

해양기후 체험 학습지 (교사용)



우리나라에도 맹그로브가 자랄 수 있다고?

2100년의 한반도 주변 바다
어떻게 변할까요?

KIOST KOPRI

OCPC

해양기후예측센터
OCEAN CLIMATE PREDICTION CENTER

 해양기후 체험학습지

 우리나라에도
맹그로브가
자랄 수 있다고?

만든 사람 김은진, 김현진, 강현우

만든 곳 한국해양과학기술원 해양기후예측센터

펴낸 날 2024년 10월

가 격 비매품

연락처 ocpc@kiost.ac.kr

이 학습지는 한국해양과학기술원의 해양기후예측센터에서 인쇄하였습니다.
학습지를 활용하여 해양기후 교육을 하고 싶은 경우, ocpc.kr에서 신청하면 무료로 보내드립니다. 단, 무단 복제와 무단 전제를 금합니다.

01

맹그로브는 어떤 식물인가요?



M A N G R O V E

맹그로브



 왼쪽에 사진을 보고 맹그로브의 생김새와 특징을 이야기 해보아요.

Q. 맹그로브의 생김새와 특징

맹그로브는 육상식물로 꽃을 피우고 열매를 맺으면서 바닷가에 서식하는 식물입니다.

타원형의 광택이 있는 맹그로브의 잎은 두껍고, 뿌리가 땅 밖으로 튀어나와 있는 것이 특징이며 크기는 작은 나무부터 큰 나무까지 전 세계 약 80여 종을 포함하고 있습니다.

맹그로브의 뿌리가 땅 위로 솟아 있는 것은 물에 잠긴 진흙에서 자라기 때문인데,

이는 무산소 또는 낮은 산소를 함유한 환경에서도 적응하여 자랄 수 있게 해줍니다.

또한 맹그로브는 물에 떠다니는 열매나 주아가 땅위나 진흙에 뿌리를 내리고 자라 번식하며, 물에 떠다니며 번식하는 이유로 널리 퍼지는 특성을 가집니다.

Q. 맹그로브가 사는 곳은?

- 겨울 평균 해면수온은 12°C, 겨울 평균 기온은 10°C를 유지하는 지역으로 주로 열대 및 아열대에서 자랍니다.
- 맹그로브는 열대와 아열대의 하구역(바다와 강이 만나는 곳)이나 바다와 같이 염분이 있는 물에서 염분을 섭취하며 자랍니다.

Q. 맹그로브는 염생식물?

- 염생식물이란 바닷가와 같이 염분이 많은 토양에서 자라는 식물을 말합니다. 염분이 풍부한 땅에 사는 식물인 맹그로브는 염분이 있는 물과 파도 등 거친 연안 환경에 잘 적응되어 있습니다.
- 맹그로브의 뿌리는 염분여과 시스템이 발달해 있고, 특정 종은 수분을 흡수하지 않는 뿌리를 이용해 염분을 차단하기도 합니다. 이러한 염분여과 시스템은 염분이 있는 해수를 정화해 담수로 변하게 해주고, 앞으로는 소금기를 배출해 정글에서는 귀한 염분으로 사용될 수 있습니다.

Q. 해양생태계에 중요한 생물?

- 맹그로브의 많은 뿌리 사이는 물고기와 게 등 여러 해양생물들에게 중요한 은신처와 서식처를 제공합니다. 맹그로브의 많은 뿌리들이 물의 흐름을 방해하여, 작은 물속 생명체들이 살아갈 공간을 제공하는 것입니다. 뿐만 아니라 이러한 해양생물을 먹이로 삼는 포유류와 조류 등도 맹그로브 생태계에 함께 살아가며 생물 다양성 유지에 크게 기여하고 있습니다.
- 해안가에서 200~300m 바깥까지 자라며 쓰나미나 강한 열대성 폭풍으로 인한 해일예방에 효과적이고, 침식으로부터 해안선을 보호하기도 합니다. 파도에 의한 토양의 침식을 막고, 쓰나미의 피해도 줄이며 많은 퇴적물이 쌓이게 만들어 간석지 발달을 유도하기도 하는데, 이는 맹그로브의 수많은 뿌리들이 육지에서 흘러나온 흙을 붙잡아 두어 시간이 지나면서 맹그로브 주변으로 더 많은 흙이 쌓이게 되고, 그곳이 점차 육지로 바뀌는 것입니다.

Q. 맹그로브가 기후변화에 중요한 역할을 해요?

- 지구의 허파 지구의 탄소저장고라고도 불리는 맹그로브는 탄소저장능력이 매우 뛰어납니다. 대기 중 많은 이산화탄소를 흡수하여 기후변화를 완화하는 데 큰 도움이 되는 식물입니다.
- 맹그로브숲이나 갯벌과 같은 수중생태계는 블루카본*으로 불리며 육상생태계와 비교하여 탄소흡수 속도는 최대 50배 빠르고 탄소 흡수량은 동일 면적 열대우림에 비해 약 5배의 탄소 흡수가 가능한 것으로 알려져 있습니다. 이러한 이유로 IPCC (기후 변화에 관한 정부 간 협의체, 2019)는 <해양 및 빙권 특별 보고서>에서 블루카본을 온실가스 감축원으로 인정했으며, 맹그로브는 블루카본 중 탄소저장 능력이 가장 높은 것으로 알려져 있습니다.
- 맹그로브 1헥타르(약 3000평, 약 축구장 1개의 크기)의 맹그로브 군락은 연간 3,754t의 탄소를 저장할 수 있습니다. 이는 연간 2,650대 이상의 자동차가 뿜어내는 탄소를 제거하는 것과 같은 수치입니다.
- 우리나라에서도 전라남도산림자원연구소는 신안군과 도초도 해안가에 맹그로브를 심을 계획이 있습니다. 2009년에도 시험재배에 나섰지만 한파를 견디지 못했습니다. 그런데 최근 기후변화로 전남해안의 평균기온이 상승했기에 재도전하여 탄소중립을 위한 선제적 대응을 시도한다고 합니다.

* 블루카본 : 해양생태계가 흡수하는 탄소 / 그린카본 : 육상의 산림생태계가 흡수하는 탄소 / 블랙카본 : 화석연료 등에서 배출되어 지구온난화를 유발하는 탄소

Q. 점점 사라지고 있는 맹그로브?!

- 2000년 초반까지 지속된 무분별한 연안개발은 맹그로브 숲 파괴의 주원인입니다. 일부 나라에서 경제 개발을 목적으로 맹그로브 숲을 없애고 양식장을 만들거나 매립지로 만들어 호텔을 짓는 등의 개발을 진행했습니다. 이로 인해 전세계 약 40%의 맹그로브 숲이 파괴되었다고 합니다.
- 맹그로브 숲의 손실로 배출된 탄소량은 산림벌채로 배출된 전 세계 총 탄소 배출량의 약 5분의 1을 차지하고, 연간 60~420억 달러어치 경제적 손실을 가져올 것으로 예측되고 있습니다.
- 세계 맹그로브 생태계 보존의 날 : 7/26
 - INTERNATIONAL DAY FOR THE CONSERVATION OF THE MANGROVE ECOSYSTEM
 - 유네스코는 2015년부터 맹그로브 숲 보존을 위한 날로 국제 맹그로브 생태계 보전의 날로 지정했습니다.
- 또한 최근에는 해수면 상승과 열파에 의해서도 맹그로브 숲의 파괴를 일으키기도 합니다.

Q. 맹그로브는 새끼를 낳는다고요?

- 맹그로브는 씨앗이나 주아라고 불리는 작은 나무가 땅에 떨어져 그 자리에서 자라는데, 물에 떨어지면 떠다니다 도착한 땅에 번식해 자랍니다.
- 주아는 가지에 달린 열매에서 뿌리를 내려 자라난 맹그로브 새끼를 말합니다. 맹그로브는 진흙이 많은 갯벌이나 바닷가에 사는 식물이기 때문에 씨가 떠내려가지 않게 하기 위해 나무에서 씨를 어느 정도 키워서 주아를 떨어뜨려 번식합니다. 주아는 물 위에 떠다니며 광합성을 해서 이동하며 뿌리를 내리기 좋은 자리를 찾을 수 있으며, 기록에 따르면 40일까지도 이동한 주아가 있다고 합니다.
- 주아 [主芽] : 자라서 줄기가 되어 꽃을 피우거나 열매를 맺는 싹.
 - (우두머리·임금) 주, (싹) 아
 - 여러 싹 중에서 으뜸되는 싹 곧 자라서 줄기가 되어 꽃을 피우거나 열매를 맺게 하는 싹 으뜸싹.

Q. 맹그로브는 언제부터 지구에 살았을까요?

- 가장 오래된 맹그로브 화석은 중생대 백악기 말기의 화석이라고 합니다.
- 백악기 : 중생대 마지막 시기로 전체 지질시대 중 바다가 가장 넓었던 시기입니다. 또한, 백악기 말기에는 바다가 없어지고 육지가 상승했습니다. 세계 여러곳에 있는 대산맥이 백악기에 완성되었고, 중생대 대표 생물인 파충류와 공룡이 번성했습니다.



[출처] Fossil Mangrove Roots, Wadi Hitan

02

맹그로브는 어디에서 자라나요?

맹그로브는 전세계 열대와 아열대 지역에서 나타나고
주로 북위 25도 ~ 남위 25도 사이에 분포합니다.

큰 강변 또는 하구역*이나 바닷가 진흙바닥에서 서식합니다.

* 하구역 : 바다와 강이 만나는 곳

맹그로브 숲의 주요 서식지



기후의 구분

- 1923년 처음으로 쿠피에 의해 식생의 분포를 바탕으로 기온과 강수를 기본으로 세계의 기후를 구분했습니다.
- 열대기후 : 적도에 가까운 지역에 분포하며 연중 높은 기온과 강수량이 특징이며 1년 내내 비가 많은 열대우림기후와 비가 오는 계절과 오지 않는 계절의 구분이 뚜렷한 사바나기후로 구분할 수 있습니다.
- 아열대 기후 : 열대기후와 온대기후 사이에 위치하며, 쿠피의 기후 구분에 따르면 온대기후에 속합니다. 기상청에서는 기준에 따르면 제주도의 대부분 지역이 아열대 기후에 속합니다.
- 온대기후 : 중위도 지역에 해당하며, 가장 추운 달의 기온이 -3~18°C인 지역으로 연중 온난한 기후를 보이며 사계절의 뚜렷한 특징을 가집니다.

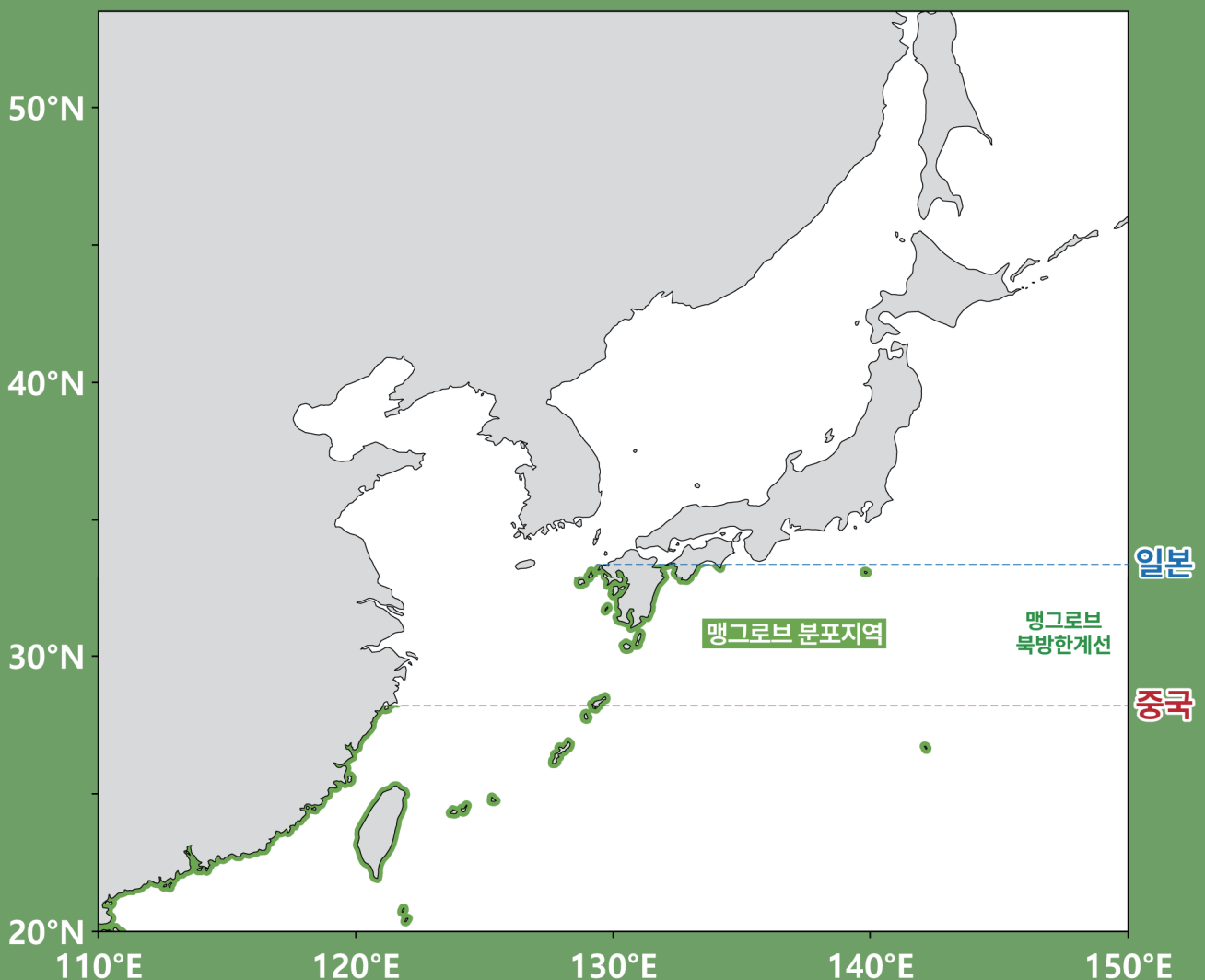


하지만,

현재 '맹그로브'의 서식지 복상!

최근에는 일본 규슈 주변해역에서 다수 발견되고 있어
그 식생환경이 복상하고 있습니다.

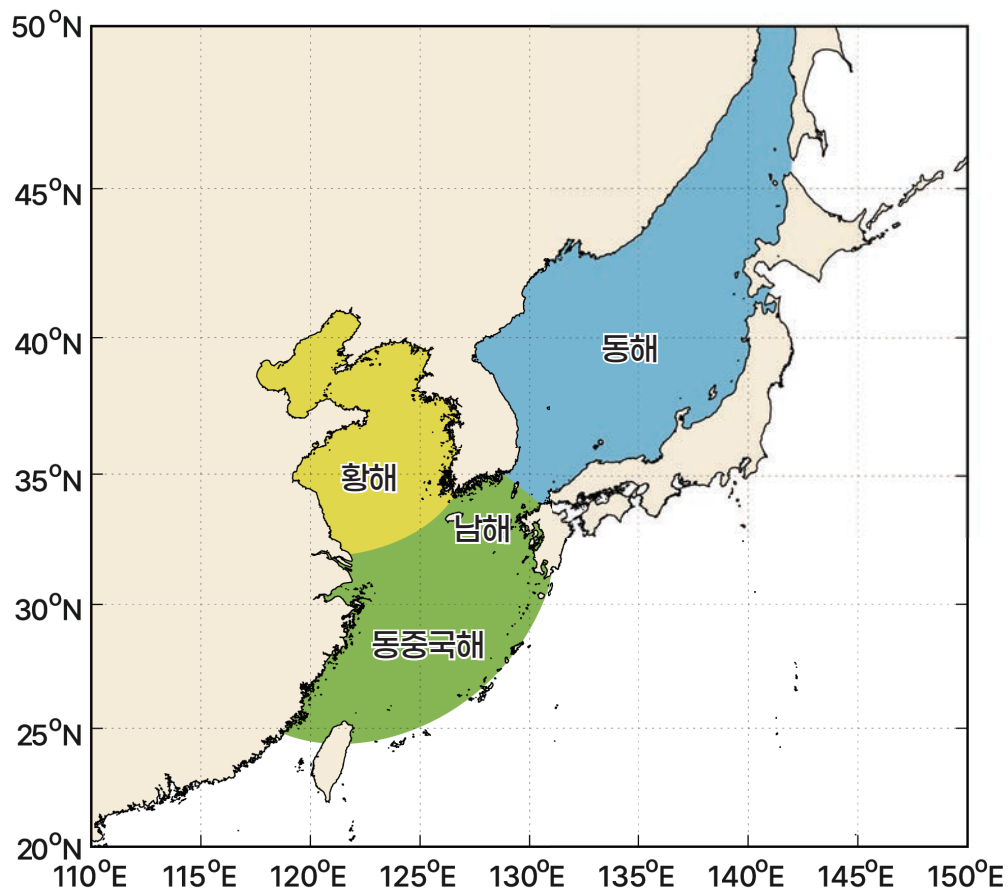
우리나라가 위치한 중위도 바다온도 상승과 더불어
맹그로브의 서식지도 복상하는 것입니다.



03

우리나라 바다는?

우리나라는 3면이 바다



- 동해 : 수심이 깊고(최대 3000m이상) 연안이 가파른 해역이며 북위 40도 부근에서 동한난류와 북한한류가 만나 좋은 어장을 형성합니다.
- 황해 : 평균수심은 45m, 최대수심 약 100m로 전 해역이 대륙붕에 속해 수심이 낮고 경사가 완만하며 조수간만의 차이 커 갯벌과 습지가 발달한 것이 특징입니다. 수심이 얕아 여름에는 수온이 크게 올라가고 겨울에는 수온이 빠르게 내려갑니다.
- 남해 : 평균수심은 약 70m 최대수심은 약 200m로 황해와 연결되어 있고 해안선이 복잡하고 섬이 많은 것이 특징입니다.
- 동중국해 : 서태평양의 연해로 대한민국, 일본, 중국, 대만이 모두 접하고 있습니다.

04

우리나라 바닷가에도 염생식물이 살아요?

우리나라 바닷가에 사는 염생식물

· 동해

통보리사초

- 바닷가 모래땅에서 높이 10~20cm로 자랍니다.
- 동해안 권역에서는 통보리사초 군락이 우점이었으며, 우점 군락의 비중이 44.5%로 나타나 상대적으로 다양한 식생을 보입니다.



· 황해

칠면초

- 바닷가 갯벌이나 염분이 많은 땅에서 15~50cm 높이로 자랍니다. 갯벌에 사는 칠면초는 밀물에는 바닷물에 잠기고 썰물에는 모습을 드러냅니다.
- 서해안 권역에서는 칠면초 군락이 우점이었으며, 우점 군락의 비중이 41.2%로 나타나 상대적으로 다양한 식생으로 구성된 권역입니다.



· 남해

갈대

- 습지나 갯가 호수 주변의 모래땅에서 군락을 이루며 3m 정도 높이로 자랍니다.
- 남해안 권역에서는 갈대 군락이 우점이었으며, 우점 군락의 비중이 85.8%로 나타나 단순한 식생구조를 보입니다.



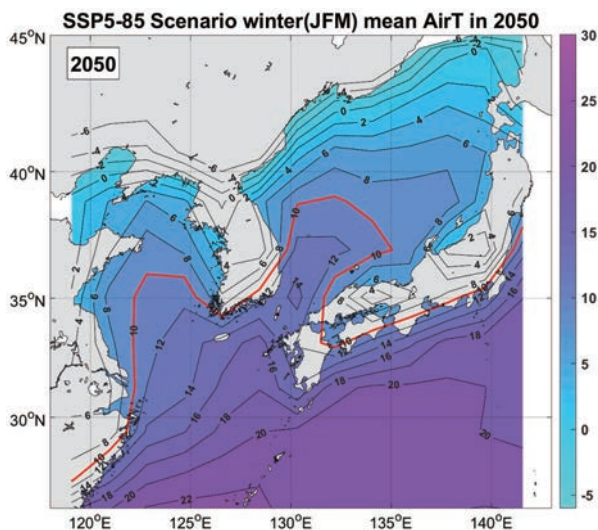
05

2100년의 우리나라 바다는 어떻게 변할까요?

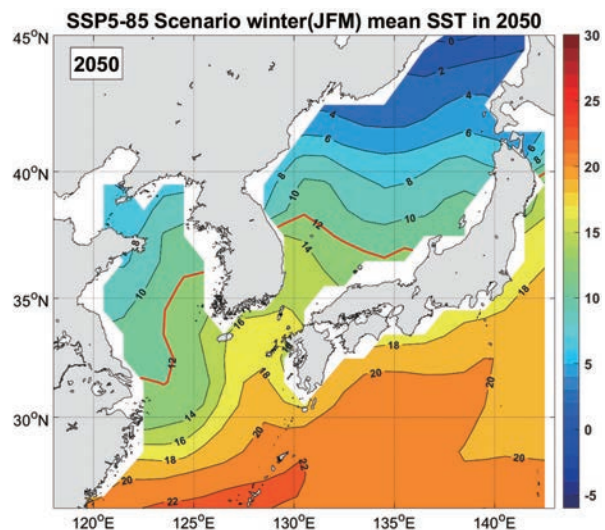
2050년, 2100년 맹그로브 서식 한계선

2050년

< 해상기온 >

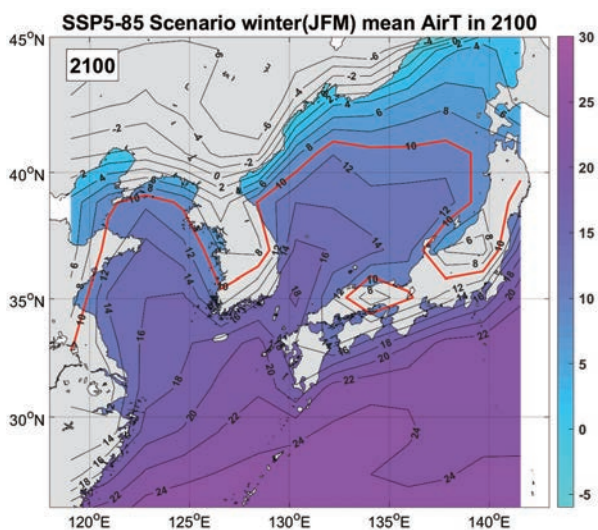


< 해면수온 >

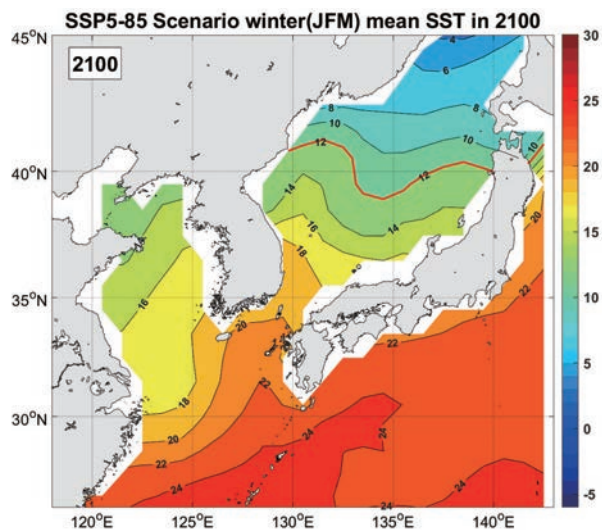


2100년

< 해상기온 >



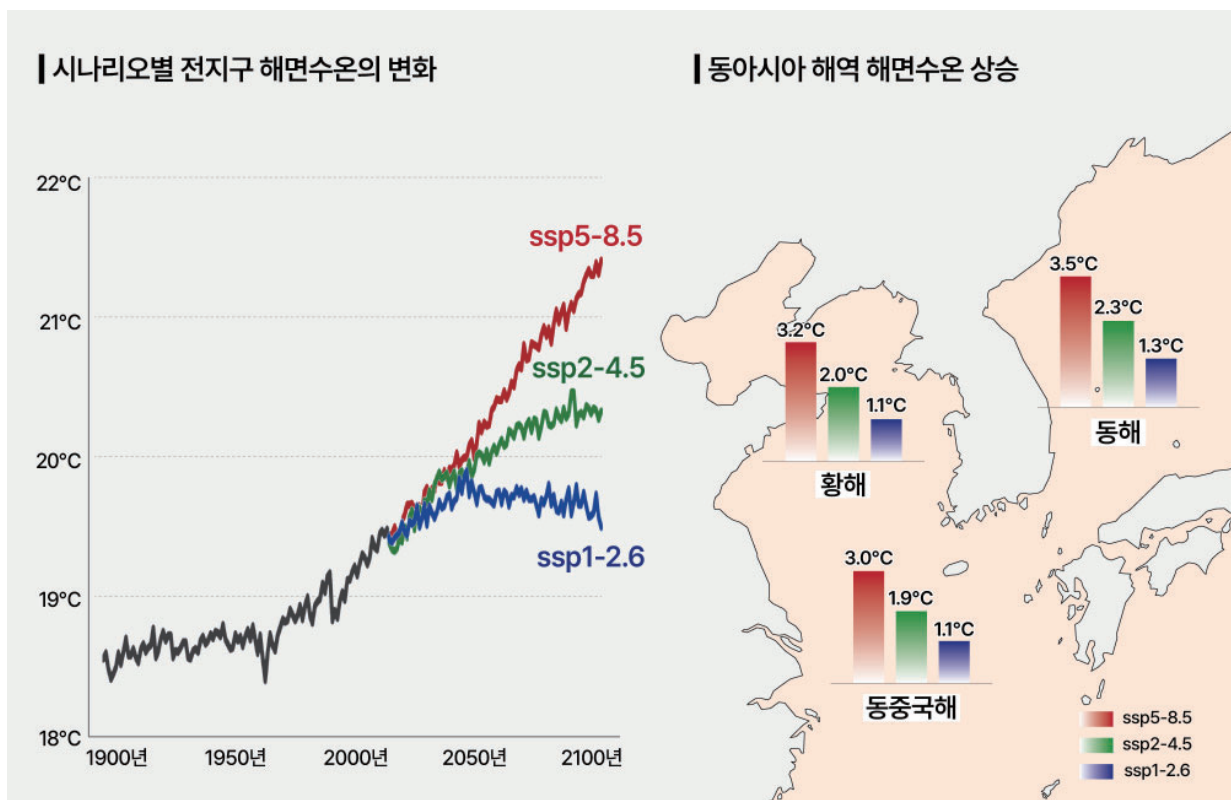
< 해면수온 >



- 기후변화 시나리오에 따라 우리 주변 바다는 다르게 변할 수 있습니다.
- 기후변화 시나리오란 인간활동이 대기에 미치는 복사량과 미래 사회 경제변화에 따른 미래의 가능한 변화를 말하며, 대표적인 기후변화 시나리오 아래와 같습니다.

ssp1-2.6	화석연료 최소화, 친환경적 경제성장
ssp2-4.5	기후변화 및 사회경제 발전 정도가 중간 단계인 경우
ssp5-8.5	산업기술의 빠른 발전에 중심을 두어 고속성장할 경우

- ssp5-8.5 시나리오를 기반으로 한 우리나라 주변 해면수온 변화를 살펴보면 아래 그림과 같습니다. 평년(1981-2010년) 대비 미래의 해면수온 변화는 1~3.5°C까지 그 변화가 크게 나타날 수 있습니다.
- 우리가 화석연료를 최소화하고 친환경적 경제성장을 추구해야 현재 수준의 해면수온을 유지할 수 있습니다.



- 위 그림은 KIOST_ESM(Kiost의 지구시스템 모델*)의 결과로 국내에서 자체 개발된 KIOST_ESM 모델의 결과는 2021년 발간된 IPCC 6차 보고서에도 수록되었습니다.

* 지구시스템 모델 : 미래 기후변화를 예측하기 위해 지구 구성요소를 표현하는 수치 예측 모델

06

미래의 우리나라 바다는 어떻게 변할까요?



2015-2100년까지의 우리나라 주변 바다의 해면수온의 공간적인 변화를 살펴보고 현재와 달리 미래에 어떠한 변화가 있는지 이야기 나누어봅시다.



미래 우리나라 주변에서 서식 가능한 외래종인 큰갈파래, 해호말, 거품돌 산호, 맹그로브, 유령명게 등의 서식한계선을 확인해 보고 기후변화에 따른 외래종 유입에 대해 생각해봅시다.

· <http://oceanclimate.kr:10149/> 사이트에 방문하여 우리나라 주변해의 서식 한계선을 살펴볼 수 있습니다.

주요 생물 서식 한계선

평균 계산 시작 연도(2015~2100):

평균 계산 종료 연도(2015~2100):

한계 수온 선택

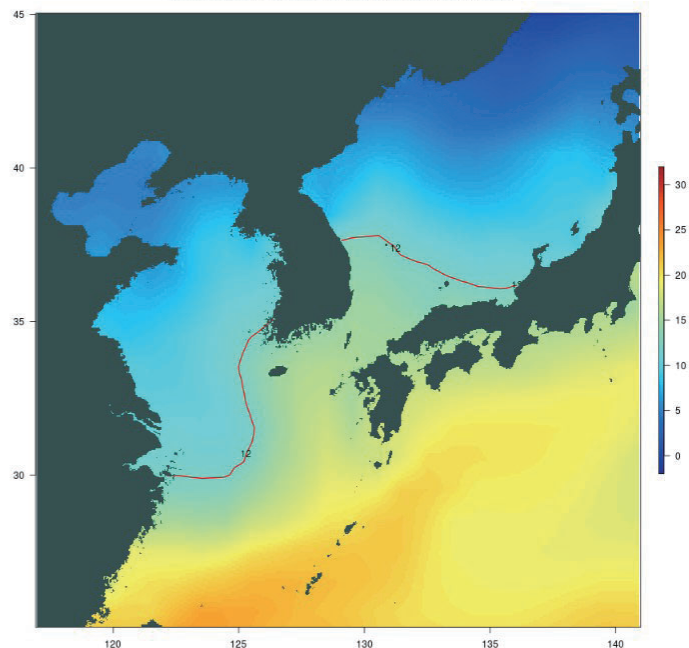
Click to Plot



oceanclimate.kr

연평균 해면수온 겨울(1~3월)평균 해면수온 큰갈파래(13) 해호말(10) 거품돌산호(10) 맹그로브(12) 유령명게(-1) About

KIOST-ESM/SSP5-8.5 scenario winter(JFM) mean SST in 2050





퀴즈! 퀴즈! QUIZ!

Q1

맹그로브숲이나 갯벌과 같은 해양생태계의 탄소 흡수원을 가리키는 말은 무엇일까요?

A. 그린카본 ☒ B. 블루카본 C. 블랙카본 D. 바이올렛카본

Q2

다음 중 우리나라 주변 바다가 아닌 곳은?

A. 남해 B. 동해 C. 황해 D. 동중국해 ☒ E. 대서양

Q3

다음 중 맹그로브가 자랄 수 있는 기후는?

A. 한대기후 B. 온대기후 ☒ C. 아열대기후 ☒ D. 열대기후

Q4

맹그로브나 갈대와 같이 하구역 또는 바닷가와 같이 염분이 풍부한 땅에 사는 식물을 무엇이라고 할까요?

염생 식물

Q5

유네스코에서는 맹그로브 숲 보전을 위해 매년 7월 26일을 국제 맹그로브 생태계 보전의 날로 지정했어요.
우리가 맹그로브숲을 보존해야 하는 이유에 대해 적어보세요.

교사용 6쪽, 학생용 8쪽 참고

07

우리나라 주변 바다의 수온 변화를 알아보아요!

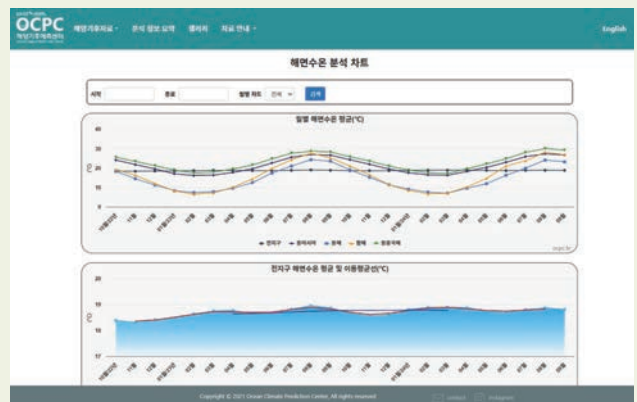


과거부터 현재의 우리나라 주변바다 해면수온 변화 살펴보기

· <https://oceanclimate.kr/> 사이트에 방문하여 우리나라 주변해의 해면수온 변화를 살펴볼 수 있습니다.



oceanclimate.kr



우리나라 주변해의 해면수온의 시간에 따른 변화를 확인해 보고 어떤 변화가 있는지 이야기 나누어 봅시다.

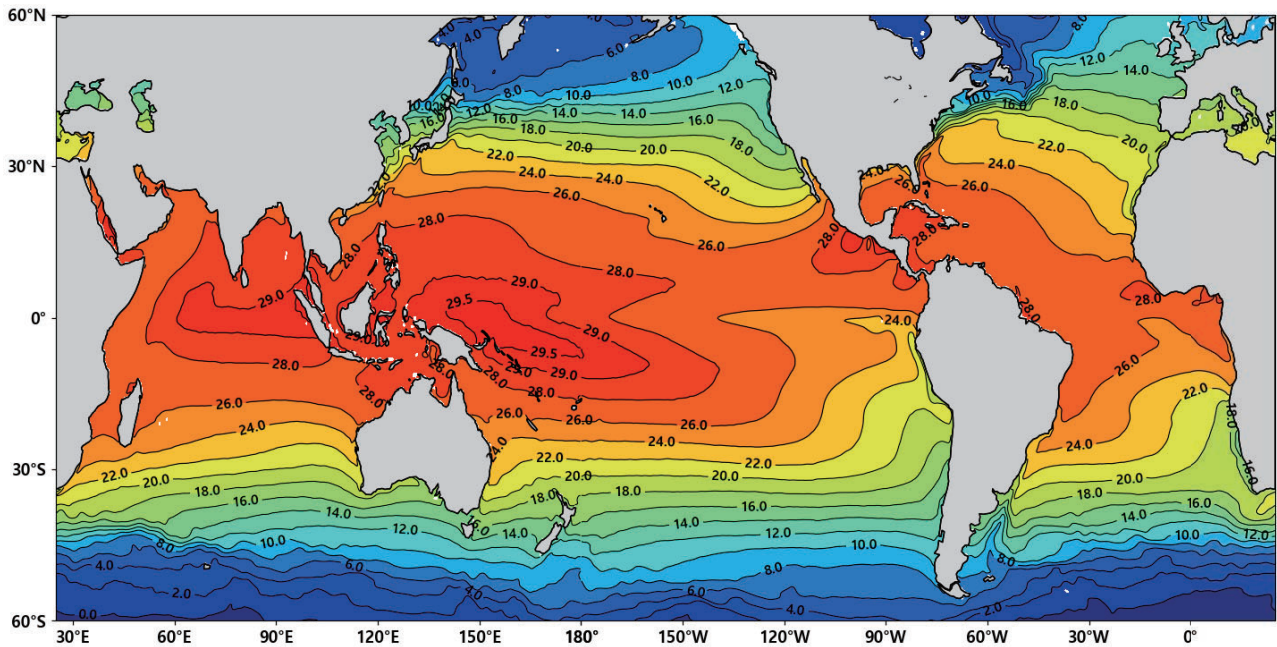
- 동해, 황해, 동중국해에서 해면수온이 상승하고 있어요.
- 0000년 전지구 해면수온은 00도 인데 우리나라의 동해는 00도입니다. 전지구와 비교해 우리나라 바다 온도가 00도 높아요
- 내가 태어난 0000년 00월은 해면수온이 00도 였는데 지난달 해면수온은 00도로 높아졌어요.
- 우리나라 주변 바다의 연중 해면수온이 일정하지 않고 변해요.
- 지난달에는 해면수온이 00도 였는데 이번달에는 00도예요.
- 작년(20년전) 8월은 동해의 해면수온은 24.3(22.4)도 였는데 2024년 8월 해면수온은 24.13도로 조금 낮아졌어요.



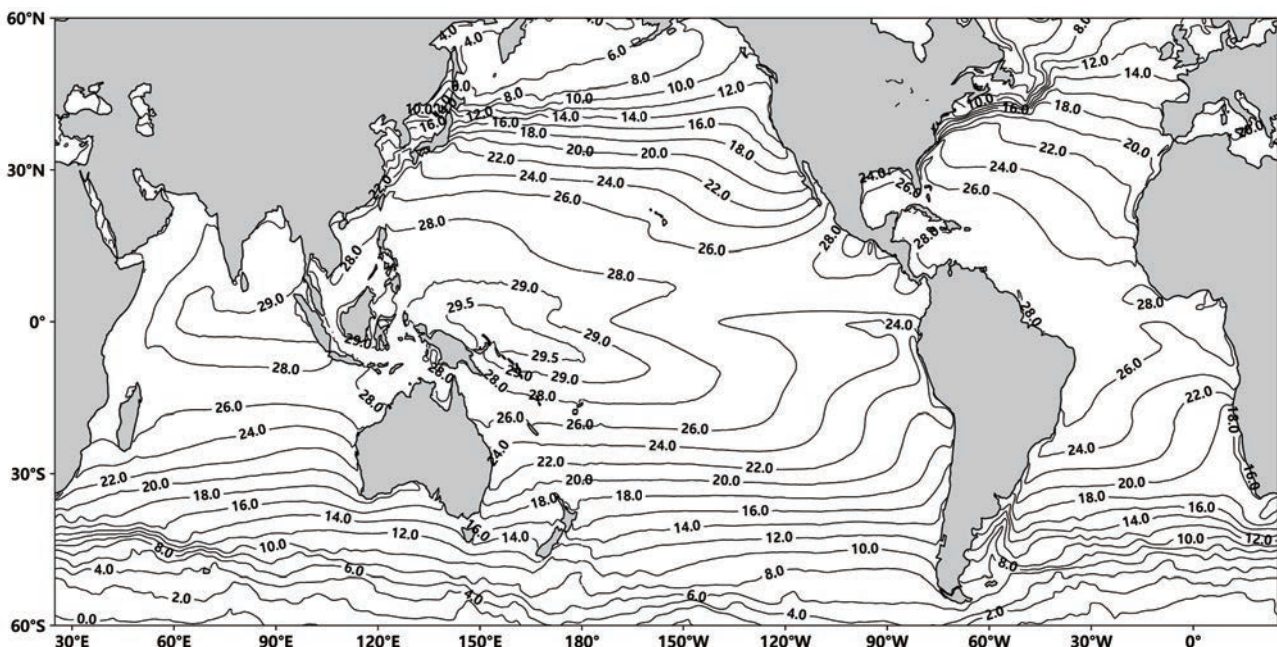
전지구 평년 해면수온을 색칠해 봅시다.

- 기후 평년은 최근 30년(1991-2020년)의 해면수온, 해수면, 해면염분 등 해양기후요소의 평균값을 의미하며, 현재 기후를 진단하고 미래 기후를 예측하기 위한 기준값을 의미합니다.

최근 30년(1991-2020년) 해면수온 평년



최근 30년(1991-2020년) 해면수온 평년





해양기후 정기 진단 및 미래 변화 전망

해양기후란 해양환경과 관련된 기후요소의 장기적인 평균상태를 의미합니다.

해양환경은 생물을 둘러싼 해양의 물리적 환경은 물론 생화학적 환경을 모두 포함합니다.

지구온난화에 따라 해수면 상승, 극지역 해빙감소, 해수온 상승, 해양 산성화, 해양 빈산소 현상 등이 나타나고 있으며, 이와 더불어 고수온, 수퍼태풍 등 극한 현상의 빈도도 증가하고 있습니다.

이와 같은 해양환경의 기후위기는 지속가능한 인류사회의 유지를 위협하고 있으며,

이에 해양기후의 지속적인 감시와 예측의 필요성이 부각되고 있습니다.

이러한 필요성에 대응하여 한국해양과학기술원 해양기후예측센터는 매월 해양기후의 상태를 진단 및 예측하고, 생산된 해양기후 정보를 다양한 형태로 제공하고 있습니다.

| 핵심업무 |



분석정보 정기 발간
및 해양기후 진단



상시 예측시스템 운영
및 계절 전망



국민 체감 콘텐츠로
해양기후 교양 증진



유관기관 협력
네트워크 구축



해양기후 상태와 추세
연보 발간

| 정보제공 과정 |



예측 시스템
운영

예측성
평가

예측

위성/모형/
관측 진단 자료 수집

예측 자료 수집

기후 통계

자료 분석



분석/전망
정보 생산

정교화

가시화



해양기후
대국민 서비스
www.ocpc.kr

우리나라에도 맹그로브가 자랄 수 있다고?

출처 및 참고문헌

- [네이버 지식백과] 새끼 낳는 식물이 있다고요? (재미있는 식물 이야기, 2014. 4. 25., 최주영, 이경준)
- [나무위키] 맹그로브 <https://namu.wiki/w/맹그로브>
- [위키백과] <https://ko.wikipedia.org/wiki/맹그로브>
- [네이버 지식백과] 맹그로브
- [FLORIDA MUSEUM] South Florida Aquatic Environments - Habitat Requirements
- [PictureThis] 레드맹그로브의 최적 온도는 얼마인가요? (범위, 효과, 이상)
- Landscape Times(<https://www.latimes.kr>)
- 뉴스튜브(<http://www.newstube.kr>)
- [GLOBAL ISSUE] 맹그로브 숲 - <https://asez.org/ko/mangroves/>
- 가장 오래된 맹그로브 화석은 중생대 백악기 말기의 화석이래요. (나무위키)
- Wikipedia Datei:Fossil Mangrove Roots, Wadi Hitan.jpg
- 열대와 아열대 구분 지도 : world climate zone
- [국립생물자원관] 한반도의 생물다양성



 해양기후 체험 학습지 (교사용)



우리나라에도 맹그로브가 자랄 수 있다고?

KIOST KOPRI

OCPC

해양기후예측센터
OCEAN CLIMATE PREDICTION CENTER