등 다양한 형태가 있습니다. 어떤 사람들은 서면 형식으로 정보를 주고받는 것을 가장 편안하게 생각합니다.

스토리텔링

이야기 공유는 아이디어를 전달하는 중요한 방법이 될 수 있습니다. 이야기는 때때로 공개 연설을 통해 공유되거나 팟캐스트나 동영상으로 녹음되거나 무대에서 연극의 형태로 전달됩니다. 어떤 사람들은 정보를 주거나 받기 위해 이야기를 사용하는 것을 선호합니다.

시각 및 공연 예술

정보를 공유하고 다른 사람들이 새로운 관점을 고려하도록 장려하는 데 사용할 수 있는 다양한 예술 형식이 있습니다. 회화, 그림, 조각, 판화, 직물, 사진과 같은 시각 예술과 춤, 음악과 같은 공연 예술은 강력한 의사소통 방법이 될 수 있습니다. 어떤 사람들은 예술적 매체를 통해 공유되는 정보를 주고받는 것을 가장 편안하게 생각합니다.



디지털 커뮤니케이션

밈, GIF, 짧은 동영상, 인포그래픽 등 다양한 형태의 디지털 커뮤니케이션을 정보 공유에 사용할 수 있습니다. 이러한 커뮤니케이션은 종종 소셜 미디어 사이트에 게시되며 다른 사람들과 쉽게 공유할 수 있습니다. 어떤 사람들은 소셜 미디어나 다른 디지털 공간을 사용하여 정보를 주고받는 것을 선호합니다.

다른 방법

다른 사람과 의사소통하는 데 사용하는 다른 방법이 있을 수도 있고, 이미 나열된 방법 중 일부를 결합할 수도 있습니다.

6. 같은 표현 방법에 관심 있는 다른 사람을 찾아보세요. 일부 방법은 개인적인 시각 예술 작품이나 밴 만들기와 같이 한 사람만 필요할 수 있습니다. 다른 방법은 춤이나 연극 만들기와 같이 여러 사람이 필요할 수 있습니다.
7. 해양과 온도 시스템 도표를 꺼내서 검토하세요.
8. 해양과 온도 시스템 및 그 변화에 대해 배운 것 중 다른 사람들과 공유하고 싶은 것이 무엇인지 생각해 보세요.
 - a. 열에 의한 해양 시스템의 변화를 제한하는 방법에 대한 사람들의 생각을 듣고 싶나요?
 - b. 여러분의 지역사회가 바다의 변화에 적응하는 방법에 대한 사람들의 생각을 듣고 싶나요?
 - c. 여러분의 바다정체성지도에서 특정 희망이나 우려 사항을 공유하고 싶나요?
9. 혼자 또는 팀별로 다음을 결정하세요.
 - a. 무엇을 공유하고 싶은가요?
 - b. 어떻게 공유하고 싶은가요?
 - c. 누구와 공유하고 싶은가요?
10. 자신의 감정과 지식을 공유하고 다른 사람들이 생각하도록 돋기 위해 여러분의 표현을 만들어 보세요.
11. 표현을 청중과 공유하세요.
12. 함께 성찰해 보세요: 여러분의 표현이 청중과 어떻게 연결되었나요?
13. 해양과 온도 시스템 도표를 저장하세요. 파트 7에서 필요합니다.



축하합니다!

파트 4를 마쳤습니다

더 알아보기!

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

참고문헌

1. NASA. "Ocean Heat Content Changes Since 1955 (NOAA)." Ocean Warming. Accessed December 7, 2023. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/ocean-warming>
2. National Centers for Environmental Information. "Climate at a Glance." Accessed December 7, 2023. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>.



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.

강화 피드백 루프 (Reinforcing feedback loop)	변화에 대한 반응이 그 변화를 더 강력하게 또는 더 자주 발생하게 하는 경우
거주 가능한(Habitable)	사람이 살기에 적합한
경제적인(Economic)	돈, 소득 또는 부의 사용과 관련된
공생(Symbiosis)	두 종이 서로에게 이익이 되는 관계
공생 조류(Symbiotic algae)	珊호와 같은, 다른 생물과 함께 살면서 서로를 돋는 조류
균형 피드백 루프 (Balancing feedback loop)	변화에 대한 반응이 시스템을 조절하여 정상 상태로 되돌리는 경우
밀도(Density)	특정 부피 내에 포함된 질량의 양
사회적인(Social)	지역사회에서 사람들의 상호 작용과 그들의 교육, 건강, 웰빙
산호 백화 (Coral bleaching)	산호 주변의 물이 너 뜨거워져 조류가 밀려나고 산호가 흰색이나 밝은 색으로 변하는 현상
생물다양성(Biodiversity)	지구상의 다양한 생명체
성층화된(Stratified)	층을 가진 물질
알베도(Albedo)	재료가 반사하는 빛의 양
열대지방(Tropics)	지구 적도 주변 지역
열용량(Heat capacity)	물체의 온도를 1도 변화시키는데 필요한 열량
열팽창(Thermal expansion)	물이 따뜻해지면 더 많은 공간을 차지함
열흡수체(Heat sink)	온도가 약간만 변하면서 많은 에너지를 흡수할 수 있는 능력
염분(Salinity)	물에 녹아 있는 소금의 양
온실가스 (Greenhouse gases)	이산화탄소와 메탄과 같은, 대기를 더 따뜻하게 만드는 가스
용승(Upwelling)	심해수가 표면으로 올라오는 현상
윤리적인(Ethical)	무언가의 공정성
전 지구적 해양 컨베이어 벨트 (Global Ocean Conveyer Belt)	지구 전체에 걸쳐 표면수를 심해로, 심해
태양복사(Solar radiation)	태양으로부터 오는 에너지
피드백 루프 (Feedback loops)	시스템을 균형 있게 하거나 불균형하게 만드는 과정 수를 표면으로 이동시키는 중요한 심층 해류
환경적인(Environmental)	자연 세계에 관한
회유(Migrate)	한 장소에서 다른 장소로 이동





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!



파트 5:
바다와
식량

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 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요?파트 5(Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 5)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 Gibsons

참여 인턴
Alexandra Barrington
Nikki Kanaki

기술 검토위원
Dr. Madison Willert

연구 멘토
Dr. Suam Kim

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

이미지 출처

표지 - Ashley Wiley/iStock/Getty Images Plus; Pham Hung/iStock/Getty Images Plus

그림 5.1 - Smithsonian Science Education Center

그림 5.2 - Smithsonian Science Education Center

그림 5.3 - Smithsonian Science Education Center

그림 5.4 - Madison Willert, Smithsonian Institution

그림 5.5 - gorodenkoff/iStock/Getty Images Plus

그림 5.6 - Christensen, Villi, et al. "A century of fish biomass decline in the ocean."





파트 5: 바다와 식량

계획서	138
과제 1: 해양생물은 어떻게 하나의 시스템으로 연결되어 있나요?	141
발견: 우리는 해양 생태계에 대해 무엇을 알고 있나요?	141
이해: 해양 생태계의 모든 부분이 왜 중요한가요?	145
행동: 해양 생태계를 건강하게 유지하기 위해 어떻게 행동할 수 있을까요?	148
과제 2: 사람들은 어떻게 해양 먹이망의 지속 가능한 일부가 될 수 있을까요?	151
발견: 우리 지역사회는 바다의 생물을 어떻게 이용하나요?	151
이해: 해양 자원을 어떻게 더 지속 가능하게 이용할 수 있을까요?	154
행동: 해양 먹이망에서 우리의 역할을 더 지속 가능하게 만들기 위해 어떻게 행동해야 할까요?	158
참고문헌	161
용어사전	162

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: 해양생물은 어떻게 하나의 시스템으로 연결되어 있나요?					
발견	바다에 대한 기존 지식을 활용하여 바다 먹이망 도표를 만들고, 영양단계를 할당하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 연필 또는 펜 		25분	141
이해	레벨업 게임을 하면서, 영양단계와 시스템 제거에 대해 생각해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> 게임카드 또는 카드지로 만든 카드 탁자용 품목 숫가락, 마커 등 교실 게시판, 또는 종이, 지울 수 있는 필기도구 	<u>해양과 식량</u> <u>시스템 도표</u>	25분	145
행동	해양 생태계의 기준선 변화를 고려하여 잠재적인 조치를 결정하세요.	<ul style="list-style-type: none"> 종이 펜 또는 연필 	<u>해양과 식량</u> <u>시스템 도표</u> <u>먹이망 시스템 도표</u>	20분 + 행동시간	148

활동	내용	재료와 기술	추가 재료	소요시간	페이지
과제 2: 사람들은 어떻게 해양 먹이망의 지속가능한 일부가 될 수 있을까요?					
발견	해양생물이 우리 지역에서 어떻게 이용되는지 조사해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 종이 • 펜 또는 연필 	<u>해양과 식량</u> <u>시스템 도표</u>	20분 + 조사시간	151
이해	자료와 게임을 활용하여 지속 불가능한 어업 문제를 이해하고 가능한 해결책을 조사해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 세 가지 종류 또는 색깔의 물체 (예: 종이 클립, 작은 동전, 작은 블록, 팝콘 조각) • 학급 게시판 또는 종이 한 장과 필기 도구 • 주사위 한 개 또는 종이 여섯 장과 작은 용기 		30분	154
행동	수산업 정책에 대해 더 많이 배우고 어떻게 행동할지 결정하세요.		<u>해양과 식량</u> <u>시스템 도표</u> <u>바다정체성지도</u>	20분 + 작업시간	158



연구 멘토를 소개합니다..

김수암(Suam Kim) 박사를 만나 보세요. 수암(SOO-ahm이라고 발음합니다)은 바다의 식량과 먹이망에 대해 더 많이 이해할 수 있도록 도와줄 연구 멘토입니다.

수암은 기후변화가 해양 생태계에 미치는 영향을 포함한 어류 개체군에 관해 연구해 왔습니다. 수산해양학 박사 학위를 가지고 있으며, 오랫동안 교수로 재직하며 **수산학(fisheries)**에 관심 있는 대학생들을 가르치고 지도했습니다. 그는 또한 편집인, 연구원, 행정가로서 과학계에서 활동했습니다. 수암은 이제부터 여러분과 함께할 것이기 때문에, 그가 누구인지 이해하는 것이 중요합니다.

수암의 정체성지도

남편, 아버지, 할아버지

자연과 인간의 공존에 대해 성찰

명예교수로서 조언과 강의를 제공

가족, 친구, 학생을 사랑함

미국 워싱턴 주 시애틀 거주

어류 개체군의 가입변동성에 관심 있음

71세

한국인

안경 착용

산악회 회원

수산해양학 박사

조용하고 모두에게 친절함

아내와 공원이나 트레일 산책을 즐김

오페라 노래 부르기와 피아노를 배우고 싶음

바다를 포함한 자연을 사랑함

극지 문제에 항상 관심 있음

가족과 환경보호에 대한 관점을 공유

가족과 더 많은 시간을 보내려 노력 중

과제 1: 해양생물은 어떻게 하나의 시스템으로 연결되어 있나요?

해양생물들은 **생태계(Ecosystems)**를 통해 연결되어 있습니다. 생태계는 물리적 환경 내에서 상호 작용하는 생물과 비생물의 공동체(집합체)입니다. 바다는 염습지, 산호초, 켈프 숲, 맹그로브 숲, 열수 분출구 등 많은 생태계를 가지고 있습니다. **영양소(Nutrients)**, 즉 생물이 스스로를 영양공급하기 위해 필요한 요소는 생태계 내부와 생태계 사이에서 항상 이동합니다. 이러한 영양소가 **생물(Organisms)** 사이를 이동하는 시스템을 **먹이망(Food web)**이라고 합니다. 먹이망은 생물이 다른 생물을 소비함으로써 영양소 형태의 에너지를 얻는 방법을 보여 줍니다.

이 과제에서는 여러분이 이미 알고 있는 해양 생태계에 대해 더 많이 **알아볼** 것입니다. 그런 다음 게임을 통해 바다에서 영양염이 순환하는 방식을 더 잘 **이해하게 될** 것입니다. 마지막으로, 여러분은 해양 생태계에 대한 다양한 위협을 고려하고 이들을 관리하기 위해 **행동할** 것입니다.

파트 5를 시작하기 전에, 수암의 정체성지도를 조용히 생각해 보고 여러분 자신의 개인정체성지도와 비교해 보세요.

- 수암과 공통점이 있는 것이 있나요?
- 수암과 다른 점이 있나요?
- 수암의 정체성 중에 해양 시스템을 이해하는 것과 관련된 것이 있나요?

파트 5 전체를 통해 수암이 여러분과 자신의 아이디어와 경험을 공유한다는 것을 알게 될 것입니다. 그는 여러분이 연구를 더 잘하는 방법을 이해하도록 돕거나 그가 수행했던 연구를 여러분과 공유할 것입니다.



발견: 우리는 해양 생태계에 대해 무엇을 알고 있나요?

바다 근처에 살지 않더라도, 여러분들은 아마 다른 **출처(Sources)**로부터 바다에 대한 정보를 얻었을 것입니다. 출처는 정보를 얻는 곳입니다. 출처가 매우 친숙하거나 여러분보다 어린 사람들을 위해 고안된 것이라 하더라도, 그것은 바다와 해양생물에 대한 여러분 지식의 중요한 부분이 될 수 있습니다.

1. 팀이나 소규모 그룹과 함께 원형으로 앉으세요.
2. 팀원 중 한 사람이 노트를 작성하세요.
3. 다른 팀원 중 한 사람이 먼저 나와서 속담, 노래, 영화, 이야기, 책, 만화, 다른 형태의 예술 작품 또는 유사한 출처에 나오는 해양생물의 한 가지 예를 공유하세요. 이러한 출처들은 어린 아이나 나이 많은 사람들을 위한 것들이어도 좋습니다. 공유하는 사람은 출처도 함께 공유하세요.



4. 노트 작성자는 생물과 출처를 적으세요.
5. 원을 돌며 각자 다른 생물과 정보 출처를 공유하세요. 노트 작성자는 반드시 모든 생물을 기록해야 합니다. 정보를 공유할 다른 생물이 있다면 동일한 출처를 여러 번 사용할 수 있습니다.
6. 원을 돌면서 아이디어가 떨어지는 사람이 나올 때까지 계속하세요.
7. 아이디어가 고갈된 사람은 건너뛰고 모든 사람의 아이디어가 떨어지거나 7분이 지날 때까지 원을 계속 돌아 보세요.
8. 원한다면 출처 목록을 바다정체성지도의 연결에 추가하세요. 이러한 출처들은 책, 예술, 이야기 등의 경험을 통해 우리가 바다와 연결되는 다양한 방식을 보여 줍니다.
9. 생물 목록을 검토하고 조용히 스스로 같은 생태계의 일부로 생각하는 다섯 가지 생물을 고르세요.
10. 종이 한장을 꺼내 “먹이망(Food Web)”이라는 제목을 붙이세요. 이 종이에 이들 생물을 요소로 사용하여 생태계의 먹이망 시스템 도표를 그리세요. 다른 생물 사이의 먹이 관계를 보여 주는 화살표를 그리고 표시하세요. 예를 들어, 한 생물은 다른 생물을 먹을 수 있습니다.
11. 각 먹이망을 벽에 붙이거나 탁자에 놓으세요.
12. 이동하여 다른 먹이망을 주의 깊게 살펴보세요. 다음 사항에 유의하세요:
 - a. 여러분의 먹이망 생태계에 사용한 생물 중 다른 생태계의 일부이기도 한 생물이 있습니까?
 - b. 바다의 다른 장소나 해양 생태계를 나타내는 먹이망이 있습니까?
 - c. 크기가 너 작아서 여러분의 식량시스템에서 빠진 것들이 있나요?
13. 팀원과 토론하세요:
 - a. 먹이망에서 눈에 띄는 다른 부분은 무엇인가요?
 - b. 모든 해양 요소들이 먹이망에 잘 나타났나요? 만약 그렇지 않다면, 어떤 생태계가 포함되지 않았다고 생각해요?
14. 영양단계 할당을 읽고, 지침에 따라 먹이망에 영양단계를 추가하세요.

영양단계 할당(Assigning Trophic Levels)

과학자들은 **영양단계(Trophic levels)**를 할당함으로써 먹이망을 분석할 수 있습니다. 영양단계는 생물체가 에너지의 원천에서 얼마나 떨어져 있는지를 나타냅니다. 지구상의 대부분의 먹이망에서 에너지의 원천은 태양입니다. **광합성(Photosynthesis)**을 통해 태양으로부터 에너지를 얻는 생물, 때로는 **생산자(Producers)**라고 불리는 생물은 영양단계 1입니다. 생산자를 먹음으로써 에너지를 얻는 생물은 영양단계 2입니다. 영양단계 2 생물을 먹음으로써 에너지를 얻는 생물은 영양단계 3입니다. 먹이망은 종종 영양단계 5 또는 6까지 올라갑니다. **소비자(Consumers)**는 영양단계가 1보다 높은 생물입니다. 그림 5.1은 그 예시를 보여 줍니다.

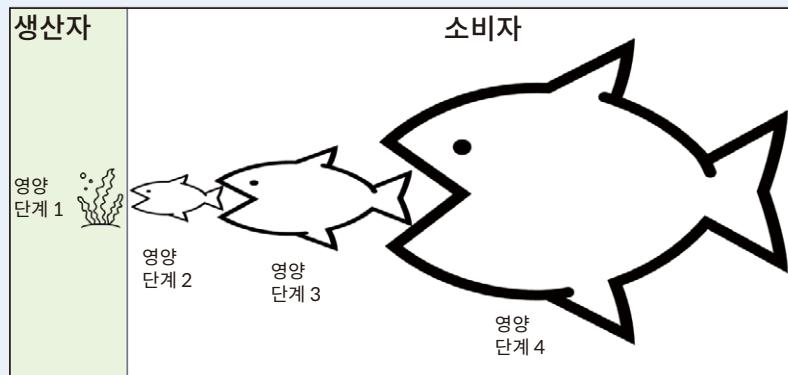


그림 5.1: 영양단계와 생산자와 소비자 관계를 보여 주는 도표

일부 생물은 영양단계 사이에 있습니다. 예를 들어, 큰 물고기가 에너지의 절반을 영양단계 2 생물에서, 절반을 영양단계 3 생물에서 얻는다면, 그 물고기의 영양단계는 3.5가 될 것입니다. 그림 5.2는 예시를 보여 줍니다.

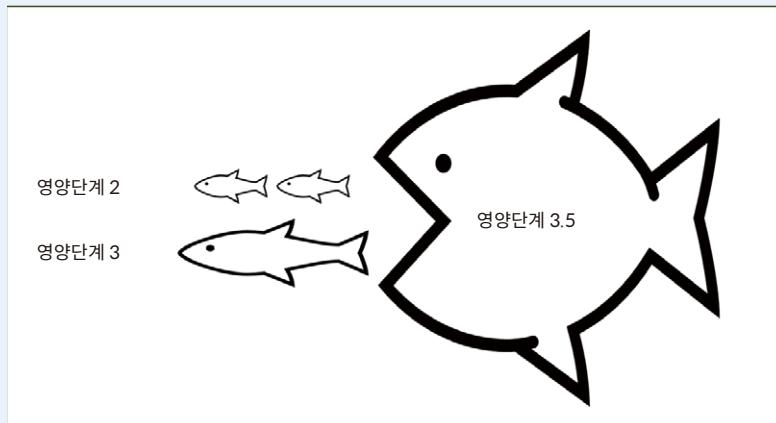


그림 5.2: 영양단계 3.5 어류의 소비를 보여 주는 도표

여러분의 먹이망을 검토하세요. 각 생물 옆에 숫자를 써서 그 생물의 영양단계가 무엇인지 생각해 보세요. 빠진 영양단계가 있나요?



15. 팀과 함께 종이 한 장을 꺼내거나 디지털 문서를 열고 “해양과 식량 시스템 도표”라고 표시하세요. 시스템 도표 예시가 필요하면 파트 1의 그림 1.6을 사용해도 됩니다.
16. “태양”, “생산자”, “소비자(영양단계 2)”, “소비자(영양단계 3)”, “소비자(영양단계 4)” 요소를 추가합니다.
17. 각 요소의 상자 안에 해당되는 생물의 이름을 추가합니다. 예를 들어, “생산자”에 “식물플랑크톤”을 추가할 수 있습니다. 팀의 먹이망과 표시된 영양단계를 사용하여 도움을 받으세요. 영양단계에 대해 확신이 없어도 염려 말고 최선을 다하세요.
18. “분해자” 요소를 추가합니다. **분해자(Decomposer)**는 박테리아와 같은 생물로 다른 영양단계의 죽은 생물체와 폐기물을 분해하여 생산자에게 영양분을 공급합니다. 생각할 수 있는 분해자를 해양과 식량 시스템 도표의 분해자 요소에 추가하세요.
19. 에너지와 영양소가 요소 사이를 이동하는 방식을 보여 주는 화살표를 그리고 표시하세요. 예를 들어, “태양”과 “생산자”를 “태양의 에너지가 광합성에 사용됨”이라고 표시된 화살표로 연결할 수 있습니다. 일부 요소는 다른 여러 요소와 관련될 수 있음을 기억하세요.
20. 빠진 것이 있는지 주의깊게 생각해 보세요. 인간은 현재 해양과 식량 시스템 도표의 일부입니까? 인간과 해양 생태계의 관계에 대한 수암의 생각을 읽어 보세요.

수암이 말합니다…



인간은 지구 생태계의 일부입니다. 그러나 인간 활동이 너 거대하고 강력해짐에 따라 바다를 포함한 지구의 생태계가 종종 피해를 입습니다. 우리는 바다를 포함한 다른 생태계와 균형을 이루며 공존하는 방법을 배워야 합니다.

21. 인간이 해양과 식량 시스템 도표의 요소로 되어 있지 않다면, 지금 추가하세요. 그 다음 화살표를 추가하고 표시하여 도표의 다른 요소와의 관계를 나타내세요. 모든 관계를 모르더라도 걱정하지 마세요. 파트 5의 나머지 부분에서 더 많이 배우게 될 것입니다.



이해: 해양 생태계의 모든 부분이 왜 중요한가요?

먹이망의 모든 부분은 생태계를 건강하게 유지하는데 중요합니다. 이 활동에서는 게임을 통해 해양 먹이망을 통한 영양염의 흐름을 모델링할 것입니다. 그런 다음 시스템의 요소에 대한 변화가 시스템 자체에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 생각해 볼 것입니다.

1. 레벨 업 지침을 읽고 게임을 하세요.

레벨 업 지침(*level Up Instructions*)

여러분은 영양염과 에너지가 다른 영양단계를 통하여 순환하는 방식을 보여주는 게임을 할 것입니다.

준비하기

게임을 하려면 참가자 4~13명과 그들 모두가 앉을 수 있는 탁자가 필요합니다.

준비물:

- 조커가 포함되지 않은 게임 카드 한 통을 준비하거나 혹은 카드지를 사용하여 한 세트를 만들 수 있습니다. 카드지를 같은 크기의 직사각형으로 자릅니다. 게임 참가자 수만큼 네 장짜리 카드 세트를 만듭니다. 네 장으로 구성된 각 세트에 별이나 원과 같은 인식할 수 있는 기호를 그립니다.
- 탁자 물품: 숟가락이나 굵은 마커와 같이 잡기 쉽고 끝이 날카롭지 않은 물건을 선택하세요. 이 물건은 게임 참가자 수보다 하나 적어야 합니다.
- 교실 게시판이나 종이 한 장, 지울 수 있는 필기 도구를 준비합니다. 표를 만들고, 왼쪽 열에 모든 참가자의 이름을 적습니다. 각 열의 맨 위 줄에 “식물플랑크톤(T1)”, “동물플랑크톤(T2)”, “갑각류(Crustacean) (T3)”, “작은 물고기(T4)”, “큰 물고기(T5)”를 쓰거나 그립니다. T는 영양단계를 나타냅니다. 그림 5.3의 게임 점수표 예를 참고하세요. 원하는 경우, 각 라운드가 끝날 때마다 게시판을 지우지 않아도 되도록 작은 종이 클립 같은 작은 아이템을 사용하여 사람이 어떤 영양단계에 있는지 추적할 수도 있습니다.



	식물플랑크톤 (T1)	동물플랑크톤 (T2)	갑각류 (T3)	소형 어류 (T4)	대형 어류 (T5)
이름 1					
이름 2					
이름 3					
이름 4					

그림 5.3: 게임 점수표의 예

게임의 목표

이 게임에서 각 참가자는 식물플랑크톤으로 시작하여 큰 물고기가 되려고 합니다. 카드는 여러분이 모으고 있는 영양소와 에너지를 나타냅니다. 탁자 중앙에서 물품을 처음 잡을 때마다 여러분의 단계가 올라갑니다. 여러분이 네 개의 기호가 일치하는 카드를 가지고 있거나 다른 사람이 네 개의 일치하는 카드를 가지고 물품을 잡기 시작했을 때 여러분은 탁자 중앙에서 물품을 잡을 수 있습니다.

게임하기

- 물품을 탁자 중앙에 놓습니다.
- 한 사람이 모든 카드를 섞어 각 참가자에게 네 장씩 나눠 줍니다. 각자가 자신의 카드를 볼 수는 있지만, 다른 사람에게 보여 주지는 마세요.
- 딜러가 “패스”라고 말하면 모두 오른쪽으로 카드 한 장씩 패스합니다. 원하는 카드를 패스할 수 있습니다.
- 누군가 기호가 같은 카드 네장을 모아 중앙에서 물품을 잡을 때까지 계속 패스합니다.
- 이제 모두 중앙에서 물품을 잡으려고 합니다.
- 누가 물품을 잡았는지 확인하세요. 점수는 다음과 같습니다.
 - 여러분이 처음으로 물품을 잡은 경우라면, 영양단계가 한 단계 올라갑니다.
 - 누가 물품을 잡기 시작한 후에 여러분이 물건을 잡은 경우라면, 같은 영양단계에 머립니다.
 - 물품을 잡지 못한 사람은 영양단계가 한 단계 내려갑니다. 단, 식물플랑크톤인 경우 식물플랑크톤으로 남습니다.
- 표에 모든 사람의 새로운 영양단계를 기록한 다음 카드를 섞고 새로운 라운드를 시작합니다.
- 누군가 큰 물고기(T5)가 될 때까지 게임을 계속합니다.



변형

분해자

레벨업 게임을 몇 라운드 진행한 후, 영양소 순환 방식을 보여 주는 규칙을 추가할 수 있습니다. 아시다시피, 생물은 죽은 후 분해되고 그 영양염은 시스템을 통해 다시 순환합니다. 카드 한두 유형(트럼프 카드를 사용하는 경우 에이스 또는 직접 만든 경우 별표 등)를 선택하세요. 게임 참가자가 그 카드 유형 네 개를 모으면 탁자 중앙에서 물품을 잡을 수 있을 뿐만 아니라, 분해자 역할을 하고 다른 한 참가자를 현재 영양단계에서 시작 영양단계인 식물플랑크톤으로 내려 보낼 수 있습니다.

인간 추가하기

인간은 해양 먹이망과 영양염 순환에 중요한 역할을 합니다. 인간은 먹이망에서 생물체와 영양소를 제거하는 경향이 있습니다. 이를 보여 주기 위해 카드 두세 유형(카드를 사용하는 경우 킹 또는 직접 만든 경우 원)를 선택하세요. 참가자가 그 카드 유형 네 개를 모으면 탁자 중앙에서 물품을 잡을 수 있을 뿐만 아니라, 다른 참가자를 “낚아내어” 게임에서 제거할 수도 있습니다. 누군가 게임에서 제거되면 탁자 중앙에서 물품도 제거하세요.

2. 게임을 마친 후 팀과 함께 논의하세요:

- 게임이 해양 먹이망을 통한 영양소 순환을 잘 나타낸 점은 무엇인가요?
- 실제로 일어나는 일을 나타내지 못한 점은 무엇인가요?
- 인간을 추가하는 변형을 완료한 경우, 게임에 어떤 영향을 미쳤나요?

3. 여러분의 해양과 식량 시스템 도표에 여러분이 알게된 새로운 관계나 요소를 추가하세요.

4. 시스템 제거를 읽어 보세요.

시스템 제거(System Removals)

여러분은 이 가이드의 다른 부분에서 시스템 도표에 **추가(Additions)**를 그려 넣었을 것입니다. 추가란 시스템에 더해지는 것들을 의미합니다. 해양 시스템은 오염, 추가적인 열, 과도한 이산화탄소 같은 추가 요소로 인해 변화하고 있습니다.

시스템은 또한 **제거(Removals)**로 인해 변화할 수 있습니다. 즉, 시스템에서 무언가가 제거될 때입니다. 사람들이 해양 시스템에서 무엇을 제거하는지 생각해 보세요.

5. 팀원들과 함께, 여러분의 해양과 식량 시스템 도표에 사람들에 의한 제거 요인을 하나 이상 추가하세요. 도움이 필요한 경우, 그림 1.7을 참고하세요. 이러한 제거의 결과가 이 시스템에 어떤 영향을 미칠지 논의해 보세요..





행동: 해양 생태계를 건강하게 유지하기 위해 어떻게 행동할 수 있을까요?

해양 생태계는 변화하고 있을 수 있지만, 그 변화의 정도를 인식하기는 어려울 때가 있습니다. **기준선(Baseline)**은 특정 시점에서 시스템의 균형을 나타냅니다. 시스템에서 많은 제거가 발생하면, 기준선은 과거와 다를 수 있습니다.

시간이 지남에 따라 기준선이 이동하거나 변화하는 것을 항상 명확하게 알 수 있다고 생각하나요? 예를 들어, 수백 년 전, 우리가 먹이망을 연구하기 전에, 바다에는 훨씬 더 많은 생물량이 있었지만, 어업이나 다른 방법을 통해 제거되었을까요?

생물량(Biomass)은 특정 지역의 모든 생물의 총량 또는 총 무게입니다. 기준선이 많이 이동한 경우, 건강한 해양 생태계가 어떤 모습일지 명확하지 않을 수 있습니다.

1. 수암의 말을 읽어 보세요. 건강한 해양이 여러분의 지역사회 사람들과 관련될 수 있는 한 가지 방법을 생각해 보세요.

수암이 말합니다…



건강한 바다는 인류의 생존과 번영에 매우 중요합니다. 바다는 서로 연결되어 있고 역동적입니다. 바다를 이해하는 것은 지구 전체 생태계를 이해하고 인류 사회를 개선하는 데 필수적입니다. 기후변화로 인한 해수 온도 상승, 산성화, 해수면 상승, 저산소 현상(Hypoxia), 폭풍 증가는 수산업에 주요 위험 요소입니다.

2. 파트너와 함께 논의해 보세요:

- 사람들이 해양 생태계가 위협받고 있거나 해양 생태계의 기준선이 변화했는지 알 수 있을까요?
 - 과거에는 바다에 물고기가 훨씬 더 많았을까요?
 - 해양의 과거 건강 상태를 알아내기 위해 무엇을 연구할 수 있을까요? 예를 들어, 기록된 역사, 고고학적 기록 또는 세대를 거쳐 전해져 내려오는 이야기가 해양 생물량의 기준선이 변화했는지 확인하는데 어떻게 도움이 될 수 있을까요?
3. 스미스소니언에서는 을 읽고 해양 생태계의 기준선이 시간에 따라 이동했는지 알아보는 또 다른 방법을 배워 보세요. 시간에 따른 변화에 대한 중요한 질문에, 다양한 자연사 수집품이 어떻게 도움이 될 수 있을까요?





스미스소니언에서는

현재를 이해하려면 때때로 과거를 연구해야 합니다. 매디슨 월러트(Madison Willert) 박사는 남획이나 준설 같은 해양 생태계에 미치는 최근의 위협이 먹이망을 어떻게 변화시키는지 알아내고 싶었습니다. 그는 현재 먹이망이 어떤 모습인지 연구할 수 있지만, 과거 먹이망 모습이 변화했는지 아닌지에 대해서는 어떻게 알 수 있을까요?

스미스소니언 국립자연사박물관에 보존된 방대한 어류 소장 시료가 해답이 될 수 있습니다. 매디슨은 심지어 1800년대의 자연사 학자들이 보존한 어류 시료까지 있다는 것을 알게 되었습니다!

매디슨은 **안정 동위원소 분석(Stable isotope analysis)**이라는 특별한 방법을 사용했습니다. 조직 시료에서 발견한 화학물질을 이용해 물고기의 영양단계를 현재 매사추세츠 해안에서 잡히는 물고기의 그것과 비교했지요. 매사추세츠 지역은 파괴적인 어업 방법이 오랫동안 지속된 곳입니다.



그림 5.4: 스미스소니언 국립자연사박물관의 어류 소장 시료에서 조직을 어내고 있는 매디슨



매디슨은 소장 시료에서 얻은 오래된 물고기들이 현재 잡히는 같은 종보다 더 높은 영양단계를 가지고 있다는 것을 발견했습니다. 이로써 그 는 뉴잉글랜드의 먹이망이 단순해지고 있다는 것을 발견했습니다. 이는 파괴적인 어획 방법이 이 지역 전체 생태계의 건강을 해치고 있다는 것을 의미합니다.

4. 팀원들과 함께 논의해 보세요: 해양 생태계에 여러 가지 스트레스 요인이 추가되면 먹이망 시스템에 어떤 영향을 미칠까요?
5. 팀원들과 함께, 여러분의 지역사회에 중요한 해양 생태계를 보여 주는 여러분 팀의 먹이망 중 하나를 선택하세요. 그것은 왜 중요할까요? 그리고 그 생태계에 문제가 생기면 여러분의 지역사회에 어떤 영향을 미칠까요?
6. 여러분이 선택한 해양 생태계의 생물체에 대한 잠재적인 **스트레스 요인(Stressor)** 하나를 고르세요. 스트레스 요인은 시스템에 스트레스를 유발하는 것입니다. Ocean! 가이드의 다른 부분에서 오염, 해양 온난화, 해양 산성화와 같은 문제에 대해 배웠다면, 잠재적인 스트레스 요인을 고려하는 데 도움이 될 것입니다.
7. 그러한 스트레스 요인을 제한하기 위해 할 수 있는 일을 논의하세요. 예를 들어, 다음을 할 수 있습니다:
 - a. 변화에 대해 더 많이 알아보기 위해 연구하기
 - b. 다른 사람들에게 스트레스 요인 알리기
 - c. 더 나은 환경을 만들기 위해 자신의 행동 바꾸기
8. 팀원들과 함께 아이디어를 행동에 옮기세요.

과제 2: 사람들은 어떻게 해양 먹이망의 지속가능한 일부가 될 수 있을까요? ↗

사람들은 해양 생태계를 변화시키는 데 중요한 역할을 합니다. 생태계에 해양 온난화나 산성화와 같은 스트레스 요인을 생성하는 것 외에도, 사람들은 바다에서 많은 생물량을 제거합니다. 어업으로 생물량을 제거하기도 하지만, 사람들은 해초 같은 다른 생물을 바다에서 수확합니다. 생물은 성장하고 발달하며 번식하기 때문에, 일부 생물량을 제거한다고 해서 기준선이 크게 변하지는 않을 것입니다. 그러나 시간이 지남에 따라 기준선이 변화한다면, 현재의 인간 활동이 **지속가능 (Sustainable)**하지 않다는 신호입니다.

이 과제에서는 여러분과 여러분의 지역사회 다른 사람들이 여러분의 필요를 충족시키기 위해 해양생물을 어떻게 사용하는지 **알아볼** 것입니다. 그런 다음 지속가능한 수산업 시스템에 대한 도전을 **이해**하기 위한 조사를 할 것입니다. 마지막으로, 여러분은 다양한 수산업 정책을 고려하고 지속가능한 해양 먹이망에 가장 적합한 정책을 지원하기 위해 **행동**할 것입니다.



발견: 우리 지역사회는 바다의 생물을 어떻게 이용하나요?

사람들은 바다의 생물을 식품, 의약품, 건강 및 미용 제품, 기타 제품 등에 다양하게 이용합니다. 지역사회는 이러한 제품을 통해 바다와 중요한 관계를 맺고 있습니다.

- 팀원들과 함께 논의해 보세요: 사람들이 먹거나 다른 방식으로 사용할 수 있는, 바다에서 나는 것들은 무엇일까요? 여러분의 문화와 여러분이 알고 있는 다른 문화에서 사람들이 먹는 다양한 종류의 생물과 해양생물이 다른 제품에 사용되는 방식을 고려해 보세요.
- 해양 제품 조사를 읽고 지침을 따르세요.

해양 제품 조사(Ocean Product Investigation)

집안을 돌아다니며 가족들이 바다에서 나온 것을 사용하는 방식을 찾아보세요. 예를 찾으면 적어 두거나 사진을 찍어 팀원들과 공유하세요. 원하는 경우 식료품점에 가서 찾아볼 수도 있습니다.

어떤 품목은 바다에서 나온 것임을 즉시 알아볼 수 있습니다. 다른 경우, 성분 목록을 자세히 검토해야 할 수도 있습니다. 생선, 게, 홍합, 새우와 같은 해양동물 외에도, 물고기 기름과 같은 해양 동물 유래 제품을 찾을 수도 있습니다. 또한 해양 식물과 조류에서 나온 제품을 찾을 수도 있습니다. 때로는 다시마, 조류 또는 해초와 같은 친숙한 이름으로 진열될 수도 있습니다. 어떤 때에는 한천, 카라기난(E407로도 알려짐) 또는 알긴산염처럼 덜 친숙한 이름으로 진열될 수 있습니다. 다른 방에서 다른 유형의 제품을 찾아보세요.

찾은 제품을 기록하세요. 다음 사항을 고려하세요:



- 음식: 생선이나 해초 같은 냉장 또는 비냉장 식품을 찾아보세요. 소스와 조미료의 성분을 검사하는 것을 잊지 마세요. 식물성 우유, 아이스크림, 요거트, 젤리, 샐러드 드레싱에는 종종 해양 제품이 들어 있습니다.
- 건강 및 미용: 로션, 메이크업 제품, 치약, 비누, 샴푸 또는 기타 클렌저 중 해양 제품이 포함된 것을 찾아보세요. 해면(海綿)과 같은 일부 제품은 바다에서 나온 것일 수도 있습니다.
- 의약품: 비타민이나 약품을 찾아보세요.
- 정원: 비료나 관련 품목을 찾아보세요.

3. 결과를 팀원들과 공유하세요.
4. 해양과 식량 시스템 도표를 검토하세요. 해양 제품 조사 중에 발견한, 해양 먹이망의 다른 요소와 사람 사이에 관계가 더 있나요? 그렇다면 화살표를 추가하고 표시하여 그 관계를 보여 주세요.
5. 팀을 네 그룹으로 나누세요.
6. 각 그룹은 바다에서 얻을 수 있는 것들과 사람 사이의 관계를 한 가지 관점에서 논의하세요. 예를 들어:
 - 사회적(Social)** 관점: 여러분의 지역사회 사람들이 원래 바다에서 나온 것을 사용하는 방식에 영향을 미칠 수 있는 음식, 건강 및 미용 제품, 기타 품목에 대한 사회적 습관은 무엇인가요?
 - 환경적(Environmental)** 관점: 여러분의 지역사회 사람들이 바다의 생물을 사용하는 방식에 영향을 미칠 수 있는 환경적 이유는 무엇인가요? 예를 들어, 사람들이 육상 생태계에 미치는 스트레스를 줄이기 위해 바다에서 나온 것을 사용하려고 하나요? 아니면 남획될 위험이 있는 물고기를 먹지 않으려고 하나요?
 - 경제적(Economic)** 관점: 여러분의 지역사회 사람들과 바다 사이의 경제적 관계는 어떠한가요? 여러분의 지역사회에 바다에서 나온 것을 이용해 돈을 버는 사람들이 있나요?
 - 윤리적(Ethical)** 관점: 옳고 그름에 대한 사람들의 생각은 바다의 생물을 사용하는 방식에 어떤 영향을 미치나요?
7. 그룹의 답변을 나머지 팀원들과 공유하세요. 팀원들과 함께 사람들이 사용하는 해양 제품에 대해 더 지속 가능한 선택을 하는 데 도움이 될 수 있는 것이 있는지 생각해 보세요.
8. 어업기술 변화에 대한 수암의 생각을 읽어 보세요. 기술의 변화가 바다의 기준 생물량에 어떤 영향을 미쳤다고 생각하나요?

수암이 말합니다…



1800년대 후반, 대부분의 사람들은 바다에 너 많은 물고기가 있어서 남획이 불가능하다고 생각했습니다. 그러나 1900년대에 들어 수요가 증가하면서 상황은 크게 바뀌었습니다. 어업 장비와 어군 탐지기의 발명 같은 혁신적 기술이 등장하면서 많은 물고기를 빠르게 잡기가 더 쉬워졌습니다. 또한 **저인망 어업 (Trawlers)**은 물고기 서식지에 큰 피해를 입혀 어족 자원의 회복을 어렵게 만듭니다. 선망 어업이라는 기술은 **부수어획(Bycatch)**으로 알려진 원치 않는 많은 생물을 죽일 수 있습니다. 불필요하게 잡힌 이러한 부수어획종에는 종종 바닷새, 바다거북, 돌고래, 고래, 상어, 가오리가 포함되어 있어 종 다양성에 영향을 미칠 수 있습니다.



그림 5.5: 상업용 어선

오늘날 해양 수산자원은 남획으로 크게 영향을 받고 있습니다. 너 많은 물고기를 잡음으로써, 세계 수산업이 급속한 감소 또는 붕괴 상태에 있습니다.





이해: 해양 자원을 어떻게 더 지속가능하게 이용할 수 있을까요?

사람들이 바다의 생물을 어떻게 사용하는지, 그리고 해양 생태계가 시간이 지남에 따라 어떻게 변화했는지에 대해 배웠습니다. 식물이 광합성하고 동물이 성장함에 따라 바다에서는 생물량이 지속적으로 생산되고 있습니다. 동시에, 수산업과 기타 해양 제품의 사용을 통해 생물량도 제거되고 있습니다. 일부 생물은 빠르게 성장하지만 다른 생물은 더 느리게 성장합니다. 지속가능한 수산업을 위해서는 다시 자랄 수 있는 것보다 더 많은 생물량을 바다에서 제거해서는 안 됩니다.

- 그림 5.6의 그래프를 살펴보세요. 이 그래프는 1910년 이후 **포식성 어류 생물량**(Predatory fish biomass)의 감소율을 보여 줍니다. 포식성 어류 생물량은 영양분을 얻기 위해 다른 물고기를 먹는 바다의 물고기 총량입니다.

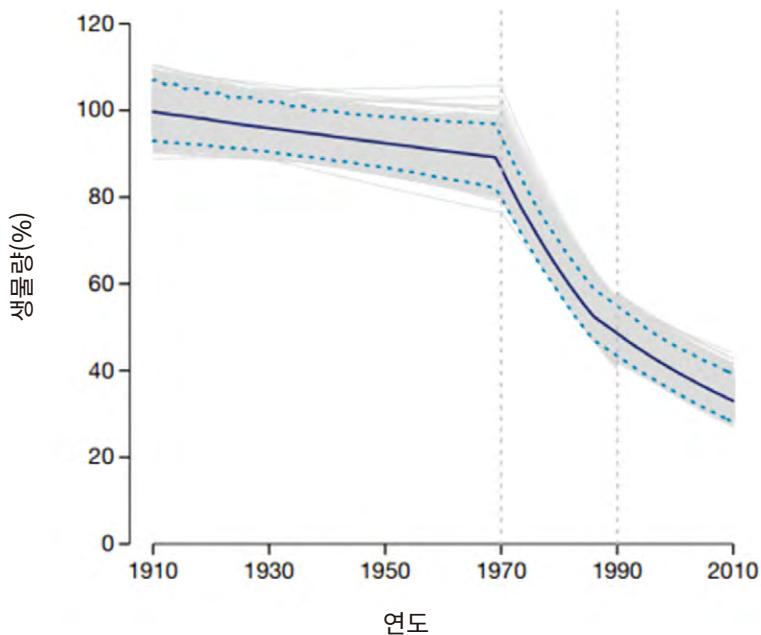


그림 5.6: 1910년부터 2010년 사이의 전 세계 포식성 어류의 생물량 변동 추이

- 종이 한 장이나 교실 게시판을 세 개의 열로 나누고 “알아차리기” “생각하기” “궁금해하기”라고 표시합니다. 다음 질문에 답하세요:

- 알아차리기: 첫 번째 열에 그래프에 표시된 자료를 보고 알아차린 것을 쓰거나 그립니다. 비교를 위해 그래프에서 사용되는 기준선은 무엇입니까?
- 생각하기: 두 번째 열에 그래프에서 알게 된 변화의 원인이라고 생각하는 것을 쓰거나 그립니다. 2000년에 어류 생물량을 추적하기 시작하고 그것을 기준선으로 삼았다면, 바다의 포식성 어류 생물량의 변화에 대해 무엇을 놓칠 수 있을까요?
- 궁금해하기: 세 번째 열에 미래에 일어날 수 있는 변화에 대해 궁금한 점을 쓰거나 그립니다.

- 지속가능한 수산업 게임 지침을 읽고 게임을 하세요.



지속가능한 수산업 게임 지침 (Sustainable Fisheries Game Instructions)

수산업의 지속가능한 미래를 찾기 위한 도전적 과제를 탐구하고 그것을 도울 수 있는 가능한 방법을 생각해 보고자 게임을 할 것입니다.

준비하기

게임을 하려면 참가자 3-10명이 필요합니다. 참가자는 탁자나 공용 공간 주변에 원형으로 앉으세요.

아이템을 모으세요. 다음이 필요합니다:

- 세 가지 유형 또는 세 가지 색상의 쉽게 집을 수 있는 물품(종이 클립, 작은 동전, 작은 블록, 팝콘과 같은 작은 음식 조각, 또는 기타 작은 물품)은 세 가지 유형의 해양생물을 나타냅니다. 그룹의 각 인원 각자는 두 개의 물품 1, 네 개의 물품 2, 여섯 개의 물품 3이 필요합니다.
 - 점수를 기록하기 위한 게시판이나 종이 한 장에 필기도구로 각 참가자의 이름을 적어 두세요.
 - 주사위가 필요합니다. 주사위가 없으면, 1에서 6까지의 숫자를 작은 종이 조각에 적고 용기에 넣으세요.
- 탁자 중앙을 바다라고 생각하세요. 각 참가자들은 바다 한가운데에 큰 물고기(물품 1) 한 마리, 작은 물고기(물품 2) 두 마리, 갑각류(물품 3) 세 마리를 놓습니다. 나머지 물품은 옆에 두세요.

게임 목표

여러분은 어부 역할을 할 것입니다. 여러분의 목표는 50점을 얻는 것입니다.

점수 매기기

큰 물고기를 잡을 때마다 5점을 얻습니다.

작은 물고기를 잡을 때마다 3점을 얻습니다.

갑각류를 잡을 때마다 1점을 얻습니다.

게임하기

- a. 게임을 시작할 사람을 선택하세요. 그 사람은 주사위를 굴리거나 숫자가 적힌 종이 조각을 뽑습니다. 6이 나오면 탁자 중앙(바다로 설정)의 엇이든 잡아서 자신의 영역으로 옮길 수 있습니다. 4 또는 5가 나오면 작은 물고기 또는 갑각류 중 하나를 선택할 수 있습니다. 1, 2 또는 3이 나올 때는 갑각류만 잡을 수 있습니다.
- b. 각 참가자의 점수를 추적하세요. 또한 라운드를 추적하세요. (한 라운드는 각자 한 번 플레이하면 끝납니다.)
- c. 3라운드까지 수행한 후에 바다의 모든 물고기는 번식합니다.



- 바다에 남아 있는 큰 물고기마다 큰 물고기를 한 마리 더 추가하세요.
- 바다에 남아 있는 작은 물고기마다 작은 물고기를 두 마리 더 추가하세요.
- 바다에 남아 있는 갑각류마다 갑각류를 세 마리 더 추가하세요.
- d. 게임을 계속하세요.
- e. 참가자 중 한 사람이 20점에 도달하면, 그 점수를 사용하여 저인망(트롤) 어선을 구입할 수 있습니다.
저인망 어선은 바다 깊숙한 곳에서부터 그물을 끌어 한 번에 많은 물고기를 잡는 어선의 한 종류입니다.
저인망 어선을 구입하고 싶다면 점수에서 20점을 빼서 지불하세요. 저인망(트롤) 어선 규칙:

 - 저인망 어선을 가진 참가자가 주사위를 굴리거나 종이를 뽑아 4, 5 또는 6이 나오면 한 번에 작은 물고기 두 마리를 잡을 수 있습니다.
 - 1, 2 또는 3이 나오면 한 번에 갑각류 다섯 마리를 잡을 수 있습니다.
 - 저인망 어선을 가진 참가자는 또한 자신의 차례에 다른 참가자의 물고기를 훔칠 수도 있습니다.
 - 20점을 얻자 마자 저인망 어선을 구입하지 않아도 나중에 (자신의 차례일 때) 20점이 있으면 저인망 어선 한 척을 구입할 수 있습니다.

- f. 게임을 계속하세요. 8라운드 후, 바다의 모든 물고기는 단계 c의 동일한 규칙에 따라 다시 번식합니다.
- g. 게임을 계속하세요. 15라운드 후, 다시 번식합니다.
- h. 50점에 가장 먼저 도달하는 참가자가 승리합니다! 다른 참가자는 가장 늦게 50점에 도달하는 사람을 결정하기 위해 게임을 계속할 수 있습니다.

성찰 질문

수산업이 지속가능하려면 물고기 개체수가 장기간에 걸쳐 상당히 안정적으로 유지되어야 합니다. 물고기가 지속가능한 수산업 시스템에서 번식할 때, 물고기 개체수는 원래의 기준선 수준으로 돌아가야 합니다. 물고기 개체수가 시간이 지남에 따라 감소한다면 남획되고 있다는 것입니다.

다른 참가자와 함께 논의하세요:

- a. 바다의 물고기 수는 어떻게 되었나요? 시간이 지남에 따라 잡을 수 있는 물고기 수가 변했나요?
- b. 게임 끝까지 큰 물고기, 작은 물고기, 갑각류가 남아 있었나요?
- c. 저인망 어선을 사용한 사람이 있었나요? 그것은 게임을 어떻게 바꿨나요?
- d. 게임의 어떤 부분이 실제 수산업에 대한 좋은 모델이라고 생각하나요? 무엇이 빠졌나요?

게임을 다시 하세요. 이번에는 두 가지 정책 변형을 추가하여 다른 정책이 어떻게 수산업을 변화시킬 수 있는지 모델링하세요. **정책(Policy)**은 정부 또는 다른 조직이 만든 행동이나 규칙입니다.

정책 변형

어획 한도 정책

이번에는 어업을 더 지속가능하게 만들기 위해 어획 한도를 두겠습니다.

새로운 규칙:

- 한 종류 생물의 초기 수의 절반 이상을 수집하는 경우, 그들이 번식할 때까지 그 유형을 더 이상 수집해서는 안 됩니다. 이것은 남획을 방지하는 데 도움이 됩니다.
- 모든 물고기가 번식할 때마다 그 수를 세세요. 각 참가자는 다시 번식할 때까지 개체수의 절반만 수집할 수 있습니다. 예를 들어, 번식 후 작은 물고기가 18마리인 경우, 한 참가자는 이 물고기가 다시 번식할 때까지 아홉 마리 이상을 수집할 수 없습니다.

성찰 질문

다른 참가자들과 함께 논의하세요:

- a. 어획 한도 정책이 게임에 어떤 영향을 미쳤나요?
- b. 어획 한도가 남획을 막았나요?

해양보호구역 정책

게임을 한 번 더 하세요. 이번에는 어획 한도 외에도 해양보호구역(MPA)이 있습니다. 아무도 이 지역에서 물고기를 잡을 수 없습니다.

새로운 규칙:

- 탁자의 일부를 MPA로 설정하세요.
- 다른 참가자들과 함께 MPA에 넣고 싶은 생물의 수를 결정하세요.
- 아무도 MPA에서 물고기를 잡을 수 없습니다. MPA의 생물이 번식하여 늘어난 생물은 나머지 바다로 이동하여 잡힐 수 있습니다.

시간이 있다면 게임을 다시 하고 MPA의 초기 물고기 수를 변경하세요. 이것이 점수를 얻는 속도에 어떤 영향을 미치나요? 바다의 물고기 수에 어떤 영향을 미치나요?



성찰 질문

다른 참가자들과 함께 논의하세요:

- 모든 참가자가 50점에 도달할 수 있는 지속가능한 방법이 있다고 생각하나요?
- 변화하는 기준선에 대해 생각해 보세요. 예를 들어, 게임이 끝날 무렵에 누군가 들어온다면, 바다에 자연적으로 얼마나 많은 물고기가 있는지에 대한 인식이 다를까요?
- 지속가능한 수산업 시스템을 만들려고 한다면 여러분은 어획 한도나 MPA, 또는 둘 다 사용하고 싶나요?

4. 수산업 보호에 대한 수암의 이야기를 읽어 보세요. 그의 아이디어와 게임을 통해 배운 것을 바탕으로, 지속가능한 수산업에 대한 위협이 무엇이라고 생각하나요? 그러한 위협에 대처하기 위한 정책은 무엇이 있을까요?

수암이 말합니다…



대부분의 물고기는 연안 지역 근처에 서식하는데, 이 지역은 다음 세대가 자라는 보육장 역할을 합니다. 이 보육장이 사라지거나 오염되면 많은 어종이 성체 단계까지 생존할 수 없습니다. 이러한 사실은 적절한 어업 자원을 유지하기 위해 서식지를 보호하는 것이 매우 중요하다는 것을 의미합니다. 또한 불법, 무보고, 무규제 어업(IUU Fishing)을 방지하는 것은 건강한 생태계와 어류 개체군을 유지하는 데 중요합니다. 어종 보호 조치를 수립하고 불법 어업을 금지함으로써 자원 고갈의 위험을 줄일 수 있습니다.



행동: 해양 먹이망에서 우리의 역할을 더 지속가능하게 만들기 위해 어떻게 행동해야 할까요?

사람들의 행동은 해양 먹이망에 영향을 미칩니다. 높은 영양단계에서 해양 생물량을 제거하면 특히 큰 영향을 미칠 수 있습니다. 기술이 발전함에 따라 사람들이 바다에서 쉽게 획득할 수 있는 물고기와 기타 생물의 양이 증가했습니다.

바다는 사람들의 중요한 식량원입니다. 전 세계적으로 물고기는 사람들이 섭취하는 동물성 단백질의 약 17%를 제공합니다. 일부 국가에서는 최대 90%에 달할 수 있습니다. 또한 어업과 **양식업(Aquaculture)**은 많은 지역사회의 중요한 경제 활동입니다. 사람들이 바다에서 식량을 얻는 것을 지속가능한 방법으로 균형을 맞추는 것은 어려울 수 있습니다.



1. 해양과 식량 시스템 도표를 꺼내세요. 원하는 경우, 사람에 의한 더 많은 제거를 추가하세요.
2. 바다정체성지도를 꺼내어 바다와 식량 시스템에 대해 배운 후 희망이나 우려 사항을 추가하세요.
3. 파트너와 함께 논의하세요:
 - a. 어획 한도와 MPA 외에도 정부, 기업, 조직 또는 개인이 해양 어업을 더 지속가능하게 만들기 위해 취할 수 있는 규칙이나 조치가 있을까요?
 - b. 보호해야 할 더 중요한 영역단계가 있을까요?
4. 수산정책을 읽으세요.

수산정책(*Fisheries Policies*)

해양과 식량 시스템을 지속가능하게 하려면 사람들이 바다에서 제거하는 생물량의 양과 유형을 제한하는 것이 중요합니다. 이 목표를 달성하기 위해 정부와 사람들이 사용한 여러 정책이 있습니다. 여기에는 다음이 포함됩니다:

해양보호구역(Marine Protected Areas, MPA) 설정: 해양보호구역은 크기와 위치가 다양할 수 있습니다. 어린 물고기가 자라는 지역을 보호하는 것이 중요할 수 있습니다. MPA는 보호구역 내에서 허용되는 활동과 사람들이 규칙을 따르는지 정부가 모니터링하는 정도는 다를 수 있습니다. 일부 사람들은 2030년까지 최소 30%의 바다가 보호되기를 원합니다.

어획 한도: 이는 특정 지역에서 법적으로 잡을 수 있는 물고기의 양을 제한합니다. 이는 물고기의 총 수량이나 게, 물고기의 종류 또는 둘 다에 대한 제한일 수 있습니다. 다만, 어획 한도는 사람들이 규칙을 따르는지 모니터링하기 어려울 수 있습니다.

어업 통제: 이는 어선의 수나 유형, 기술 유형 또는 어획 방법에 대한 제한입니다. 여기에는 특정 지역에서 일시적으로 어획을 금지하거나 잡을 수 있는 물고기의 양과 크기를 제한하는 것도 포함될 수 있습니다.

면허 및 수수료: 때로는 특정 어획에 면허가 필요하며 비용이 많이 들 수 있습니다. 면허가 제한적인 경우, 누가 면허를 받을 수 있는지 결정하기 어려울 수 있으며 때로는 특정 그룹이 불리할 수 있습니다.

소비자 라벨링 및 선택: 소비하는 물고기가 어디에서 왔는지, 혹은 과도하게 어획된 종인지 여부를 표시할 수 있습니다. 이는 **경제적 소비자(Economic consumers)** 또는 물건을 구매하는 사람들이 지속가능한 수산업을 지원하는 선택을 할 수 있음을 의미합니다. 기업은 소비자의 선택에 따라 판매 물품을 변경할 수 있습니다.



5. 그룹을 다섯 개로 나누어 각 그룹에 한 가지 유형의 어업 정책을 할당하세요.
6. 그룹 내에서 정책에 대한 질문에 답하세요. 더 많은 정보가 필요하면 온라인으로 더 알아볼 수 있습니다. *Ocean! StoryMap*에 도움이 되는 자료가 있습니다.
 - a. 이 정책에 누가 관여하나요? 정책을 시행하는 그룹뿐만 아니라 이 정책의 영향을 받는 다른 사람들도 포함하세요.
 - b. 이 정책을 수행하는 데 어떤 어려움이 있나요? 사람들이 이를 피할 수 있는 방법이 있나요?
 - c. 사회적, 환경적, 경제적 또는 윤리적 관점에서 이 정책의 좋은 점과 나쁜 점은 무엇일까요?
7. 그룹의 아이디어를 나머지 팀원들과 공유하세요.
8. 바다정체성지도의 희망과 우려 사항을 검토하세요.
9. 팀으로서 현재 가장 중요하게 생각하는 정책을 결정하세요.
10. 이 정책을 지지하기 위해 어떻게 하고 싶은지 함께 생각해 보세요. 예를 들어, 다음을 수행할 수 있습니다:
 - a. 이 정책을 지지하는 지역 조직을 지원하세요.
 - b. 현재 정부 정책을 지지하거나 반대하는 편지를 쓰거나 이메일을 보내세요.
 - c. 바다의 생물량 변화와 그것을 더 지속가능하게 만들기 위한 가능한 정책 도구에 대해 다른 사람들에게 알리거나 가르쳐 주세요.
 - d. 구매의 선택과 같은 개인적인 힘을 사용하여 기업이나 다른 조직의 변화를 장려하세요.
11. 팀원들과 합의하여 취할 조치를 결정하세요.
12. 계획을 세우고 행동을 실행하세요.
13. 수암의 말을 읽고 자신의 역할에 대해 생각해 보세요. 과거에 다른 사람들과 어떻게 협력했으며, 앞으로 어떻게 협력할 수 있을까요?

수암이 말합니다…



지속가능한 어업의 목표를 달성하기 위해 기여할 수 있는 방법이 많으므로, 미래에 건강한 수산업을 유지하기 위해서는 여러 다양한 그룹으로부터 제기되는 다양한 관점과 의견을 고려해야 합니다. 개별 소비자, 비영리 조직, 과학자그룹, 정부 및 산업계 간의 협력을 통해 성공적인 수산업 관리와 종 다양성 및 서식지 보호가 달성될 수 있습니다.

14. 해양과 식량 시스템 도표를 보관하세요. 파트 7에서 다시 사용하게 됩니다.

축하합니다!

파트 5를 마쳤습니다

더 알아보기!

추가 자원과 활동에 관한 정보를 얻으려면

Ocean! StoryMap(<https://bit.ly/OCEAN2030>)을 방문해 보세요.

참고문헌

1. Christensen, Villi, et al. "A century of fish biomass decline in the ocean." *Marine Ecology Progress Series* Vol. 512, (2014): 155–166, accessed December 7, 2023, <https://www.int-res.com/articles/theme/m512p155.pdf>



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.

갑각류(Crustaceans)	게, 가재, 새우와 같은 수생생물
경제적인(Economic)	돈, 소득 또는 부의 사용과 관련된
경제적 소비자 (Economic consumers)	무언가를 사는 사람들
광합성(Photosynthesis)	식물이 햇빛과 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하여 영양소를 만드는 과정
기준선(Baseline)	특정 시점에서 시스템의 균형
먹이망(Food web)	생물이 다른 생물을 소비하여 영양분을 얻는 방법
부수어획(Bycatch)	어업 기술이 원하지 않는 생물을 어획하는 것
분해자(Decomposers)	박테리아와 같은 생물들은 다른 영양단계에서 죽은 생물과 폐기물을 분해하여 생산자에게 영양소를 제공함
사회적인(Social)	커뮤니티에서 사람들의 상호 작용과 그들의 교육, 건강 및 복지
생물(Organism)	살아있는 것
생물량(Biomass)	특정 지역의 모든 생물의 총량 또는 무게
생산자(Producers)	햇빛 에너지로 광합성을 하거나 열수 분출구와 같은 다른 비생물 에너지원을 사용하여 생태계에 에너지를 공급하는 생물
생태계(Ecosystem)	물리적 환경 내에서 상호 작용하는 살아있는 것과 비생물의 공동체
소비자(Consumers)	영양단계가 1보다 높은 생물, 이러한 생물들은 다른 생물을 잡아먹음으로써 영양분을 얻음
수산업(Fisheries)	어업 산업
스트레스 요인(Stressor)	시스템에 스트레스를 유발하는 것
안정 동위원소 분석(Stable isotope analysis)	물고기 조직 샘플을 분석하여 영양단계를 결정하는데 사용되는 기술
양식(Aquaculture)	식용으로 수생 동물을 사육하거나 해양 식물을 재배하는 것
영양단계(Trophic level)	생물이 먹이를 얻는 시스템의 수준; 이것은 생물이 먹이망의 초기 에너지원에서 얼마나 멀리 있는지를 보여줌
영양염(Nutrients)	생물이 스스로를 영양공급하기 위해 필요한 것. 영양소
윤리적인(Ethical)	무언가의 공정성
저산소증(Hypoxia)	산소 수치가 낮음
저인망 어선(Trawler)	바다 깊숙한 곳에 그물을 끌어 한 번에 많은 물고기를 잡을 수 있는 어선
정책(Policy)	정부 또는 다른 조직이 만든 행동이나 규칙
제거(Removals)	시스템에서 제거되는 것
지속가능한(Sustainable)	다양한 관점을 균형 있게 고려하고 오랫동안 지속될 수 있는 접근 방식
추가(Additions)	시스템에 추가되는 것
출처(Source)	정보를 얻는 곳
포식성 어류 생물량 (Predatory fish biomass)	영양분을 얻기 위해 다른 물고기를 먹는 바다의 물고기 총량
환경적인(Environmental)	자연 세계에 관한





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!



파트 6:
바다와
해안

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 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요? 파트 6(Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 6)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

연구 멘토
Dr. Ana Spalding

기술 검토위원
Dr. Stella Tsani

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

이미지 출처

표지 - Ashley Wiley/iStock/Getty Images Plus; R.M. Nunes/iStock/Getty Images Plus

그림 6.1 - Smithsonian Science Education Center

그림 6.2 - Xantana/iStock/Getty Images Plus; Xantana/iStock/Getty Images Plus; YakubovAlim/iStock/Getty Images Plus; Black and Abroad/iStock/Getty Images Plus

그림 6.3 - Andrew Stowe/iStock/Getty Images Plus; banjongseal324/iStock/Getty Images Plus;
Damocean/iStock/Getty Images Plus; RomoloTavani/iStock/Getty Images Plus

그림 6.4 - NZCBI/CCS, Smithsonian Institution. Illustration by Max Jake Palomino

그림 6.5 - banjongseal324/iStock/Getty Images Plus

그림 6.6 - Smithsonian Science Education Center

그림 6.7 - Smithsonian Science Education Center

그림 6.8 - Smithsonian Science Education Center





파트 6: 바다와 해안

계획서	166
과제 1: 해안 공간에 대한 갈등은 무엇이며 어떻게 해결할 수 있을까요?	169
발견: 바다의 해안은 나와 어떤 관련이 있을까요?	169
이해: 해안 공간에서 해양과 인간 시스템 사이의 갈등은 무엇일까요?	173
행동: 해안 시스템과의 관계를 어떻게 다시 생각해 볼 수 있을까요?	176
과제 2: 해안 생태계와 그것이 제공하는 혜택을 어떻게 보존할 수 있을까요?	180
발견: 해안 생태계는 사람들에게 어떤 영향을 미칠까요?	180
이해: 해안 생태계는 해안 지역에 어떤 영향을 미칠까요?	181
행동: 해안 지역을 관리하는 방식을 어떻게 바꿀까요?	186
용어사전	190

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: 해안 공간에 대한 갈등은 무엇이며, 어떻게 해결할 수 있을까요?					
발견	해안과의 개인적인 연결점을 찾고 사진 콜라주를 사용하여 시스템 도표를 만들어 보세요.	<ul style="list-style-type: none">종이펜 또는 연필	<u>바다정체성지도</u>	25분	169
이해	여러분과 관련 있는 해안 갈등을 조사해 보세요.	<ul style="list-style-type: none">종이펜 또는 연필컴퓨터(선택사항) 또는 도서관과 같은 정보원에 대한 접근		40분	173
행동	해안 갈등을 분석하여 더 공정하고 균형 잡힌 방향으로 다시 생각해 보세요.	<ul style="list-style-type: none">종이연필 또는 펜	<u>바다정체성지도</u>	25분	176



활동	내용	재료와 기술	추가 재료	소요시간	페이지
과제 2: 해안 생태계와 그것이 제공하는 혜택을 어떻게 보존할 수 있을까요?					
발견	해안 생태계 서비스를 탐색하고 <u>해양과 해안 시스템 도표</u> 에 추가해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 펜 또는 연필 • 종이 	<u>해양과 해안 시스템 도표</u> <u>사람과 해안</u>	20분	180
이해	환경 생태계 서비스에 대해 더 알아보고 맹그로브와 산호초가 파도 에너지를 어떻게 흡수하는지 모델링 해 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 긴, 얇은 용기 • 물을 흡수할 수 있는 것 • 물 • 작은 무거운 블록, 돌 또는 다른 물체들 • 테이프 • 색종이 • 가위 	<u>해안 생태계 서비스</u>	40분	181
행동	해안 갈등을 해결하기 위한 다양한 정책적 방안을 탐구하고 결정하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 펜 또는 연필 • 종이 	<u>해양과 해안 시스템 도표</u> <u>바다정책성지도</u>	20분	186

연구 멘토를 소개합니다..

아누 스팔딩(Ana Spalding) 박사를 만나 보세요. 아누(AH-nuh라고 발음합니다)는 여러분이 지구의 바다와 해안 시스템에 대해 더 많이 이해할 수 있도록 도와줄 연구 멘토입니다.

아누는 스미스소니언 열대 연구소(Smithsonian Tropical Research Institute)에 기반을 둔 애드리엔 아르슈트 지역사회-기반 회복력 증진계획(Adrienne Arsht Community-Based Resilience Solutions Initiative)의 책임자입니다. 아누는 사람과 환경, 특히 해양과 해안 지역의 관계를 연구합니다. 아누는 환경학 박사 학위를 가지고 있습니다만, 또한 자신 정체성의 다른 부분에서 비롯된 지식과 관점도 가지고 있습니다. 아누는 이제부터 여러분과 함께할 것이기 때문에, 그녀가 누구인지 이해하는 것이 중요합니다.

아누의 정체성지도

보카스 델 토로 제도(the Bocas del Toro Archipelago)의 환경에 관해 연구

바다의 모든 것에 관심 (적응, 기후, 환경)

스미스소니언 새 회복력 계획의 책임자

서북미 지역을 좋아함

미국의 오리건과 파나마의 파나마시티에서 거주함

바다는 제일 좋아하는 곳임

45세 여성

흑백 혼혈

키가 큰 편이며 검은 머리카락과 눈,
안경 착용

공감, 정직, 협력을 소중하게 생각함

반려견 소유

내셔널 지오그래픽 탐험가

남편, 두 자녀와 여행을 즐김

요리를 못함

일을 많이 함
(어떤 이들은 너무 많이 한다고 말함)

매우 예민하고 야심적이며 가족에 헌신적임

과거로 돌아갈 수 있다면 파도타기를 배우고 싶음

조정, 야외활동, 꽃 기르기를 즐김



과제 1: 해안 공간에 대한 갈등은 무엇이며 어떻게 해결할 수 있을까요?

해안(Coast)은 바다와 육지가 만나는 곳입니다. 얕은 물 속과 해안 근처의 지역은 사람들과 많은 생물들에게 매우 중요합니다. 이 과제를 통해 여러분은 여러분과 다른 사람들이 바다 근처의 해안과 어떻게 연관되어 있는지 더 많이 알게 될 것입니다. 해안 지역을 어떻게 사용할 것인가에 대한 갈등을 이해하기 위해 조사할 것입니다. 그런 다음 이러한 갈등 중 일부에 대한 지속 가능한 해결책을 결정하고 행동할 것입니다.

파트 6를 시작하기 전에, 아누의 정체성지도를 조용히 생각해 보고 여러분 자신의 개인정체성지도와 비교해 보세요.

- 아누와 공통점이 있는 것이 있나요?
- 아누와 다른 점이 있나요?
- 아누의 정체성 중에 해양 시스템을 이해하는 것과 관련된 것이 있나요?

파트 6 전체를 통해 아누는 여러분과 자신의 아이디어와 경험을 공유한다는 것을 알게 될 것입니다. 그녀는 여러분이 연구를 더 잘하는 방법을 이해하도록 돋겨나 그가 수행했던 연구를 여러분과 공유할 것입니다.



발견: 바다의 해안은 나와 어떤 관련이 있을까요?

해안 지역은 인류 역사를 통해 항상 중요했습니다. 오늘날에도 여전히 중요합니다. 해안은 많은 사람들이 먹고, 놀고, 일하고, 여행하고, 사는 방식의 일부입니다. 예를 들어, 전 세계 인구의 약 40%가 해안에서 100 km 이내에 살고 있습니다. 그러나 해안 근처에 살지 않더라도 해안은 여전히 여러분에게 영향을 미칩니다. 예를 들어, 세계 무역의 90%는 운송을 위해 선박을 사용하며 해안 항구에 상륙합니다. 이 활동에서는 해안에 살든 살지 않은 상관없이 여러분의 지역사회와 해안 지역 사이의 지속적인 관계에 대해 더 생각해 볼 것입니다.

1. 여러분의 바다정체성지도를 꺼내세요.
2. 여러분 지역사회의 사람들과 바다 사이의 연결에 대한 증거를 면밀히 검토하세요.
3. 팀원들과 원을 만들거나, 팀원이다섯 명 이상인 경우 더 작은 그룹을 만들어 원을 만드세요. 원을 돌며 여러분 지역사회의 사람들과 바다 사이의 모든 연결을 나열하세요. 예를 들어, 여러분 지역사회의 사람들이 바다에서 잡은 생선을 먹는 것을 공유할 수 있습니다. 팀원 한 명이 이러한 연결을 종이에 기록하세요.
4. 더 이상 연결을 생각해 낼 수 없을 때까지 계속하세요.



5. 다시 원을 돌며, 이번에는 사람과 바다의 각 연결이 해안과 어떻게 연결되는지 공유하세요. 예를 들어, 여러분의 지역사회에서 먹는 생선이 해안에 정박하는 어선에서 잡힌 것일 수 있습니다. 종이에 각 연결 옆에 해안 연결을 적으세요.
6. 종이를 꺼내거나 디지털 문서를 열고 “해양과 해안 시스템 도표”이라고 표시하세요.
7. 팀이 만든 해양과 해안 연결 목록을 검토하세요. 해양과 해안에 대한 시스템 도표에 포함해야 할 요소일 수 있는 것이 무엇인지 알 수 있나요?
8. 가장 중요하다고 생각하는 다섯 개 이상의 요소를 선택하여 도표에 추가하세요. 그 다음 화살표를 추가하고 표식을 붙여 요소들이 서로 어떻게 관련되어 있는지 보여 주세요. 시스템 도표 예시가 필요하면 그림 6.1을 참고하세요.

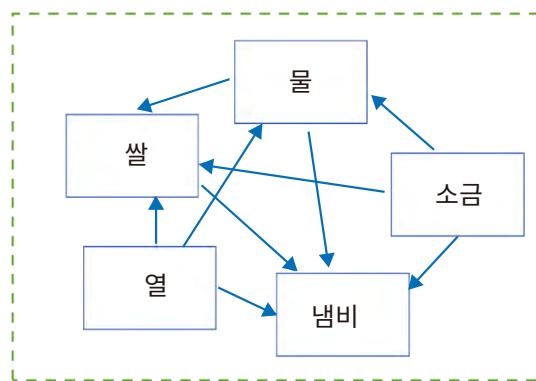


그림 6.1: 시스템 도표의 예

9. 바다를 시스템으로 보는 아누의 생각을 읽어 보세요. 아누의 생각을 사용하여 원하는 아이디어를 해양과 해안 시스템 도표에 추가하세요.

아누가 말합니다…



바다를 시스템으로 생각할 때 무엇을 포함하고 있나요? 예를 들어, 문화적 관점을 포함하고 있나요? 많은 곳들이 수천 년 동안 바다와 관계를 맺고 바다에 대한 지식을 가지고 있습니다. 예를 들어, 태평양의 많은 섬들은 뛰어난 항해 전통을 가지고 있습니다. 이러한 관점은 우리가 바다와의 관계에 대해 생각할 때 중요합니다. 지역 관습, 전통 및 생활방식을 더 포괄적으로 포함하기 위해 바다에 대해 알아야 할 중요한 것을 어떻게 재정의할 수 있을까요? 바다는 항해, 역사, 문화를 통한 연결의 장소입니다.

10. 그림 6.2의 사진에서 사람들이 해안을 사용하는 몇 가지 방식을 살펴보세요. 현재 여러분의 해양과 해안 시스템 도표에 없는, 사람들이 해안과 연결하는 방식이 있나요? 있다면 지금 그 요소를 추가하세요.



그림 6.2: 해안과 사람 간 연결의 예들. 시계 방향으로 해안도시, 북적이는 항구, 인파로 가득한 비치, 바다 양식장

11. 다시 사진을 살펴보세요. 각 사진에 대해 **사회적, 환경적, 경제적, 윤리적**의 네 가지 관점을 사용하여 해양과 해안 시스템 도표에 추가할 요소나 관계를 식별하고 추가하세요. 해안을 사용하는 다양한 방식에 대한 자세한 정보가 필요한 경우 Ocean! StoryMap을 참조하세요.

12. 그림 6.3의 해안 생태계 사진을 살펴보세요. 해양과 해안 시스템 도표의 일부여야 한다고 생각하는 자연 시스템의 요소가 있나요? 있다면 지금 그 요소를 추가하세요. 다양한 해안 생태계에 대한 자세한 정보가 필요한 경우 Ocean! StoryMap을 참조하세요.



그림 6.3: 해안 생태계의 예-시계 방향으로 켈프 숲, 맹그로브 숲, 산호초, 해초대

13. 해양과 해안 시스템 도표를 검토하세요. 사람과 다른 생물이 해안 지역을 사용하는 방식 사이의 관계를 추가하세요.
그들은 서로에게 어떤 영향을 미치나요? 그 관계를 보여 주기 위해 양방향으로 화살표를 그려서 표식을 붙일 수 있나요?
14. 아누의 아이디어를 읽어 보세요. 자연 시스템과 인간 시스템 사이의 연결을 고려하는 것이 왜 중요하다고 생각하나요?

아누가 말합니다…



제 연구는 환경, 사회, 경제를 연결하는 데 중점을 두고 있습니다. 저는 자연 시스템과 인간 시스템, 그리고 그들 사이의 연결에 대해 생각합니다. 이러한 시스템 사이에는 양방향으로 피드 화살표가 있습니다. 변화하는 바다는 사람들에게 영향을 미치고, 변화하는 사람들은 바다에 영향을 미칩니다.

15. 파트너와 함께 그림 6.2와 6.3의 사진들을 살펴보세요.

토론하세요:

- a. 사진으로 볼 때 인간 시스템과 자연 시스템이 분리된 것처럼 보이나요?
- b. 그림 6.2에서 한 장의 사진을 골라보세요. 그것을 그림 6.3의 자연 시스템 중 하나와 어떻게 더 조화를 이루게 할지 상상할 수 있나요?



이해: 해안 공간에서 해양과 인간 시스템 사이의 갈등은 무엇일까요?

해안 지역 땅은 종종 많은 사람들이 다양한 방식으로 사용하고 싶어 하는 곳입니다. 때로는 이것이 개인이나 집단 간의 **갈등(conflict)**이나 의견 충돌로 이어질 수 있습니다.

1. 해안 근처에 가 보았거나 해안에 가 본 사람에 대해 들었던 때를 생각해 보세요. 해안 지역은 어떻게 사용되고 있었나요?
2. 몇몇 팀원들이 팀원들과 답을 공유하세요.
3. 파트너와 토론하세요: 해안 지역은 100년 전에는 어떻게 사용되고 있었을까요? 1,000년 전에는 어땠을까요? 어떻게 변화했다고 생각하나요? 아누의 아이디어를 참고하여 이러한 질문에 대해 생각해 보세요.

아누가 말합니다…



해안은 매우 중요한 장소입니다. 가장 오래된 인간의 바다 이용은 식량과 운송입니다. 여기에는 탐험과 항해가 포함됩니다. 역사적으로 아메리카 대륙에서 해안은 발견의 장소입니다. 아주 많은 도시들이 매우 중요한 장소들이기 때문에 해안에 위치해 있습니다. 저는 우리가 그것들을 단지 휴가 장소로만 볼 때, 우리는 그 역사의 많은 부분을 잊어버린다고 생각합니다. 그래서 저는 모든 사람들이 해안에 대해 더 많이 생각하도록 권장합니다. 누가 거기에 살았을까요? 왜 이것이 중요할까요? 자연이 있지만 사람들도 있습니다. 사람들은 이런 곳에서 어떻게 살아갈까요?

4. 팀원들과 토론하세요:
 - a. 사람들이 해안 지역을 사용하는 방식이 시간이 따라 어떻게 변화했다고 생각하나요?
 - b. 이러한 변화와 관련된 갈등의 유형을 생각해 볼 수 있나요?
5. 해안 갈등 조사를 사용하여 더 자세히 알아보세요.

해안 갈등 조사(Coastal Conflicts Investigation)

각 팀원은 두 사람 또는 두 그룹이 해안 공간을 서로 다른 방식으로 사용하고자 했던 상황의 예를 찾아보세요. 예를 들어, 한 그룹은 한 지역을 관광 리조트로 사용하고 싶어 하고 다른 그룹은 어업활동을 위해 사용하고 싶어 할 수 있습니다. 또는 한 그룹은 맹그로브 숲을 보존하고 싶어 하고 다른 그룹은 도로를 건설하고 싶어 할 수 있습니다. 혹은 한 그룹은 해안 밖에 풍력 발전기를 설치하고 싶어 하고 다른 그룹은 그 모습을 좋아하지 않을 수 있습니다.



개인 조사, 뉴스 조사 또는 인터뷰를 통해 해안 갈등에 대한 정보를 수집할 수 있습니다. 가장 적합한 방법을 선택하세요. 다음에 대한 정보를 수집하세요:

- a. 갈등에 관련된 사람은 누구인가요?
- b. 갈등의 원인은 무엇인가요?
- c. 어떻게 해결되었는지 알아볼 수 있나요?

개인 조사

해안 지역의 사용 방식을 둘러싼 갈등을 개인적으로 경험한 적이 있나요? 있다면 그 갈등에 대해 글을 쓰거나 그림을 그려 설명하세요. 갈등의 주체, 내용, 해결 방법을 포함하세요.

뉴스 조사

뉴스 기사를 사용하여 해안 갈등에 대한 정보를 얻을 수 있습니다. 온라인 검색, 지역 도서관 이용, 신문이나 잡지 기사를 읽어 볼 수 있습니다. 가능하다면 갈등에 대한 기사를 여러 개 수집해 보세요. 기자마다 갈등을 다르게 보도하거나 시간이 지남에 따라 갈등이 변했을 수 있습니다. 뉴스 기사가 갈등의 주체, 내용, 해결 방법에 대한 여러분의 질문에 답하는지 확인하세요.

인터뷰

해안 지역의 사용 방식을 둘러싼 갈등을 경험한 사람을 알고 있나요? 있다면 그 사람의 경험에 대해 인터뷰할 수 있습니다. 갈등의 주체, 내용, 해결 방법을 포함하세요. 인터뷰를 계획할 때 다음 사항을 고려하세요:

- a. 인터뷰 기록 방법
 - 사람들을 다양한 방법으로 인터뷰할 수 있습니다. 예를 들어, 대면, 전화, 이메일 또는 소셜 미디어 채널을 통해 인터뷰할 수 있습니다.
 - 오디오 또는 비디오를 사용하여 인터뷰를 녹음할 수 있습니다.
 - 글을 쓰거나 그림을 그려서 여러분이 알게 된 아이디어를 기록할 수 있습니다.
- b. 인터뷰 진행 요령
 - 사람들의 답변을 녹음할 수 있는지 허락을 구하세요.



- 인터뷰를 팀, 학급 또는 지역사회의 다른 사람들과 공유할 수 있는지 허락을 구하세요. 사람들은 인터뷰가 익명일 경우 더 기꺼이 공유하려고 할 것입니다.
- 누군가가 질문에 답하지 않은 것 같으면, 두려워 말고 다른 방식으로 다시 질문하세요.
- 여러분이 인터뷰하는 사람이 원하는 방식으로 답하도록 질문을 하세요. 인내심을 가지고 주의 깊게 경청하세요. 그들이 요청하지 않은 답변이나 예상치 못한 답변을 줄 수도 있다는 것을 이해하세요.

c. 인터뷰 안전 요령

- 선생님에게 지침을 요청하세요. 선생님은 여러분의 지역사회에서 가장 안전한 방법을 알고 있을 것입니다.

신체안전요령

혼자 인터뷰를 진행하지 말고 항상 주변을 주의하세요. 조용한 공공장소에서는 인터뷰 녹음을 제안할 수 있습니다. 소셜 미디어를 사용하여 사람들에게 연락하는 경우, 소셜 미디어 사용을 안전하게 유지하기 위한 지침에 대해 선생님이나 다른 어른과 상의하세요. 예를 들어, 이미 아는 사람들과만 상호 작용하거나 어른이 질문을 대신 보낼 수도 있습니다.

심리안전요령

지역사회의 다른 사람들과 의사소통을 하는 것은 어려울 수 있습니다. 부끄럼거나 긴장이 될 수 있습니다. 누군가가 이야기하고 싶지 않다고 말할 수 있습니다. 괜찮아요! 그것은 여러분과 관련이 없습니다. 그들은 단지 공유하고 싶지 않다는 의미입니다. 그들에게 감사를 표하고 지역사회의 다른 구성원에게로 넘어갈 수 있습니다.

6. 각 팀원이 조사한 갈등을 팀과 공유하세요.

7. 팀원 각자가 조사한 갈등을 공유한 후, 다음을 토론하세요:

- 관련된 사람이나 그룹의 관점은 무엇이었나요? 그룹으로서, 갈등에 관련된 각기 다른 사람이나 그룹이 어떤 사회적, 환경적, 경제적, 윤리적 관점 중 하나 또는 결합된 여러 관점에 가장 중점을 두었는지 결정하세요.
 - 어떤 사람이나 그룹이 원하는 방식으로 지역을 사용할 수 있었나요?
8. 한 사람을 정해 게시판이나 다른 사람들이 메모를 볼 수 있는 곳에 기록을 하세요. 메모에는 갈등의 내용, 관련된 다른 사람이나 그룹의 관점, 그리고 최종적으로 어떻게 되었는지가 포함되도록 하세요.



9. 종이를 꺼내 팀 메모를 사용하여 다음 질문에 대한 개인적인 답변을 쓰거나 그리세요:

- 주제: 여러분이 조사한 해안 갈등을 팀에서 논의할 때 어떤 주제나 주요 아이디어를 발견했나요? 예를 들어, 많은 갈등이 한 관점이나 한 그룹에 더 많은 관심을 기울임으로써 해결되었나요?
- 중요한 관점: 어떤 관점이나 그룹이 더 중요하게 다루어졌나요? 그렇다면 그 이유는 무엇이라고 생각하나요?
- 공정성: 해안 갈등이 해결된 방식이 공정하다고 생각하나요?

심리안전요령

불공평한 대우를 받는 사람들을 생각하면 마음이 아플 수 있습니다. 차별은 오랫동안 존재해 왔으며 여러분의 잘못이 아닙니다. 하지만 여러분은 해결책의 일부가 될 수 있고 더 공정한 미래를 만드는 데 도움을 줄 수 있습니다. 속상하다면 잠시 멈추거나 휴식을 취하는 것도 괜찮습니다.

10. 팀원 한 명이나 선생님을 선택하여 그들에게 여러분이 작성한 문서를 주세요. 다음 활동에서 필요할 것입니다.



행동: 해안 시스템과의 관계를 어떻게 다시 생각해 볼 수 있을까요?

사람들은 수천 년 동안 해안 공간을 사용하며 살아 왔습니다. 이러한 공간과의 관계는 시간이 지남에 따라 변화했습니다.

이 활동에서는 현재의 관계에 대해 생각하고 어떻게 변화하기를 원하는지 상상해 볼 것입니다.

- 이해 활동의 10단계에서 얻은 모든 문서를 가지고 있는 사람이 큰 소리로 모두 읽거나, 다른 방법으로 그룹과 공유하세요.
- 그룹으로 토론하세요:
 - 사람들이 식별한 주제에 대해 무엇을 알아차렸나요?
 - 이러한 주제에서 다른 해안 갈등에 적용될 수 있는 무엇을 배울 수 있다고 생각하나요?
 - 여러분은 해안 갈등에 대한 결정이 내려지는 방식에 만족하나요?
- 팀으로서, 게시판이나 공유 종이의 중앙에 “사람과 해안”라는 단어를 쓰고 원을 그리세요.
- 각자 사람과 해안 지역의 관계를 어떻게 설명할지 생각해 보세요. 사람들은 해안 공간을 사용하는 것에 대해 무엇이 중요하다고 생각하나요?
- 각 팀원이 사람과 해안 외부에 단어나 그림을 추가하여 이 관계에 대한 아이디어를 공유하세요.
- 스미스소니언에서는를 읽으세요. 시메나의 항구 경험이 사람들의 필요와 해양 생태계의 필요 사이의 관계를 재고하는 여러분에게 어떻게 영감을 줄 수 있을까요?





스미스소니언에서는

항구와 같은 사회간접자본은 사람들에게 이익을 주도록 설계되었습니다. 그러나 해양 생태계에도 이익을 줄 수 있을까요? 스미스소니언 과학자들은 이를 알아내려고 노력하고 있습니다. 스미스소니언 보존생물학 연구소(Smithsonian Conservation Biology Institute)의 시메나 벨레즈(Ximena Velez)는 페루에 위치한 해양 관측소를 지휘하고 있습니다. 그의 팀은 액화 천연가스(LNG)를 운송하기 위해 설계된 페루 해안의 국제 항구가 그곳의 해양 서식지에 어떤 영향을 미쳤는지 모니터링하는 데 도움을 줍니다. 시메나는 “이 항구 주변에 다섯 개의 관측소가 있으며, 거의 모든 것을 측정합니다. 수질, 퇴적물의 질을 측정하고, 플랑크톤, 식물플랑크톤, 다양한 종류의 물고기, 상어, 돌고래, 바닷새 개체군을 모니터링합니다”라고 말합니다.

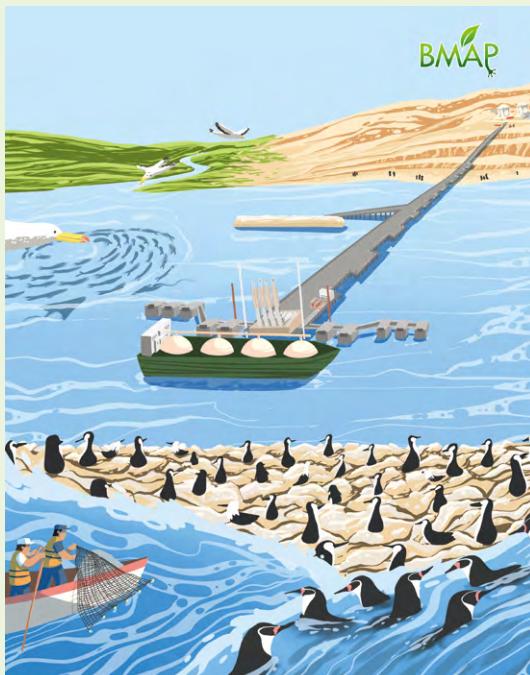


그림 6.4: 페루의 생물다양성 모니터링과 평가 프로그램(BMAP)



시메나의 팀은 흥미로운 것을 발견했습니다. 항구 건설에는 조류, 해류, 파도, **폭풍 해일(storm surge)**로부터 선박의 접안구역을 보호하는 **큰 방파제(Breakwater)** 또는 구조물이 포함되었습니다. 방파제의 디자인은 모든 종류의 바닷새, 즉 가마우지, 펠리컨, 제비갈매기, 펭귄이 그곳에 둑지를 틀도록 유도하는 것 같습니다. 시메나는 “기본적으로 바닷새를 위한 거대한 아파트 건물”이라고 농담합니다. 이 지역은 페루에서 가장 큰 훔볼트 펭귄 군락지 중 하나가 되었습니다! 또한 많은 물고기가 서식하며, 이 때문에 돌고래와 상어가 자주 출몰합니다.

LNG는 위험한 물질이 될 수 있어 사람들의 항구 접근이 제한됩니다. 사람들은 이 지역을 방문하거나 물고기 잡이를 할 수 없으며, 어떤 면에서는 작은 해양보호구역과 같습니다. 방파제는 건설 회사도 예상치 못한 보존 자산이 되었으며, 스미스소니언 과학자들은 해안을 따라 해안 지역의 인간과 비인간 시스템의 필요에 균형을 맞추는 방법에 대해 더 많이 배우고 있습니다.

7. 바다정체성지도를 꺼내세요. 사람과 바다 사이의 연결에 나열된 것 중에서 여러분의 사람과 해안 문서에 포함되어야 한다고 생각하는 것이 있나요? 있다면 지금 추가하세요.
8. 사람과 해안 문서를 검토하세요. 사람과 바다 사이의 중요한 연결이 나열되어 있는 것이 있다면 바다정체성지도의 연결 원에 추가하세요.
9. 아누의 말을 읽고 사람과 해안 지역의 관계에 대해 기억해야 할 중요한 아이디어를 사람과 해안 문서에 추가하세요.

아누가 말합니다…



접근 - 누가 해안 지역에 갈 수 있습니까? 바다가 제공하는 혜택을 누가 누릴 수 있습니까? 해안 지역은 저와 많은 사람들에게 치유와 즐거움, 그리고 재생의 장소입니다. 그리고 어떤 사람들은 해안 지역을 결코 접근할 수 없거나, 혹은 가지 않거나 모른다는 것을 상상해 보세요. 어떻게 접근을 보장할 수 있을까요? 낚시를 하기 위한 접근뿐만 아니라 즐기고, 여가활동을 하고, 교류하는 데 대한 접근입니다.

10. 팀으로서 사람과 해안 문서를 검토하세요.
 - a. 이 관계의 어떤 부분에 만족하나요? 그 단어나 그림을 원으로 표시하세요.
 - b. 이 관계의 어떤 부분이 변해야 한다고 생각하나요? 그 단어나 그림 위에 X를 표시하세요.

11. 해안 지역에 대한 결정을 내리는 방식이 달라질 수 있는 한 가지 방법에 대한 아누의 아이디어를 읽어 보세요. 여러분이 생각하는 방식이 달라질 수 있는 방법에 대해 생각해 보세요.

아누가 말합니다…



해안 시스템과의 우리의 관계를 재구상하는 것은 또한 사람들을 바다와 재결합시키는 것을 의미할 수 있습니다. 이것의 일부는 법적 수단을 통한 것입니다. 많은 해안 지역이 사유화되어 지역사회를 배제하고 있습니다. 아마도 리조트나 도로 등의 큰 개발이 해안을 따라 건설되었을 것입니다. 사람들은 그곳에 살았었지만 떠났습니다. 이제 그 사람들은 더 이상 해안에 접근하여 즐길 수 없습니다. 또한 어업과 같은 경제활동을 할 수 없을 수도 있습니다. 원래 주민들이 재산권을 유지할 수 있었다면, 어떤 방향으로 전개되었을지 상상해 보세요. 그 방향이 그 지역사회와 그들이 지닌 전통을 더 온전하게 보존할 것입니다.

12. 바다정책성지도의 희망과 우려사항을 검토하세요. 사람과 해안 문서에서 X 표시가 있는 모든 항목을 변경할 수 있다고 상상해 보세요. 사람과 해안 사이의 해로운 관계를 어떻게 변경하여 희망이 더 가능해지고 우려가 덜 해질 수 있을까요?
13. X 표시가 있는 각 항목 옆에 변경하고 싶은 내용을 쓰거나 그리세요.
14. 사람과 해안 문서 전체를 살펴보세요. 팀으로서 사람과 해안 사이의 새롭게 상상한 관계를 어떻게 설명할지 토론하세요.
15. 다음 세 문장을 팀의 아이디어로 채우세요:
- 사람과 해안의 관계가 _____라고 기술되기를 원합니다.
 - 해안 지역에 대해 결정을 내릴 때 사람들이 항상 기억해야 할 것은 _____입니다.
 - 특히 _____를 바꾸고 싶습니다.
16. 여러분이 식별한 해안 갈등으로 돌아가세요. 새롭게 상상한 관계에서 해결책이 달라질까요?
17. 파트너와 함께 아이디어를 공유하세요.
18. 파트너와 함께 사람과 해안의 관계를 상상한 관계로 바꾸는데 도움이 될 수 있는 한 가지 일을 식별하세요.



과제 2: 해안 생태계와 그것이 제공하는 혜택을 어떻게 보존할 수 있을까요?

배웠듯이 사람들은 해안 지역을 다양한 방식으로 사용하고 싶어합니다. 그러나 해안 지역의 자연적인 사용도 인간과 다른 생물에게 매우 중요합니다. 이 과제에서는 해안 생태계가 인간과 육지의 다른 생물에게 어떻게 중요한 혜택을 제공하는지 알아볼 것입니다. 그런 다음 생태계가 해안 지역에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 더 잘 이해하기 위해 조사할 것입니다. 마지막으로, 배운 것을 바탕으로 중요하다고 생각하는 해안 지역을 보호하기 위해 행동할 것입니다.



발견: 해안 생태계는 사람들에게 어떤 영향을 미칠까요?

해안 생태계는 육지의 인간과 다른 생물에게 중요한 **생태계 서비스(Ecosystem services)**를 제공합니다. 생태계 서비스는 자연 지역이 제공하는 혜택입니다. 예를 들어, 육지 생태계의 생태계 서비스에는 나무가 제공하는 그늘의 시원함이나 수로 주변의 풀밭이 오염 물질을 걸러내고 수질을 높이는 능력이 포함될 수 있습니다. 이제 해안 해양 생태계의 생태계 서비스에 대해 생각해 볼 것입니다.

1. 팀과 함께 생각할 수 있는 모든 해안 또는 천해 생태계를 나열하세요. 맹그로브, 산호초, 켈프 숲, 해변, 해초 서식지처럼, 이 가이드에서 이전에 배운 해안 생태계를 기억하세요. 이러한 생태계 중 해양과 해안 시스템 도표에 나열되지 않은 것이 있다면 지금 요소로 추가하세요.
2. 각자 종이 한 장을 꺼내서 “해안 생태계 서비스”라는 제목을 붙이세요. 이 활동을 하는 동안 이 종이를 가까운 곳에 두세요.
3. 혼자서 나열한 해안 생태계 중의 하나가 제공하는 생태계 서비스를 모두 적어 보세요. 다음은 몇 가지 예입니다:
 - a. 사회적: 신체적, 정신적, 정서적 건강, 복지, 문화, 교육 또는 공동체 의식과 관련된 혜택
 - b. 환경적: 자연 환경의 지원, 보호 또는 규제를 돋는 것과 관련된 혜택
 - c. 경제적: 사람들이 필요를 충족하고 돈을 버는 능력과 관련된 혜택
 - d. 윤리적: 공동체를 더 공정하게 만드는데 도움이 되는 혜택
 - e. 원한다면 해양과 해안 시스템 도표를 사용하여 생각해 볼 수 있습니다. 사람과 해안 문서를 사용하여 그 관계의 일부가 자연 시스템에 의존하는지 생각해 볼 수도 있습니다. 이 가이드에서 이전에 배운 내용도 사용할 수 있습니다.
4. 3-4명으로 구성된 그룹으로 모여 앉아 해안 생태계 서비스 문서를 오른쪽으로 전달하세요.
5. 전달받은 해안 생태계 서비스 문서를 검토하세요. 추가할 수 있는 생태계 서비스가 있나요? 있다면 목록 하단에 적으세요. 없어도 걱정하지 마세요. 원하는 경우, 종이를 전달하는 대신 그룹이 원을 돌며 서로 다른 해안 생태계 서비스를 큰 소리로 공유할 수 있습니다.
6. 여러분이 애초에 전달한 문서가 자신에게 돌아올 때까지 해안 생태계 서비스 문서를 전달하고 추가하세요.
7. 여러분의 문서를 자세히 검토하고 그룹과 토론하세요:



- a. 무엇이 추가되었나요?
- b. 원래 문서에는 없었던 어떤 관점이 있나요?
- c. 여러분의 지역사회 사람들이 종종 잊거나 알지 못하는 생태계 서비스가 있나요?
8. 해안 생태계가 인간 이외의 생물에게 어떻게 혜택을 줄 수 있는지 문서에 추가하세요. 예를 들어, 생태계가 육지나 바다의 생물에게 어떻게 혜택을 줄 수 있을까요?
9. 여러분 그룹의 문서를 다시 전달하고 추가하세요. 이번에는 생태계가 다른 생물에게 혜택을 주는 방법을 사용하세요. 또는 원하는 경우 그룹과 함께 아이디어를 큰 소리로 공유하세요.
10. 문서가 돌아온 후, 문서를 검토하고 그룹과 토론하세요:
- a. 인간과 다른 생물에게 제공되는 생태계 서비스는 어떤 점에서 같나요?
- b. 어떤 점에서 다르나요?
11. 해안 생태계 서비스 문서를 보관하세요. 다음 활동에서 필요할 것입니다.



이해: 해안 생태계는 해안 지역에 어떤 영향을 미칠까요?

때때로 사람들은 환경을 자신들과 분리된 것으로 생각합니다. 그들은 사람이 환경의 일부이며 환경에서 일어나는 일이 모든 사람에게 영향을 미친다는 것을 잊습니다. 이 활동에서는 해안 생태계가 바다가 육지와 육지에 사는 사람들과 다른 생물에 미치는 영향과 어떻게 연결되는지 더 자세히 조사할 것입니다.

1. 환경 생태계 서비스를 읽으세요. 읽으면서 질문을 멈추고 토론하세요.

환경 생태계 서비스(Environmental Ecosystem Services)

해안 생태계는 사람들과 지구에 많은 가치 있는 생태계 서비스를 제공합니다. 파트 2, 3, 4 또는 5에서 다룬, 이 중의 일부를 기억할 것입니다. 예를 들어, 해안 생태계는:

- 오염을 거르는데 도움을 줍니다
- 블루카본을 통해 이산화탄소 흡수하고 고정합니다
- 산소를 생성합니다
- 열을 흡수합니다
- 귀중한 수산업을 제공합니다

그러나 해안 생태계가 바다 자체의 위협으로부터 육지를 보호할 수 있는 방법을 생각하지 못했을 수도 있습니다.



아직 나열되지 않은 생태계 서비스가 있다면 해안 생태계 서비스 문서에 추가하세요.

멈추고 토론하세요

팀과 함께 토론하세요: 바다에서 생길 수 있는 해변에 대한 위협은 무엇인가요? 바다에서 발생하는 자연재해나 바다의 장기적인 변화를 생각해 볼 수 있습니다.

해양 위협

바다에서 발생하는 위협이 사람과 재산에 위험할 수 있습니다.

허리케인이나 태풍과 같은 바다에서 유래한 폭풍은 강풍과 높은 파도를 유발하거나, 또는 폭풍 해일로 알려진 현상은 해당 지역의 해수면 상승을 가져올 수 있습니다. 파트 4에서 배웠듯이, 큰 폭풍은 기후 온난화로 인해 바다가 더워짐에 따라 더 흔해지고 있습니다.

바다의 지진이나 해저 화산 폭발은 **쓰나미(Tsunamis)**라고 알려진 큰 파도를 유발할 수 있습니다.

전 세계적으로 해수면이 상승함에 따라 **침식(Erosion)**의 위험이 증가하고 있습니다. 해안 침식은 물이나 바람이 땅을 깎아내면서, 그 땅이 바다의 일부가 되는 현상을 말합니다.

멈추고 토론하세요

해안 생태계가 폭풍, 쓰나미, 침식으로부터 육지를 보호하는 데 도움이 될 수 있는 방법을 생각할 수 있나요?

해안 생태계는 폭풍, 쓰나미, 침식으로부터 보호하는데 도움이 될 수 있습니다. 이러한 것들이 해안 생태계 서비스 문서에 나열되어 있지 않다면 지금 추가하세요.

2. 아누의 얘기를 읽어 보세요. 맹그로브가 제공하는 생태계 서비스를 아직 나열하지 않았나요? 그렇다면 지금 추가하세요.



아누가 말합니다…



맹그로브는 폭풍에 대한 최전선 방어선입니다. 태평양에서 큰 쓰나미가 발생했을 때, 과학자들과 다른 사람들은 건강한 맹그로브 생태계가 있는 곳이 맹그로브가 모두 잘려 나간 지역보다 훨씬 더 잘 견디는 것을 알아차렸습니다. 어촌 사람들은 맹그로브에 어린 물고기가 머문다는 것을 알고 있습니다. 점점 더 많은 사람들이 맹그로브가 보호의 원천이라는 것도 알고 있습니다. 일부 문화권에서는 맹그로브가 중요한 문화적 또는 영적 의미를 가질 수 있습니다.



그림 6.5: 해양 맹그로브 숲

3. 해안 생태계 보호 모델링하기

해안 생태계 보호 모델링하기 **(Modeling Coastal Ecosystem Protection)**

해안 생태계는 폭풍이나 쓰나미가 일어날 때 바닷물과 파도 에너지로부터 육지의 사람들과 다른 생물들을 보호하는데 도움이 될 수 있습니다. 이 활동에서는 산호초와 맹그로브가 제공하는 보호 기능을 모델링할 것입니다.

재료를 준비하세요. 아래의 품목을 준비합니다:

- 길고 은 용기 – 길수록 좋습니다



- 넘치는 물을 받을 수 있는 용기보다 큰 것, 또는 약간 젖어도 괜찮은 장소, 또는 흘린 물을 흡수할 수 있는 신문지나 다른 물건
- 물
- 작고 무거운 블록, 돌 또는 물 아래에 들어갈 수 있는 다른 물체
- 용기의 위치를 표시하기 위한 테이프 또는 다른 물건
- 색종이
- 종이 자를 가위

모델 설치

- 물 5 – 10 cm 정도 깊이로 채우세요.
- 테이프나 비슷한 것으로 모델을 할 위치 주변의 약 25 cm 간격으로 두 곳을 표시하세요.
- 용기를 한 표시점에서 다른 표시점으로 빠르게 움직여보세요. 이렇게 하면 용기에 파도가 일어납니다. 파도가 일어나지 않으면 표시점을 더 멀리 떨어뜨리거나 용기를 더 빠르게 움직이세요.

맹그로브 모델링하기

맹그로브는 해안 지역에서 자라며 폭풍과 쓰나미가 일어날 때 파도의 에너지를 흡수하여 해안 지역을 보호할 수 있습니다.

- 파트너와 함께 작업하세요. 한 파트너가 손가락을 구부리고 손을 물에 넣어 용기 바닥에 놓습니다. 이 파트너는 맹그로브를 모델링하고 있습니다. 다른 파트너는 용기를 움직여 파도를 만듭니다. 그림 6.6의 예시를 참고하세요.



그림 6.6: 파트너 중 한 사람은 용기를 앞뒤로 밀어서 다른 파트너의 손가락에 닿도록 파도를 만듭니다.



- b. 물에 손을 넣은 파트너는 느낀 점을 공유하세요. 손이 파도의 에너지를 흡수한 것처럼 느껴졌나요?
- c. 역할을 바꿔 다른 파트너도 파도 에너지를 느끼게 하세요.

산호초 모델링하기

산호초는 폭풍과 쓰나미에 대한 또 다른 중요한 방어선입니다. 산호초 또한 파도 에너지를 흡수합니다.

- a. 두 파트너와 같은 방식으로 모델을 설정하세요. 한 명은 손을 물에 넣고, 다른 한 명은 용기를 움직입니다. 이번에는 돌이나 다른 작고 무거운 물체를 물 표면 아래, 용기 공간의 중간 정도에 놓으세요. 이것이 산호초 모델이 될 것입니다. 손을 물에 넣은 사람은 한 손을 돌 뒤에, 다른 손을 앞에 놓아야 합니다. 그림 6.7은 예시를 보여 줍니다.

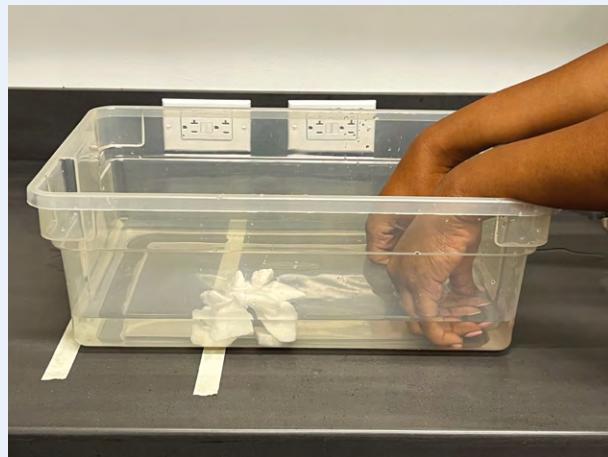


그림 6.7: 한 손은 물속에 놓인 돌 뒤쪽에 위치하여 산호초를, 다른 한 손은 돌의 앞쪽에 위치하여 산호초가 없는 상황을 모델링하는 설정

- b. 첫 번째 파트너는 용기를 뒷줄에서 앞줄로 옮겨 파도를 만들어 보세요. 이 모델에서 물속에 손을 넣은 것은 파도 에너지의 차이를 느끼기 위한 방법일 뿐입니다. 산호초 모델 뒤에 있는 손과 앞쪽에 산호초 모델이 없는 손은 파도 에너지를 다르게 느끼나요?
- c. 역할을 바꾸세요.
- d. 이제 차이를 느꼈으니 측정해 보세요.
- e. 색종이를 꺼내 용기 폭에 맞게 자르세요.
- f. 측정 도구가 필요하다면 종이 옆면에 1 cm마다 작은 표시를 할 수 있습니다. 또는 원하는 경우 건물의 스카이라인을 그릴 수도 있습니다.
- g. 파도가 담을 용기 끝부분의 수면 바로 위에 종이를 놓으세요. 그림 6.8은 예시를 보여 줍니다.



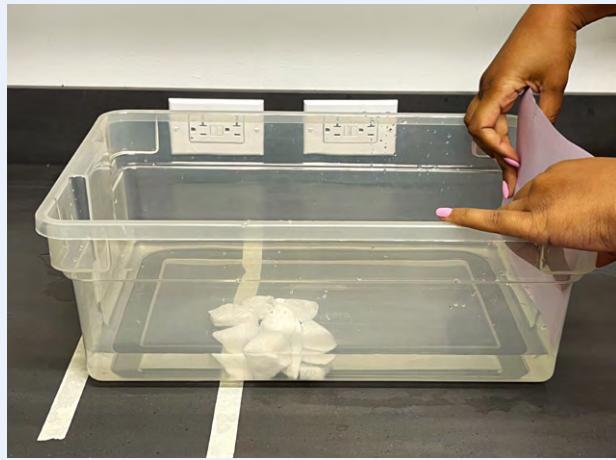


그림 6.8: 용기의 한쪽 끝에 도달하는 물의 높이를 재기 위한 종이 사용하기

h. 용기를 움직여 파도를 만들고, 물이 종이 위로 얼마나 올라가는지 전체적으로 확인하세요.

i. 파트너와 함께 논의하세요:

- 종이에 젖은 자국이 산호초 뒤쪽과 열린 쪽에서 같은가요?
- 다르다면, 산호초 모델과 어떤 관련이 있나요?

4. 팀원과 토론하세요:

- a. 이 모델이 해안에 사는 사람들에게 폭풍과 쓰나미가 미치는 영향을 어떻게 보여 주나요?
- b. 맹그로브나 산호초가 인간 사회를 보호하는데 어떻게 도움이 될 수 있을까요?
- c. 바다 장벽과 같은 인공적인 해결책 대신 맹그로브와 같은 자연적인 해결책을 사용하여 지역사회를 보호하는 것은 어떤 장점이 있을까요?



행동: 해안 지역을 관리하는 방식을 어떻게 바꿀까요?

해안 지역을 관리하는 것은 많은 다양한 관점을 균형 있게 고려해야 하므로 어려울 수 있습니다. 이 활동에서는 해안 지역을 관리하는데 사용할 수 있는 몇 가지 도구에 대해 생각해 볼 것입니다.

1. 과제 1에서 조사한 해안 갈등에 대해 다시 생각해 보세요. 각자 조사한 갈등을 사용하거나 팀으로서 생각할 수 있는 하나의 갈등을 선택하세요.
2. 해양과 해안 시스템 도표를 꺼내 해안 갈등의 일부인 자연 또는 인간 시스템의 요소를 식별하세요.



3. 이러한 질문이 고려 중인 갈등과 어떤 관련이 있는지 생각해 보세요.
 - a. 보존해야 할 중요한 생태계는 무엇인가요?
 - b. 보존해야 할 중요한 인간 시스템은 무엇인가요?
 - c. 이 갈등에서 생태계와 인간의 필요를 균형 있게 조정할 수 있는 방법이 있을까요?
4. 해안정책 아이디어를 읽어 보세요. 여러분의 갈등 해결에 도움이 될 수 있는 정책이 있나요?

해안정책 아이디어(Coastal Policy Ideas)

정책은 행동과 의사 결정을 안내하기 위한 아이디어나 절차의 집합입니다. 해안 관리에는 다양한 유형의 정책이 있습니다. 어떤 정책이 해안 갈등에 유용할까요?

해양보호구역 설정

해양보호구역은 바다의 일부 지역으로, 특정 용도로부터 보호되고 설정됩니다. 종종 석유 시추나 어업과 같은 상업활동은 해양보호구역에서 허용되지 않습니다.

지역사회 주도의 의사 결정

이는 지역사회의 사람들이 주변 해안 지역에 대한 의사 결정 과정을 주도할 때 발생합니다. 문제와 해결책의 가능성을 잘 알고 있는 사람들이 어떻게 진행할지 결정하는 것이 도움이 될 수 있습니다.

통합 해안 관리

종종 해안 토지 문제와 해양 문제를 다루는 사람들은 두 개의 별도 그룹으로 나뉩니다. 이러한 그룹과 가장 영향을 받는 사람들을 모아 함께 결정을 내리는 것이 가치가 있을 수 있습니다. 일부 원주민 그룹은 산에서 바다까지 육지의 한 지역에 대해 함께 생각함으로써 전통적으로 해안 생태계를 관리했습니다. 이를 통해 그들은 이러한 지역 간의 연결을 유지하고 전체적으로 관리할 수 있었습니다.

생태계 서비스에 기반한 의사 결정

선택을 하는 한 가지 방법은 해안 생태계가 제공하는 생태계 서비스를 고려하는 것입니다. 이는 자연 지역을 보존하기 위한 경제적 근거를 마련하는데 도움이 될 수 있습니다.

통제권의 변화

시간이 지남에 따라 누가 결정하고 해안 지역을 관리할 수 있을 지에 대한 많은 변화가 있었습니다. 많은 해안 지역은 과거에 해안 지역사회에 의해 관리되었습니다. 현재는 각국 정부가 종종 해안선에서 320 km (200마일)까지의 지역에 대한 통제권을 주장합니다. 일부 지역에서는 원주민 그룹이 전통적인 땅 주변의 해안 지역을 관리하기 시작했습니다. 누가 어떤 지역을 담당하는지 결정하거나 여러 그룹이 참여할 수 있는 구조를 만드는 것은 때때로 갈등을 해결하는데 도움이 될 수 있습니다.



5. 팀원과 토론하세요:

a. 해안 정책 아이디어 중 하나 이상이 여러분의 갈등 해결에 도움이 될까요?

b. 그렇지 않다면, 도움이 될 수 있는 다른 아이디어가 있을까요?

6. 바다정체성지도를 꺼내 희망, 우려, 해양 목표를 상기하세요.

7. 여러분이 갈등 관리를 맡았다고 상상해 보세요.

a. 가장 먼저 업을 할 것인가요?

b. 옳고 공정하다고 생각하는 일은 무엇인가요?

8. 아누가 생각하는 정책 아이디어에 대해 읽어 보세요. 이 중 어떤 것이 여러분의 생각을 바꾸었나요?

아누가 말합니다…



어떻게 효과적으로 보존할 수 있을까요? 해양보호구역(MPA)은 보존을 위한 매우 중요한 도구입니다. 그러나 이들은 단순히 서류상 승인받았지만 관리나 모니터링되지 않는 ‘가상 공원(Paper Park)’이 되어서는 안 됩니다. 효과적인 보존을 위해서는 그 공간에서 사람들이 할 수 있는 일을 제한하는, 완전히 보호되는 지역이어야 합니다.

사람들을 배제하지 않고 어떻게 그러한 결과를 달성할 수 있을까요? 사람들이 해양 지역을 지속가능하게 사용할 수 있는 방법은 무엇일까요? 석유 시추 및 기타 유형의 유해한 활동을 배제하는 것은 합리적입니다. 그러나 해양보호구역에 풍력 발전소를 세울 수 있을까요? 어쩌면 가능할 것입니다. 일정 수준의 어획활동이 가능할까요? 아마도 가능할 것입니다. 어떻게 균형을 맞출 수 있을까요?

보존과 지속가능한 이용 사이의 균형은 어떻게 맞출 수 있을까요? 육지와 해양 자원을 담당하는 정부 기관이 매우 분리되어 있는 경우, 육지 활동을 해양 보존 결정에 어떻게 포함시킬 수 있을까요? 두 개의 별도 건물에 있는 두 개의 기관은 거의 항상 서로 다른 관점에서 사물을 바라봅니다. 기관들이 육지 기반 활동과 해양 활동을 함께 고려할 가능성은 매우 낮습니다. 종종 개발 계획은 문자 그대로 해안에서 끝납니다. 때때로 일반 대중은 계획이 만들어진 후에 계획에 대해 의견을 제시할 수 있으며, 이는 강력한 도구가 될 수 있습니다. 그러나 계획을 만드는 그 첫 시점부터 두 관점을 모두 함께 고려한다면 훨씬 더 좋을 것입니다.

해안 지역사회는 개발과 해안과의 관계를 관리하는 방식을 바꿀 수 있습니다. 예를 들어, 도시 지역의 해안 지역을 개조하고 바다와의 연결 공간을 조성할 수 있습니다. 또는 지역사회와 협력하여 개발을 실제로 제한하고 지역 주민과 생태계에 적합한 상황을 조성할 수 있습니다.



9. 자신의 영향력 범위(Circle of influence)에 대해 생각해 보세요. 영향력 범위는 영향을 미칠 수 있는 사람이나 그룹을 말합니다. 해안 갈등을 해결하는 방식을 바꾸기 위해 여러분의 영향력 범위와 어떻게 협력할 수 있을까요? 예를 들어, 다음과 같이 할 수 있습니다:

- a. 친구와 가족에게 해안 갈등이 해결되는 방식에 대해 배운 것을 이야기하세요.
- b. 여러분이 중요하다고 생각하는 해안 갈등을 해결하려고 노력하는 그룹에 참여하세요.
- c. 정부 관계자에게 연락하여 시행되는 정책에 영향을 미치려고 노력하세요.

10. 여러분이 할 수 있는 한 가지 일을 선택하고 실행하세요.

11. 해양과 해안 시스템 도표를 보관하세요. 파트 7에서 필요합니다.

축하합니다!

파트 6를 마쳤습니다

더 알아보기!

추가 자원과 활동에 관한 정보를 얻으려면

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.

갈등(Conflict)	개인이나 집단 간의 불일치
경제적인(Economic)	돈, 소득 또는 부의 사용과 관련된
방파제(Breakwater)	조류, 해류, 파도, 폭풍 해일로부터 보호하기 위해 해안 지역에 건설된 구조물
사회적인(Social)	지역사회와の人들과 그들의 교육, 건강 및 복지의 상호 작용
생태계 서비스 (Ecosystem service)	생태계 또는 자연 지역이 사람들에게 제공하는 혜택
쓰나미(Tsunamis)	크고 파괴적인 파도
영향력 범위 (Circle of influence)	영향을 미치거나 마음이나 행동을 바꿀 수 있는 사람이나 그룹
윤리적인(Ethical)	무언가의 공정성
침식(Erosion)	물이나 바람이 땅을 깎아내어 바다의 일부가 되는 현상
폭풍 해일(Storm surge)	폭풍이 있는 지역에서 해수면이 상승하는 현상
해안(Coast)	바다와 육지가 만나는 곳
환경적인(Environmental)	자연 세계에 관한





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

바다!

파트7: 실천하기



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 지속 가능한 미래를 어떻게 만들어 갈 수 있을까요? 파트 7(Ocean! How can we create a sustainable future for the ocean? Part 7)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

기술 검토위원
Dr. Stella Tsani

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

이미지 출처

Cover - Ashley Wiley/iStock/Getty Images Plus





파트 7: 실천하기

계획서	194
과제 1: 다른 해양 시스템은 어떻게 연결되어 있나요?	195
발견: 해양 시스템은 어떻게 연결되어 있나요?	195
이해: 해양 시스템 전체를 분석하여 변화를 줄 수 있는 곳을 찾을 수 있을까요?	196
행동: 시스템의 어떤 부분을 도울 것인가요?	197
과제 2: 건강한 바다를 만들기 위해 우리는 어떻게 기여할 수 있을까요?	198
발견: 해양 문제를 해결하는데 어떻게 도움을 줄 수 있을까요?	198
이해: 내 역할은 무엇일까요?	199
행동: 아이디어를 어떻게 실천할까요?	201
용어사전	202

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: 다른 해양 시스템은 어떻게 연결되어 있나요?					
발견	이전 부분의 시스템 도표를 활용하여 연결을 그려 보세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 테이프 • 실이나 끈 • 펜이나 마커 • 스티커 메모 또는 교실 게시판 	<u>시스템 도표</u> (파트2, 3, 4, 5, 6에서 여러분이 만든 것)	25분	195
이해	복잡한 해양 시스템을 분석하여 여러분이 해결하는 데 도움을 줄 수 있는 문제를 식별하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 스티커 메모 • 펜이나 마커 	<u>복잡한 해양 시스템 도표</u>	20분	196
행동	팀과 함께 해결할 문제에 대한 합의를 도출하세요.		<u>바다정체성지도</u> <u>복잡한 해양 시스템 도표</u>	20분	197
과제 2: 건강한 바다를 만들기 위해 우리는 어떻게 기여할 수 있을까요?					
발견	여러분이 식별한 문제를 해결하기 위한 다양한 가능한 행동을 식별하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 종이 • 펜 또는 연필 	<u>복잡한 해양 시스템 도표</u>	20분	198
이해	여러분의 행동을 선택하고 계획하세요.	<ul style="list-style-type: none"> • 종이 • 펜 또는 연필 	<u>개인정체성지도</u>	30분	199
행동	여러분의 계획을 실천하고 행동을 되돌아 보세요.		<u>행동계획</u> <u>바다정체성지도</u>	15분 + 행동시간	201



과제 1: 다른 해양 시스템은 어떻게 연결되어 있나요?

여러분은 다양한 해양 시스템에 대해 배웠습니다. 그러나 이러한 시스템은 별도로 존재하는 것이 아니라 공존합니다. 이 과제에서는 여러분이 도표로 그린 시스템 간의 연결을 **발견**할 것입니다. 그리고 이러한 시스템을 분석하여 **지역사회 (Community)**에 가장 중요한 문제를 **이해**할 것입니다. 마지막으로, 여러분이 해결하고 싶은 문제를 결정하기 위해 **행동**할 것입니다.



발견: 해양 시스템은 어떻게 연결되어 있나요?

복잡한 시스템은 이해하기 어려울 수 있습니다. 이 가이드에서는 여러분의 이해를 돋기 위해 다양한 해양 시스템을 개별적으로 검토했습니다. 이제 이러한 시스템을 함께 검토할 때입니다.

- 파트 1에서 기획한 박물관 전시물에 대해 생각해 보세요. 한 번에 한 팀씩, 각 팀원이 지금 다시 전시를 기획한다면 전시물을 어떻게 바꿀지 한 명씩 생각을 공유하세요.
- 파트 2부터 6까지 완료한 모든 시스템 도표를 꺼내세요.
- 복잡한 해양 시스템 연결하기를 읽고 활동을 수행하세요.

복잡한 해양 시스템 연결하기 (Connecting the Complex Ocean System)

재료를 준비하세요. 아래 품목이 필요합니다:

- 이전 부분의 시스템 도표
- 테이프
- 연결을 표시할 실, 끈 또는 마커
- 연결 세부 정보를 적을 마커 또는 펜
- 스티커 메모 또는 게시판

시스템 도표 설치하기

시스템 도표를 벽이나 탁자에 원형으로 배치하고 테이프로 고정하세요.

팀원 중 한 사람은 실이나 끈을 이용해 시스템 도표의 한 요소에 테이프로 고정하세요. 실이나 끈이 없다면 마커를 사용할 수 있습니다.



관계 연결하기

팀원 한 사람은 끈이 붙어 있는 요소와 다른 시스템 도표의 다른 요소 사이의 관계를 공유하세요. 두 도표의 동일한 요소이거나 연결된 요소일 수 있습니다. 새로운 요소에 테이프로 끈이나 실을 붙이세요. 끈이나 실을 사용하지 않는 경우 마커로 두 요소 사이에 선을 그리세요.

끈 옆의 보드나 스티커 메모에 두 요소의 관계를 적으세요. 예를 들어, 해양과 온도 시스템 도표의 기온 요소와 바다와 대기 시스템 도표의 대기 요소를 연결할 수 있습니다. 메모에 “대기의 변화로 인해 기온이 상승함”이라고 적을 수 있습니다.

다음 팀원으로 넘어가세요. 현재 끈이 붙어 있는 요소와 다른 시스템 도표의 다른 요소를 연결하세요. 두 요소의 연결 관계를 계속 적으세요.

팀원들 간 아이디어가 떨어질 때까지 요소들을 연결하세요. 모든 요소를 더 큰 시스템으로 연결할 수 있나요?

때로는 한 요소가 다른 여러 요소와 연결될 수 있습니다. 괜찮습니다. 원하는 만큼 연결을 추가하세요.

이제 여러분은 복잡한 해양 시스템 도표를 만들었습니다.

4. 팀과 함께 방금 만든 큰 시스템을 검토하세요. 토론하세요:

- 놀라운 연결이 있나요?
- 사람들이 시스템과 문제에 대해 생각할 때 기억해야 할 점은 무엇인가요?

5. 방금 만든 복잡한 해양 시스템 도표를 보관하세요. 다음 활동에서 필요할 것입니다.



이해: 해양 시스템 전체를 분석하여 변화를 줄 수 있는 곳을 찾을 수 있을까요?

여러분은 복잡한 해양 시스템의 도표를 만들었습니다. 이제 여러분은 이 시스템을 분석하여 해결하고 싶은 문제를 파악해야 합니다.

- 각 팀원에게 마커 또는 스티커 메모를 나눠주세요.
- 각자 복잡한 해양 시스템 도표를 검토하여 문제를 식별하세요. 잠재적인 문제가 있는 곳을 발견하면 스티커 메모나 게시판에 체크 표시를 하여 문제를 표시하세요. 필요한 경우 문제를 설명하는 추가 정보를 추가하세요.
 - 여러분의 발견 활동에서 찾은 원래 시스템 도표 간의 복잡한 관계를 검토하여 문제를 식별하세요. 예를 들어, “대기의 변화로 인해 기온이 상승함”이라고 적었다면 이 문제 옆에 체크 표시를 할 수 있습니다.
 - 추가적인 문제를 발견하면 표시할 수 있습니다.



3. 모두가 완료하면 식별한 모든 문제를 조용히 검토하세요. 문제가 지역사회에 영향을 미치거나 지역사회가 도울 수 있는 문제라고 생각하면 문제 옆에 플러스(+) 기호를 표시하세요.
4. 모든 표시를 검토하고 팀과 함께 토론하세요:
 - a. 어떤 문제가 팀에게 가장 중요한 것 같나요?
 - b. 현재 어떤 문제에 대해 행동을 취할 수 있을까요?
5. 이 복잡한 해양 시스템 도표와 문제를 다음 활동을 위해 보관하세요.



행동: 시스템의 어떤 부분을 도울 것인가요?

우리가 해결할 수 있는 많은 문제가 언제든지 있습니다. 그러나 한 번에 모든 것을 해결하려고 하면 어떤 것도 크게 진전시킬 수 없습니다. 이 활동에서는 팀과 함께 가장 먼저 작업할 수 있는 문제를 식별할 것입니다.

1. 파트 1의 바다정체성지도를 꺼내 팀의 희망, 우려, 해양 목표를 상기하세요. 여러분 개인적으로 매우 중요하다고 생각하는 희망이나 우려를 하나 선택하세요.
2. 여러분의 복잡한 해양 시스템 도표를 스스로 검토하세요. 지역사회에 중요하다고 생각하는 여러분이 선택한 희망, 우려 또는 목표와 관련된 문제 중 하나를 찾으세요. 먼저 작업하기에 좋다고 생각하는 문제를 선택하세요.
3. 여러분의 아이디어를 팀원과 공유하세요.
4. 팀으로서 작업하고 싶은 문제에 대해 **합의(Consensus)**하세요. 합의는 그룹의 모든 사람들이 동의하는 균형 잡힌 결정입니다. 합의에 이르는 방법은 여러 가지가 있습니다. 다음은 몇 가지 아이디어입니다. 팀에 가장 적합한 방법을 선택할 수 있습니다.
 - a. 각 문제를 선택할 때 장단점을 나열하세요. 팀으로서 논의하세요.
 - b. 동일한 가치를 찾으세요. 여러분과 비슷한 희망이나 우려를 선택한 다른 사람이 있나요? 그것들을 사용하여 그 희망을 이루거나 그 우려를 피하기 위해 해결해야 할 문제를 선택하세요.
 - c. 그룹 의견을 파악하세요. 많은 사람들이 작업하고 싶어 하는 문제가 있나요?
 - d. 천천히 합의를 하세요. 파트너를 찾고 둘이서 가장 먼저 작업해야 할 중요한 문제에 대해 합의하세요. 그런 다음 두 쌍의 그룹(팀원 네 명)으로 합의를 도출할 수 있습니다. 그런 다음 네 쌍의 그룹(팀원 여덟 명)으로 더 논의하여 합의를 도출할 수 있습니다. 팀 합의에 도달할 때까지 그룹을 계속 추가하세요.
 - e. 여러분의 **영향력(Impact)**을 고려하세요. 특정 문제에 대한 팀의 작업으로 누가 혜택을 받을 수 있는지 생각해 보세요. 어떤 그룹을 돋는 데 가장 관심이 있나요?
5. 팀으로 결정한 문제를 적으세요.



과제 2: 건강한 바다를 만들기 위해 우리는 어떻게 기여할 수 있을까요?

여러분은 **행동연구자(Action Researchers)**로서 이제 많은 정보를 가지고 있습니다. 여러분은 자신과 팀에게 중요한 것을 발견했습니다. 바다에 대해 더 많이 이해하게 되었습니다. 지역사회 사람들의 가치관도 이해하게 되었습니다. 이제 이러한 아이디어를 결합할 것입니다. 이 부분에서는 팀이 식별한 문제를 해결하기 위해 어떻게 행동할지 결정할 것입니다. 그런 다음 그 계획을 실행할 것입니다.

이 과제에서는 더 많은 행동 가능성을 **발견**할 것입니다. 그런 다음 식별한 목표를 달성하기 위한 자신의 역할을 더 잘 **이해**할 것입니다. 마지막으로, 아이디어를 **실천**하고 **지속가능(Sustainable)**하고 긍정적인 미래를 위해 노력할 것입니다.



발견: 해양 문제를 해결하는데 어떻게 도움을 줄 수 있을까요?

문제를 해결하기 위한 많은 행동 방식이 있습니다. 여러분과 팀은 여러분의 지역사회에서 가장 잘 작동할 수 있는 행동을 결정해야 합니다.

1. 해결하고 싶은 문제를 고려하세요. 문제를 개선하는 데 도움이 될 수 있는 행동은 무엇인가요?
2. 각자 종이를 꺼내 생각할 수 있는 행동을 쓰거나 그리세요. 취할 수 있는 행동을 생각하는 데 어려움이 있다면 다음과 같은 아이디어를 고려할 수 있습니다.
 - a. 개인적: 바다를 돋기 위해 자신의 행동을 바꿀 수 있을까요? 예를 들어, 대기나 수질오염을 줄일 수 있을까요?
 - b. 타인 교육: 여러분이 알고 있는 다른 사람들이 해양 시스템에 대해 잘 모를 수 있습니다. 교육할 그룹을 선택하여 더 많이 배우도록 도울 수 있을까요? 해양 박물관 전시물을 재기획하여 다른 사람들과 공유할 수 있을까요?
 - c. 지역사회와 소통: 포스터 디자인, 노래 작곡, 팟캐스트 녹음, 공익 광고 설정, 소셜 미디어 캠페인 사용 또는 다른 방법을 사용하여 지역사회가 해양 문제와 해결 방법을 이해하도록 도울 수 있습니다.
 - d. 정부 변화: 해양 및 해양과 우리와의 관계에 대해 변경되어야 할 규칙이 있나요? 지방 정부 또는 중앙 정부가 이러한 규칙을 변경하도록 장려할 수 있습니다. 예를 들어, 공무원에게 편지를 쓰거나 지방 정부 회의에서 연설하여 여러분이 식별한 해양 문제를 해결하는데 필요한 조치를 공유할 수 있습니다.
 - e. 전 지구적 변화: 같은 문제에 대해 걱정하는 전 세계 사람들과 **협력(Collaborate)**할 수 있습니다. 예를 들어, 지속 가능한 해양을 위해 노력하는 그룹에 가입할 수 있습니다.
 - f. 자신만의 아이디어를 생각해 보세요!
3. 아이디어를 팀원들과 공유하세요.
4. 복잡한 해양 시스템 도표에서 선택한 문제를 검토하세요. 이 문제와 관련된 요소나 관계를 확인하세요. 팀원들과 함께 이러한 요소나 관계가 여러분의 팀이 서로 공유한 행동에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 논의하세요.





이해: 내 역할은 무엇일까요?

이제 행동 계획을 세울 시간입니다. 배운 대로, 사람들의 관점과 능력의 다양성은 전체 팀을 더 강하게 만들 수 있습니다. 팀의 행동을 돋기 위해 어떤 역할을 할지 생각해 보세요.

1. 파트 1의 개인정체성지도를 꺼내 자세히 살펴보세요. 행동 방식을 결정하는데 도움이 될 수 있는 자신의 정체성에 대한 사항을 적어 보세요. 예를 들어:
 - a. 무엇이 당신을 기쁘게 하거나 행복하게 하나요?
 - b. 사람들의 관심을 끌 수 있는 예술이나 음악과 같은 특별한 재능이 있나요?
 - c. 소통할 수 있는 그룹에 속해 있나요?
 - d. 과학, 공학 또는 혁신적인 해결책을 찾는 다른 방법에 관심이 있나요?
 - e. 계획이나 조직 능력이 뛰어난가요?
 - f. 여러분이 원하는 미래를 위해 일하는 데 도움이 될 수 있는 다른 정체성 요소가 있나요?
2. 팀과 모이세요. 종이 한 장이나 게시판에 “팀의 강점”이라고 적으세요.
3. 각자 자신의 정체성에서 여러분의 행동에 도움이 될 수 있는 아이디어를 팀의 강점에 모두 적으세요.
4. 팀으로서, 발견 활동에서 생각한 행동들을 논의하세요. 도움이 되지 않거나 여러분이 할 수 없는 행동은 제거하세요.
5. 아이디어를 공유하고 다른 사람들의 의견을 경청하세요. 팀의 강점 목록을 활용하여 팀에 가장 적합한 행동을 결정하세요. 원한다면 과제1의 행동 활동의 합의 도출 아이디어 중 일부를 사용할 수 있습니다.

심리안전요령

모든 사람은 강점과 약점을 가지고 있습니다. 팀원으로서, 비록 불편하더라도 자신의 독특한 강점을 공유하는 것은 중요합니다. 자신의 강점을 존중하고, 다른 사람들이 그들의 강점으로 인식하는 것 또한 존중해 주세요.

6. 팀과 함께 종이 한장을 꺼내 “행동 계획”이라고 제목을 쓰세요.
7. 행동 계획의 상단 근처에 “목표”라고 쓰세요.
8. 팀과 함께 여러분이 원하는 행동의 최종 결과가 무엇인지 논의하세요. 목표를 결정하면 행동 계획의 목표 옆에 적으세요.
9. 다음으로 행동 계획에 “우려”라고 쓰세요.
10. 확신이 없거나 여러분이 원하는 방식으로 사람들에게 도움이 되지 않을까 걱정되는 것이 있는지 팀과 함께 논의하세요. 있다면, 우려 옆에 그런 것들을 적으세요.



11. 여러분의 팀이 선택한 행동을 계획하는 데 필요한 단계에 대해 조용히 생각해 보세요. 우려 사항을 염두에 두고 그 우려가 문제가 되지 않도록 하는 방법을 찾으세요.
12. 각자 작은 종이 조각에 아이디어를 쓰거나 그리거나 다른 방법으로 기록하세요. 각 종이 조각에는 행동 계획의 한 단계가 있어야 합니다.
13. 각 팀원이 종이 조각을 탁자에 놓거나 협업을 위한 디지털 도구를 사용하여 각자의 단계를 공유하세요.
14. 팀원들의 단계를 읽어 보세요.
 - a. 여러분과 비슷한 단계가 있나요.
 - b. 팀이 놓치고 있는 단계가 있나요.
15. 여러분 팀의 단계를 구성하기 시작하세요. 종이 조각을 움직여서 이 작업을 할 수 있습니다. 팀의 단계에 대해 생각함으로써 여러분이 어떤 행동을 할지 결정하는 데 도움이 될 것입니다.
 - a. 비슷한 단계를 함께 모아 보세요.
 - b. 팀의 행동에 도움이 되지 않는다고 생각하는 단계는 제거하세요.
 - c. 각 팀원이 어떻게 도울 수 있는지 생각해 보세요. 팀원들이 도우려는 단계에 이름을 적으세요.
 - d. 어떤 단계가 빠졌는지 생각해 보세요. 그 단계를 추가하세요.
16. 단계를 순서대로 배치하세요. 예를 들어, 팀이 먼저 해야 할 일은 무엇인가요? 그 종이 조각을 다른 모든 종이 조각 앞에 놓으세요.
17. 행동 계획에 다음을 기록하세요:
 - a. 팀이 취하고 싶은 단계
 - b. 그 단계들의 순서
 - c. 각 단계를 돋는 사람(한 명 이상일 수 있음)
 - d. 언제 어디서 이러한 단계를 취할 것인지
 - e. 여러분의 행동이 얼마나 지속될 것인지
 - f. 협력자 또는 다른 관련 사람들
 - g. 지역사회에 여러분의 행동계획을 어떻게 전달할 것인지
18. 계획이 작동하지 않거나 다른 문제에 부딪히면 어떻게 할 것인지 생각해 보세요. 예를 들어, 지역사회와 어른이 계획에 따라 무언가를 하는 데 허가가 필요하다고 말하면 어떻게 할 것인가요? 이러한 아이디어를 행동 계획의 일부로 기록하세요.
19. **포괄적인(Inclusive)** 행동 계획을 세우는 것을 기억하세요. 포괄적이라는 것은 팀의 모든 사람이 어떤 식으로든 참여할 수 있음을 의미합니다. 모든 사람이 안전하고 편안하며 도울 수 있도록 계획을 변경해야 할 수도 있습니다. 그러한 변경은 괜찮습니다! 그것은 좋은 팀원이 되는 조건입니다.





행동: 아이디어를 어떻게 실천할까요?

이제 행동할 시간입니다! 여러분이 원하는 미래를 만들기 위해 배운 모든 것을 활용하여 행동할 수 있습니다.

1. 팀원들과 함께 행동 계획을 실행하세요. 시간이 좀 걸릴 수 있습니다. 걱정할 필요 없이 필요한 시간을 가지세요. 완료되면 돌아와서 이 활동을 완료하세요.
2. 행동에 대해 조용히 생각해 보세요. 고려할 사항:
 - a. 무엇이 잘되었나요?
 - b. 무엇을 더 잘할 수 있었을까요?
 - c. 다시 해야 한다면 여러분의 행동을 어떻게 바꿀 것인가요?
3. 팀과 함께 논의하세요:
 - a. 팀으로서 여러분은 무엇이 자랑스러운가요?
 - b. 다음 번을 위해 무엇을 배웠다고 생각하나요?
4. 파트 1의 바다 정체성지도를 살펴보세요. 바다와 바다의 미래에 대한 여러분의 연결에 대해 어떻게 느끼나요?
5. 여러분이 원하는 변화를 만들기 위해 앞으로 무엇을 할 계획인지 조용히 생각해 보세요.

축하합니다!

바다! 지역사회 연구 가이드를 마쳤습니다!

우리 모두는 우리 자신과 우리의 세상을 더 나은 방향으로 바꾸기 위해 최선을 다해야 합니다. 여러분은 큰 행동을 취했을 수도 있고, 작은 행동을 취했을 수도 있습니다. 큰 영향을 미쳤을 수도 있고, 작은 영향을 미쳤을 수도 있습니다. 가장 중요한 것은 여러분이 무언가를 했다는 것입니다. 더 좋은 지역사회를 만들기 위해 행동할 때, 여러분이 원하는 세상을 만들어 내는 것입니다. 여러분과 여러분의 팀은 한 걸음씩 세상을 바꾸고 있습니다.



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.

공동체(Community)	공간이나 정체성과 같은 공통점을 공유하는 사람들의 집단
영향(Impact)	한 가지가 다른 것에 미치는 효과
지속가능한(Sustainable)	다양한 관점을 균형 있게 조화시키고 오랫동안 지속될 수 있는 접근 방식
포괄적인(Inclusive)	아무도 소외되지 않도록 포용하는
합의(Consensus)	그룹의 모든 사람에게 효과적인 균형 잡힌 결정
행동연구자 (Action researchers)	지역 및 세계적인 문제를 발견, 이해 및 행동하기 위해 커뮤니티와 함께 일하는 사람들
협업하다(Collaborate)	공통의 목표를 위해 함께 일하다



해양 가이드 개발자 하이디 김슨(Heidi Gibson)을 소개합니다.

하이디 김슨을 만나보세요. 하이디(Hi-dee)는 이 가이드의 주 저자입니다. 그녀는 많은 연구원들과 이야기하여 정보를 얻었습니다. 그러나 누구나 그렇듯 그녀도 자신의 관점을 가지고 있습니다. 여러분은 팀원과 연구 멘토의 관점을 고려하는 것이 중요하다는 것을 배웠습니다. 관점은 우리가 생각하는 것과 생각하는 방식에 영향을 미칩니다. 작가의 관점에 대해 생각하는 것도 중요합니다. 이것은 가이드가 왜 그렇게 쓰여졌는지 이해하는 데 도움이 될 수 있습니다. 정보의 출처를 고려하는 것은 항상 좋은 생각입니다. 여러분을 돋기 위해 하이디는 여러분이 파트 1에서 했던 것처럼 정체성지도를 작성했습니다.

하이디의 정체성지도

문화, 아이디어, 언어, 기술 등의
새로운 것을 배우기 좋아함

청소년들이 전 지구적 문제를 실천하도록
돕는 것을 즐김

야외활동을 좋아함, 특히 해변 활동

독일, 중국, 말라위, 피지에서도 거주

6형제

17세, 14세의 2 자녀가 있음

생물학과 국제교육 전공

스코틀랜드는 제 2의 고향처럼 느낌

매일 정원을 산책함

공감, 정직, 협력을 소중하게 생각함

반려견 소유

취미는 여행, 독서, 공예, 노래부르기

버지니아 주의 알링턴에서 자랐고 거주 중

시민교육과 외교 분야에서 일함



가이드를 마무리하기 전에 하이디의 정체성지도에 대해 조용히 생각해 보세요.

- 가이드 작성 방식에 대해 어떤 질문이 있나요?
- 하이디는 어떤 관점을 가지고 있어서 가이드를 이 방식으로 작성했을까요?
- 포함되지 않은 내용을 포함하고 싶으세요?

가이드를 어떻게 변경할지 하이디에게 말하고 싶으신가요? scienceeducation@si.edu로 이메일을 보내세요. 그녀는 여러분의 의견을 환영합니다!





Smithsonian

SCIENCE
for Global Goals

학부모, 보호자 및 교육 관계자 여러분께
#SSfGG 해시태그를 사용하여 여러분의 액션 플랜을 공유해 주세요!

트위터:

@SmithsonianScie

페이스북:

@SmithsonianScienceEducationCenter

인스타그램:

@SmithsonianScie

ScienceEducation.si.edu

전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학(Smithsonian Science for Global Goal, SSfGG)은 스미스소니언 과학교육센터(SSEC)가 국제한림원연합회(InterAcademy Partnership, IAP)와 협력하여 개발한 무료 교육과정입니다. 이 교육과정은 유엔 지속가능 발전목표(United Nations Sustainable Development Goals, SDGs)를 기본 틀로 사용하여 학생이 정의하고 실행하는 지속가능한 행동에 초점을 맞춥니다.

SSfGG는 인간 사회가 직면한 복잡한 사회과학적 문제에 대해 올바른 선택을 할 수 있는 차세대 의사 결정권자를 양성하기 위해 탐구기반 과학교육, 사회과학교육, 글로벌 시민교육, 사회정서적 학습, 지속가능한 발전교육의 이전 관행들을 결합합니다.

developed by



Smithsonian
Science Education Center

in collaboration with

iap SCIENCE
HEALTH
POLICY
the interacademy partnership

미래를 위한 선택

더 배울 준비가 되었나요? 전 지구적 목표를 위한 스미스소니언 과학 가이드 과정에 접속하여 지역사회의 더 많은 지속 가능성 문제를 발견하고 이해하고 행동하세요!



Biodiversity!

ssec.si.edu/biodiversity-guide
ssec.si.edu/biodiversity-guide-espanol

Biotechnology!

ssec.si.edu/biotechnology
ssec.si.edu/biotechnology-espanol

Climate Action!

ssec.si.edu/climate-action
ssec.si.edu/climate-action-espanol

Climate Resilience! (Available in Spanish)

ssec.si.edu/climate-resilience

COVID-19! (Available in 25 languages)

ssec.si.edu/covid-19

Ecosystem Resilience! (Available in Spanish)

ssec.si.edu/ecosystem-resilience

Energy!

ssec.si.edu/energy-guide
ssec.si.edu/energy-guide-espanol

Environmental Justice! (Available in 4 languages)

ssec.si.edu/environmental-justice

Food!

ssec.si.edu/food
ssec.si.edu/food-espanol

Mosquito!

ssec.si.edu/mosquito
ssec.si.edu/mosquito-espanol

Ocean!

ssec.si.edu/ocean
ssec.si.edu/ocean-espanol
ssec.si.edu/ocean-Korean

Sustainable Communities!

ssec.si.edu/sustainable-communities
ssec.si.edu/sustainable-communities-espanol
ssec.si.edu/sustainable-communities-arabic

Vaccines! (Available in Spanish)

ssec.si.edu/vaccines



