2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

물리해양 1
(PO-I)

[PO-01]

Variability of Phytoplankton Size Structure in Response to Changes in Coastal Upwelling Intensity in the Southwestern East Sea

신정욱[1], 박진구[2], 최장근[3], 조영헌[2], 강재중[2], 주희태[4], 이상헌[2]
[1]국립해양조사원, [2]부산대학교 해양학과,
[3]Department of Earth Science, Universitiy of New Hampshire,
[4]국립수산과학원 기후변화연구과

The aim of this study was to examine the size structure of phytoplankton under varying coastal upwelling intensities and to determine the resulting primary productivity in the southwestern East Sea. Samples of phytoplankton assemblages were collected on five occasions from the Hupo Bank, off the east coast of Korea, during 2012 - 2013. Because two major surface currents have a large effect on water mass transport in this region, we first performed a Backward Particle Tracking Experiment (BPTE) to determine the coastal sea from which the collected samples originated according to advection time of BPTE particles, following which we used upwelling age (UA) to determine the intensity of coastal upwelling in the region of origin for each sample. Only samples that were affected by coastal upwelling in the region of origin were included in subsequent analyses. We found that as UA increased, there was a decreasing trend in the concentration of picophytoplankton, and increasing trends in the concentration of nanophytoplankton and microphytoplankton. We also examined the relationship between the size structure of phytoplankton and primary productivity in the Ulleung Basin (UB), which has experienced significant variation over the past decade. We found that primary productivity in UB was closely related to the strength of the southerly wind, which is the most important mechanism for coastal upwelling in the southwestern East Sea. Thus, the size structure of phytoplankton is determined by the intensity of coastal upwelling, which is regulated by the southerly wind, and makes an important contribution to primary productivity.

[PO-02]

위성영상 기반 한반도 북동 연안 용승 추적

민승환[1], 손영백[1], 김경홍[2]
[1]한국해양과학기술원 제주특성연구센터
[2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터

이 연구의 목적은 위성영상을 이용하여 한반도 북동 연안의 용승 발생을 알아보는 것이다. 북한은 가장 폐쇄적인 국가 중 하나로 현장조사가 어렵다. 그래서 북한 연구는 대부분 위성 원격탐사가 이용된다. 용승 해역은 전 세계 바다 면적의 1%에 불과하지만 생산량은 전체의 50%에 이른다. 한반도 남동 연안 용승에 대해서는 많은 연구가 있었으나 북동 연안 용승에 대해서는 알려져 있지 않다. 이 연구에서는 2017년 한 해 동안 NPP/VIIRS SST, ASCAT 해상풍, GOCI Chl-*a* 자료를 이용하여 한반도 북동 연안 용승을 알아보았다. 그 결과 동계에는 함경도 남쪽 동한만 연안에서 주변 보다 낮은 수온과 높은 Chl-*a*가 지속적으로 나타나고, 이 때 북서풍이 우세하게 불었다. 봄과 가을에는 함경도 중간 해역에 해안과 평행한 바람(남동풍)이 3일 이상 지속될 때 연안을 따라 낮은 표층수온과 고농도의 Chl-*a*가 나타나고, 풍향이 바뀌면 2-3일 이내에 사라졌다. 특히 5월 4-7일 간 2.2-11.5 m/s의 남동풍이 함경도 연안에 불었고, 5월 7-8일 표층수온 영상에서 연안을 따라 낮은 수온과 고농도의 Chl-*a*가 나타났다. 이는 하계 한반도 남동 연안 용승 발생 메커니즘과 유사함을 알 수 있었다. 하계에는 남풍 계열의 바람이 우세하였고 주로 함경도 북쪽 연안에서 낮은 수온과 높은 Chl-*a*가 나타났다. 이 연구에서는 다종 위성 영상을 이용하여 접근이 어려운 북한해역의 연안 용승 발생을 확인하였다. 이것은 2017년 한 해만 분석한 것으로 앞으로 장기 분석과 다양한 접근으로 추가 연구를 수행 예정이다.

[PO-03]

동해 영일만 연안에서 용승현상 관측

김형록[1], 손수욱[1], 김영규[1]

[1]국방과학연구소 해양기술연구원

2019년 6월부터 7월까지 동해 영일만 연안 수심 15m 해역 10개 수층에서 1분 간격 수온 시계열 관측을 실시하였다. 관측 기간인 초여름의 계절적인 영향으로 상층에서 지속적인 수온 상승이 보이며 중층과 저층에서 7-10일 주기의 수온변동성이 크게 나타났다. 이 수온변동은 동일한 해역의 자동기상관측소에서 수집된 바람의 방향변화와 밀접히 관련되어 있다. 중층과 저층의 수온 상승은 북동풍의 바람과 상관관계가 크고 반대로 수온 하강은 남서풍과 상관관계가 크다.

이러한 중층과 저층의 7-10일 주기 수온변동성은 남서풍이 우세한 경우는 연안용승이 북동풍이 우세한 경우는 연안침강이 일어나는 것으로 해석이 가능하다. 수온 시계열의 연안과 외해 두 곳의 관측결과를 비교해 보면 외해의 관측에서 7-10일 주기 수온변동성이 더 뚜렷하게 보인다. 또한 연안과 외해 자동기상관측소의 바람 관측결과를 비교해 보면 외해의 바람에 더 잘 반응하는 것으로 보인다. 바람의 경우 자동기상관측소의 위치에 의한 지역적인 효과도 있는 것으로 생각된다.

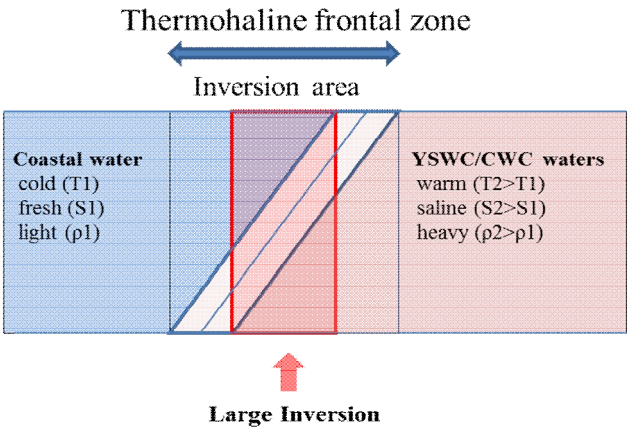
동해 울기 해역에서 봄과 여름철 연안 용승이 나타나는 것은 인공위성 표층 수온자료 등으로 잘 알려져 있었으나 영일만 연안에서 수온의 수직적 변화와 바람과의 상관관계가 명확하게 관측된 것은 거의 없었다. 앞으로 이 해역의 연안 모델링을 통하여 보다 자세한 역학과정을 살펴볼 필요가 있다. 또한 중층과 저층의 수온변동성은 수직적인 수중 음파전달 속도에 변화를 일으킬 수 있으므로 음향탐지 성능에 미치는 영향에 대해서도 살펴볼 예정이다.

[PO-04]

겨울철 황해에서 수온대역전: 제주난류/황해난류와의 관계

이홍재[1], 오경희[1], 조철호[1], 문재홍[2]
[1]한국해양과학기술원 해양순환기후연구센터, [2]제주대학교 지구해양과학과

겨울철 황해전역에서 4회 조사한 (1986년1월과 2월, 1996년 4월, 1997년 2월) CTD 자료를 분석하여 황해의 수온 대역전 현상을 연구하였다. 수온역전층을 가로질러 수온차가 2℃ 이상인 대역전 현상이 한국 남서역, 산동반도 동남역, 양자강퇴 북동역 3곳에서 발생하였다. 역전발생 수역에서는 공통적으로 열•염전선이 잘 발달하였고, 외해 기원인 고염 고온수가 저염 저온의 연안수 아래에 자리잡는 수직구조를 보인다. 열•염전선이 동서방향으로 발달하는 한국 남서역에서는 고온의 제주난류수가 전선 남단에서 동류하는데 반하여, 전선 북단에서는 차가운 한국연안수가 서진한다. 전선이 북동-남서로 발달하는 산동반도 동남역에서는 고온의 황해난류수가 전선 외측에서 북동진하지만 연안에서는 차가운 중국연안수가 남서로 흐른다. 외해난류수가 연안으로 확장하는 양자강퇴나 한국 중서부역에서는 수온역전이 상대적으로 약하긴 하지만, 모든 열•염전선역에서 고온의 외해수가 저온의 연안수보다 밀도가 높다는 특징을 보인다. 이는 겨울철 황해에서는 염분이 밀도에 기여하는 바가 수온에 비해 강하다는 것을 반영한다. 따라서, 수온역전역에서 등온선, 등염분선, 등밀도선이 모두 저온의 연안수 쪽으로 하강하게 된다 (아래 그림). 황해에서 수온 대역전 발생은 연안으로 유입하는 제주난류수나 황해난류수가 밀도가 낮은 저온의 연안수 아래에 위치하는 데에 기인하는 것이다.



Schematic view of the wintertime occurrence of large temperature inversions in thermohaline frontal zones where cold coastal waters and the Yellow Sea Warm Current (YSWC) or Cheju Warm Current (CWC) waters meet. The YSWC and CWC waters are heavier than coastal waters in winter and early spring, so the isotherms, isohalines, and isopycnals in the frontal zones are tilted down toward the cold coastal water areas. Large inversions occur in the central frontal zone where the YSWC/CWC waters are located below the cold coastal waters.

Lie, H.-J., K.-H. Oh, C.--H. Cho, and J.-H. Moon, Wintertime large temperature inversions in the Yellow Sea associated with the Cheju and Yellow Sea Warm Currents. J. Geophys. Res., Vol. 124, pp. 4856-4874, 2019.

[PO-05]

2017~2019년 층별 연속관측자료 분석을 통한 진동만 빈산소의 계절변동 특성 연구

김영민[1], 박성은[1], 김형철[1], 심보람[1], 강성찬[1], 서영교[2], 송성호[2], 엄기혁[1], 이원찬[1]
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2](주)지마텍

연안 양식장에서 해양생물의 폐사 원인을 규명하고 수산업 피해를 미연에 방지하기 위해서는 연속관측자료의 확보와 이러한 자료를 신속하게 어업인들에게 제공하는 것이 중요하다. 지금까지 빈산소 발생 상황 파악은 선박을 이용한 조사가 주로 이루어지고 있으나 이는 빈산소의 정확한 발생 시점과 시간에 따른 변동을 관측하거나 예측하기 어렵다.

본 연구에서는 2017년부터 3년 동안 진동만 해역 2곳의 정점에서 1시간 간격으로 장기 연속 관측된 해양환경 자료를 활용하여 저층 빈산소의 계절변동 특성을 파악하였다. 표·중·저층별로 수온, 염분, 용존산소, 조위를 관측하였으며 인근 기상자료와 비교하여 저층 빈산소의 형성과 지속, 소멸과정을 조사하였다. 진동만 해역에서 계절별 빈산소 발달과 유지는 수온 성층에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 5월 중순에서 6월 초순 일사량 증가로 표층 수온이 증가하면서 성층이 형성되기 시작하고 이에 따라 저층 용존산소가 감소하면서 빈산소가 형성되었다. 6월 이후부터는 기온이 증가하면서 성층이 강화되고 남풍계열 계절풍이 지속되면서 저층 빈산소가 지속되었다. 일시적으로 북풍 계열 바람의 풍속이 증가하는 시기에 연직혼합이 발생하면서 저층 용존산소가 상승하는 구간도 존재하였지만 빠르게 수층이 안정화되면서 빈산소가 재형성되었다. 성층이 소멸되었을 때도 용존산소가 감소하는 시기가 존재하였다. 매년 7월 말부터 8월 중순 사이에 저층 수온이 급격하게 상승하면서 성층이 약해졌을 때 저층 용존산소가 상승하였지만 이후 성층이 지속적으로 약화되고 있음에도 불구하고 용존산소 값이 감소하면서 빈산소가 재형성되었다. 이러한 결과는 수온 성층과 같은 물리적 순환 외에 다른 요인이 저층 용존산소의 분포에 영향을 준 것으로 보인다. 9월에는 수온 성층이 소멸되었음에도 진동만 해역에 저층 빈산소가 형성되어 있었으며, 10월 초부터 진동만 해역에 북서 계절풍이 우세해지면서 저층 빈산소는 소멸되었다.

진동만은 내측으로 갈수록 정체수역이 분포하는 등 전반적으로 해수 유동이 원활하지 않은 특성이 있으며 이와 함께 고밀도로 이루어져 있는 양식장과 패류의 배설물이 해저면에 과다하게 축적되어 저층의 부영영화 상태가 저층 용존산소의 시간적 변동에 영향을 줄 수 있는 것으로 판단된다. 그러나 이에 대한 정확한 원인은 추가 조사를 통해 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

물리해양 2
(PO-II)

[PO-06]

동해 남서부 해역에서의 동해중층수 장기변동성 분석

박종진

경북대학교 자연과학대학 지구시스템과학부/경북해양과학연구소

동해중층수는 영구수온약층의 하단부에 존재하며 염분최소층을 가지고 있는 전형적인 중층수이다. 이 수괴는 서일본분지에서 형성되어 동해남서부 및 극전선을 따라 확장되며 동해 남부 대부분의 해역에서 발견된다. 동해 중층수는 용존산소 농도를 기준으로 대략적으로 1-5°C의 수온 범위를 갖고 염분은 34.06 psu이하의 저염을 가지고 있으며 밀도는 26.9~27.3 kg/m^3 범위에서 주로 나타난다. 동해중층수의 저염은 여름철 대한해협을 통해 들어온 저염 대마난류 표층수가 서일본분지에 유입되고, 겨울철 냉각되어 섭입과정을 통해 형성되는 것으로 최근 보고되었다. 따라서 동해중층수의 염분은 저염 대마난류 표층수의 유입 과정에 의해 크게 좌우될 수 있기 때문에, 이 수괴의 장기 변동성을 기후 변동과 연관하여 살펴보는데 있어서 물성 변동을 추적하는 것은 효과적인 방법이 되기 어렵다. 본 연구에서는 국립수산과학원 정선관측자료를 활용하여 동해중층수에 해당하는 수온 범위를 기준으로 해당 수괴의 두께를 산출하여 두께 구조의 장기변화를 분석하였다. Argo float 자료를 활용하여 수온 범위로 산출한 동해중층수의 두께가 밀도 범위로 산출한 두께와 0.98 의 높은 상관성을 가짐을 확인하여, 1965년부터 2015년까지의 국립수산과학원 정선 수온 관측 자료로부터 동해중층수의 두께를 산출하고 장기 변동성을 살펴보았다. 연안에 위치한 정점을 제외하고, 모든 동해 정점에서 유사한 장기 변동성이 관측되었으며, 자료 기간이 충분하지 않으나 약 18년 주기의 진동이 가장 큰 진폭을 갖는 것으로 보이며 10년 이내의 주기를 갖는 진동도 같이 존재한다. 전체 변동성의 69.2%를 설명하는 제 1 모드 경험직교함수는 이러한 장기변동의 진폭이 높은 위도에서 크고 낮은 위도에서 작아지는 특성을 보이며, 해당 모드의 시계열 변동은 동해중층수의 장기변동 특성을 뚜렷하게 보여준다. 동해중층수의 두께 변동은 섭입 과정에 영향을 주는 대기 조건에 의해 결정될 가능성이 높으므로 겨울철 동해 환경에 큰 영향을 주는Arctic Oscillation Index (AOI)와의 비교를 통해 1990년대 후반을 기점으로 동해 중층수 순환 및 동해 자오선 수직순환이 변화했을 가능성을 1D advection-diffusion model을 활용한 adjoint inverse estimate 결과와 함께 토의한다.

Climate driven interannual variation in acousitc backscatter from the ferry-mounted ADCP: Korea Strait

정윤호[1], 하호경[1*], 박재훈[1], Hirose Naoki[2], 예상욱[3]

[1]인하대학교 해양과학과
[2]Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Fukuoka 816-8580, Japan
[3]한양대학교 해양융합과학과
[*]Corresponding author

Acoustic Doppler current profiler (ADCP) measurements are commonly used to estimate mean volume backscattering strength (MVBS) in shallow and deep sea environments. Because seasonal to interannual variability of volume transport along the Korea/Tsushima Strait largely depends on dynamic patterns of wind forcings, climate driven indices may be ultimately related with variations in MVBS via teleconnection. In this study, using a long term (>20 years) time series derived from ADCP mounted on the bottom of a ferry boat (Camellia), changes in MVBS along the Korea/Tsushima Strait were reconstructed to determine variability and dominant drivers of MVBS through time. preliminary results suggest that monthly averaged MVBS fluctuated intra seasonally over the last 20 years with two maxima (April and September) and two minima (July and January). Interestingly, MVBS estimates during summer (June, July and August) are primarily influenced by winter (December, January, and February) Ni□o3, winter Ni□o3.4 and spring Ni□o3, and fall (September, October, November) MVBS measurements closely follow changes in winter Ni□o3, spring Ni□o3.4 and spring Ni□o3. Therefore, summer-fall MVBS tended to increase where the winter-spring Ni□o3 signal is low. MVBS is also significantly related to Chlorophyll-a (Chl-a) concentrations along the Korea Strait so that MVBS may be a good representative measurement for Chl-a concentrations. Together these results suggest that winter-spring Ni□o3 may ultimately impact summer-fall Chl-a concentrations in this region.

[PO-08]

Potential Predictability of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) Catch in the Western Central Pacific

김지환[1], 나한나[1], 박영규[2], 김영호[3]
[1]서울대학교 지구환경과학부, [2]한국해양과학기술원, [3]부경대학교 해양학과

The Pacific Island countries have substantial socio-economic dependency on the fishery, and Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) is one of the most important species in the Western Central Pacific (WCP) in terms of its catch amount and associated international trade agreements on fishing right. Thus, it is important to estimate availability of future catch amount of the Skipjack tuna. It has been understood that catch amount of Skipjack tuna in the WCP exhibits spatial-temporal variability influenced by ocean-climate conditions, mainly by the El Niño-Southern Oscillation (ENSO). However, single ENSO indices do not exhibit statistically significant correaltion with the catch amount of the Skipjack tuna. In order to estimate potential predictability of the Skipjack tuna catch, it is necessary to understand fishery-related ocean-climate system. This study investigates statistical relationship between the catch amount and various ocean-climate variables in the equatorial Pacific during 1990 - 2014, and evaluate potential predictability based on their relationship. Series of regressed spatial patterns of upper-ocean temperature, salinity, currents and precipitation represent ENSO-like variability, and their principal component time series are used to estimate the predictability of Skipjack tuna catch in the Federated States of Micronesia. It turns out 5 m salinity and 100 m temperature in the equatorial Pacific exhibit significant predictability of the catch amount on interannual time scales (up to about 3 years). This result can be applied to the other Pacific Island countries in the WCP and would have a broad impact on the fishery industry in the WCP and many other countries consuming the fish caught in the WCP.

[PO-09]

Biological contributions to the long-term variation of the DO concentration in the East/Japan Sea

Haejin Kim, Naoki Hirose, Katsumi Takayama
Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

The dissolved oxygen (DO) concentration of the deep layers in the East/Japan Sea (EJS) has been decreased in the few decades (e.g., Gamo 1999; Minami et al. 1999). The two practical possible causes of the long-term decline in DO concentration, have suggested by Gamo et al. (1986) except highly unlikely one, are as follows: (1) The reduction or cessation of the supply of new water, that is, weakening of the ventilation system; (2) The increase in falling organic matters. The decline of DO concentration has been explained primarily by the first reason until today, that is, a change of physical environment as a slow-down of ventilation system (e.g., Kim and Kim 2001; Gamo et al. 2011; Yoon et al. 2018). However, the second possible cause, that is the increase in falling organic matters results from the enhancement of the biological activities in the euphotic zone, can lead to more conspicuous decline in the DO concentration in the deep layer.

Recently, we found the increasing trend of surface chlorophyll concentrations for the EJS in many observational records. For instance, such trend is found in the three different sets of satellite data (MODIS Aqua, MODIS Terra, and SeaWiFS) and also in-situ measurement data (WOD13), even though their observation periods are not identical. These evidences imply that the biological productivity has been enhanced in the EJS as a whole, and it could influence the long-term DO variation in the deep layer by increasing the amount of detritus sinking to the deep ocean.

This study attempts to identify how the changes in biogeochemical environment of the upper layer influence on the long-term trend of the DO concentration in the lower layer by taking advantage of a coupled physical-biogeochemical model. The enhanced biological production in the upper layer has increased the organic particles sinking to the lower layer and it eventually accelerated the consumption of the DO by the decomposition process. The biological contribution to the decreasing rate in DO concentration induced by the rise in falling organic matters has increased by about 20% in 2015 compared to 1980. Our findings suggest the change in the biological environment of the upper ocean directly concerns the DO variation in the deep ocean. The reduction or cessation of the new water supply suggested by Gamo et al. (1986) is the major cause of the long-term decrease in the DO concentration in the deep layer, absolutely. But the contribution of the changes in the biological activities cannot be neglected any longer, thus we will have to keep an eye on the biogeochemical changes of the upper ocean.

References

1. Gamo, T., Global warming may have slowed down the deep conveyor belt of a marginal sea of the northwestern Pacific: Japan Sea. Geophysical Research Letters, 26(20), 3137 - 3140, 1999.

2. Gamo, T., Dissolved oxygen in the bottom water of the Sea of Japan as a sensitive alarm for global climate change. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 30(8), 1308 - 1319, 2011.

3. Gamo, T., Nozaki, Y., Sakai, H., Nakai, T., and Tsubota, H., Spacial and temporal variations of water characteristics in the Japan Sea bottom layer. Journal of Marine Research, 44(4), 781 - 793, 1986.

4. Kim, K., Kim, K. R., Min, D. H., Volkov, Y., Yoon, J. H., and Takematsu, M., Warming and structural changes in the East (Japan) Sea: a clue to future changes in global oceans? Geophysical Research Letters, 28(17), 3293 - 3296, 2001.

5. Minami, H., Kano, Y., and Ogawa, K., Long-term variations of potential temperature and dissolved oxygen of the Japan Sea Proper Water. Journal of oceanography, 55(2), 197 - 205, 1999.

6. Yoon, S. T., Chang, K. I., Nam, S., Rho, T., Kang, D. J., Lee, T. et al., Re-initiation of bottom water formation in the East Sea (Japan Sea) in a warming world. Scientific reports, 8(1), 1576, 2018.

[PO-10]

IPCC 해양 및 빙권에 관한 특별보고서 발간의 의의와 주요 내용

한인성
국립수산과학원 기후변화연구과

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change; 정부간 기후변화협의체)에서는 매 AR(Assessment Report; 평가보고서) 주기마다 2~5편의 특별보고서(SR)를 발간하고 있다. 이번 AR6 주기에는 총 3종류의 특별보고서가 발간되기로 계획되었으며, 이미 작년 가을에 1.5℃ 특별보고서, 그리고 지난 8월에 토지에 관한 특별보고서가 발간되었다. 해양 및 빙권에 관한 특별보고서(Special Report on Climate Change and oceans and the cryosphere, SROCC)는 제 41차 IPCC 총회(케냐 나이로비, 2015년 2월)에서 모나코가 "해양에 관한 특별보고서" 필요성을 요청하는 것으로부터 시작되어, 제 43차 IPCC 총회(케냐 나이로비, 2016년 4월)에서 SROCC가 승인된 이후에 Scoping meeting(모나코, 2016년 12월)이 개최되어 특별보고서의 개요(outlines)이 만들어졌으며, 제 45차 IPCC 총회(멕시코 과달라하라, 2017년 3월)에서 이 보고서의 개요가 승인되게 되었다.

IPCC는 해양 및 빙권에 관한 기후변화 전문가들의 추천(nomination)을 받아, 대륙별, 성별, 경제적 측면 등을 고려하여 작성자를 확정지었으며, 이를 통하여 FOD(First Order Draft) 및 SOD(Second Order Draft)를 작성하여 전문가 및 정부의 검토 의견을 수렴하고 최종 본 보고서 및 정책결정자를 위한 요약본(SPM)을 완성하여 2019년 9월 모나코에서 개최된 제 51차 IPCC 총회에서 이를 승인하였다.

승인된 SROCC는 총 6개의 장(chapters)로 구성되게 되어 있다. 1장에서는 이 보고서의 구성과 내용이 요약되고, 특히 정책 결정 활용 등을 위주로 작성될 계획이다. 2장부터 6장까지는 본격적인 연구결과들이 포함될 예정인데, 2장에서는 고산지대(High mountains)가 주제로 주로 수자원 부족과 생태환경에 관한 내용이 서술될 예정이다. 3장은 극지방(Polar regions)이 주제이고, 극지방의 융해와 해양에 미치는 영향, teleconnection 문제 등이 서술된다. 4장은 해수면 상승과 도서/연안 국가의 영향이 주제이며, 해수면 상승에 대한 리스크와 영향에 대한 내용이 포함된다. 5장은 본 보고서에서 가장 큰 분량을 차지하는 해양, 해양생태계 및 관련 군집의 변화가 주제이다. 이 주제는 해양의 물리학적 변화와 생태계의 변화, 기후요소와 비기후요소의 상호작용뿐만 아니라 블루카본 문제 등 다양한 내용이 포함될 예정이다. 6장은 급변, 급격한 변화와 리스크 관리에 관한 주제로 해양순환 및 빙권의 급격한 변화 리스크와 폭염, ENSO 문제, 폭풍 관련 문제 등 재난과 관련한 내용들이 주로 기술되었다.
문제 등 재난과 관련한 내용들이 주로 기술된다.

IPCC가 만들어진 후 30여 년간 기후변화와 해양/빙권에 관한 문제는 주로 종합보고서(Synthesis Report)의 장(chapter)에서 다루어지는 수준에 그쳤었다. 하지만 이번 특별보고서를 통하여 해양 및 빙권에 관한 기후변화의 영향과 고산지대→극지방→연안역→외양역으로 이어지는 거대한 ocean system에서의 기후변화 문제들이 심도 깊게 기술될 것으로 판단된다. 특히 최근 극지방의 온난화 심화로 야기되는 중위도 혹은 저위도의 다양한 이상기후의 메커니즘을 규명하고, 폭풍/태풍뿐만 아니라 중규모 이상의 기후현상에 미치는 해양의 역할을 재조명할 수 있을 것으로 판단된다.

해양수산부는 지난 2016년 제 3차 기후변화 대응 해양수산부문 종합계획을 수립하였으며, 내년에는 제 4차 기후변화 대응 해양수산부문 종합계획이 다시 수립될 계획이다. 하지만, 전 지구적인 기후변화 영향에 의하여 우리나라 해양의 반응에 대한 연구는 매우 부족한 현실이며, 최근 문제가 되고 있는 극지방과 우리나라를 포함한 중위도 해역의 상호 반응에 대한 연구도 매우 부족하다. 이번 IPCC의 SROCC 발간이 전 지구 및 우리나라 주변의 지역해에 대한 기후변화 영향을 이해하고, 향후 적응 및 대응 역량을 강화하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대한다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

물리해양 3
(PO–III)

[PO-11]

Sentinel-2 자료를 이용한 남극장보고과학기지 해빙 모니터링

강용균[1], 강주현[1], 이문진[2]
[1]다리스 (Data and Remote-Sensing Infra System)
[2]한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

우리나라는 남극에 2개의 과학기지를 운용하고 있다. 세종과학기지(62°13′S, 58°47′W)는 1988년부터 운용하고 있으며, 장보고과학기지(74°37.4′S, 164°12.0′E)는 2014년부터 운용하고 있다.

2015년부터 운용되는 Sentinel-2 위성자료는 남극과학기지 인근 바다의 해빙 분포 모니터링에 유용하게 사용될 수 있다. Sentinel-2 위성은 동일지역을 5일마다 반복하여 촬영한다. Sentinel-2의 10m 해상도 가시광과 근적외선(NIR) 반사도 자료와 20m 해상도의 장파적외선(SWIR) 반사도 자료는 해빙(Sea ice)의 상세한 분포 조사에 유용하다.

최근 3년간(2016-2019) 남반구 하계기간 Sentinel-2 자료 70개를 사용하여 남극 장보고과학기지 주변 46*40 km^2 지역에 대하여 해빙분포와 변동을 조사하였다. 광학위성인 Sentinel-2 자료는 남극의 하계 기간인 9월부터 다음해 3월까지의 기간에만 제공된다.

남극에서의 해빙과 결빙지역의 경계는 계절에 따라 다르다. 수년간의 자료 중에서 한 번이라도 해빙된 물이 나타난 곳까지를 바다로 취급하여 Land mask를 만들었다. 해빙된 물의 출현은 10m 해상도의 근적외선(NIR) 밴드의 반사도를 사용하여 조사하였다.

연구지역의 육지부분을 제외하고 해양부분에 대해서 시간에 따른 결빙과 해빙 분포를 조사하였다. 해양부분 영상 각 픽셀은 해수(water), 해빙(sea ice), 구름(cloud) 중의 한 가지이다. 해양 영역에서 근적외선 반사도가 아주 낮은 곳은 해수지역이다 (근적외선 반사도 0.04 이하). 근적외선 반사도가 상당히 큰 곳은 해빙(바다얼음)이거나 구름지역이다. 근적외선 반사도가 상당히 큰 픽셀의 경우 NDSI (Nomalized Difference Snow Index)로부터 해당 픽셀이 해빙인지 또는 구름인지를 구분하였다. NDSI는 (Green-SWIR)/(Green+SWIR)로 정의된다. 여기서 Green과 SWIR은 각각 Green 밴드(B03)와 SWIR 밴드(B11)의 반사도이다. NDSI가 0.7 이상인 경우 해빙으로 구분하였다.

장보고 과학기지 인근의 해수 지역 해빙과 결빙은 뚜렷한 계절적 변동을 보인다. 남극의 반년에 걸친 긴 밤 동안에는 장보고기지 인근의 해수는 얼어 있다가 낮으로 바뀌는 9월 이후가 되면 일부 녹기 시작한다. 낮 시간이 계속되는 기간(10월~2월) 동안에 해빙되는 지역이 늘어난다. 장보고기지 인근 해역에서 해빙은 남쪽에서부터 시작하여 북쪽으로 확장된다.

수년간의 자료를 보면 같은 달의 해빙과 결빙 분포는 해마다 유사하다. 예를 들어 10월의 결빙 분포는 2016, 2017, 2018년도 모두 유사하다. 비슷하게 다른 달 (예, 12월, 2월 등)의 해빙 분포도 해마다 아주 유사하다. 2월이 되면 남극 장보고 기지 인근의 대부분 바다가 녹는다. 3월부터 장기간의 야간 상태에 들어가기 시작하면 다시 얼음으로 바뀌게 되는데, 이들 기간에는 광학적 원격탐사가 불가능하다.

본 연구에서는 광학적 원탐자료의 3개 밴드(Green, NIR, SWIR)를 사용하여 해빙을 mapping하는 방법을 개발하였다. 이 방법은 20m 해상도의 sentinel-2 자료뿐만 아니라 375m 해상도의 VIIRS 자료에 대해서도 적용이 가능하다. Sentinel-2 자료는 5일 마다 반복된 자료를 구할 수 있다. 이에 비해서 NPP와 NOAA20 위성에 탑재되어있는 VIIRS 센서 자료를 이용하면 매일의 해빙 모니터링이 가능하다. 본 연구에서 제시된 방법은 남극에서의 해빙 모니터링뿐만 아니라 우리나라 북한지역 서해안이나 동해안 지역에서의 해빙 분포 모니터링에도 유용하게 사용될 수 있다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[PO-12]

집중 강우시 담수유입에 의한 남해 강진만 표·저층 평균체류시간 변화

김진호, 박성은, 김청숙, 정우성, 강성찬, 심보람, 김영민, 김동명[1], 김형철, 이원찬

국립수산과학원 어장환경과,
부경대학교 생태공학과[1]

남해 강진만은 사천시, 하동군과 남해군에 위치한 주요 패류생산 해역 중 하나로 수출용패류생산지정해역 제 7호로 지정되어 있다. 지정해역은 수입국 기준에 따라 해역의 수질, 패류의 위생 상태를 비롯하여 오염원에 대한 지속적인 관리가 이루어진다. 따라서 병원성 세균이나 입자성 유해물질과 같은 육상기인 오염물질의 유입량, 이동경로, 확산범위 등에 대한 연구의 필요성이 증가하고 있다. 연구해역인 남해 강진만은 자연 하천과 함께 인구 밀집지역이 인접하고 있는 반폐쇄성 내만으로 강우시 유입되는 육상기인 오염물질이 해상 양식장과 양식생물에 직접적인 영향을 줄 가능성이 매우 높은 해역이다. 강진만의 해수순환은 대방수로, 노량수로, 창선수로와 같은 주요 수로를 통해 유출·입이 일어나므로 시간에 따라 만 내부에 복잡한 해수순환 구조가 형성되어 만내로 유입된 물질의 거동 특성 또한 시·공간적으로 복잡할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 강우에 따른 육상기인 오염물질의 거동 특성을 파악하기 위해서 해수유동모델과 입자추적모델을 사용하여 평균체류시간(Monsen et al., 2002; Park et al., 2009)의 공간적 분포 특성을 파악하였다. 특히, 강우시 하천을 통해 담수가 대량으로 유입될 때 표층과 저층의 평균체류시간 변화를 정량적으로 비교하고 어장환경에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

평균체류시간 계산 결과, 표층에서는 대부분의 해역에서 10일 내외의 비교적 짧은 시간동안 물질이 체류하는 것으로 나타났으나 남해군 인근 해역은 20일 이상이었다. 저층에서는 강진만 북쪽해역과 남해군 인근해역에서 약 40일로 표층에 비해 약 2~4배 이상 체류시간이 긴 것으로 나타났다. 이러한 결과는 강진만으로 오염물질이 유입될 경우 표층에 비해 저층에서 더 긴 시간동안 체류하는 것을 의미하며 입자태 오염물질이 유입된 후 침강하면서 저층에 도달할 경우 부유상태의 오염물질보다 매우 긴 시간동안 해역 내에 체류할 수 있음을 시사한다. 한편 집중강우시 표층에서는 전체적으로 체류시간이 감소하는 반면 저층에서는 체류시간 증감에 대한 공간적 차이가 뚜렷하였는데 특히 남강 입구 부근에서 저층 체류시간이 약 20일 가량 길어지는 것으로 나타났다. 이는 집중 강우로 인해 담수와 함께 육상기인 오염물질이 강진만으로 유입될 경우 저층에서 육상기인 오염물질의 체류시간의 공간적 차이가 커지는 것을 의미한다. 본 연구의 결과는 남해 강진만 패류양식장의 위생학적 관리를 위한 연구에 해수순환 특성에 대한 정보로 활용할 수 있을 것이다.

Reference

Monsen, N. E., Cloern, J. E., Lucas, L. V., Monismith, S. G., 2002, A comment on the use of flushing time, residence time, and age as transport time scales, Limnology and Oceanography, 47(5), 1545-1553.

Park, S. E., Hong, S. J., Lee, W. C., 2009, Calculating average residence time distribution using a particle tracking model, Journal of Ocean Engineering and Technology, 23(2), 47-52.

[PO-13]

Analysis of island-induced wakes with submesocale numerical model outputs around the Korea Strait

고창훈[1], 김성용[1]

[1]한국과학기술원 기계공학과

We investigated the spatial structure and temporal variability of submesoscale eddies [O(1-10)km diameter] persistently generated behind the Tsushima island, based on hourly and 2-km spatial resolution velocity data of the global submesoscale numerical simulation outputs (MITgcm llc4320). As the subsurface currents are correlated with surface currents at the level that we can assume to be barotropic, we analyzed the surface current data to detect where the surface vorticity changes their signs and to identify the spatial and temporal structures of surface circulation statistically associated with island wakes using Empirical Orthogonal Function (EOF). We found that the generation frequency of surface island wakes is in a range of 0.2 to 0.5 cycles per day (2 to 5 days period) and the principal components at the 2nd mode in the EOF analysis show the similar periodicity.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[PO-14]

동일본대지진 T파 신호 분석 및 우리나라 동해로의 전파 양상 연구

Analysis of T-wave generated by Tohoku earthquake and the propagation modeling on the East Sea

류현정[1], 고명권[1], 이은주[1], 윤숙영[2], 박순천[3], 최지웅[1]
[1]한양대학교 해양융합공학과, [2]극지연구소, [3]기상청 지진화산연구과

1983년 5월 26일 일본 혼슈 아키다현 서쪽 근해에서 발생한 규모 7.7의 지진과 1993년 7월 12일 일본 홋카이도 오쿠시리섬 북서쪽 근해에서 발생한 규모 7.8의 지진에 의해 우리나라도 지진해일의 피해가 발생하였었다. 만약 일본의 서쪽 해안의 지진공백역에서 지진이 발생한다면 우리나라 동해안에 과거와 같은 지진해일의 피해를 입을 가능성이 높다. 지진해일은 해양에서의 지진에 의해 발생하기 때문에 해양에서 발생하는 지진을 모니터링 하는 것은 중요하다. 해양에서 발생한 지진은 해양에서 관측하는 것이 더 효과적이라는 결과가 보고된 바 있고, 이때 수중청음기에 수신되는 신호는 T파라 명명 된다 (Dziak et al., 2011).

본 연구에서는 CTBT (Comprehensive nuclear-Test-Ban Treaty)에서 운영하는 IMS (International Monitoring System) hydrophone 에 수신된 2011년 동일본대지진 신호를 분석하여 T파의 특성을 파악하고, 모델링을 통해 실제 지진의 음향학적 음원 준위를 모의하였다. 이를 활용하여 일본 서해 지진공백역에서의 지진 발생 시 우리나라 동해안으로 T파의 전파 양상을 모의하고 해저지진탐지 장비로서 수중청음기의 가능성을 보여주는 것이 본 연구의 목표이다.

본 연구는 기상청 “기상·지진See-At기술개발연구”(KMI2018-02510)의 지원으로 수행되었습니다.

1. Dziak, R.P., S.R. Hammond, and C.G. Fox, A 20-year hydroacoustic time series of seismic and volcanic events in the Northeast Pacific Ocean. Oceanography, 24(3) : 280-293, 2011.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

물리해양 4
(PO-IV)

[PO-15]

한반도 연안의 위성 및 수치모델 해수면온도 자료의 정확도

백유현, 문일주
제주대학교 해양기상학협동과정/태풍연구센터

현재 다양한 기관에서 산출 및 제공되는 일평균 해수면온도 자료는 해상도와 산출 알고리즘의 차이로 인해 자료 간에 차이가 발생한다. 특히, 구름 픽셀과 육지와 해양의 경계선에서 이상값이 산출되어 제거되는 경우에 내·외삽 및 자료동화 과정에서 그 차이는 더 커진다. 본 연구에서는 해양기상부이 자료를 이용하여 한반도 주변 연안에서 일일 위성 합성 및 수치모델 해수면온도 재분석 자료의 정확도를 비교 검증하였다. 검증결과, 위성 합성 자료 중 OSTIA와 FNMOC-S, 모델 재분석자료에서 FNMOC-M가 가장 낮은 오차를 보였다. 계절별로는 겨울철보다 여름철에 오차가 증가하는 경향이 나타났다. 우리나라 연안은 특히 강한 조석혼합, 용승, 태풍으로 인한 수직혼합 등으로 인해 수온의 변화 폭이 매우 크기 때문에 위성 합성 및 모델 재분석자료의 오차가 커질 수 있다. 먼저 서해안 칠발도에서 7월부터 9월 까지 강한 조석혼합이 발생한 시기를 살펴보면, FNMOC-S와 FNMOC-M 자료가 관측 값과 가장 비슷한 경향을 보였을 뿐 대분의 자료에서는 큰 오차가 나타났다. 동해안 포항에서는 2013년 7월에 용승현상으로 5℃ 이상의 강한 수온하강이 발생하였고 이 시기에 대부분의 위성 합성 및 모델 재분석 자료에서 큰 오차가 나타났다. 이것은 해수면온도 위성자료처리 알고리즘에서 이러한 급격한 수온변동을 오류로 판단하여 제거했기 때문으로 발생한 것으로 추정된다. 2013년 태풍 볼라벤과 산바가 통과한 시기에는 마라도에서 약 4℃ 이상의 강한 수온하강이 발생하였지만 JCOPE2를 제외하면 대부분의 위성 합성 및 모델 재분석자료는 관측자료와 비슷한 경향을 나타내었다. 본 연구결과로부터 아직까지 대부분의 위성 합성 및 모델재분석 일평균 해수면온도 자료에서는 서해안의 조석혼합과 동해안의 용승현상에 의한 급격한 수온하강을 적절하게 고려하지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 향후 위성 해수면온도 자료처리 알고리즘과 수치모델에 이러한 한반도 근해의 특성을 반영하는 것이 필요하다.

[PO-16]

파랑후측에서 나타난 동해 파랑기후의 선형추세

김기호[1,2], 장찬주[1,2], 최원근[2], 도기덕[1], 유제선[3]
[1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터
[3]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터

파랑기후의 변화는 연안 침식과 연안 구조물 파괴 등 연안 환경에 많은 영향을 준다. 최근 우리나라 동해안에 고파랑에 의한 피해가 증가함에 따라 고파랑 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 연안 환경에 파고와 함께 영향을 주는 파의 주기와 방향에 대한 연구는 상대적으로 부족하다. 따라서 본 연구에서는 SWAN 파랑모형과 ERA-Interim 재분석 바람자료를 이용하여 40년(1979~2018) 기간의 파랑을 재현하였으며, 이를 통해 동해에서 99 백분위수 유의파고, 첨두주기, 첨두파향을 분석하였다. 재분석 바람자료는 ERA-Interim에서 제공하는 자료 중 가장 고해상도인 1/8° 바람자료를 사용하였으며, 모형의 수평해상도는 남북, 동서 방향 모두 1/25° 격자로 구성하였다. 분석 결과 99 백분위수 유의파고와 첨두주기의 장기(40년) 평균은 남동쪽 해역으로 갈수록 증가하는 비슷한 공간분포를 보이며, 이러한 공간분포는 겨울철 장기 평균과 비슷한 공간분포를 나타낸다. 이는 겨울 공간분포가 장기 공간분포에 크게 영향을 준다는 것을 의미한다. 첨두파향의 장기 평균은 강한 북서풍의 영향으로 동해 남동쪽 해역에서 북서계열의 파가 우세하며, 서쪽으로 갈수록 반시계방향으로 변화하여 우리나라 연안에서는 남동~북동계열의 파가 나타났다. 동해는 계절별 풍향 변화가 크기 때문에 풍향에 크게 영향을 받는 파향 역시 뚜렷한 계절변동을 보인다. 하지만 동해 남서쪽 해역인 포항 연안에서는 북동~남동계열의 파가, 동해 남동쪽 해역인 일본 연안에서는 북서계열의 파가 연중 지속된다. 99 백분위수 유의파고와 첨두주기는 동일하게 동해 대부분의 영역에서 증가하는 추세를 보이며, 특히 동해 남동쪽 해역에서 가장 크게 증가한다. 첨두주기의 장기 평균은 99 백분위수 유의파고와 비슷한 공간분포를 보이지만, 선형추세는 99 백분위수 유의파고에 비해 외해보다 연안에서 크게 증가한다. 이러한 결과를 통해 우리나라 연안에서 나타나는 북동계열이 우세한 첨두파향과 함께 99 백분위수 유의파고와 첨두주기의 증가추세가 우리나라 동해안의 연안 환경에 미치는 영향이 클 것으로 예상된다.

[PO-17]

자료동화 기반 기상·해양·파랑 결합 시스템을 통한 해양위험기상 예측 정확도 향상 연구

홍지석[1], 문재홍[1], 송상근[1], 문일주[2], 유승협[3], 변건영[3], 엄현민[3]
[1]제주대학교 지구해양과학과
[2]제주대학교 태풍연구센터
[3]기상청 해양기상과

태풍을 비롯한 기습폭우, 이상파랑, 해일, 해무 등 해양기원 위험기상은 인명과 재산, 연안 설비 등에 심각한 피해를 야기할 수 있는 재해로써, 정확도 높은 예측 정보는 재난 방지 및 대책 수립을 위하여 필수적이다. 특히 우리나라 서해 및 남해 인근 해역에서는 매해 늦봄부터 여름철까지 종관규모로 발달하는 저기압대의 영향으로 국지성 폭우 및 해무가 빈번하게 발생하기 때문에 정확도 높은 단기 예측 시스템에 대한 요구가 커지고 있다. 최근 들어 기상과 해양의 상호작용을 고려한 접합모델의 개발과 함께 자료동화를 적용하여 위험 기상에 대한 예측 성능을 향상시키고자 하는 연구가 진행되고 있다. 그러나 연안역에서 해수면온도의 급격한 변화에 기인하는 해양성 단기 악기상 및 이상 해일고 현상에 대한 기상·해양·파랑 상호작용의 역할은 여전히 불명확하며, 정량적 기여도에 대한 평가 역시 부족하다.

본 연구에서는 기상 (WRF, The weather research and forecasting), 해양 (ROMS, The regional ocean modeling system) 그리고 파랑 (SWAN, Simulating waves nearshore) 모델을 결합한 예측 시스템을 활용하여 기상·해양·파랑의 상호작용을 고려하였고, 단기 예측성능 향상을 위한 최적화된 초기조건 생성을 위해 약결합 자료동화 (Weakly coupled data assimilation) 기법을 결합 시스템에 적용하였다. 기상 모델은 3차원 변분법(3DVAR)을 적용하였고, 해양 모델의 경우 위성 해양 표층 수온 자료 (GHRSST-FNMOC, 10km)를 4차원 변분 (4DVAR) 기법을 적용하여 동화하였다. 발표에서는 2019년 제5호 태풍 다나스 (Danas) 내습 시기의 폭우 사례 및 같은 해의 6월 말 인천 연안에서 발생한 해무 사례를 선정하여 폭우 및 안개에 대한 단주기 상호작용과 자료동화의 예측 성능 향상에 대한 효과를 검토하였다.

사사

본 연구는 한국 기상청 <기상·지진See-At기술개발연구>(KMI2018-07610)의 지원으로 수행되었습니다.

[PO-18]

운용해양 자료동화 예측 모델에서의 모델 개선 (북서태평양 모델)

이준호[1], 김태균[2], 김수빈[2], 문재홍[2]
[1]제주대학교 기초과학연구소, [2]제주대학교 지구해양과학과

오늘날 해양을 이용하는 인류 활동의 증가에 따라 해양에 대한 관심도가 증가하고 있으며, 그 중에서도 해양 예측에 대한 수요가 급증하고 있다. 정확한 해양 상태를 예측하기 위해서는 다수의 관측자료의 확보가 필수적이지만, 예측을 위한 해양 자료는 여전히 부족한 상황이다. 따라서 해양상태를 보다 정확하게 진단하고 예측하기 위해서는 부족한 관측된 자료를 활용하여 관측되지 않는 부분까지 고려할 수 있는 수치모델 기술이 요구된다. 최근 들어 수치모델이 발달하면서 관측자료를 수치모델에 동화시키는 자료동화 기술 역시 함께 진보해 왔는데, 시간적으로 저렴한 최적내삽법 혹은 3차원 변분동화부터 배경오차 공분산이 변화하는 앙상블 칼만필터 혹은 4차원변분동화까지 다양한 기술적 향상이 이루어 졌다. 국내에서도 앙상블 칼만필터와 4차원 변분동화를 사용한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

4차원 변분동화기법은 어떤 기간내(assimilation window)의 관측 자료들이 모델과의 차이를 최소화 하는 지점을 찾아내는 방법을 사용하기 때문에 고해상도 모델의 경우 반복 횟수(iteration)와 IO에 따른 시간 부담이 커지게 된다. 한편 모델과 관측간의 차이(increment)를 저해상도 모델에서 구하고 이를 고해상도 모델에 더하여 4dvar가 갖는 시간 부담을 보완하는 방법이 있다. 본 연구에서는 제주대에서 구축된 운용 지역해양예측시스템(Data assimilative Regional Ocean Prediction System, DROPS) 모델에 이 방법을 적용하였고 결과를 검증해 보았다. 저해상도(고해상도) 모델은 수평적으로는 25km(8km), 수직적으로는 20개로 구성 되어있다. 또한 이번 연구에서는 현재 운영 중인 북서태평양 예측모델의 개선을 위해, 기존 위성 관측 해수면 온도 자료만을 동화시키는 모델에 해수면 높이와 수직 수온 염분 자료를 추가로 동화 시킨 결과에 대해 검증할 것이다.

[PO-19]

대한해협 표층뜰개의 라그랑지안 이동 확산 (Lateral dispersion of surface drifters in the Korea Strait)

최준명[1], 박영규[1], 김원국[2], 최병주[3], 김영호[4]

[1]한국해양과학기술원, [2]부산대학교, [3]전남대학교, [4]부경대학교

본 연구에서는 대한해협(Korea Strait)에서 표층해류에 의한 확산특성을 규명하기 위하여 표층 뜰개 자료를 분석하였다. 2018년 4월말과 11월말에 총 50개의 60cm 깊이의 GPS 표층뜰개를 제주해협에서 투하하였고 여러 확산통계를 통하여 남해에서의 표층확산을 정량화하고 특성화 하였다. 대한해협은 연중 지속적으로 반일주조가 강하고 서해 연안류, 대마난류, 양쯔강 담수 등에 의하여 열염전선이 계절적으로 변하는 곳으로, 조류와 동서로 연결된 열염전선은 이 해역 확산특성에 중요한 영향을 미친다. 성층이 두드러지고 열염전선이 약하게 관찰된 늦봄의 경우 조석에 의하여 형성된 수평전단에 의하여 표층뜰개의 확산이 주도되었고, 성층이 약하고 열염전선이 강하게 관찰된 늦가을의 경우 강한 열염전선에 의하여 표층뜰개의 확산이 억제됨을 관찰하였다. 표층뜰개의 확산 및 이동은 바람과 높은 상관관계를 보였다. 즉 드로그가 제거되어 바람의 영향이 높아진 경우 확산계수가 증가하였고 Stokes drift로 인하여 대부분의 뜰개가 해안에 점진적으로 상륙하였다. 또한 강한 Ekman current로 인하여 동중국해를 경유해 태평양으로 이동하는 뜰개들도 관찰되었다. 이러한 표층뜰개의 이동 및 확산특성 규명에 관한 연구는 향후 해류모델을 검증하고 난류혼합을 모수화 하는데 적용될 것으로 사료된다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

물리해양 5
(PO-V)

[PO-20]

한국 근해 수온전선지수 변동특성

채정엽[1], 이은주[1], 허승화[1], 허룡[2], 박병문[2], 김주은[2], 박재훈[3]
[1] 인하대학교 해양과학·생물공학과
[2] 국립해양조사원 해양예보과
[3] 인하대학교 해양과학과

해양의 수온전선은 물성이 다른 수괴가 만나 상대적으로 급격한 수온경사를 형성하는 현상으로 직·간접적으로 해양 생태계에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 수온전선 형성의 원인으로는 수괴의 수렴, 담수유입, 조석 혼합, 용승현상 등이 있다. 한국 근해의 수온전선은 전체적으로 동중국해를 통해 유입되는 쿠로시오 지류의 영향을 받으며 계절변동이 강한 공통점도 있으나 서해, 남해, 동해 각각 고유의 특성을 가지고 있다. 서해는 조석이 우세한 해역으로, 특히 여름철에 연안에서 저층냉수가 조석에 의해 혼합 되어 표층까지 영향을 미쳐 수온전선을 형성한다. 남해에서는 고온, 고염의 Kuroshio 기원 수괴와 저온, 저염의 남해 연안수가 만나 전선이 형성된다. 동해는 동한난류와 북한한류가 만나 형성하는 아극전선대와 여름철 연안용승현상에의한 수온전선 형성으로 특징지을 수 있다. 수온전선의 정량적인 분석을 위하여, OSTIA SST 자료를 선밀도(Line Density) 및 Sigmoid 함수를 사용하여 0과 1사이로 수렴하는 수온전선지수를 만들고 한국 근해에 적용하였다. 시공간적인 변동을 보기 위해 EOF 분석을 적용한 결과 leading mode에서는 계절 변동이 지배적이었으나 해역에 따라 중장기 변동특성이 상이함을 확인할 수 있었다. 본 발표에서는 한국 근해에서의 수온전선지수 변동특성을 살펴보고 그 변화기작에 대해 논의하고자 한다.

황동중국해 해양재분석장 최적화 연구

최민범[1], 최영진[1], 강분순[2]
[1]㈜지오시스템리서치
[2]국립해양조사원 해양과학조사연구실

국립해양조사원은 한반도 근해 해양에 대해서 정확도 높은 해양재분석장 생산을 위한 연구를 수행하고 있다.

본 연구에서는 이를 위해 위성자료(OSTIA), CTD, 정선관측자료, GTSPP(Global Temperature and Salinity Profile Programme) 등 다양한 관측자료를 수집 및 규격화하고, 이러한 자료를 이용하여 최적의 해양재분석장 생산을 위해 최적내삽법(OI)나 칼만필터(KF) 등과 같은 자료동화 방법을 비교하였다. 또한, 해양수치모델의 정확도 향상을 위해 최적의 기상 및 해양 경계 자료 선정을 위한 비교연구 등을 수행하였다. 또한, 해양수치모델의 정확도 향상을 위해 4종의 기상자료(ERA5(0.25 degree), GFS(0.25 degree), UM_RDPS WRF(20km), NCEP_GFS WRF(20km))와 2종의 해양 경계자료(HYCOM(1/12 degree), Myocean(1/12 degree))를 활용한 8종의 민감도 실험을 수행하여 최적의 기상 및 해양 경계 자료 선정 비교연구를 수행하였다.

본 연구를 위해서 수행한 자료동화 방법 비교 연구 및 최적의 기상 및 해양 경계자료 선정 비교연구를 바탕으로 2018년도 황동중국해의 최적의 해양재분석장을 생산하였으며, 그 결과를 제시한다.

사사: 본 연구는 국립해양조사원 “근해 해양재분석자료 생산 및 연구(I)” 사업의 지원으로 수행되었습니다.

[PO-22]

시·공간 딥러닝 네트워크를 사용한 한반도 남해안 표층수온 예측

박영민[1], 최영진[1], 주영광[1], 권석재[2], 김영택[2], 서광호[2], 김예솔[2]
[1]㈜지오시스템리서치
[2]국립해양조사원 해양예보과

표층 수온을 신속하고 정확하게 예측하는 것은 해양 현업(혹은 해양학)에서 매우 중요한 역할을 한다.
본 연구에서는 새로운 하이브리드 심층신경망(hybrid deep neural network(DNN))구조를 사용하여 수치 모의 결과로부터 수온의 시공간변화를 예측하였다. 하이브리드 심층신경망은 공간정보와 시계열 패턴을 인식할 수 있는 Convolution과 LSTM(Long short-term memory) 신경망 기법이 혼합된 신경망이다. 학습에 사용된 자료는 국립해양조사원에서 운영 중인 KOOFS (Korea Ocean Observing and Forecasting System) 해양예측시스템 수치 모의 자료를 사용하였으며, 한반도 남해안에 대해 하이브리드 심층신경망(hybrid deep neural network(DNN))을 사용하여 표층수온을 시공간으로 예측하여 비교·검토하였다. 검토결과 수치모델 결과와 유사한 예측성능을 보여주었으며, 이미지를 포함한 데이터 기반의 시공간 예측에 적용될 수 있는 결과를 도출하였다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 1
(BO-I)

[BO-01]

Shifting diets for benthic deposit feeders in invasive halophyte environment : case study in Ganghwa tidal flat, Korea

이인옥[1], 노준성[1], 권봉오[1], 황규원[1], 류종성[2], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]안양대학교 해양바이오시스템공학과

The influence of invasive smooth cordgrass *Spartina alterniflora* on the benthic food web dynamics was investigated in Ganghwa tidal flat where *S. alterniflora* has been spread out ca. 31,180 m^2 since 2008. The $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ were seasonally investigated for macrobenthos and potential food sources (particulate organic matter; sediment organic matter; invasive halophyte *S. alterniflora*; native halophytes *Suaeda japonica* and *Phragmites australis*; microphytobenthos, MPB; and meiofauna) at two natural sites (YC, DG) and a *Spartina*-invaded (DM) from March 2018 to February 2019. In particular, four dominant deposit feeders (*Cerithidea ornata, Perinereis aibuhitensis, Macrophthalmus japonicas and Cleistostoma dilatatum*) and omnivore (*Helice tridens*) were targeted to elucidate the spatiotemporal variation of dietary contribution. The $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ range (CL, NL) of five benthic species in DM (CL, 6.4; NL, 5.3) was shorter than that estimated in YC (CL, 6.5; NL, 9.3) and DG (CL, 7.5; NL 7.6), suggesting the distinguishable diet utilization of benthic consumers in DM from natural sites. The isotopic mixing model revealed contrast dietary contribution to deposit feeders between natural and invaded sites. The MPB was significant food source to both functional groups in natural sites, and the seasonal MPB dietary contribution had significant positive relationship with MPB biomass (Chl-*a*) in natural habitat. The deposit feeders in DM significantly highly utilized *S. alterniflora* compared to other food sources. However, the preference was not observed in omnivore, showing the differences performance to invasive halophyte between two functional groups. Overall, the present study indicates that habitat changes in tidal flats by invasion of new halophyte species might influence the trophic shift of some benthic invertebrates, primarily for deposit feeders.

* Corresponding author. *E-mail:* jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[BO-02]

염생식물 갯질경(*Limonium tetragonum*) 종자의 발아에 미치는 수온, 염분, 광도의 영향

유재권, 양현지, 김해림, 조수근, 김형섭
군산대학교 해양생명응용과학부

갯질경(*Limonium tetragonum*)은 서·남해안의 조간대 상부, 갯벌지역, 염습지 부근에 자생하는 2년생 염생식물이다. 갯질경은 유망한 약용자원(Kim et al. 2015, Kwon et al. 2016, Yang et al. 2014)으로서 활용가치가 높고, 해안가 염습지 및 갯벌 복원재료로 식생 번식을 위해 사용할 수 있으나, 대량 재배에 필요한 종자의 발아에 관한 연구가 미흡하다. 본 연구는 갯질경의 대량 발아를 위한 기초자료를 확보하고자 종자의 수온, 염분, 광도에 따른 발아율을 분석하였다.

갯질경 종자는 2018년 11월 곰소만 갯벌에 자생하는 식물체에서 채종한 후 상온에서 2주간 건조한 다음 4℃에서 냉장보관하면서 실험에 사용하였다. 수온(10, 15, 20, 25, 30℃)과 염분(0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35psu)의 상호조건과 광도(0, 10, 20, 50, 100, 200 μE m^{-2} sec^{-1})에 따른 발아율을 분석하였다. 발아실험을 위한 종자는 직경 90mm petri-dish에 20립씩 놓았고, 모든 실험은 4반복 실험구를 두었다. 발아율은 매일 일정시각에 관찰하였고, 10일 후 최종 발아율로 산정하였다.

갯질경 종자의 발아율은 수온이 높고, 염분이 낮을 수록 높았으며, 암흑상태에서도 발아률이 높았다. 염분 0psu에서 가장 높은 발아율을 보였으며, 수온은 25℃에서 가장 높은 발아율 75%을 보였으며, 광도(0, 10, 20, 50, 100, 200 μE m^{-2} sec^{-1})는 모든 조건에서 65%이상의 발아율이 높게 나와. 광도 실험은 (안영희 2005)의 연구와 유사함을 알 수 있었다. 또한 생장률은 M/S배지에서 가장 높은 생장률(평균 크기 1.96cm, 평균 습중량 0.00313g)을 보였다.

갯질경 종자의 발아는 낮은 염분을 선호하며, 암흑에서도 발아가 잘 되기 때문에 염습지 복원 및 매립지 제염기간 단축, 항산화 관련 물질을 얻기 위한 선구 수종으로 적합한 식물로 판단된다.

1. Kim NH, JD Heo, TB Kim, JR Rho, MH Yang and EJ Jeong. 2015. The extract of *Limonium tetragonum* protected liver against acute alcohol toxicity by enhancing ethanol eetabolism and antioxidant enzyme activities. Nat. Prod. Sci., 21: 54-58.
2. Kwon MS, F Karadeniz, SG Lee, YW Seo and CS Kong. 2016. Adipogenesis inhibitory effects of *Limonium tetragonum* in mouse bone marrow stromal D1 cells. Food Sci. Biotechnol., 25: 125-131.
3. Yang MH, NH Kim, JD Heo, SH Sung and EJ Jeong. 2014. Hepatoprotective effects of *Limonium tetragonum*, edible medicinal halophyte growing near seashores. Pharmacogn. Mag., 10: S563-S568.

[BO-03]

해조류 군집 생산량 추정을 위한 챔버 시스템 개발

김주형[1], 문한비[1], 이숙연[1], 곽철우[2], 강은주[3], 김일남[3], 김창신[4]
[1]군산대학교 해양생명응용과학부, [2]한국해양환경생태연구소, [3]인천대학교 해양학과, [4]국립수산과학원 연근해자원과

연안 해조류 식생은 먹이망 내에서 에너지 전달 및 생지화학적 순환에 중요한 역할을 한다. 하지만 연안 식생의 생산량 추정에 대한 연구방법을 비롯한 연구 결과가 매우 부족하다. 본 연구에서는 현장 해조류 군집에 적용 가능한 챔버 시스템을 개발하여 포항시 오도해수욕장 주변 해조류 군집의 생산량을 추정하고자 하였다. 챔버 시스템은 정사각뿔대 형태로 부피 0.029 m^3, 바닥면의 면적 0.25 m^2이며, 옆면은 빛 투과성이 높은 아세테이트 필름을 부착하였고, 총 4개의 챔버를 설치하였다. 펌프를 통해 2 L min^{-1}의 유속으로 챔버 외부의 해수를 내부로 배양실험 동안 지속적으로 공급하였다. 0.2025 m^2의 방형구에 포함된 해조류를 채집 후 3개의 챔버에 해조류를 현장과 유사하게 옮겨주었고, 1개의 챔버는 해조류를 넣지 않았다. 해조류 군집의 생산량 추정을 위해 4개의 챔버 내부와 외부 각각의 광학적 산소농도 저장장치를 통해 1분 간격으로 자료를 저장하였고, 매분 산소농도 변화율을 계산하였다. 해조류 군집의 생산력은 해조류 챔버와 빈 챔버의 산소농도 변화율의 차이를 이용하여 계산하였다. 해조류 군집의 순생산량은 오전과 늦은 오후에 양의 값을 보였지만, 광량이 가장 높은 낮과 밤 시간대에 음의 값을 보였다. 이 자료를 바탕으로 추정한 해당 지역의 동계 해조류 군집의 순생산량은 170.77 ± 55.01 mg O_2 m^{-2} d^{-1}이었다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BO-04]

Spatiotemporal variation of meiofauna communities in relation to environmental variables in two contrasting subtidal habitats

김형기[1], 송성준[1], 권봉오[1], 배한나[1], 노준성[1], 이창근[1], 이정호[2], 류종성[2], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]안양대학교 해양바이오시스템공학과

The present study aimed to investigate the spatio-temporal pattern of meiofaunal assemblages and the environmental factors that determine the distribution pattern of meiofauna in two contrasting subtidal nearshore habitats. The two habitats were a semi-enclosed bay on the south coast of Korea (Jinhae Bay) and an open sea area in the East Sea, Korea (Samcheok coast). Biotic and abiotic data were collected from six sites in the two habitats over 12 consecutive seasons (i.e., three years, from 2013 to 2016). Our results showed that abiotic factors such as sediment properties and water quality parameter were significantly different in time (season/year) and space (site/area). The meiofauna density, diversity and assemblages composition also clearly differed between the two study areas, among seasons, and among sites within each area. The estimated variation of meiofauna assemblages among sites were higher compared to the variation detected among seasons and between areas. The spatial differences in meiofauna among sites were significantly influenced by local environmental factors, including grain size, organic content, sea-water temperature and salinity. This high spatial variability exhibited clear inner-outer site differences, potentially showing that natural variability is affected by anthropogenic pressures at some sites in both study areas. These site-specific variabilities of meiofauna assemblages highlighted the usefulness of meiofauna in ecological quality assessments.

* Corresponding author. *E-mail:* jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[BO-05]

Influence of glacier retreat on benthic assemblages during austral summer in Marian Cove, King George Island, Antarctica

배한나[1], 박진순[2], 송성준[1], 김호상[1], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]한국해양대학교 해양과학부

Marian Cove, which is located on South Shetland Island in the Antarctica, has been affected by conspicuous glacial retreat over the last 10 years. In this study, the spatial distribution of diatom assemblages under such a fast-evolving environment was investigated by examining community changes as a reflection of environmental gradients, i.e., by distances from glacier, water depths, and substrate type. *Navicula* cf. *perminuta* and *Brandinia mosimanniae* were the dominant species in the intertidal zone, while *Navicula* sp. 1 and *Navicula* cf. *perminuta* dominated in the subtidal area. Diatom species were grouped by geographic locality: intertidal zone near the glacier, intertidal zone distant to the glacier (beyond 2 km), and subtidal zone. Dense diatom patches were observed at the intertidal locations adjacent to the glacier; this location had been newly exposed to drastic environmental changes caused by glacier break-up and melting. While the epilithic diatoms exhibited distinctive spatial variation in community structure, species composition remained consistent, regardless of location, among epizoic diatoms. The results of principal component analysis showed that distance from the glacier, substrate, and habitats were the major environmental factors explaining differences in diatom community structure across the study area. Indicator species for representative habitat types were identified. Overall, the spatial dissimilarity and/or changes in diatom assemblages found in the changing environment of Marian Cove reflect the hydrographic influence of glacier retreat. The present findings necessitate future study to elucidate specific processes and/or mechanisms underlying changes in diatom community structure in this severe environment.

* Corresponding author. *E-mail:* jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 2
(BO-II)

[BO-06]

온대 및 극지 해역의 표층 영양염 조건이 식물플랑크톤 광합성 효율에 미치는 영향

고은호[1,2], 박지수[1,2], 이영주[2], 정진영[2], 양은진[2], 강성호[2]
과학기술연합대학원대학교[1], 극지연구소[2]

해양의 일차생산력은 계절별 또는 지역별로 주어진 환경 조건에 따라 다양한 분포를 나타내는데 여러 환경 요인 중, 영양염은 대표적인 식물플랑크톤 성장 및 광합성 효율의 제한요인이다. 그 중, 질산염(N)과 철(Fe)은 주로 열대와 온대해역에서 식물플랑크톤 성장에 주요한 제한요인이며, 남극해에선 주로 철 등의 미량금속이 제한요인으로 밝혀졌다. 또한, 인(P)은 다른 영양염과 동시에 해양 식물플랑크톤 성장에 영향을 주기도 한다. 해양의 유광층 내 영양염 분포는 식물플랑크톤 생물량 및 일차생산 조절에 중요한 역할을 한다. 하지만, 영양염 조건과 식물플랑크톤 광합성 효율 관계에 대한 지역별 실험자료의 부족으로 여전히 영양염 조건에 따른 식물플랑크톤의 성장 또는 광합성 반응에 대해서는 알려진 바가 많지 않으며, 본 연구를 통해 온대 및 극지 해역에서 지역별 영양염 조건(N, P, N+P)에 따른 식물플랑크톤의 성장 및 광합성 상태를 평가하고자 하였다. 2017년과 2018년 7-8월경 부산을 출발하여 북극해까지의 아라온 항로를 따라 두 번의 현장조사가 이뤄졌다. 표층 및 혼합층 내 해수를 채취하여 여러 영양염 조건에 따라 약 2-3일 동안 배양실험을 여러 차례 반복 실행하였다. 단기 배양실험은 추가된 영양염에 따라 식물플랑크톤의 성장 및 광합성 상태를 평가하여 제한요인을 파악하는데 널리 사용되는 방법이다. 배양샘플을 가지고 활성 형광 방법이 적용된 Fluorescence Induction & Relaxation (FIRe) system을 활용하여 초기 형광(the minimal fluorescence, F_0), 광화학 효율(Photochemical efficiency of PhotosystemII, F_v/F_m), 유효 흡수단면적 (Functional absorption cross section of photosystemII, σ_{PSII})을 측정하였고, 전자전달률 (Electron Transfer Rate, ETR)도 계산되었다. 또한, 배양 전후의 지역별 식물플랑크톤 군집 크기 구성 (micro: >10 μm, nano: 3-10 μm, pico: <3 μm)도 측정하였다. 이 연구를 통해 두 해역에서 질산염과 인산염 공급 조건에 따라 식물플랑크톤의 성장 및 광합성 효율이 얼마나 영향을 받고 있는지 파악하고자 하였다.

[BO-07]

동중국해 북부해역의 식물플랑크톤 군집 변동 특성

박경우, 유만호, 문수연, 윤석현, 오현주
국립수산과학원 기후변화연구과

동중국해 북부해역에 대하여 환경특성 및 식물플랑크톤의 분포 특성을 파악하기 위하여 계절별로 15개 정점에 대하여 2015 - 2017년까지 조사를 실시하였다.

'1990년대 - '2000년대 춘계와 하계 동중국해 북부해역의 식물플랑크톤 군집은 돌말류와 와편모류가 주 우점종으로 보고되었다. 반면 이번 조사에서는 동계를 제외한 전 계절에서 10 ㎛ 이하의 미세편모류가 15.8 - 53.8 %의 우점율을 보이며 최우점종으로 나타나 기존 연구와 군집 구조의 차이를 나타내었다. 이에 동일 정점에 대한 1998년 하계와 이번 조사의 해양환경 비교 결과 영양염류는 1998년 하계에 비해 이번 조사에서 전체적으로 낮은 농도를 나타내고 있었다. 특히 인산염은 0.1 ㎛M 이하로 매우 낮은 농도를 나타내, 1998년에는 질소가 제한요인으로 작용한 반면, 이번 조사에서는 인이 제한 요인으로 작용하여 서로 상반되는 영양염 환경을 나타내고 있었다. 이로 인해 1998년 하계에는 돌말류 중심의 군집이 형성된 반면, 이번 조사에서는 10 ㎛ 이하의 미세편모류 중심의 군집이 형성되는 상반된 결과를 나타내었다. 엽록소-*a*의 크기별 기여율은 영양염류가 낮았던 춘계와 하계 초미소(3 ㎛ 이하)형 엽록소-*a*가 60% 이상의 높은 기여율을 나타내고 있었으며, 특히 인산염의 농도가 낮았던 하계 표층 혼합층에서 가장 높은 기여율을 나타내었다. 또한 상대적으로 영양염이 높은 서쪽 정점 보다는 동쪽 정점에서 초미소형 Chl-*a*의 기여율은 높게 나타났다. 이에 따른 초미소식물플랑크톤의 분포 특성을 살펴보면 *Synechococcus* 그룹의 현존량은 수온 및 수온약층의 형성과 밀접한 관계를 나타내고 있었다. 공간적 분포에서는 하계 장강희석수의 영향을 받고 있는 서쪽 해역에서 높은 현존량을 보여 공간적으로 큰 분포 차이를 나타냈으나, 다른 계절에서는 차이가 미미하였다. 반면 *Prochlorococcus* 그룹은 동계와 춘계에는 출현하지 않았으며, 하계와 추계에도 쿠로시오 기원 해류에 영향을 받는 동쪽해역에서 제한적으로 분포하고 있었으며 장강희석수의 영향이 미치지 않았던 추계에 가장 넓은 분포 범위가 확인되었다.

결론적으로 영양염류의 농도가 감소 경향을 나타내는 동중국해 북부해역의 식물플랑크톤 군집은 점차 소형화가 심화 될 것으로 판단되며, 과거 돌말류 중심의 높은 일차생산력을 가지는 단순한 먹이망 구조에서, 일차생산력이 낮은 소형 식물플랑크톤 중심의 복잡한 미생물 먹이망 구조를 형성 할 것으로 예상되며 이에 따른 해양 생태계에 미칠 영향에 대해 면밀히 살펴볼 필요가 있다고 판단된다.

[BO-08]

울릉도-독도 수역의 하계(8월) 식물플랑크톤 생체량, 군집구조 및 일차생산의 연변화 특성 연구

노재훈[1], 최동한[1], 안성민[1], 이호원[1], 원종석[1], 김지훈[1], 이연정[1], 박찬홍[2]
한국해양과학기술원 생태연구센터[1]
한국해양과학기술원 독도전문연구센터[2]

전 지구적 기후변화에 따른 SST 상승이 식물플랑크톤 군집구조와 일차생산에 미치는 영향에 대한 가설은 많은 논문들에서 언급이 있었다. 이 가설들의 공통적 특징은 SST 상승에 따른 성층 강화로 인해 영양염의 유광대 공급이 약화되며, 이에 따라 식물플랑크톤의 군집구조(크기분포, 우점 분류군 조성) 변화와 일차생산력 감소를 다루고 있다. 따라서 기후변화로 인한 SST 상승은 식물플랑크톤이 해양에서 수행하는 생물생산, 영양염 순환, 먹이망 구조 및 기후변화 속도 조절과 같은 다양한 기능에 심각한 영향을 줄 수 있다.

우리는 동해의 울릉도와 독도를 포함하는 해역에서 2008년부터 8회에 걸쳐 하계(8월)의 식물플랑크톤의 생체량, 군집구조 및 일차생산력을 조사 하였다. 또한 수온을 포함한 다양한 물리 환경 변화와 식물플랑크톤의 연동관계를 파악하고자 하였다.

조사결과는 연도별 수온의 높고 낮음과 식물플랑크톤 생체량, 군집구조 및 일차생산력은은 뚜렷한 상관성을 보이지 않았다. 식물플랑크톤의 구조적 특징은 수온의 증감보다, 대마난류의 이동, 난수성 소용돌이의 발달, 지형류의 생성등 중규모 물리과정에 따른 변화가 크게 나타났다. 또한 남해에서 발생한 적조생물의 확산 과정에서 큰 변화를 보였다. 발표에서는 현재까지 연구 결과 분석을 통해 기후변화의 영향 파악과 예측을 위한 관측 자료 생산에 대해 논의 하고자 한다.

[BO-09]

Marine Ecological Genomics provides insights into environmental adaptation of marine organisms

이준모
경북대학교 해양학과

Most marine organisms (e.g., algae, and reef-building corals) are important components in marine ecosystems contributing as primary producers, significant basements and shelters to a variety of flora and fauna. They play crucial ecological, physiological, and geochemical roles in marine environments through the photosynthesis, carbon cycling, and biomineralization of calcium carbonate ($CaCO_3$) skeletons. Despite of these importances, the interactions and environmental adaptations of these marine organisms are still unclear.

To fill the gap of understanding to environmental adaptation of marine organisms, here we generated and analyzed several genome data from ecologically important marine organisms. The Marine Ecological Genomics approach provides some critical evidences to understand to 'How these marine organisms can adapt in their specific environments?'. In addition, the results will bring more insights to resolve marine environmental issues.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 3
(BO-III)

[BO-10]

이매패류 기생성 섬모류 *Miamiensis* sp.에 대한 와편모류 2종의 제어효과

문재학[1], 장건강[2], 오미령[1], 이원호[1], 박관하[1], 정해진[3], 김형섭[1]
[1]군산대학교 해양생명응용과학부, [2]전라북도 수산기술연구소
[3]서울대학교 지구환경과학부

이매패류 종자생산시 부유유생 사육단계에서 스쿠티카충(*Miamiensis* sp.)에 대한 피해가 매우 커, 때로는 종자생산 자체를 포기해야할 정도이다. 스쿠티카충 제어를 위해 수산용 포르말린, 자외선살균기 및 오존처리 등의 다양한 방법을 적용(미발표 자료)하였으나, 큰 효과가 없어 2~3일 간격으로 사육수 전체를 환수하는 비효율적인 방법으로 이매패류 종자를 생산하고 있다. 보다 효율적인 스쿠티카충 제어를 위해 와편모류를 투입하는 친환경적 제어방법을 규명하고자 하였다. 스쿠티카충(*Miamiensis* sp.)은 2017년 7월 전라북도 수산기술연구소의 바지락 부유유생에 감염된 개체를 분리한 후 시판용 광합성세균을 공급하면서 배양하였고, 제어용 와편모류 *Alexandrium andersonii*와 *Gambierdiscus jejuensis*를 계대배양하면서 실험에 사용하였다. 스쿠티카충 제어를 위한 2종의 적정 농도를 분석하기 위해 *A. andersonii*는 0, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 cells ml^{-1}, *G. jejuensis*는 0, 50, 100, 200, 400, 800 cells ml^{-1}의 농도 실험구를 설정하였다. 바지락 부유유생은 발달단계별(D형, 각정기, 부착기)로 구분한 후 유생 10 개체 ml^{-1}의 밀도로 수용하였으며, 스쿠티카충은 1,000 개체 ml^{-1}의 밀도로 투입하여 바지락 유생의 감염율을 높였다. 수온과 염분은 각각 22℃, 30psu로 설정하였고, 공기와 먹이(*Isochrysis galbana* Korean strain, 10,000 cells ml^{-1})를 공급하였으며, 3반복 실험구를 설정하여 4일간 실험하였다. *A. andersonii*는 2,000 cells ml^{-1}, *G. jejuensis*는 100~200 cells ml^{-1}의 농도에서 바지락 D형, 각정기, 부착기 유생의 생존율이 높게 나타났고, 와편모류의 농도가 낮거나 높을 경우에는 유생의 생존율이 낮았다. 와편모류가 일정농도 이상에서는 오히려 부유유생에 영향을 주었을 것으로 판단된다. 실험기간 동안 스쿠티카충의 농도는 와편모류의 농도가 증가할수록 감소하였다. 따라서 바지락 종자생산시 식물 먹이생물과 동시에 제어 와편모류를 배양하여 사용할 경우 스쿠티카충에 의한 피해를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

[BO-11]

적조생물의 제어에 포식과 기생의 복합적인 영향 : 모델 생물 시스템으로서 적조원인 와편모류 *Akashiwo sanguinea*, 종속영양성 와편모류 포식자 *Luciella masanensis* 및 기생성 편모류 *Parvilucifera infectans*를 이용한 예

김아송, 박명길
전남대학교 해양학과

적조 생물의 번식은 물리, 화학적인 요인들의 영향뿐만 아니라, 포식(predation/grazing) 및 기생(parasitism) 등과 같은 생물학적인 요인들에 의해서도 큰 영향을 받는다. 생물학적 요인들의 영향에 대한 기존의 연구들은 대개 포식 또는 기생의 단일 요인에 의한 영향 연구들이 주로 이루어져 왔으며, 그들의 복합적인 영향과 상호작용에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 본 연구에서는 세 종간 모델 생물들로서 적조 와편모류인 *Akashiwo sanguinea,* 종속영양성 와편모류 포식자 *Luciella masanensis*와 기생생물인 *Parvilucifera infectans*를 이용하여 포식과 기생의 복합적인 생물학적 영향에 대해 알아보고자 하였다.

먼저 두 종간의 관계를 살펴보면, 기생생물 *P. infectans*는 포식자 *L. masanensis*보다는 적조생물 *A. sanguinea*를 선호해서 잘 감염시킨 반면, *L. masanensis*는 기생생물에 의한 감염이라기보다는 기생생물과의 물리적인 접촉을 통해 *L. masanensis*가 운동성을 잃은 후 점차적으로 사망하였다. 포식자인 *L. masanensis*는 기생생물을 거의 섭식하지 않았으며, 건강한 *A. sanguinea*보다는 기생생물에 감염된 *A. sanguinea*를 더 잘 섭식하였다. 세 종이 혼재하는 경우 기생생물의 밀도가 높은(Parasite : Host = 60 : 1)조건에서는 *A. sanguinea*와 *L. masanensis*는 2일 안에 소멸되었고, 시간이 지나며 기생생물도 결국 모두 소멸되었다. 반면, 기생생물의 밀도가 낮은(Parasite : Host = 3 : 1)조건에서는 세 종 모두 실험기간 내내 공존하는 결과를 보였다.

본 연구의 세 종간 모델생물 시스템을 이용한 결과들은 포식자가 직접적으로 잡아먹기 어려운 먹이생물을 기생생물이 감염시킴으로써 포식하기 쉬운 형태로 바꿀 수 있다는 기생생물의 역할과 자연환경에서 기생생물이 생물다양성을 어떻게 증가시키는지에 대한 단서를 실험적으로 보여주는 좋은 사례라고 판단된다.

[BO-12]

Ecophysiology of the mixotrophic dinoflagellate *Alexandrium pohangense*: effects of light intensity and temperature on its growth and ingestion rates

임안숙[1], 정해진[2], 옥진희[2]
[1]서울대학교 해양연구소, [2]서울대학교 해양학과

The newly described phototrophic dinoflagellate *Alexandrium pohangense*, APPH1409, fed only on the dinoflagellate *Margalefidinium polykrikoides* among 16 potential algal prey species tested. To explore the ecophysiology of *A. pohangense*, its growth and ingestion rates with and without added *M. polykrikoides* prey were determined as a function of light intensity (0 – 346 μmol photons m^{-2} s^{-1}) and temperature (10 – 35 °C). Both the autotrophic and mixotrophic growth rates of *A. pohangense* fed on *M. polykrikoides* were significantly affected by light intensity. In the darkness, *A. pohangense* did not grow under either mixotrophic or phototrophic conditions. Photoinhibition did not occur at the tested light intensities. *A. pohangense* grew between 15 and 30 °C, but did not grow at 10 °C or ≥ 32 °C. Both the autotrophic and mixotrophic growth rates of *A. pohangense* fed on *M. polykrikoides* were also significantly affected by temperature. At the same light intensity or temperature, the mixotrophic growth rate of *A. pohangense* was generally considerably greater than the autotrophic growth rate, with a few exceptions. Therefore, light intensity, water temperature, and prey accessibility may affect the population dynamics of this species.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BO-13]

적조생물 코클로디니움과 경쟁 식물플랑크톤의 상호작용: 생리 및 유전자적 반응

김한솔[1], 왕휘[1], 서요셉[1], 소피아 아바시[1], 기장서[1]
[1]상명대학교 생명공학과

해양 와편모조류 코클로디니움은 다른 식물플랑크톤과 함께 출현하며, 성장환경이 충족되면 급격히 증식하여 적조를 유발한다. 하지만 코클로디니움의 증식과정에서 다른 경쟁 식물플랑크톤과의 상호작용에 대한 연구는 거의 실시되지 않았다. 본 연구에서는 코클로디니움 폴리크리코이데스의 증식과정과 경쟁하는 식물플랑크톤의 상호작용 과정의 배양생리 및 유전자 반응 특성을 규명하였다. 코클로디니움은 경쟁 와편모조류 알렉산드리움의 혼합배양에서 세포의 증식이 급격히 감소하였다. 이 과정에서 세포의 크기 변화는 관찰되지 않았으나, 엽록소자연형광값 감소와 광합성 유전자 *psbA, psaB, rbcL*의 발현 감소가 관찰되었다. 하지만, 스트레스연관 HSP70과 HSP90 유전자의 발현은 증가하였다. 세포수 증가에 따른 광합성 저해를 파악하기 위하여 배양추출물을 이용한 성장실험을 실시하였다. 코클로디니움은 알렉산드리움 배양액을 처리하였을 때, 성장이 감소하였으며, 엽록소자연형광도 일부 감소하였다. 하지만, 광합성 유전자와 스트레스 유전자의 반응은 나타나지 않았다. 혼합배양과정의 영양소 감소는 크게 관찰되지 않았다. 본 연구결과는 코클로디니움과 알렉산드리움의 성장에 빛의 흡수가 중요하며, 일부 파악되지 않은 타감물질의 작용이 있다는 것을 제시하여 준다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 4
(BO-IV)

Morphology and molecular characterization of *Scrippsiella masanensis*: a new phototrophic dinoflagellate from Korea

이승연, 정해진, 임안숙, 장세현
서울대학교 지구환경과학부

A phototrophic dinoflagellate belonging to the genus *Scrippsiella* was isolated from a water sample collected from Masan Bay, Korea. Using a clonal culture, its morphology and small subunit (SSU), large subunit (LSU), and internal transcribed spacer ribosomal DNA (ITS rDNA) sequences were examined. The dinoflagellate plate formula was Po, x, 4', 3a, 7'', 6c (5c + t), 5s, 5''', and 2'''', consistent with *Scrippsiella*. However, this dinoflagellate had a rounded epitheca, a narrow, symmetrical, pentagonal 1′ plate, and three intercalary plates of different sizes, unlike other *Scrippsiella* species. In addition, this species had noncalcareous cysts, unlike most *Scrippsiella* species, which have calcareous cysts. The LSU rDNA sequence of the dinoflagellate was about 2% different from *Scrippsiella enormis*, the closest *Scrippsiella* species, and the ITS rDNA sequence was about 8% different from *S. enormis*. The sequence was identical to an unidentified *Scrippsiella* strain from Chinese waters (SSND14) and 0.55% different from an unidentified *Scrippsiella* strain from Norwegian waters (GeoB 277). On the basis of its unique morphological and molecular features, this species was named *Scrippsiella masanensis* sp. nov.

[BO-15]

Distribution and genetic diversity of the toxic benthic dinoflagellate genus *Ostreopsis* in Korea

이보라, 박명길
전남대학교 해양학과

Species belonging to the toxic dinoflagellate genus *Ostreopsis* are widespread, occurring from tropical to temperate waters. As mainly benthic/epiphytic species, they would be expected to show distinct geographical patterns. In this study, ribosomal DNA (rDNA) sequences from partial nuclear LSU D8-D10, 5.8S, and ITS regions were determined for 169 isolates of *Ostreopsis* species collected from three coastal sites (i.e., Jeju Island, Chuja Island, and Pohang) within Korea. The phylogenetic tree inferred from the LSU rDNA D8-D10 sequences showed that Korean *Ostreopsis* species corresponded to either *Ostreopsis* sp.1 or sp.6, with *Ostreopsis* sp.1 being relatively predominant regarding their distribution. While *Ostreopsis* sp.1 occurred throughout all the three sampling sites within Korea, *Ostreopsis* sp.6 was confined to the northern part of Jeju Island. When further investigated, the genetic diversity of *Ostreopsis* sp.1 in Korea based on ITS sequences showed a total of 21 haplotypes. The presumed ancestral haplotype H3, was also present in the Japanese and Russian populations. Although the overall demographic history of all the Korean populations of *Ostreopsis* sp.1 could not be clearly identified, probably owing to a mixture of different regional demographic patterns within Korea, each *Ostreopsis* population showed a characteristic demographic pattern at a regional scale. While the Jeju Island population showed a signal in agreement with population equilibrium, the Chuja Island and Pohang populations showed distribution patterns that are expected in a sudden population expansion model. The results from this study provide a basis for a better understanding of the distribution and genetic structure of the Asian *Ostreopsis* populations.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

Two new parasitoids *Tuberlatum coatsi* and *Parvilucifera* sp. (Alveolata, Perkinsozoa) infecting the marine dinoflagellates: the morphology and phylogeny

전부성, 박명길
전남대학교 해양학과

Although recent environmental rDNA sequencing studies of the phylum Perkinsozoa have revealed that this exclusively parasitic group has considerable diversity and a wide distribution, their morphological and/or taxonomical identities remain mostly unknown. During intensive samplings in Korean coastal waters in June, August, and September 2017, two different parasitoids infecting marine dinoflagellates were detected and were successfully established in culture. Based on morphological, ultrastructural and phylogenetic analyses, both of the two parasitoids were included in the family Parviluciferaceae, and had similar life-cycle stages consisting of free-living zoospore, trophocyte and sporocyte, but showed distinct morphologically differences between the two parasitoids, as well as from the previously known species within the family. The new parasitoid *Tuberlatum coatsi* was most characterized by the presence of two to four dome-shaped, short germ tubes in the sporangium. The opened germ tubes were biconvex lens-shaped in the top view and were characterized by numerous wrinkles around their openings. The other new parasitoid *Parvilucifera* sp. had a close morphological similarity with other species within the genus *Parvilucifera*, but differed clearly by both diameter and the number of apertures. In this study, we will present the details of morphological characteristics and phylogeny of the newly discovered two species.

[BO-17]

Unveiling the hidden genetic diversity and chloroplast type of marine benthic ciliate *Mesodinium species*

김미란[1], 박명길[2]
[1]전남대학교 기초과학연구소, [2]전남대학교 해양학과

Ciliate*Mesodinium* species are commonlydistributed in diverse aquatic systems worldwide. Among *Mesodinium* species, *M. rubrum*is closely associated with microbial food webs and red tide formation and isknown to acquire chloroplasts from its cryptophyte prey for use inphotosynthesis. For these reasons, *Mesodinium*has long received much attention in terms of ecophysiology and chloroplastevolution. *Mesodinium* cells areeasily identifiable from other organisms owing to their unique morphology comprising two hemispheres, but a clear distinction among species is difficult under a microscope.Recent taxonomic studies of *Mesodinium* havebeen conducted largely in parallel with molecular sequence analysis, and theresults have shown that the best-known planktonic *M. rubrum* in fact comprises eight genetic clades of a *M. rubrum*/*M. major* complex. However, unlike the planktonic *Mesodinium* species, little is known ofthe genetic diversity of benthic *Mesodinium*species, and to our knowledge, the present study is the firstto explore this. A total of ten genetic clades, including two clades composedof *M. chamaeleon* and *M. coatsi*, were found in marine sandysediments, eight of which were clades newly discovered through this study. Wereport the updated phylogenetic relationship within the genus *Mesodinium* comprising heterotrophic/mixotrophicas well as planktonic/benthic species. Furthermore, we unveiled the widevariety of chloroplasts of benthic *Mesodinium*,which were related to the green cryptophyte.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 5
(BO-V)

[BO-18]

독도 주변해역 대형저서동물의 종다양성 및 군집 재분석

송성준[1], 박진순[2], 류종성[3], 노현수[4], 김원[5], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]한국해양대학교 해양환경학과
[3]안양대학교 해양바이오시스템공학과
[4]한국해양과학기술원 동해연구소
[5]서울대학교 생명과학부

본 연구는 1960년 이후 약 50여 년간 보고된 동해바다 독도 주변에서 조사된 대형저서동물 관련 생태 및 분류 연구에 대하여 재분석을 실시하였다. 또한 모든 기록종에 대한 분류학적 재확인 과정을 거쳤으며 독도 주변해역 약 1 km^2에 서식하는 해양무척추동물이 총 12문 243과 578종 (속 이하 동정된 종 기준)에 이르는 것을 확인하였다. 이들 저서동물상은 울릉도에 비해 2배 이상 높은 종다양성을 보였으며, 또한 세계적으로 높은 생물다양성을 보유한 우리나라 갯벌, 약 2,500 km^2 내 해양무척추동물 기록종 624종(Ocean & Coastal Management, 2014년, 김종성 교수팀 연구)을 훨씬 상회하는 세계 최고수준이라 할 수 있다. 출현 분류군은 전체적으로 연체>절지>환형>자포동물 4개의 문이 전체의 86%를 차지하는 대표 분류군으로 확인되었고 환형동물인 갯지렁이류가 조하대에서 상대적으로 우점 분포하는 특성을 보였다. 연체, 절지, 극피동물은 조간대와 조하대 지역에서 유사한 비율로 출현하였으나 환형동물이 갯지렁이류는 조하대에서 상대적으로 우점 분포하는 특성을 보였다. 출현종에 대한 분류학적 유사도 분석 결과, 독도 출현종 분포는 다양성 측면에서 큰 차이를 보였으나, 지역별 출현종의 종간 관계가 매우 유사한 것으로 나타났다.

* Corresponding author. *E-mail:* jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[BO-19]

미세플라스틱에 의한 중형저서동물 반응 연구

강태욱, 오제혁, 신아영, 김동성
한국해양과학기술원

지난 50여 년간 해양 환경 내에서 플라스틱 쓰레기는 점점 눈에 띄게 증가하였다. 그 중 미세플라스틱은 전 세계의 어느 바다에서나 출현하고 있으며 심지어 남극해에서도 존재가 확인되었다. 그러나 플라스틱 쓰레기 중 크기가 큰 플라스틱 쓰레기가 해양 환경에 미치는 영향에 대한 연구는 잘 진행되었으나, 크기가 작은 미세플라스틱이 해양 환경에 미치는 영향에 대한 연구는 이제 시작하는 단계이다. 미세플라스틱은 해양 생물들에게 주요 위험 요인으로 여겨지는데, 일부 연구들에서 어류, 조류, 저서성 다모류, 동물플랑크톤과 같은 해양 생물들이 미세플라스틱을 흡입한다는 연구 결과들이 있다.

이 연구의 목적은 미세플라스틱이 선충류 체내에 흡입되어지는 것을 확인하고, 또한 미세플라스틱 크기에 따라 선충류 (*Enoplolaimus* spp.) 체내에 흡입되는 차이를 확인하기 위한 것이다. 실험을 위해 채집 된 퇴적물은 만리포 조간대 사질에서 채집하였다. 실험은 4칸으로 구획이 있는 페트리디쉬를 사용하였으며, 각 칸에는 *Enoplolaimus* spp.를 20 개체씩 넣어준 후 실험을 진행하였다. 실험에 사용된 미세플라스틱은 4개의 다른 크기를 선택하여 실험에 사용하였다 (10 ㎛, 5 ㎛, 1 ㎛, 0.5 ㎛). 각 미세플라스틱 크기별로 선충류가 미세플라스틱을 섭취한 비율은 10 ㎛ 실험구에서 선충류의 미세플라스틱 섭취비율은 평균 27.5%로 나타났다. 5 ㎛ 실험구에서 선충류의 미세플라스틱 섭취비율은 평균 60.9%로 나타났다. 1 ㎛ 실험구에서 선충류의 미세플라스틱 섭취비율은 평균 67.9%로 나타났다. 0.5 ㎛ 실험구에서 선충류의 미세플라스틱 섭취비율은 평균 73.0%로 나타났다. 미세플라스틱의 크기가 작아질수록 선충류들의 미세플라스틱 섭취율은 증가하는 것으로 나타났다. 각 미세플라스틱 크기에 따른 섭취율의 차이를 알아보기 위해 One-way ANOVA 분석 결과 10 ㎛ 실험구의 선충류 섭취율은 다른 크기의 미세플라스틱에서 나타난 선충류 섭취율과 유의한 차이가 나타났다 ($p < 0.05$).

[BO-20]

Distribution and sources of organic matter in the coastal sediment of tidal flat and estuaries in Korea

이종민[1], 권봉오[1], 김범기[1], 노준성[1], 황규원[1],
류종성[2], 박진순[3], 홍성진[4], 김종성[1*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]안양대학교 해양바이오시스템공학과
[3]한국해양대학교 해양환경학과
[4]충남대학교 해양환경과학과

Coastal ecosystems have been highlighted as globally important carbon sinks and play a valuable role in mitigating the climate changes for high carbon sequestration rates and low levels of greenhouse gas emissions. Recently, the carbon captured by several coastal ecosystems such as mangrove, salt marshes, and seagrasses, namely “blue carbon”, is increasingly recognized as several studies have confirmed their roles in highly efficient CO_2 sinks. This study aimed to investigate sedimentary organic matter year-round distributions and site-specific sources in the typical intertidal areas. Target areas included four natural tidal flats (Ganghwa, Garolim, Sinan, and Suncheon) and one artificially closed estuary (Nakdong River), South Korea (in 2018). Among the parameters monitored, mud content was a key factor controlling organic matter contents, across varying habitats, with significant positive correlations to total organic carbon (TOC, r = 0.66, p < 0.001) and total nitrogen (TN, r = 0.44, p < 0.001). The elevated TOC and TN contents and heavier carbon stable isotope ratios ($\delta^{13}C$) in sediments of Garolim and Suncheon from February to April reflected the winter microphytobenthos blooms, receiving prevailed marine sources. Whilst, the depleted $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values in sediments of Nakdong River estuary were observed during flood season (September - October), indicating direct influence of terrestrial organic input through freshwater discharge. Overall, distributions and sources of sedimentary organic matters in the Korean coastal waters suggested variabilities in season and space, with anthropogenic alteration. The data accumulated in this study would provide baseline information for sediment organic carbon stocks in the Korean coastal waters and elsewhere.

* Corresponding author. *E-mail:* jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 6
(BO-VI)

[BO-21]

Integrated benthic quality assessment for the coastal sediments of the west coast of Korea, by the united analyses of chemistry, toxicology, and microbial community structure

이환휘[1], 이정현[1], 홍성진[2], 권봉오[1], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]충남대학교 해양환경과학과

Many studies have repeatedly documented severe sediment contamination in the Korean coastal waters with potentially high toxicities, but little is known for its associated ecological effects. In the present study, we adopted eDNA-based bacterial community assessment along with classic exposure assessments, such as chemistry and *in vitro* bioassays, to evaluate overall benthic community health. Two issues are emphasized in the present work, strengthening logistics of assessment in terms of time (long-term assessment; 2010-14) and space (a total of 5 localities encompassing inland and coastal sites). In general, the composition of bacterial communities greatly varied in time and space, but significant similarities were observed for the years 2010-11 and 2013-14. The abundances of some dominant bacterial genera also showed similar temporal tendency, indicating year-round succession of bacterial communities. Interestingly, this temporal pattern was also evidenced for the target organic contaminants measured in sediments; say increase of alkylphenols or decrease of PAHs from 2010 to 14. Meantime, bacterial compositions generally varied across cross or within locality, but some phyla, such as Proteobacteria (31%), Actinobacteria (14%), and Chloroflexi (14%) were consistently dominated between all the samples. Of note, the alpha diversity of certain bacterial groups, such as Bacteroidetes and Firmicutes, revealed positive correlations ($p < 0.05$) to the concentrations of heavy metals (i.e., Pb and Cr). Altogether, the results supported that specific bacterial groups (viz., sensitive taxa) might have linked to the spatiotemporal history of chemical contaminations. While the *in vitro* bioassays (viz., dioxin-like or estrogenic activities) fairly well explained the chemistry data but did not seem to explain bacterial community responses. Overall, the *in situ* bacterial communities would compensate the unknown (or misleading) gap between measure of "exposure" and "effect", thus could assist as a potential ecological screening tool in sediment triad assessment.

*Corresponding author. E-mail: jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BO-22]

Large-scale distributions and potential sources of persistent toxic substances in sediments of the Bohai and Yellow Sea

윤서준[1], 김태우[1], 이종민[1], 김범기[1], 권봉오[1], 홍성진[2], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]충남대학교 해양환경과학과

The Bohai and the Yellow Sea are one of the most rapidly developing regions in the world, but efforts to identify pollution by the persistent toxic substance (PTSs) such as wide-area monitoring are limited. The present study aimed to (i) measure concentrations of PTSs, such as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) alkylphenol ethoxylates (APEOs), and styrene oligomers (SOs), conducting large-scale monitoring, (ii) identify sources and fresh input, (iii) determine distribution patterns by land-use type, and (iv) investigate risk and change compared to ten years ago. Great concentrations of PAHs (upper 7000 ng g^{-1} dry weight (dw)) exceeded sediment quality guidelines were detected in hotspot area in only China region of the Yellow Sea and the Bohai Sea, while less concentrations (less than 200 ng g^{-1} dw) in Korea region of Yellow Sea. The concentrations of APEOs and SOs were generally less (below than 100 ng g^{-1} dw) in Bohai and Yellow Sea except for some hotspot areas where the concentrations of PAHs were great. The diesel and gasoline combustions (42% contribution to total concentration) were main source of PAHs in the Bohai and the Yellow Sea, followed by biomass combustion (24%), Others (18%), and Coke oven (16%). The fresh inputs of PTSs were found in most of the regions, but the intensity was site-specific. Among PTSs, PAHs showed significant differences ($p < 0.05$) in distribution according to regional scale in same land-use type and land use type in each region, but there was no clear difference ($p > 0.05$) in APEOs and SOs. The concentrations of PAHs at 38 sites, 30% of the total area in the China of Yellow and Bohai Sea, were found to pose a risk to aquatic ecosystems and compared with a decade ago (2008 *vs* 2018), the risk increased with changes in the sources. Follow-up studies on management for reduction of PTSs in the Bohai and the Yellow Sea would be required.

* Corresponding author. E-mail: jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[BO-23]

Evaluation of effective remediation techniques on oil spilled sediments: A long-term outdoor mesocosm experiment

이창근[1], 노준성[1], 이정현[1], 홍성진[2], 권봉오[1], 권개경[3], 임운혁[4], 김종성[1]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]충남대학교 해양환경과학과
[3]한국해양과학기술원 해양생명공학연구센터
[4]한국해양과학기술원 생태위해성연구부

Many remediation techniques have been widely used at oil spill sites, in situ efficiency in PAHs degrading bacterial communities in intertidal areas remains in question. Here, the performance of bioremediation tools that are commonly used to remove sedimentary oils were evaluated in relation to the enhance the PAHs degrading bacterial community. A 70-day field experiment was performed to test efficiency of bioremediation for the 8 treatments of combined application of 1) fertilizer, 2) multi-enzyme liquid, 3) microbes, 4) rice-straw, and 5) activated carbon. Efficiency in the removal of saturate, aromatic, resin, and asphaltenic (SARA) components in sediment, residual toxicity reduction, recovery of bacterial community was comprehensively evaluated. It was found that the concentrations of aromatic compounds were decreased after 15 days, but amphipod mortality for all the treatments decreased within the 50 days. In the fertilizer and multi-enzyme liquid treatments, they were able to improve on the significant PAHs degrading bacterial populations, primarily the genus *Cycloclasticus*, was evidenced after 15 days. Among the 8 treatments, the combination of fertilizer and multi-enzyme liquid treatments was found to be the most effective bioremediation techniques to enhance the PAHs degrading bacteria. Of note, the “no action” and “tilling” treatment shows delayed time to peak enhancement in PAHs degrading bacteria; thus, a natural restoration allowing “no cost” might be one alternative measure against oil pollution. Overall, the application of target- or endpoint-specific techniques would be of significance to enhance the efficiency of technical remediation in time and space.

*Corresponding author. jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[BO-24]

Multiple bioassays and instrumental analyses to characterize potential biological activities in sediments from Masan Bay, South Korea

이정현[1], 홍성진[2], 김태우[1], 이창근[1], 이성규[3], 문효방[3], 김종성[1,*]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]충남대학교 해양환경과학과
[3]한양대학교 해양융합과학과

Contaminated sediments are an important exposure pathway for the aquatic organisms. Thus, the determination of the potential toxicity of sediments is necessary for an appropriate risk assessment. In this study, the combination of the in vitro assays (H4IIE-*luc* and *Vibrio fischeri*) and in vivo assays (*Isochrysis galbana*/*Phaeodactylum tricornutum* and *Danio rerio*) with target chemical analyses (PAHs, SOs, and APs) and full-scan screening analyses (FSA; GC- and LC-QTOFMS) were applied to assessment sediments of Masan Bay, South Korea. The results of algae viability assay with flow cytometry, which is first applied in fraction samples, well reflected the contamination of the Masan Bay. Through fractionation, we determined that PAHs at concentrations did not contribute markedly to toxicity. We identified nonylphenol as the main variables responsible for algal toxicity, particularly in membrane integrity. On the basis of GC-QTOFMS and LC-QTOF MS, novel AhR agonist (enoxolne) were newly identified. The combination of the different approaches allowed us to detect ecotoxicological effects in organisms and identify the main contributors to the toxicity in these multi-stressed coastal environmental.

* Corresponding author. E-mail: jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 7
(BO-VII)

[BO-25]

Age-based and reproductive biology of John Dory, *Zeus faber,* in the coastal waters of Korea

김한주, 장재웅, 권대현
국립수산과학원 연근해자원과

This study investigated the age-based and reproductive biology of *Zeus faber* from coastal waters of Korea. Samples were collected by commercial trawler monthly from February 2017 to January 2018. We collected 838 specimens. The ages of sampled individuals ranged from 1 to 14 years. Length data were fitted to age data using the von Bertalanffy growth model. The estimated growth models were $L_t = 50.13(1 - e^{-0.17(t+0.36)})$for females and $L_t = 40.97(1 - e^{-2.56(t+0.57)})$for males. Mean GSI for females began to increase in November, and reached peak in February. After spawning it began to decrease until May. Main spawning period was January to March, with a peak in February. Size-frequency distribution of oocyte suggest that *Z. faber* is multiple spawner. The minimum matured size of female was 25.8 cm (age 4) and size at sexual maturity was 29.9 cm (age 4.6).

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BO-26]

한국 남해에 출현하는 갈치(*Trichiurus japonicus*) 치어의 식성

Food and Feeding habits of juvenile cutlassfish(*Trichiurus japonicus*) in the soutern coastal water of Korea

김현지, 박정호, 차승윤
국립수산과학원 연근해자원과

치어기의 섭식에 관한 정보는 성장 및 사망률에 밀접한 연관이 있을 뿐만 아니라 어류의 초기 생활사를 파악하는데 유용한 자료로 이용된다고 알려져 있다(Lasker et al., 1970). 본 연구는 한국 남해에 출현하는 갈치 치어를 대상으로 한 식성연구로 갈치 치어의 주 먹이생물을 알아보고 갈치의 초기 생활사 정보를 통해 향후 생태 및 자원연구에 기여할 수 있을 것이다.

갈치는 국민들에게 선호도가 높은 어종 중 하나로 경제적 가치가 높은 상업성 어류이다. 하지만 갈치 치어 및 미성어의 무분별한 어획 등으로 갈치의 자원량은 점차 줄어들고 있으며, 갈치의 자원관리가 시급한 실정이기 때문에 갈치에 대한 생태 연구가 무엇보다도 필요하다. 또한 갈치 치어에 관한 연구는 갈치 생태 연구에 있어서 중요한 부분을 차지하지만 이와 관련된 연구는 매우 부족하다. 본 갈치 치어 식성 연구를 통해 갈치 치어의 영양학적 단계와 갈치 치어가 출현하는 해역의 건강도를 간접적으로 확인 할 수 있을 것으로 생각된다.

갈치 치어는 대부분 요각류(Copepods)를 가장 많이 섭식한 것으로 나타났으며, 크기군 간의 주 먹이생물 차이를 나타내었다. 계절과 시간에 따른 먹이생물 변화 양상을 통해 갈치 치어의 생활사 주기를 유추해 볼 수 있었다. 또한 출현 위치에 따른 생활 양상 비교를 통해 한국 남해에 출현하는 갈치 치어의 섭식 특성을 확인 해 볼 수 있다. 갈치 치어가 출현하는 해역은 동물플랑크톤이 풍부하게 존재하는 해역으로 갈치 치어가 성육하기에 충분한 조건을 갖추고 있는 것으로 판단되며, 향후 지속적인 모니터링을 통해 갈치 치어의 식성 변화양상과 먹이 환경생물 간의 관계를 지켜보아야 할 것이다.

Lasker et al., Feeding, growth, and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. Mar. Biol., Vol. 5, pp. 345-353

[BO-27]

해양보호생물 기수갈고둥(*Clithon retropictus*)의 산란 및 부화 특성

장건강, 박진혁, 옹신정, 최윤, 김형섭
군산대학교 해양생명응용과학부

기수갈고둥(*Clithon retopictus*)은 기수역의 자갈지대에서 서식하는 갈고둥과의 복족류이다. 해안 개발로 인한 서식지 감소와 까다로운 서식 조건으로 인해 멸종위기에 처해 있어, 해양수산부 해양보호생물 및 환경부 멸종위기 야생생물 Ⅱ급으로 지정·관리되고 있다. 최근 동해안에서도 서식이 보고되고 있으나, 주로 남해안의 담수가 유입되는 곳에서 서식한다. 기수갈고둥의 산란 및 발생 특성을 연구하기 위해 영산강유역환경청의 허가를 받아 포획 및 사육하였다. 모패의 사육은 부착 규조류(*Amphora* sp.), 남조류(*Phormidium* sp.), 녹조류(*Coelastrum* sp.) 3종을 직접 단종 분리 후, 파판에 부착하여 공급하였으며, 먹이 기피 및 죽은 개체는 발생하지 않았다. 산란은 20℃ 이상의 온도에서 12일 이내에 이루어졌고, 22℃, 15psu 조건하에서 평균 산란일수는 10.4일/개체, 일평균 산란 난괴수는 15.3개/일, 최대 산란 난괴수는 51개였다. 또한, 모패의 크기와 난괴의 크기는 유의한 상관성을 보였다($P<0.01$). 난괴는 산란 즉시 발달단계별로 소요시간을 산정하였고, 수온 및 염분별 부화율은 22℃, 15psu에서 가장 높았으며, 34~50일내에 부화하였다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

생물해양 8
(BO-VIII)

인도양 열수 환경(Onnuri Vent Field)에 서식하는 심해홍합 공생세균 집단 유전학 분석을 통한 생물 지리적 연결성 연구

장숙진[1], 원용진[1,2]
[1]이화여자대학교 에코크리에이티브 협동과정, [2]이화여자대학교 에코과학부

Bathymodiolus 속의 심해홍합은 전 세계 심해 열수 및 냉수 생태계에서 관찰되는 대표적인 열수 모델 생물로, 아가미 조직에 공생하는 화학합성 박테리아(chemosynthetic bacteria)로부터 생존에 필요한 에너지와 영양분을 공급받는다. 심해홍합을 포함한 대부분의 심해 열수에 서식하는 무척추동물들은 미생물이 합성한 화학에너지를 기반으로 생존하기 때문에, 숙주 생물의 적응 진화 과정에서 공생세균은 중요한 역할을 해왔다. 본 연구에서는 인도양 심해 열수 심해홍합(*Bathymodiolus marisindicus*)과 그들의 공생세균의 생물 지리적 연결을 추적하고 진화의 경로를 규명하기 위해 기존에 보고된 인도양의 3개 열수 지역(Solitaire, Edmond, Kairei)과 최근에 새롭게 발견된 Onnuri Vent Field (OVF) 지역에 대한 집단 유전학적 분석을 실시하였다. 숙주 생물인 심해홍합에 대한 집단 분석을 위해 미토콘드리아 *COI* 유전자 서열을 사용하였으며, 공생세균에 대해서는 크게 두 가지 분석을 진행하였다. 첫 번째로 16S rRNA 유전자 서열을 이용하여 아가미 조직 내 공생세균들에 대한 군집 조성을 관찰하였으며, 두 번째로 16S rRNA 유전자 서열과 7개의 단백질 유전자 서열(protein-coding gene)에 기반한 집단 유전학적 분석을 실시하였다. 군집 분석 결과, 심해홍합 *B. marisindicus* 의 아가미 조직 내에는 황산화 박테리아(sulfur-oxidizing bacteria)가 최소 80% 이상 우점하는 공생세균 군집이 관찰되었다. 집단 분석 결과는 심해홍합의 경우에 OVF 집단만이 나머지 3개의 집단들과 유의미한 유전적 분화도 값을 보인 반면에, 공생세균은 OVF를 포함한 4개의 집단 모두 유의미하게 유전적으로 분화된 것으로 나타났다. 집단 별 유전자 다양성 역시 숙주의 경우에 4개의 집단 모두 상대적으로 비슷하게 높은 유전자 다양성을 보였음에도 불구하고, 공생세균의 경우에는 Edmond 집단이 특이적으로 낮은 유전자 다양성을 보였다. 이러한 숙주 생물 집단과 공생세균 집단 간에 관찰되는 차이는 각 생물 종의 분산력의 차이와 관련된 것으로 예상된다. 더 나아가 기존에 연구된 동태평양에 서식하는 심해홍합 및 공생세균에 대한 집단 유전학적 분석 결과와 비교한 결과, 동태평양 집단들이 지리적으로 더 멀리 떨어져 분포하고 있음에도 불구하고 훨씬 덜 분화된 양상을 보였는데, 이는 각 해령이 위치한 지질판의 확장 속도 및 지화학적 특징과 관련 있을 것으로 예상된다.

[BO-29]

DNA metabarcoding을 이용한 황해 동물플랑크톤 종 조성 분석

최재호[1,2], 김이정[1,2], 김성[2], 이윤호[2], 김충곤[2]
[1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터

해양생태계에서 동물플랑크톤은 1차 생산자인 식물플랑크톤과 상위포식자의 에너지 매개 역할을 담당하여 탄소 및 질소 순환을 가능하게 한다. 동물플랑크톤의 종 조성은 수온, 염분, 해류와 같은 물리적인 요인과 먹이, 포식, 경쟁과 같은 생물학적 요인에 의해 영향을 받는다. 동물플랑크톤의 종 조성은 외부 환경변화에 민감하게 반응하여 환경변화의 지표자료로 사용 할 수 있다. 또한 동물플랑크톤 군집의 조성, 출현양상, 개체 수 변동 등에 대한 자료의 축적은 당해역의 어류 생산량을 파악함과 더불어 수산자원 관리 및 정책을 수립하는데 활용 가능하다. 황해는 난류성 해류와 한류성 해류의 혼재와 중국과 우리나라의 강과 하천의 유입에 따른 지속적인 환경변화가 발생하고 있다. 이에 따라 환경 변화에 의한 황해 해양생태계 구조와 기능을 이해하기 위해 동물플랑크톤 종 조성 연구의 필요성이 강조되고 있다. 기존 동물플랑크톤 종 조성 연구는 현미경을 통한 형태동정에 의존하고 있다. 하지만 형태학적 특징이 유사한 동물플랑크톤의 동정은 시간, 비용 등의 문제로 인해 대규모 조사 및 장기간 모니터링에 어려움이 많다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 동물플랑크톤 고유의 DNA barcode 영역을 이용한 metabarcoding 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 2018년 10월, 2019년 4월에 채집한 동물플랑크톤 미토콘드리아 DNA COI barcode 분석을 통해 변화하는 황해 해양생태계의 동물플랑크톤 종 조성 변화를 조사하였다. 분석결과 춘계와 추계에 공통적으로 우점하는 동물플랑크톤은 Calanus sinicus, Centropages abdominalis, Euphausia pacifica, Zonosagitta nagae으로 분석되었다. 또한 연안에는 Acartia bifilosa가, 외해에는 Euphausia pacifica, Oithona similis가 주요 종으로 분석되었다. 춘계와 추계 동물플랑크톤의 종 조성을 비교하였을 때 춘계에서는 Acartia bifilosa, Acartia omorii, Oithona similis 가, 추계에는 Liriope tetraphylla, Lestrigonus bengalensis가 우점하였다. 하계 및 동계 동물플랑크톤의 종 조성변화가 추가적으로 진행될 예정이며 본 연구 결과는 황해환경변화의 예측자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BO-30]

The first transcriptome analysis of the order Monstrilloida (Arthropoda: Copepoda) and their phylogenetic position

전동구[1], 이원철[2], 서호영[3], 윤성일[1]
[1]중앙대학교 생명과학과, [2]한양대학교 생명과학과, [3]전남대학교 해양기술학부

Monstrilloids are a small group of marine copepods and contain about 170 nominal species in six valid genera. This group is distinctive from other copepod species due to their irregular life cycle and unique morphological characters. They have a protelean life cycle, *i.e.*, an endoparasitic juvenile phase and a planktonic adult stage. The juveniles are known to infect various marine invertebrates. The adults, often regarded as an exclusively reproductive form, have disappeared completely all mouth parts including the antennae and are non-feeding stages. Despite their morphological and ecological peculiarity, the consideration on their phylogenetic position are much less known than the other groups in general, thus the lack of these information consequently caused incomplete phylogenetic results on the Copepoda in the previous studies. Here, we generated the first high-resolution transcriptome sequence of two monstrilloid species that represent the genus *Monstrilla* Dana, 1849 (*M. grandis*) and Monstrillopsis Sars, 1921 (*M. longilobata*). We also annotated the phylogenetic markers to resolve the phylogenomic position of monstrilloida among other copepod species using the nuclear transcriptome data. The result of the present study showed the monophyletic status of Copepoda with the Monstrilloida positioning close to Harpacticoida. This will help to understand the current taxonomic uncertainties, and further suggest new insight on the Copepoda evolution.

Transcriptome analysis of the newly described dinoflagellate *Yihiella yeosuensis*: comparison between vegetative cells and cysts

장세현, 정해진
서울대학교 지구환경과학부

Dinoflagellates are often responsible for red tides or harmful algal blooms. Many dinoflagellates move quickly to capture prey cells, escape from predation, and conduct diurnal vertical migrations, but they form cysts (non-motile stage) when growth conditions are not favorable. To investigate differences in gene expression between vegetative cells and cysts of dinoflagellates, transcriptomes of the newly described dinoflagellate, one of the fastest dinoflagellates, at the cysts and vegetative cells were de novo assembled. The gene expression profiles of showed 5479 up-regulated and 4790 down-regulated significantly differentially expressed genes, when cells changed from the vegetative cells to cysts. In particular, 'polyketide synthase' and 'cell-wall biogenesis' genes, related to anti-predation, were highly up-regulated, whereas flagellum-related genes, related to motility, were generally down-regulated. Among the flagellum-related genes of , the 'central pair' and 'radial spoke' genes, related to direct flagellar movement, were most down-regulated genes. When approximately a hundred flagellum-related genes of motile and non-motile microalgae and plants were analyzed, the number of the genes increased with increasing motility, and furthermore, there was a considerable difference in the presence of the 'central pair' and 'radial spoke' genes among the motile microalgae. Therefore, high down-regulation of the 'central pair' and 'radial spoke' genes when cells change from the motile to non-motile stage is possibly related to the presence of these genes in microalgae and plants in their evolution. Conclusively, when form cysts, motility might trade off with anti-predation.

Lineage specific gene family expansion and contractions associated with the evolution of sand-hopper *Trinorchestia longiramus*

Ajit Kumar Patra[1],OksungChung[2],JiYongYoo[1],MinSeopKim[1],MoonGeunYoon[1],Jeong-HyeonChoi[1]&YoungikYang[1]

[1]National Marine Biodiversity Institute of Korea, Seocheon, 33662, South Korea

[2]Clinomics Inc., Ulsan, 44919, South Korea

Abstract

Amphipoda is an order of malacostracan crustaceans usually found in aquatic habitats. Among amphipods, Talitridae is the only family exceptionally found in terrestrial and semi-terrestrial habitats and are often regarded as a vital group to study evolution. Talitrid species are considered as a key trophic link between primary producers and higher consumers, helping in the energy flow within the ecosystem. The genus *Trinorchestia* Bousfield, 1982 usually known as sand-hopper are mainly found in sandy beaches of South Korea and Japan. The sand-hopper *Trinorchestia longiramus* is a talitrid species often found in the sandy beaches of South Korea. In this study, we generated ~380.3Gb of sequencing data and assembled to 0.89 Gb of the draft genome. By combining ab initio and homologous gene predictions 26,123 protein-coding genes were predicted from this genome. The completeness of the gene model was estimated with BUSCO, which resulted in 89.9%. Comparison with other amphipods showed that *T. longiramus* has 327 unique orthologous gene clusters, which are mostly expanded gene families responsible for the transport of toxicants from the cells, homeostatic process and tolerating ionic and osmotic stress. This first talitrid genome will be useful for further understanding the mechanisms of adaptation in the terrestrial environments as well as genomic variation from other amphipods.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

지질해양 1
(GO-I)

[GO-01]

Dynamic resuspension behaviors of sediment and microphytobenthos in shallow tidal channel on the Jueungdo tidal flat, southwestern coast of Korea

하헌준[1], 김호상[2], 김종성[2], 하호경[1]

[1]인하대학교 해양과학과

[2]서울대학교 지구환경과학부

The resuspension dynamics of cohesive sediment and microphytobenthos (MPB) were investigated using a mooring system in the tidal channel on the Jeungdo tidal flat, southwestern coast Korea. The mooring system consisted of an acoustic Doppler current profiler (ADCP, RDI WorkHorse Sentinel, 600 kHz) and a chlorophyll/turbidity sensor. They were installed on a pile of bridge over the shallow tidal channel. Under spring-neap tidal conditions (July 28 to August 8, 2018), the suspended sediment concentration (SSC) and chlorophyll *a* (Chl-*a*, as a proxy of MPB biomass) were simultaneously determined. Over flood and ebb tidal cycles, there was a good correlation between SSC and Reynolds stress, suggesting that SSC could be attributed to local resuspension of bottom sediment. In contrast, the correlation between Chl-*a* and Reynolds stress was not clear. This could be due to the decoupling of benthic Chl-*a* from suspended sediment. Decoupling behaviors might be caused by different erosion thresholds between sediment and MPB. In addition, the prevailing segregation observed during the neap tide was explained by the increasing primary production of resuspended MPB. Overall, the dynamic behaviors of cohesive sediment and Chl-*a* along the shallow tidal channel could differently respond due to the ecological characteristics of MPB (e.g. diel migration and productivity) decoupled from sediment.

[GO-02]

태풍에 대한 자갈해빈의 지형반응-태종대 감지해빈의 예

이영윤, 장태수
한국해양대학교 해양환경학과

울산과 거제뿐만 아니라 서·남해안의 암석해안을 따라 곳곳에 자갈해빈이 존재한다. 비교적 연구가 많이 진행된 사질해빈과는 달리 자갈해빈은 상대적으로 관심을 덜 받고 있다. 파랑에너지의 변화에 따라 계절적으로 어떻게 지형반응을 보이는지, 고파랑을 수반하는 태풍 혹은 폭풍해일에는 어떻게 반응하는지 잘 알려져 있지 않다. 이 연구에서는 태종대 감지 자갈해빈의 태풍 '콩레이(2018)'와 '다나스(2019)'에 대한 지형반응을 조사하여 태풍이 자갈해빈에 미치는 영향을 추적하였다.

감지 자갈해빈은 해빈의 폭이 약 40m, 길이 250m 인 만입형 자갈해빈이며, 해빈의 서측에 기반암이 존재하여 퇴적물을 공급 받고 있는 것으로 보인다. 평균조차가 1m 이내인 소조차 환경이며, 평상시 유의파고는 1m 이하이다. 태풍 '콩레이' 내습 당시 부산 남항부이에서 유의파고는 약 11.2m, 유의파주기는 11.6초가 기록되었으며, 태풍 '다나스' 내습 당시 유의파고는 5.9m, 유의파주기는 10.2초가 기록되었다. 연구지역의 지형변화를 관찰하기 위하여 2018년 5월부터 2019년 8월까지 약 2개월 간격으로 VRS-GPS와 드론을 사용하여 측량을 실시하였고, 자갈의 이동을 파악하기 위하여 cross-shore방향과 alongshore 방향으로 입도분석을 실시하였다.

조사결과, 평상시 감지해빈은 2개의 berm (normal berm, storm berm)을 가지고 있으며, storm berm의 위치가 normal berm보다 약 10m 육지 쪽에 위치한다. 태풍 '콩레이' 내습시 해빈은 storm berm에서 약 1.2m의 침식이 발생하였고, 배후지(backshore)에서 0.5m가량 침식이 발생하였다. 태풍 '다나스' 내습시 해빈은 전방의 normal berm과 storm berm에서 침식이 발생하였으나, 후퇴한 퇴적물이 배후지로 이동하여 0.8m가량 퇴적이 발생하였다. 태풍 내습 이후 normal berm은 매우 빠른 속도로 회복되었으며, 이후 점차적으로 후퇴해 기존의 storm berm의 위치에 도달하고 전방에 새로운 normal berm이 형성되는 것으로 나타난다. 퇴적물은 alongshore 방향으로 서쪽에서 동쪽으로 점차 세립해지는 것으로 나타났으며, cross-shore 방향으로는 swash zone에서 가장 세립하고 구형의 퇴적물(-4.5 phi)이 나타나고, berm은 비교적 조립질이며 판상형 퇴적물(-5 phi)이 퇴적된 것으로 나타난다. 배후지에는 washover된 퇴적물이 재이동하지 못하여 가장 조립질이며(-6.8 phi) 분급도 불량한 것으로 해석된다.

위의 결과들로 판단할 때, 강력한 태풍 '콩레이' 내습시 감지해빈의 자갈은 washover 작용으로 방파제를 넘어 침식이 발생하였으나, 좀 더 작은 규모의 태풍 '다나스' 내습시 자갈은 약간의 후퇴만 발생한 것으로 보인다. 태풍 내습시 자갈퇴적물은 대부분 상부로 후퇴하며, normal berm은 평상시 파랑(~1m)에 의해 매우 빠른 속도로 형성되고 유지되는 것으로 보인다. 이것은 고파랑 강도에 따라 자갈이 후퇴하는 정도와 양상이 다름을 시사한다. 고파랑이 방파제에 닿아 반사파가 발생하는 경우 어느 정도의 퇴적물이 바다방향으로 이동하는지 밝혀내기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[GO-03]

다중빔음향측심 자료에 의한 사질퇴적체의 해역별 특성
Regional Characteristics of Sand Ridge using Multibeam Echo Sounder Data

이은일[1], 변도성[1], 정광영[1], 서영교[2], 백승균[2], 정자헌[2], 황선희[2]
[1]국립해양조사원, [2]지마텍(주)

사질퇴적체는 수리역학적 변화의 영향으로 그 규모와 형태가 변하게 되어 정밀한 분포도 작성이 요구되어 왔지만, 지난 연구들은 특정 해역을 중심으로 이루어져 왔다. 이 연구에서 우리나라 전 해역에 발달한 사질퇴적체의 분포를 확인하고, 해역별 지형 특성을 파악하였다. 이를 위하여 국립해양조사원이 황해와 남해에서 취득한 음향측심자료를 이용하여 수치표고모형(DEM) 자료를 작성한 후 TPI(Topographic Position Index) 기법을 적용하여 사질퇴적체의 경계를 정밀하게 추출하였다. 이러한 연구결과, 우리 해역에 분포하는 총 142개의 사질퇴적체를 확인하고, 규모(폭, 길이, 둘레, 면적, 높이) 및 형태(폭/길이비, 높이/폭비, 선형/분기형, 노출/비노출형)에 대한 통계분석을 실시하여 사질퇴적체의 지역별 특성을 분석하였다. 이 연구 결과는 연안 항해안전은 물론 해양지명 선정 지원, 해사골재자원 파악, 수산자원 관리 등에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

지질해양 2
(GO-II)

[GO-04]

동중국해 북부와 동해에서 표층수온 프록시로서 GDGT의 활용가능성 평가

고태욱[1], 이경은[1,2]
[1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양대학교 해양환경학과

본 연구에서는 동중국해 북부와 동해에서 GDGT를 과거표층수온의 프록시로서 사용하는 것에 대한 적절성을 알아보기 위하여 동중국해 북부와 동해에서 GDGT의 표층 및 수층 분포를 조사하였다. 국립수산과학원에서 수행한 동중국해 탐사에 2007년부터 2010년까지 참여하여 해수시료를 3개월 간격으로 채취하고, 동해 탐사에 2008년부터 2010년까지 참여하여 해수시료를 2개월 간격으로 채취한 뒤 계절에 따른 해수 부유물질 내 GDGT 분포 변화를 확인하였다. 또한 각 지역별로 두 개의 정점에서 수층 시료를 채취하여 수심에 따른 농도 분포를 확인하였다. 동중국해에서 GDGT는 연중 비슷한 범위 내의 농도로 검출되었고, 표층보다는 깊은 곳에서 더 높은 농도로 검출되었다. 동해에서도 GDGT는 계절에 큰 영향없이 비슷한 농도로 검출되었고, 표층이 아닌 그보다 수심이 깊은 곳에서 농도가 더 높았다. 한편, 동중국해 표층시료의 GDGT 온도와 실측온도 사이의 차이는 4℃이상이었다. 여름철 GDGT 온도는 실측온도보다 낮고, 겨울철 GDGT 온도는 실측온도보다 높은 특징이 있었다. 수층에서는 GDGT 온도와 실측온도의 차이가 ±3℃ 이내였다. GDGT 온도의 수직분포에서 수층 내 GDGT 온도는 비슷한 온도로 복원되었고, 표층 GDGT 온도가 수층 GDGT 온도보다 훨씬 낮았다. 동해 표층시료의 GDGT 온도와 실측온도의 차이는 4℃이상이었다. 동해에서도 동중국해와같이 여름 GDGT 온도는 실측온도보다 낮고, 겨울 GDGT 온도는 실측온도보다 높았다. 동해 수층시료에서 실측온도와 GDGT 온도의 차이는 ±3℃보다 작았고, GDGT 온도의 수직분포를 봤을 때 동중국해와는 달리 표층과 수층의 GDGT 온도의 차이는 ±3℃ 이내였다. 이러한 온도 차이는 다수의 온도방정식을 이용하여 GDGT 온도를 복원하여도 그 결과는 유사했다. 종합해보면 GDGT 농도 분포와 GDGT 온도와 실측온도의 온도 차이를 보았을 때 동중국해 북부와 동해에서 GDGT를 표층수온의 프록시로 사용하는 것에는 주의가 필요할 것으로 생각된다.

[GO-05]

동해 남한국대지에서 반원양성 대 풍성 퇴적작용의 시공간적 변화

박장준[1], 김인길[1], 장준호[1], 엄인권[2]

충남대학교 해양환경과학과[1]
한국지질자원연구원 석유해저연구본부[2]

동해 남한국대지의 제 4기 해저 퇴적층은 주로 울릉분지 서쪽 대륙붕에서 재동되어 수층을 동해 운반 퇴적되는 반원양성 퇴적물과 중국 내륙에서 바람을 타고 운반 퇴적되는 풍성 퇴적물로 구성되어 있을 것으로 여겨진다. 본 연구는 우선 울릉분지 서측 상부 대륙사면과 강원대지, 울릉대지 및 한국해저간극 지역에서 표층 퇴적물 쇄설성 성분 입도 분포의 공간적 변화를 분석하여 상부 대륙사면에서 유입되는 반원양성 퇴적물의 영향이 외해쪽으로 어디까지 미치는지 파악하고자 하였다. 또한 울릉대지 시추 퇴적물에서 구해진 약 18만년 전 이후 지금까지의 쇄설성 퇴적물 입도 분포 자료에 성분분해(unmixing)법을 적용하여 울릉대지 풍성 퇴적 작용의 시간적 변화가 어떻게 제 4기 기후변화와 밀접하게 연관되는지를 밝히고자 하였다. 표층 퇴적물 쇄설성 성분 입도 분포의 공간적 변화는 현재 울릉분지 서측 대륙붕이나 상부사면에서 유입되는 쇄설성 퇴적물의 반원양성 퇴적 작용이 수심 800~1000m인 하부 대륙 사면까지만 영향을 미치고 그보다 더 외해쪽은 주로 풍성 퇴적 작용이 지배적임을 보여주고 있다. 한편 울릉대지 시추 퇴적물의 쇄설성 성분 입도 분포에 성분분해법을 적용한 결과 3.8μm의 세립 모드 입도 분포를 보이는 성분과 9.9μm의 조립 모드 입도 분포를 보이는 성분 두 개로 구분되었다. 세립 모드 입도 성분은 주로 제트 기류에 의해 상층 대기를 통해 운반되는 풍성 퇴적물로, 조립 모드 입도 성분은 겨울 몬순에 의해 운반되는 풍성 퇴적물로 각각 해석된다. 입도 분포의 시기별 변화를 보면 빙하기와 아빙하기에 조립 모드 입도 성분이 우세해지고, 간빙기와 아간빙기에 세립 모드 입도 성분이 우세해진다. 이는 빙하기와 아빙하기에 강화된 겨울 몬순에 의해 보다 조립한 풍성 퇴적물의 유입이 증가하기 때문으로 해석된다.

[GO-06]

남극 로스해 대륙주변부 중앙분지의 점토광물 기원지

하상범[1], 김부근[1], E. Colizza[2], F. Giglio[3], 구효진[4], 조현구[4]
[1]부산대학교 해양학과, [2]Department of Mathematics and Geosciences, University of Trieste, Italy, [3]National Research Council-Institute of Marine Science, Italy, [4]경상대학교 지질과학과

남극해에서 빙상의 성장과 후퇴의 영향을 받는 빙해양 퇴적작용에 의한 세립 퇴적물의 기원지를 추적하기 위하여 로스해 대륙주변부의 중앙분지(Central Basin)에서 중력코어 KI-13-GC2를 획득하여 퇴적물의 대자율, 입도, 그리고 점토광물 조성을 분석하고 AMS ^{14}C 연대 측정을 수행하였다. 코어 퇴적물은 빙운퇴적물을 포함한 실트질 머드에서 모래 크기의 입자로 구성되어 있고, 퇴적물의 색은 밝은 갈색과 회색이 번갈아 나타난다. 대부분의 퇴적물은 생물교란되었지만 희미한 층리 구조가 간헐적으로 관찰된다. 점토광물 조성은 일라이트(59.1~76.2%) 함량이 가장 높고, 다음으로 녹니석(12.4~21.4%), 카올리나이트(4.1~11.6%), 그리고 스멕타이트(1.2%~22.6%)의 순서로 나타난다. 일라이트와 녹니석은 로스해 남쪽에 위치한 남극종단산맥의 기반암(변성암 및 화강암)에서 기원하고, 카올리나이트는 로스 빙상 아래의 남극 대륙에 분포하는 퇴적암에서 기원되는 것으로 추정된다. 스멕타이트의 기원지는 로스해 서쪽에 위치한 빅토리아 랜드 연안의 맥머도 화산군으로 판단된다. 점토광물 조성의 함량은 빙하기와 간빙기에 따라, 일라이트와 카올리나이트는 빙하기와 간빙기 사이에 큰 변화가 없지만, 빙하기에 녹니석 함량은 증가하고 스멕타이트 함량은 감소한다. 빙하기에 증가하는 녹니석 함량은 아마도 간빙기에 남극종단산맥에서부터 공급되어 대륙붕에 퇴적된 퇴적물이 빙하에 의해 침식-재동-운반되어 중앙분지에 재퇴적되었기 때문으로 해석된다. 반면에, 빙하기에 감소하는 스멕타이트는 대륙붕으로 전진한 빙상으로 인하여 맥머도 화산군에서 중앙분지로 퇴적물의 공급이 감소했기 때문으로 추정된다. 빙하기와 간빙기에 로스해 중앙분지로 공급되는 점토광물의 기원지는 큰 변화가 없지만, 로스 빙상의 성장과 후퇴에 의해 점토광물의 운반 경로와 기작이 빙하기와 간빙기 사이에 다르게 나타났다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

화학해양
(CO)

[CO-01]

Influence of biogenic organics on the chemical property of Arctic aerosols

박기태[1], 장은호[1], 최정훈[2], 장경순[2]
극지연구소 극지기후과학연구부
한국기초과학지원연구원

Aerosols play an important role in Earth's current climate due to their impact on the global radiative balance and cloud microphysics. Organic aerosols can constitute large fractions (20 to 90%) of the submicron particle mass in the lower troposphere. However, the effects of organic aerosols on radiative climate forcing are largely uncertain because multiple sources, complex aging processes and source origins of organic aerosols are not fully understood. To comprehensively investigate the evolution of organic aerosols in the remote Arctic environment, identifying the molecular characteristics of organic particles in the atmosphere is needed, and advanced analytical tools should be applied to directly compare the complicated chemical compositions of organic matter taken from the ocean and atmosphere. We use an ultrahigh-resolution 15 Tesla Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometer (15T FT-ICR MS) to elucidate the compositional changes in Arctic organic aerosols collected at Ny-Ålesund, Svalbard, in May 2015. The FT-ICR MS analysis of airborne organic matter provided information on the molecular compositions of aerosol particles collected during the Arctic spring period. The air mass transport history, combined with satellite-derived geographical information and chlorophyll concentration data, revealed that the molecular compositions of organic aerosols drastically differed depending on the origin of the potential source region. The protein and lignin compound populations contributed more than 70% of the total intensity of assigned molecules when the air masses mainly passed over the ocean region. Interestingly, the intensity of microbe-derived organics (protein and carbohydrate compounds) was positively correlated with the air mass exposure to phytoplankton biomass proxied as chlorophyll. Furthermore, the intensities of lignin and unsaturated hydrocarbon compounds, typically derived from terrestrial vegetation, increased with an increase in the advection time of the air mass over the ocean domain. These results suggest that the accumulation of dissolved biogenic organics in the Arctic Ocean possibly derived from both phytoplankton and terrestrial vegetation could significantly influence the chemical properties of Arctic organic aerosols during a productive spring period. The interpretation of molecular changes in organic aerosols using an ultrahigh-resolution mass spectrometer could provide deep insight for understanding organic aerosols in the atmosphere over the Arctic and the relationship of organic aerosols with biogeochemical processes in terms of aerosol formation and environmental changes.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[CO-02]

어장재배치 후 시간에 따른 퇴적물 지화학 인자 변화와 어장환경 회복 지표 개발연구

심보람[1], 김형철[1], 윤상필[1], 정래홍[2], 박소현[1], 김선영[1], 강성찬[1], 이원찬[1]
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 해역이용영향평가센터

연안의 주 오염원 중 하나는 양식장에서 배출되는 오염물질이다. 특히 양식생물의 배설물과 미섭이사료는 양식장 아래 퇴적층에 쌓여 저서환경에 영향을 끼친다. 자연정화능력을 초과하여 유기물이 퇴적되면 여름철에 빈산소수괴를 형성하는 등 양식생물의 서식환경에 부정적인 영향을 미치게 된다. 결국 양식 생물의 성장을 저해하고 생산성 감소로 이어지게 된다.

본 연구는 어장재배치에 따라 기존 어장을 철거한 이후 자정능력에 의해 양식하기 전의 환경으로 회복되는 데 소요되는 기간을 다양한 지화학적 인자를 통해 살펴보았다. 하동군 중평항 소재 약 21년간 운영된 어류가두리 양식장을 대상으로, 2017년 10월 어장 철거 후 약 18 개월 동안 모니터링 하였다. 조사항목은 지형구조, 수심, 유향유속, 퇴적물 내 총유기탄소 및 총질소 농도, 산휘발성황화물 농도를 조사하였다. 또한 수층-퇴적층 경계면에서의 물질 순환에 관하여 퇴적물 산소소모량, 영양염 용출량 등을 조사하였다.

대상지역은 평균 수심이 약 9 m (평균 조차 약 3 m) 이며, 저층의 유속이 상대적으로 빠르게 나타나는 지역이다. 하지만 주변 지형 구조 특성에 따라 해수흐름이 일정하지 않고 특정 지역에서 와류가 발생한다. 양식 중단 후 18 개월 동안 시간에 따른 표층 퇴적물 내 유기물의 농도는 약 9%에서 8%로 매우 느리게 감소(-0.08%/month)하였다. 반면 총유기탄소의 농도는 초기에 약 반년 동안 상대적으로 빠르게 감소하다가(-0.15%/month) 이후 느린 변화(-0.01%/month)를 보였다. 하지만 어장철거 후 약 1년 경과한 뒤 어장의 영향이 없는 주변 대조구(평균 1.43 ± 0.17%)에 수렴하는 경향성을 보였다. 산휘발성황화물 농도는 초기 약 반년 동안(가을~겨울) 다른 인자 보다 가파르게 감소(-0.2 $mg \cdot g^{-1}$/month)하는 양상을 보였다. 하지만 수온이 증가하는 여름철에 퇴적물 내 산소의 고갈로 산휘발성황화물 농도가 증가하는 특성을 보였다. 퇴적물에서 수층으로 용출되는 용존무기인은 어장 철거 직후 바로 농도값이 낮아졌으나, 질산염은 여름철에 증가하였다.

외국사례와 비교하였을 때, 양식운영 중단 직후 초기 6개월간 지화학적인 인자들이 빠르게 회복되는 양상은 동일하였다. 하지만 본 연구 해역의 해수유동 등 지형적인 특성과 계절적 변화 요인에 의한 퇴적물 내 유기물 농도 변화 등 환경개선의 정도는 다소 느리게 나타났다. 해수소통이 보다 원활한 지역에서는 퇴적물 내 유기물 농도는 더 빠른 시간 안에 회복할 것으로 예상된다. 추후 다양한 지형적 환경 특성을 가진 어류가두리 외 패류 등 타 양식품종별 어장환경 회복기간 산정을 통해 합리적인 어장휴식 기간 설정이 가능하고 자연친환경적으로 어장환경 개선을 유도함으로써 지속가능한 어업생산터전 조성에 기여하고자 한다.

[CO-03]

IMTA 양식장의 해양환경특성 및 물질수지 산정

강성찬[1], 김형철[1,*], 심보람[1], 김청숙[1], 윤상필[1], 이원찬[1], 홍석진[2], 김진호[1], 정우성[1]
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 갯벌연구센터

집약적 어류양식에 의한 서식환경 오염, 질병 등에 의한 폐사량 증가로 양식장 피해가 증가함에 따라 전세계적으로 지속가능하고 환경친화적인 생태통합양식(Integrated multi-trophic Aquaculture, IMTA)에 대한 요구가 증가하고 있다. 본 연구는 IMTA 양식효과를 확인하기 위해 남해 통영에 위치한 IMTA 양식장(어류, 해삼, 굴, 해조류 혼합양식)에서 2016년 5월부터 2018년 10월까지 수질 및 퇴적물의 환경특성, 수층-퇴적물 경계면에서 입자물질 침강 및 영양염 용출 플럭스를 조사하였고, IMTA 양식장의 물질수지(탄소, 질소)를 산정하였다. 시간의 경과에 따른 IMTA 양식장 퇴적물 내 총유기탄소 및 총질소 농도는 양식실시 초기동안 증가하였고 겨울철에 감소하는 경향이 반복되었다. 이는 양식초기에는 어류 배설물 및 미섭이사료가 퇴적층에 주로 축척되고, 해삼이 주로 성장하는 겨울철에 퇴적물 내 유기물을 섭식하는 영향으로 판단된다.

IMTA 양식장의 탄소 및 질소 물질수지는 2016년 5월에 참돔 치어양식을 시작하여 15개월 후 2017년 8월에 수확한다고 가정하였고, 총 급이된 배합사료를 참돔이 섭식해서 증육된 양, 수확량, 폐사량, 수층으로 이류·확산된 양, 퇴적층으로 침강된 양, 침강된 유기물이 매몰 및 분해되는 양을 고려하였다. 탄소수지 계산 결과 시스템에 유입된 총량은 사료공급량과 치어시설량으로 각각 8,251kg(99.8%), 19kg(0.2%)이었다. 시스템 외로 유출된 총량은 수확한 참돔 2,883kg(34.9%), 사망 101kg(1.2%), 수계로 이류·확산된 양이 5,155kg(62.3%), 퇴적층으로 침강된 양이 131kg(1.6%)으로 산정되었다. 질소수지는 사료공급량, 치어시설량, 수확량, 사망량, 수계로 이류·확산된 양, 퇴적층으로 침강된 양이 각각 1,408kg(99.6%), 5kg(0.4%), 778kg(55.0%), 27kg(1.9%), 582kg(41.2%), 26kg(1.9%)으로 산정되었다. 외국사례에서 생사료를 이용한 스웨덴 송어양식장의 탄소 수지는 사료공급량, 치어시설량, 수확량, 사망량, 수계로 이류·확산된 양, 퇴적층으로 침강된 양 순으로 각각 96.4%, 3.6%, 21.3%, 1.1%, 49.2%, 28.3%이고(Hall et al., 1990[1]), 질소수지는 각각 95.2%, 4.8%, 26.9%, 1.8%, 48.5%, 22.9%이었다(Hall et al., 1992[2]).

본 연구결과를 외국사례와 비교해 볼 때, 우리나라 통영의 IMTA 양식장에서 전체 물질수지 중 어류 수확량은 약 1.6~2.0배 높았고, 환경 중에 오염물질로 배출되는 양은 약 0.9~1.3배 수준으로 유사하였고, 퇴적층으로 유기물이 침강되는 양은 약 6~8% 수준으로 낮게 나타났다. 이러한 원인으로 생사료를 불규칙하게 공급하는 스웨덴 어류양식장은 양식장 바닥으로 미섭이된 생사료가 침강되는 양이 많았지만, IMTA 양식장은 고효율배합사료를 적정량 공급함에 따라 양식장 바닥으로 침강하는 사료량이 상대적으로 적은 것으로 판단된다. 향후 패류와 해조류 성장까지 고려하여 물질수지를 계산한다면 서식환경으로 배출되는 유기물의 양이 더욱 감소하고, 양식생물의 수확량은 더욱 증가할 것으로 예상된다.

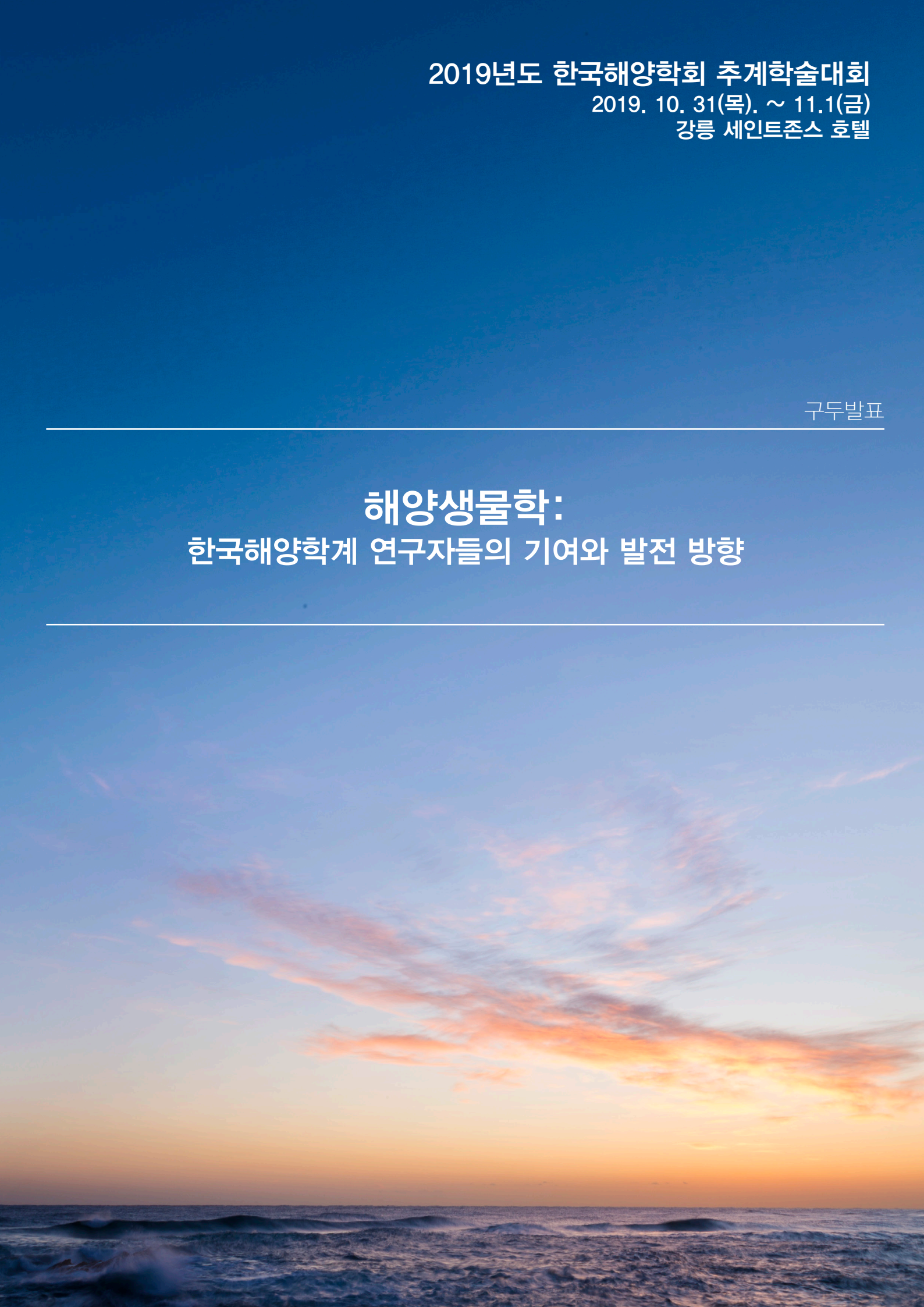
---

1) Hall et al., Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. I. Carbon. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol 8, pp 61-73, 1990.
2) Holl et al., Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol 19, pp 81-91, 1992.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

해양생물학:
한국해양학계 연구자들의 기여와 발전 방향



Anthropogenic N is Driving the East China and Yellow Seas to P Limitation: Implication of a change in bloom-forming phytoplankton from diatom to dinoflagellate

이기택, 문지영
포항공과대학교 환경공학부

Increasing emissions of anthropogenic reactive nitrogen from northeastern Asian countries (i.e. China, Japan, and Korea) and its addition to the East China and Yellow seas via riverine input and atmospheric deposition have led to an unparalleled increase in the nitrate (N) concentration in the upper ocean. However, this N increase has not been accompanied by an increase in phosphate (P) concentration. The disproportionate increase of N over the past four decades has progressively transformed extensive areas of the East China and Yellow seas from N limitation to P limitation. The area of P limitation was nearly absent in the 1980s but rapidly expanded in a northeast direction along the downstream of the Changjiang River to coastal waters of Korea, where the change was also confirmed at the Ieodo Ocean Research Station: Explicitly, a 3 fold increase from 6.32×10^4 km^2 (1990s) to 18.55×10^4 km^2 (2010s). The areas other than those downstream of the Changjiang River have remained in N deficit relative to P, but the extent of N deficiency has decreased over time. Our results provide direct observational evidence showing a nutrient regime shift from N limitation to P limitation. This shift has transformed the study area to conditions where the occurrence of dinoflagellate blooms exceeds that of diatom blooms; dinoflagellates are known to be better able to acquire P in both inorganic and organic forms.

적조: 한국해양학계 연구자들의 기여와 발전 방향

정해진
서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부

적조(Red tide)란 플랑크톤이 대량으로 번성하여 수색을 변하게 하는 현상을 말한다. 적조는 바다를 끼고 있는 거의 모든 나라에서 반복적으로 발생하여 막대한 피해를 끼쳐온 심각한 해양환경문제이다. 우리나라에서도 해마다 많은 적조종들이 다양한 적조를 일으켜 왔는데, 코클로디니움이나 알렉산드리움 등과 같은 유해성 적조생물은 큰 산업적 피해를 끼쳐왔다. 1995년 대규모로 발생하여 700여억원의 수산물피해를 끼친 코클로디니움 적조는 아이러니컬하게 우리나라 적조연구를 크게 발전시키는 계기가 되었다. 1938-1995년까지 우리나라 연구자가 발표한 SCI논문은 3편으로 세계 20위 밖이었는데, 1996-2019년에는 298편의 SCI논문을 발표하여 세계 4위를 차지하였다. 특히 최근 10년간으로 좁혀보면 206편으로 중국, 미국에 이어 세계 3위를 차지하였다. 적조분야의 최강국이었던 일본을 앞지른 것은 큰 의미가 있다. 25년의 짧은 시간동안 우리나라 적조연구력이 급성장한 것은 정부차원의 지원과 적조분야 연구자들의 큰 열정과 노력 덕분이라고 생각한다. 특히 우리나라 과학자들은 몇몇 주제에 대하여 세계가 놀란 만한 성과를 발표하였다. 그 중에 하나는 적조생물들의 혼합영양성에 관한 연구이다. 설사성패독(DSP)을 일으키는 Dinophysis spp.는 세계적으로 많은 관심을 가지고 있었으나 배양이 되지 않아 연구를 제한적으로 할 수 밖에 없었다. 그러나 2006년 우리나라 연구진들이 혼합영양 기법을 이용하여 Dinophysis spp. 단종배양에 세계 최초로 성공하였고, 이 기술은 전세계의 DSP 연구를 활성화하는데 큰 기여를 하였다. 또한 우리나라 과학자들은 많은 적조종들이 혼합영양성임을 밝혀 적조발생모델을 바꾸도록 하였다. 아울러 적조발생메커니즘 연구 분야에 있어서 성장률이 느린 코클로디니움은 외측해역에서 일일수직이동을 통하여 대규모로 발생한 후 연안으로 들어온다는 사실을 최초로 밝혔다. 이때 많은 비가 오면 영양염류가 연안으로 많이 유입되어 성장률이 높은 규조류를 번성하게 만들어 유해성 와편모류의 성장을 억제한다는 사실도 세계 최초로 밝혔다. 이는 부영양화가 유해성 적조의 원인이라는 기존 학설을 바꾸는 계기가 되었다. 그리고 코클로디니움 적조의 발생, 유지 소멸이 태풍의 영향을 받는데 일일최대풍속이 14 m/s초과하면 소멸되고, 5-14 m/s는 밀도를 낮추며, 5 m/s미만이면 영향을 주지 않는다는 사실도 우리 과학자에 의하여 처음 밝혀졌다. 우리나라 적조연구는 그 연구력을 인정받아 2012년 국제적조학회 학술대회(ICHA)를 유치하게 되었고, 이 대회를 성공적으로 개최함으로서 학계의 큰 찬사를 받았다. 또한 해양학분야 최고학술지인 Harmful Algae에서는 2013년 “Red tides in Korea”라는 주제로 특별호를 발간해 주었다. 한 국가의 적조연구를 주요 SCI 저널에서 특별호로 발간한 것은 이 특별호가 유일하다. 앞으로도 우리나라가 적조연구 분야에 있어서 세계 3위권의 연구력을 유지하고 적조에 효과적으로 대처하기 위해서는 정부의 지속적인 지원과 연구자들의 도전의식과 식지 않는 열정이 필요하다.

[SA-03]

한국 연안해역 기생생물 연구현황과 전망

박명길
전남대학교 해양학과

21세기 초반부터 다양한 해양환경으로부터 environmental DNA 시료들의 염기서열분석을 통한 여러 연구들이 Alveolates에 속하는 수많은 진핵성 기생생물들의 존재와 다양성을 잇달아 보고한 것을 계기로, 해양 생태계내 기생생물의 기능과 역할이 최근 들어 재조명을 받고 있다. 플랑크톤을 포함한 해양생물들은 생태계내에서 항시적으로 이러한 기생생물들에 노출되어 있으며, 다양한 숙주생물들과 상호작용을 통해서 복잡한 먹이망의 유지 및 생물다양성에 기여하고 있다. 본 발표에서는 한국 연안 해역을 대상으로 한 기생생물 연구 역사와 함께, 지난 20여 년간에 걸쳐 국내 연구자들에 의해 수행된 플랑크톤(즉, 와편모류, 규조류, 섬모류 등) 대상 숙주들을 감염시키는 기생생물 관련 연구들을 재조명해보고 향후 나가야할 방향을 제시하고자 한다.

국내 미생물해양학의 시작과 발전

황청연
서울대학교 지구환경과학부

미생물해양학(microbial oceanography)은 해양 미생물 또는 이들을 매개로하는 프로세스를 관측하고 이해하는 학문이다. 1980년대 초·중반에 선진국을 중심으로 해양 미생물의 생태학적 중요성에 대한 새로운 패러다임이 확산되기 시작하였고, 우리나라의 미생물해양학 연구는 1980년대 후반에 시작되었다. 국내 미생물해양학의 시작과 발전에 중요하게 기여하신 서울대 조병철 교수는 올해 2월 퇴직 전까지 SCI(E) 논문 90여편을 포함하여 총 106편의 학술 논문과 15여편의 국내·외 저역서를 발표하는 등 미생물해양학 분야에서 탁월한 연구 성과를 보였다(총 피인용수: 4천여회, h-index: 32; 2019년 9월 현재). 특히, 수층 안정성에 따른 식물플랑크톤과 박테리아의 생태적 중요성 규명, 기존 바이러스 생산력의 저평가에 대한 고찰, 고염 환경의 종속영양성 미소편모류의 활동성 규명, 분자생물학적 기법을 이용한 해양 대기 박테리아의 다양성 연구 등은 동시대의 세계적인 연구 수준에 이르는 이정표적인 연구 결과로 평가된다. 또한 조병철 교수는 국내의 제한된 연구 여건에도 불구하고 연구 미생물의 범주를 박테리아, 바이러스, 종속영양성 미소편모류로 확대시켰으며, 연구 대상 환경(예, 연안, 외양, 중층대, 저산소 환경, 고염 환경, 빈영양 해역, 에어로졸 등)을 다양화하는데 크게 기여하였다. 여러 선진 연구자들의 헌신으로 뿌리내린 국내 미생물해양학의 줄기에 꽃과 열매를 더하는 것은 새로운 세대의 미생물해양학자들에게 주어진 사명이 될 것이다.

[SA-05]

중형동물플랑크톤 연구 발자취와 방향

강정훈[1,2]
[1]한국해양과학기술원 위해성분석연구센터
[2]과학기술연합대학원대학교 해양과학과

국내 주요 학술지를 대상으로 핵심어 “동물플랑크톤”을 3종의 검색엔진(국가과학기술정보센터, 디비피아, 한국수산연구정보센터)을 가동하여 현재까지(1971년~2019년) 검색된 논문들을 확인하였다. 연구주제는 분류, 채집, 분포특성, 실험적 접근, 먹이망과 피-포식 관계 등으로 구분되었고, 분포특성 연구와 피-포식 관계에 관한 내용이 다수를 차지하였다. 동물플랑크톤 연구에 관한 최초 게재논문은 1971년에 한국수산학회지에 게재된 “한국 서해의 동물성 플랑크톤량의 경년변화에 관한 연구” 였다. 이후 1998년까지 매년 1편 정도의 논문이 게재되다가 점차 증가하여 2006년도에는 14편까지 기록한 후 감소하여 현재까지 1편을 기록하고 있다. 본 논문들은 한국해양학회, 한국수산학회, Ocean and Polar Research, 한국환경생물학회 및 한국해양환경공학회에 활발히 게재되었다. 연구수행 해역은 동해, 서해, 남해 및 제주해역의 내만, 연안역 그리고 외양역의 다양한 곳으로 확인되었다. 특히 2012년 이후에는 다양한 환경키워드와 접목된 동물플랑크톤 연구가 다수 게재되었으며, 특히 미세플라스틱과 선박평형수와 관련된 연구가 눈에 띄었다. 동물플랑크톤 생태학 연구의 기초인 동정(identification)의 밑거름인 분류 연구는 1995년에 교육부에서 펴낸 한국동식물도감 중 제 35권 동물편(해양동물플랑크톤)을 통해 기틀이 마련되었다. 2009년에 편찬된 해양과학총서(한국해양동물플랑크톤: 요각류를 중심으로)와 2010년, 2013년, 2014년에 환경부 국립생물자원관에서 편찬한 한국의 무척추 동물(해산 부유성 요각류)이 구체적인 관찰정보를 제시하여 종 판별의 완성도를 높였다.

동물플랑크톤 연구는 다양한 요구상황에 직면하고 있어 그 활용도가 매우 높다. 첫째, 전지구적 기후변화로 인한 불확실성의 증가로 보다 근본적인 생태계 변화의 이해가 요구된다. 이에 장기간 모니터링 자료의 획득과 생태계 관점의 동물플랑크톤 역할이해가 요구된다. 둘째, 자연과 인간활동에 의한 환경교란의 양상이 복잡해져 이를 이해하고 평가하기 위한 판별기술의 요구가 증대되고 있다. 셋째, 전 지구적 기후현상을 이해하고자 미지의 대양으로 연구영역을 넓히고 있으며, 이를 통한 대양연구의 요구가 증대되고 있다. 넷째, 범지구적인 환경변화를 이해하기 위한 다국가간의 협력이 필요하며, 실행 및 참여가능한 국제프로그램[(IMBeR: Integrated marine biosphere research project), PICES(North Pacific Marine Science Organization)]의 관심과 참여가 필요하다.

[SA-06]

우리나라 해양저서생태학의 과거, 현재, 미래

김종성[1*], 류종성[2], 박진순[3], 권봉오[1]

[1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소
[2]안양대학교 해양바이오시스템공학과
[3]한국해양대학교 해양환경학과

우리나라 해양저서생태학의 과거와 현재, 미래를 서울대 해양저서생태학연구실을 중심으로 소개하고자 한다. 우리나라 해양저서생태학은 1981년 고철환 교수가 서울대 해양학과에 부임하면서부터 시작되었다고 볼 수 있다. 1980년대 초반에는 조하대 대형저서동물 군집 연구와 해조류 군집 연구에 집중하였다. 1980년대 중반부터는 경기만 갯벌을 중심으로 다모류 군집 연구가 시작되었는데, 이때부터 본격적인 조간대 저서생물 군집 연구가 시작되었다. 1980년대 후반부터는 저서미세조류 군집 연구도 시작되었다. 1980년대에는 주로 저서생태계 구조연구가 주를 이루었다고 하겠다. 1990년대 초에는, 동죽(*Mactra veneriformis*) 개체군 연구, 미역 생장연구 등 저서생태계 기능 연구가 시작되었다. 1990년 후반에 이르러 저서생태계 건강성 연구가 본격적으로 시작되었으며, 저서생물 서식지인 퇴적물 내 유해화합물질, 중금속 연구가 저서생태학 범주에 포함되었다. 당시 오염문제가 심각했던 시화호, 마산만, 영일만, 울산만 등이 연구 대상지였다. 저서생태계 건강성 평가를 위해 저서생물 군집, 퇴적물 유해화학물질, 독성 등을 종합적으로 평가한 triad approach가 최초로 도입된 시기가 이 시기다. 2000년대 초반까지 저서생태계 건강성 연구가 활발히 이루어졌고, 2000년대 중후반부터 저서생태계 기능 연구가 본격적으로 시작되었다. 이로써 저서생태계 구조, 기능, 건강성 연구의 3요소가 갖추어지기 시작했다. 2012년 고철환 교수가 퇴임하고, 김종성 교수가 후임으로 부임하면서 구조/기능/건강성 연구가 본격적으로 시작되었다. 연구의 범위가 한국뿐 아니라 황해 전지역을 대상을 넓히게 되었다. 2010년대 중반부터는 저서생태계 먹이망 연구가 본격적으로 시작되었고, 후반에 이르러서는 메조코즘 연구가 시작되었다. 해양저서생태학 연구실 40년을 바라보는 현 시점에서는 저서생태계 구조/기능/건강성 연구가 균형있게 이루어지고 있다고 할 수 있겠다. 앞으로의 저서생태학은 해양생태계 서비스 연구가 주를 이룰 것으로 사료된다. 공급, 조절, 지원, 문화서비스 등 해양저서생태계가 인간활동에 주는 혜택을 정량화하고 나아가 해양공간계획 등 정책과 연결되도록 해야할 것이다.

*Corresponding author. E-mail: jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[SA-07]

우리나라 수산생물 서식지 변동과 수산자원관리

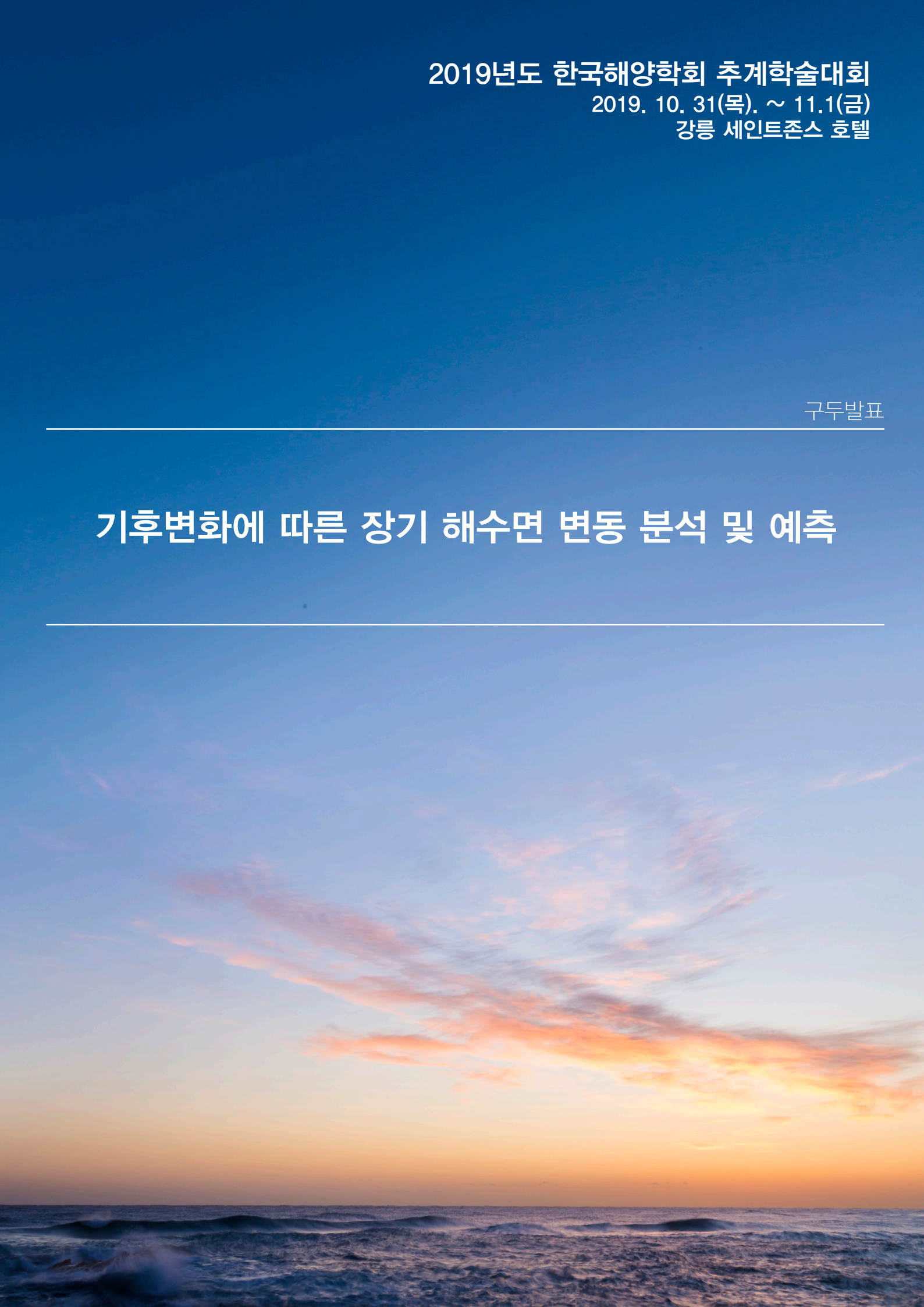
정석근
국립제주대학교 해양의생명과학부

지난 40 년 동안 우리나라 연근해 잡는 어업 어획고는 등락을 거듭했지만 연간 약 1백만 톤 수준에서 비교적 안정된 수준을 보여주고 있다. 그러나 어종별로 보면 그 연간 어획고 변동폭이 큰 어종과 비교적 안정된 어종으로 나눌 수 있다. 북태평양에서 보면 우리나라 바다는 따뜻한 물과 찬 물이 만나는 경계 해역이기 때문에 명태, 대구, 청어와 같은 냉수 어종의 남방한계이거나, 말쥐치, 정어리, 갈치, 참조기와 같은 아열대 어종의 북방한계인 경우가 많다. 이런 생물종들을 '경계 어종'이라고 한다면, 이 종들은 기후변화와 같은 환경 요인 때문에 그 서식지 경계가 조금이라도 북상 또는 남하하면 우리나라 바다에서만 보면 그 어획고가 크게 변동하였으나, 북태평양 전체에서 보면 전체 수산자원량은 그렇게 크게 변동하지 않은 경우가 많았다. 이런 경계 어종과는 달리 우리나라 바다가 서식지의 경계가 아닌 중간에 위치한 어종들도 있는데, 서식지 경계가 북상 또는 남하하더라도 연간 어획고 등락은 있으나 경계 어종에 비교해서 어획량이 안정된 멸치, 고등어, 살오징어를 들 수 있다. 지난 40 년 동안 우리나라 수산학자들이나 수산자원관리 담당 부처에서는 이 경계 어종들 어회고가 크게 줄어들면 그 원인을 구체적인 연구나 조사도 없이 막연히 남획과 같은 어업 요인 탓으로 돌리는 잘못된 원인 진단으로 지속적인 수산자원 관리에는 불필요한 어업 규제책이나 수산자원 회복 정책들을 만들어 시행해왔는데, 이는 최근 해양수산부에서 발표한 "수산혁신 2030"에서도 계속되고 있다. 인공위성, 드론, 인터넷과 같은 측정 장비와 통신 기술은 비약적으로 발전하고 있는데도, 우리나라 수산 연구 분야에서는 아직도 우리나라 바다만 보는 좁은 시야에서 벗어나지 못하고 있다. 북태평양 전체라는 큰 시각에서 우리나라 수산생물 변동을 바라보지 않는다면 잘못된 원인 진단과 효과 없이 구호만 요란한 수산정책들은 계속 반복될 것이며, 우리나라 수산업은 계속 위축되어 갈 것이다. 컴퓨터, 정보통신, 해양학 등 다른 분야와 융합하는 더 넓은 시각의 수산학 연구와 정책 개발이 필요하다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

기후변화에 따른 장기 해수면 변동 분석 및 예측



[SB-01]

동해 해수면 장기 상승률 산정에 미치는 대마난류 경로 변동과 중규모 소용돌이 효과

이경재[1], 남성현[1, 2]
[1]서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부
[2]서울대학교 자연과학대학 해양연구소

기후 변화에 따른 전지구적 해수면 상승과 더불어 지역 규모의 장기 해수면 상승률과 그 원인에 대한 보다 정확한 분석 및 평가의 중요성은 날로 증대되고 있다. 동해에서 측정된 인공위성 고도계 자료의 분석 결과, 1989-2017년 기간 동안의 평균 해수면 상승률은 약 3.40 mm/yr로 전지구 평균(2.00 mm/yr)에 비해 높으나, 4.00 mm/yr 미만으로 거의 일정한 상승률을 보이는 40°N 북부에서와 달리 남부에서는 상승률의 공간적인 차이가 극심하여 국지적으로 5.00 mm/yr에 이른다. 본 연구에서는 26년(1993-2018년) 기간 동안 수집된 인공위성 고도계 자료를 이용하여 동해 남부에서 대마난류의 사행에 따른 경로 변동과 중규모 소용돌이가 장기 해수면 상승률 산정에 미치는 효과를 조사하였다. 인공위성 고도계 자료로부터 산출된 지형류 유속을 바탕으로, 대마난류의 패턴을 3가지(쓰시마 난류, 울릉 소용돌이, 관성경계류)로 구분하여 각 패턴의 빈도 및 진폭의 장기 추세를 산정하였으며, 탐지 및 추적 가능한 중규모 소용돌이로부터 소용돌이에 의한 해수면 변동 빈도와 진폭의 장기 추세를 산정하였다. 울릉분지에서 탐지된 중규모 소용돌이와 대마난류 변동성에 따른 장기 해수면 상승률 변화는 각각 0.18 mm/yr, 0.29 mm/yr로, 전체 해수면 상승률의 약 5 %, 8 %를 설명한다. 대마난류의 패턴별 발생 빈도 및 중규모 소용돌이 발생 빈도의 경년변동을 분석한 결과에 대해서도 토의하였다. 본 연구는 동해 남부 해수면의 장기 상승률 산정에 대마난류 경로와 중규모 소용돌이의 장기 변동이 유의한 영향을 미치는 것을 의미한다.

Space-borne InSAR technique for estimating Vertical Land Motion at Tide Gauges in Korea

수레시크르쉬난, 김덕진, 조양기
서울대학교 지구환경과학부

Sea level rise (SLR) is a global phenomenon that threatens low-lying coasts and islands. Global climate change and anthropogenic activities are considered as major factors for global and regional sea level rise. Long-term sea level changes are estimated mainly using the tide gauges that installed on the coasts around the world. Such tide gauges are vulnerable to the vertical land motion due to natural and anthropogenic activities, which leads to anomalous sea level estimates [1]. In this study, we investigate the such vertical land motion at the Pohang and Yeosu tide gauge station that located in the southern part of Korea using space-borne time-series InSAR analysis. We used C-band sentinel-1 A/B SAR data acquired during 2015 - 2019. Long-term sea level rise in Pohang and Yeosu station are 3.7 mm/year and 1.74 mm/year which is considerably different from the global mean sea level rise and regional trend in the Korean peninsula. However, the sea level rise at Pohang tide gauge station is estimated as 3.1 cm/year in the recent times during 2010 - 2018. Therefore, this study will estimate the localized ground motion in the vicinity of Pohang and Yeosu tide gauge station for better sea level estimates.

예) 1. Palanisamy Vadivel et al., Sinking Tide Gauge Revealed by Space-borne InSAR: Implications for Sea Level Acceleration at Pohang, South Korea. Remote Sensing 2019, 11, 277.

[SB-03]

장기 해수면 자료 관리방법과 품질처리 개선 연구 및 우리나라의 해수면 변동률

한기종[1], 신혜경[1], 김평중[1], 정광영[2], 이은일[2]
[1]㈜유에스티21, [2]국립해양조사원

본 연구에서는 국제적인 기관들의 해수면 관리방법을 비교하고, 합리적인 해수면 자료의 품질처리 방법을 검토하고, 이러한 방법으로 우리나라의 해수면 상승률을 계산하고자 한다.

국제적으로 해수면을 관리하는 기관은 정부간해양학위원회(IOC), PSMSL, NOAA, 하와이대학해수면센터(UHSLC)와 우리나라의 국립해양조사원 등이 있다. 정부간해양학위원회(IOC)는 월평균과 연평균 산출 등 해수면 자료처리의 원칙적인 내용을 수록한 매뉴얼을 발간하고, 전 세계 대부분의 기관에서 기초 매뉴얼로 활용하고 있다. 하와이대학해수면센터(UHSLC)는 GLOSS Fast-Delivery Center를 운영하여 회원국 자료의 품질처리와 메타데이터를 포함한 GLOSS 해수면 자료를 수집하고 있다. GLOSS는 회원국으로부터 수집한 자료를 GLOSS 해수면 센터를 통해 사용 목적에 따라 3가지(Real-time, Near-real-time(L1), Delayed Mode(L2))로 구분하여 제공하고 있으며, PSMSL은 회원국으로부터 품질처리가 완료된 자료와 월평균, 연평균 자료를 제공받고 있다. NOAA는 해수면 관측자료에 대한 직접적인 품질관리는 수행하지 않으며, 계절주기가 제거된 월평균 자료로 국지적 상대 해수면(RSL) 추세를 산출하여 제공하고 있다. 우리나라는 국립해양조사원을 통해 1차 품질처리를 거친 1분 간격 자료와 최종 품질처리를 거친 매시별 조위자료, 월평균과 연평균을 제공하고 있다. 그리고 PSMSL에 인천, 목포, 제주, 여수, 부산, 울산, 묵호 등 7개소의 조위자료를 제공하고 있다.

해수면 자료의 품질처리는 국립해양조사원에서 1차와 2차 과정으로 나누어 수행한다. 이 품질처리는 수집된 관측자료의 결측 구간과 자동보간 현황 등을 우선 파악하고, 주변 조위관측소 자료와의 상대 조위 차이를 분석하여 조위자료의 이상유무를 파악한다. 기준면 변동, 관측소 이설 등과 같은 조위관측소 이력을 통해 인위적인 요인에 의한 조위 자료를 조정하고, 이후 결측구간은 조화상수를 이용하여 예측조위로 보간한다. 그러나 기존 품질처리 과정으로 결측 보간 시 상대 조위 차이에서 큰 차이가 발생하는 문제점이 파악되었다. 따라서 이번 연구에서는 기존 품질처리 방법을 개선하기 위하여 조위 자료 조정 전에 조화분석과 잔차 분석을 수행하고, 결측 보간 시 예측조위와 인근 조위자료의 잔차 평균을 반영하는 방법을 제안한다.

그리고 우리나라 연안의 해수면 추세는 새롭게 제안된 품질처리 방법과 NOAA의 해수면 추세분석 절차를 준용하여 계절주기가 제거된 월평균해수면을 사용하여 단순 선형회귀 분석법으로 산출하였다. 우리나라 연안의 해수면 변동률은 기존 품질처리방법과 개선된 품질처리 방법으로 계산하여 서로 비교하였다.

[SB-04]

남극 빙상변화와 연관된 전지구 해수면 변동 예측

진경[1], 박인우[1,2], 나지성[1], 김태균[1,3], 이승현[1], 이춘기[1], 이원상[1]
[1]극지연구소, [2]서울대학교, [3]제주대학교

지구온난화에 기인한 해수면 상승은 해수 온도 증가에 따른 열팽창과 육지 빙하의 융해가 주요 원인으로, 지구 평균 해수면은 지난 110년간(1901～2010) 19cm 상승했다. 전지구 평균 해수면은 1971~2010년 40년 동안 매년 2.0mm 상승하고 있으며, 1901~2010년 기간 평균 1.7mm에 비해 1993~2010년 기간 평균은 3.2mm로 최근 들어 상승률이 증가하고 있음을 알 수 있다 (IPCC 5차 평가보고서, 2013). 해수면 상승은 대기 온실가스 농도 증가가 멈출지라도 수세기 동안 지속될 수 있는 장기적인 변화이며, 2100년까지 2.0도 지구온난화에서보다 1.5도 지구온난화에서 0.1m 더 낮아지는 전지구 평균해수면 상승이 관련 리스크에 노출되는 인구수를 최대 1천만 명까지 감소시킬 정도의 큰 영향을 초래하므로(IPCC 1.5도 특별보고서, 2018), 해수면 상승의 정확한 미래 예측은 매우 중요한 관심사라 할 수 있다.

이러한 배경에서 극지연구소는 최신 빙상동역학 모델을 활용하여 최근 급격한 변화가 관찰되고 있는 남극의 빙상 변화에 의한 전지구 해수면 변동 연구를 수행하고 있다. ISSM 모델로 동남극 장보고 기지 부근 위치한 북빅토리아랜드 데이비드 빙하-드라이갈스키 빙설 지역에 대한 빙상동역학모델 시스템을 구축하고, 지구온난화와 연관된 대기 및 해양 변화 대한 용융 및 이에 기인한 전지구 해수면 변동 미래 예측 실험을 수행하였다. 먼저 현장 관측자료에 기반한 기저지형자료 업데이트로 빙상동역학 모델 성능이 개선되었다. 개선된 모델을 사용하여 육지 강설에 의한 빙하 표면질량수지 변동, 해양 온도와 연관된 기저용융비 변화 및 빙하말단부 후퇴와 관련된 민감도 실험을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 그리고 CMIP5에 참여한 17개 전지구접합모델 (CGCM) 로부터 산출된 네 가지 RCP 시나리오에 대한 미래 예측결과를 활용하여 2300년까지 지역 빙상 질량변화에 의한 전지구 해수면 변동 미래 예측 실험을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 예측성 향상을 위한 미래 시나리오 개선을 도모하기 위하여 해양모델 및 고해상도 LES 모델을 활용한 기저용융비 개선 연구 또한 수행되고 있다.

[SB-05]

전지구 평균해수면 상승 수지 평가

차상철[1], 문재홍[1]

[1]제주대학교 지구해양과학과

전지구 해수면 상승은 기후 및 환경변화의 주요 지시자(indicator)로써 지구 온난화, 빙하의 융해, 해양과 대륙의 물 교환 등 다양한 요소에 영향을 받는다. 전지구 해수면은 산업혁명 이후 계속 상승하고 있으며, 최근의 연구결과들은 위성관측(1993년) 이후 현재까지 약 3.3mm/yr 정도의 상승률을 제시하고 있다. 하지만 지속적인 온난화에도 불구하고 전지구 해수면의 상승률은 시기에 따라 증가와 감소를 반복해왔다. 예를 들어, 2000년대 "Hiatus"기간 동안 해수면 상승률은 거의 정체된 반면 그 이후에는 빠르게 가속되고 있다. 이러한 해수면 상승의 시간적인 변화는 내재된 자연변동성에 영향을 받기 때문에 지구온난화와 관련된 해수면의 인위적인 상승을 정확하게 평가하는 것을 어렵게 한다. 전지구 해수면 자료로부터 내재된 다양한 기후변동성을 분리하는 것은 미래 해수면 상승을 예측하고 해수면 상승에 따른 위험으로부터 피해를 예방하는데 있어 매우 중요하다. 본 연구에서는 위성자료(altimeters), 열-염분 해수면 변화(steric sea level), 빙하(ice sheets)의 융해, 해양-대륙(terrestrial water storage)의 물 교환 자료로부터 전지구 평균해수면 변화의 전체 수지(total sea level budget)를 평가하였고, 앙상블 경험적 모드 분해법(Ensemble Empirical Mode Decomposition, EEMD)을 사용하여 내재된 기후변동성들이 전지구 해수면 상승률 변화에 어떻게 기여했는지를 분석하였다.

사사

이 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1003206)

[SB-06]

서남극 스웨이츠 빙하 붕괴와 해수면 상승

이원상[1], 이춘기[1], 윤숙영[1], 이승현[1], 진경[1], 윤승태[1], 나지성[1], 박인우[1], 김병훈[1], 김진석[1], 이지연[1], 이인애[1]
[1]극지연구소

최근 발표된 IPCC 해양 및 빙권 특별보고서에 의하면 어떠한 온실가스배출 시나리오를 적용하더라도 금세기 동안 해수면 상승은 멈출 수가 없으며, 2100년에는 전 지구 평균해수면이 2005년에 비해 1.1m (RCP8.5) 더 높아질 것으로 예측하였다. 이 보고서에서 주목할 점은 100년에 한번 정도 발생할 가능성이 있는 극한 해수면 현상이 2050년에 이르러서는 거의 매년 발생할 것으로 평가한 사실이다. 이러한 급격한 해수면 변동의 주원인으로 극지역 특히 서남극 빙상의 급격한 붕괴를 꼽았으며, 관측 자료의 부족으로 여전히 미래 해수면 상승 예측 결과에 관한 불확실성이 대부분 이곳에서 기인하고 있음을 명기하고 있다.

남극대륙의 빙상은 빙하의 형태로 바다로 흘러가 직접적으로 해수면 상승을 유발한다. 서남극 지역에서는 바다로 향하는 길목에서 이러한 흐름을 효과적으로 조절해 오던 스웨이츠 빙하가 지구 온난화의 영향으로 최근 급격하게 후퇴하고 있으며, 이는 상류의 빙상 전체 붕괴를 가속화 할 것으로 판단하고 있다. 서남극 빙상이 모두 녹아내리게 되면 평균해수면이 약 5m 이상 상승할 것으로 예측된다.

미국-영국은 서남극 빙상이 얼마나 많이 그리고 얼마나 빠르게 녹아 전 지구 해수면을 상승시킬지 보다 정확하게 예측을 하고자 2018년부터 서남극 스웨이츠 빙하에 관하여 남극연구 역사상 최대 규모의 국제공동연구(International Thwaites Glacier Collaboration) 수행에 착수하였다. 국내에서는 극지연구소가 중심이 되어 해수면 변동 예측을 위한 지속가능한 연구 체계를 국제공동연구활동(LIONESS; Land-Ice/Ocean Network Exploration using Semiautonomous Systems)으로 확립하여 올해부터 스웨이츠 빙하 연구에 동참(LIONESS-TG)하고 있다. 이 연구는 해양, 빙상, 수문, 미래예측 그리고 극지탐사기술 등 5가지 분야로 구성되며, 국내 유관기관과 긴밀한 협력을 통해 수행되고 있다. 연구의 최종 목적은 연구지역 직접 탐사를 수행하여 현재 진행 중인 급격한 지반선 후퇴의 원인을 규명하고, 수치모델을 활용하여 서남극 빙상의 붕괴시점을 예측, 미래 해수면 변동 예측 불확실성을 완화하는데 있다. 이는 한반도 부근 해수면 변동 이해 및 예측에 원천 자료를 제공할 수 있을 것으로 기대하며, 이 발표에서는 연구 사업 수행에 관한 전반적 내용 및 2019/2020년 남극 하계탐사 연구계획을 소개하고자 한다.

[SB-07]

역학적 규모 축소법을 이용한 한반도 주변 해수면 상승 모의

김용엽[1], 조양기[1], 김봉관[1], 이은일[2], 정광영[2]
[1]서울대학교 지구환경과학부/해양연구소
[2]국립해양조사원 해양조사연구실

최근 지구온난화로 인한 해수면 예측을 위해 많은 전지구 해양기후 모델들이 사용되고 있다. 그러나 대부분의 전지구 해양기후 모델은 낮은 해상도를 가져 한반도 주변의 상세한 지형을 표현하는데 어려움이 있다. 특히 전지구 해양기후 모델들은 연해의 해협 폭이 너무 넓거나 좁은 경우가 많아 우리나라 주변의 중요한 해류들의 흐름을 정확하게 재현하기 어렵다. 전지구 해양기후 모델의 낮은 해상도로 인한 한계를 보완하기 위해 고해상도 지역 해양모델에 역학적 규모 축소법을 적용하였다. 수치모델은 지역 해양 기후변화 연구에 많이 활용된 모델인 Regional Ocean Modeling System (ROMS)을 사용하였다. 미래 예측을 위한 고해상도 지역 해수면 예측 모델의 최적 경계값을 찾기 위해 CMIP5 전구 기후모델 자료들을 분석하고 평가하였다. 평가에서 선정된 전구 기후모델들을 경계로 한 고해상도 지역 해수면 예측 모델 검증을 위하여 한반도 주변 과거 30년을 재현하고 관측자료 기반의 재구성자료와 비교분석하였다. 고해상도 지역 해수면 예측 모델을 수행하여 RCP 4.5 기후변화 시나리오에 따른 미래 한반도 주변 해수면 상승을 모의하였다.

[SB-08]

지역적 대기 변동에 의한 우리나라 주변 겨울철 해수면 경년 변동

한명희[1], 남성현[1], 조양기[1], 강현우[2], 정광영[3], 이은일[3]

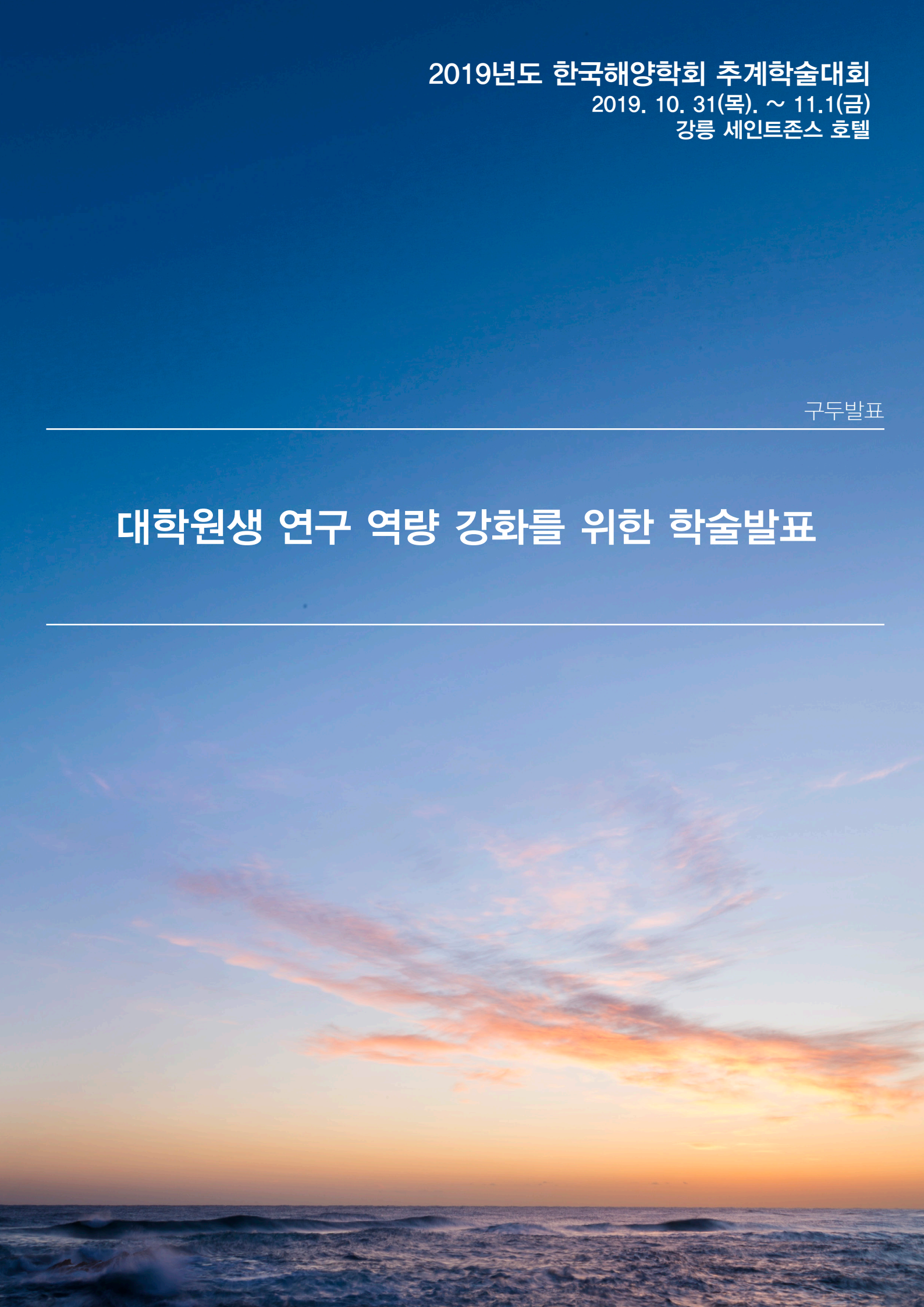
[1]서울대학교 지구환경과학부
[2]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터
[3]국립해양조사원 해양과학 조사연구실

기후변화에 의한 전지구적 해수면 상승과 함께 지역 규모의 해수면 상승과 변동을 이해하는 것은 중요하다. 동해, 황해, 동중국해를 포함하는 우리나라 주변의 동북아시아 해역 해수면은, 장기적인 상승 추세와 함께, 뚜렷한 겨울철(11-12월) 경년변동을 보이지만 이에 대한 연구는 부족한 상태이다. 본 연구에서는 25년(1993-2017년)동안 동북아시아 해역에서 인공위성 고도계로 측정된 자료를 분석하여 겨울철 해수면의 경년변동 특성과 그 역학적 원인을 규명하고자 하였다. 장기 상승 추세를 제외한 겨울철 해수면의 경년 변동을 해상풍 및 대기압과 상관 분석하였고, 고수위 기간(1999년, 2000년, 2003년, 2004년, 2015년, 및 2016년)과 저수위 기간(1993년, 1995년, 2005년, 2013년, 2014년, 및 2017년)으로 구분하여 분석하였다. 분석 결과, 동북아시아 해역 겨울철 해수면 경년 변동은 계절풍(겨울철 북서풍)과 밀접히 연관되어 있으며, 고수위(저수위)일 때, 쏘야해협에서의 대기압이 증가(감소)하고, 동해 남부보다 오호츠크해 남부에서 강한(약한) 북서계절풍이 나타났다. 강화된 북서풍에 의한 남서쪽으로의 에크만 수송은 동해에서 유출하는(동해로 유입하는) 수송량을 감소시켜 동북아시아 해역에서 해수의 수평 수렴(발산)을 유도하고, 해수면의 상승(하강)이 발생한 것으로 해석될 수 있다. 오호츠크해 남부와 동해 남부의 바람 응력을 동북아시아 해역에 적용하는 다변량 회귀분석 결과는, 0.49의 결정계수와 0.0006보다 작은 p-value를 보여 유의한 상관성을 보여준다. 겨울철 동북아시아 해역 해수면의 편차(anomaly)는 쏘야해협 대기압의 편차와 중요한 상관관계(상관계수 0.62와 0.0010보다 작은 p-value)를 가지며, 기후지수(climate indices) 중에는 North Pacific Gyre Oscillation (NPGO)와 유의한 상관관계(상관계수 0.41과 0.0433보다 작은 p-value)를 보인다. 이 연구는 좁은 해협들로 둘러싸인 동북아시아 연근해에서 겨울철 계절풍/대기압의 강약과 분포 양상에 따라 국지적인 수평 해수 수송의 수렴/발산을 통해 유의할 수준의 해수면 변동이 발생함을 제시한다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

대학원생 연구 역량 강화를 위한 학술발표



Long-term variation of the Indian monsoon activity in the Andaman Sea and the Bay of Bengal since the Late Miocene

이종민[1], 김성한[2], 김부근[1]
[1]부산대학교 해양학과
[2]극지연구소 극지고환경 연구부

The Asian monsoon, which is composed of the South (or Indian) Asian monsoon and East Asian monsoon, is one of important elements as the climate system in the tropical region. Thus, it is important to understand the characteristics of the Asian monsoon change. International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 353 was carried out from 29 Nov. 2014 to 29 Jan. 2015 to reconstruct variation of the Indian monsoon since the late Miocene. This study used the sediment cores at Sites U1447 (Andaman Sea) and 1445 (Bay of Bengal). We measured clay mineral compositions, Nd-Sr isotopes of detrital particles, and $\delta^{13}C$ of sediment organic matter (SOM) at Site U1447 to reveal the sediment provenance and weathering intensity variations in association with the Indian monsoon changes. In this study, we revealed that the sediment provenance at Site U1447 has not been changed since the late Miocene (~10 Ma) and the long-term variation of clay minerals was influenced by the Indian monsoon and global climate changes. At Site U1445, we measured diverse sediment properties (total nitrogen, total organic carbon, biogenic opal, and $CaCO_3$) in order to reconstruct surface water productivity changes in response to the Indian monsoon over the mid-Pleistocene transition (MPT). Based on the paleoproductivity proxy, pre-MPT was characterized by high biogenic opal and low $CaCO_3$ contents whereas post-MPT was characterized by low biogenic opal and high $CaCO_3$ contents. Our record suggests that biogenic opal production was related to the Indian summer monsoon intensity in terms of riverine water discharge. Thus, our results proposed that the intensity of indian monsoon might have decreased gradually since the Late Miocene, which is controlled by the global climate change.

[SC-02]

Ex-situ 실험을 통한 퇴적물 내 생물이용성농도 측정

정다영, 정해진, 장유리, 김기범
경상대학교 해양시스템공학과

퇴적물 내 유기오염 물질의 농도는 속실렛 추출법을 통하여 얻은 총농도(Total concentration, C_{total})로 제시되고 있다. 하지만 C_{total}은 실제 생물이 이용하게 되는 오염물질의 농도보다 높게 과대평가되어진 농도이다. 따라서 생물이용성 농도(Freely dissolved concentration, C_{free})를 측정하여 실제 생물에 미치는 영향과 농축정도에 대한 보다 정확한 정보를 제공하고자 한다. 이를 위해 분배 평형 원리를 이용한 수동형 채집기가 개발되어져 왔다. 수동형 채집기를 직접 해양환경에 노출하는 방법(In-situ)은 여러 환경 조건을 반영할 수 있는 장점이 있지만, 평형에 도달하기 까지 시간이 오래 걸리기 때문에 생물부착(biofouling) 등의 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 채취되어진 퇴적물에 수동형 채집기를 노출(Ex-situ) 및 빠른 속도로 교반시켜 평형 도달 시간을 단축하였다. 이 결과를 기존의 속실렛 추출법으로부터 얻어진 농도와 비교하였다.

실험에 사용된 수동형 채집기는 저밀도 폴리에틸렌(Low density polyethylene, LDPE)이며, 퇴적물은 2019년 7월 공동 연구선 활용 과제 수행 중 채취한 시료이다. ex-situ 노출 실험 전 퇴적물에 16종 다환방향족탄화수소(Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) 화합물을 일정량 첨가하였다. 24시간동안 교반한 후, 120 ml 실험 용기에 옮겨 담아 다양한 시간으로 노출실험을 진행하였다. 이 때, 미생물 분해를 방지하기 위한 NaN_3를 첨가하였고, 노출시간동안 골고루 교반이 이루어지도록 물을 첨가하여 함수율이 80%인 슬러리 형태로 진행하였다. 각각 설정된 노출 시간에 따라 LDPE를 회수한 뒤 수분을 제거하고 다이클로로메테인으로 초음파 추출 하였다. 추출물을 농축한 후 헥산으로 용매치환 및 농축하여 GC/MS로 분석하였다.

평형에 도달하는 시간은 각 화합물의 분자량에 따라 다르게 나타났다. 저분자 화합물의 경우 5일에 최대 흡수량을 보였고, 고분자 화합물의 경우 10일에 최대 흡수량을 보였다. 대체적으로 5일 경과 후, 최대 흡수량을 보이고 평형에 도달할 때까지 감소하는 경향을 보였다. 또한, 속실렛 추출법을 통해 구한 C_{total} 보다 ex-situ 방법을 통해 구한 C_{free} 값이 현저히 낮음을 알 수 있었다.

[SC-03]

개선되어진 수동형채집기를 활용한 생물이용성 농도 측정

장유리, 정해진, 정다영, 김기범
경상대학교 해양시스템공학과

유기오염물질 내 생물이용성 농도(freely dissolved concentration)는 총 농도보다 생물에 대한 영향 및 독성에 대해 보다 정확한 정보를 제공할 수 있다. 이를 측정할 수 있는 효율적인 방법으로 분배평형 원리에 기초한 수동형채집기가 개발되어져 왔다. 그러나 해양환경에 적용할 경우 평형에 도달하는 시간이 길어짐에 따라 장치의 유실, 생물부착(biofouling)에 따른 흡수속도 저해 및 대상물질의 분해 등의 문제점이 있다. 따라서 본 연구는 수동형채집기의 노출시간을 단축시키고자 흡수속도를 높일 수 있는 장치를 제작하였다. 제작된 수동형채집기는 국내 서해와 남해의 표층 해수로부터 16종의 다환방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)의 해역별 생물이용성 농도를 측정하였으며, 동시에 기존방법인 대용량채집기(high volume sampler, HVS)를 이용하여 얻은 용존상 농도와 비교하였다.

남해와 서해를 8개의 구역으로 나누어 2019년 7월 2일부터 6일까지 선박이 이동하는 동안 지속적으로 표층수를 채취하였다. 새로운 수동형채집기는 실행보정물질(performance reference compounds, PRCs)이 함유되어 있는 저밀도폴리에틸렌(low density polyethylene, LDPE) film을 이용하였다. 2 g의 LDPE를 스테인레스 용기(60 L)에 장착한 후, 용기 내 해수를 유입시킨 뒤 900 rpm으로 회전시켜 해수에서의 생물이용성 오염물질을 흡수시켰다. HVS의 경우 총 100 L의 물을 GF/F로 여과 및 XAD-2 resin에 통과시켜 용존 상을 흡수시켰다. LDPE 및 resin은 정점마다 교체 및 냉동보관 하였으며, 분석 시 각각 초음파(sonication) 및 액-액(liquid-liquid) 추출하여 GC/MS로 기기 분석하였다.

제작된 수동형채집기를 5 시간동안 900 rpm으로 가동한 결과, 사전 첨가되어진 PRCs의 유실량으로부터 $\log K_{ow}$가 5 이하인 화합물이 대부분의 정점에서 90% 이상 평형에 도달한 것을 확인하였다. 생물이용성 농도는 16PAHs 중 4종 (acenaphthene, fluorene, fluoranthene, pyrene)만 검출되었으며 이는 모두 $\log K_{ow}$가 5 이하인 화합물이다. 물에 대한 용해도가 비교적 높은 fluorene 경우 0.75 ng/L로 총 용존상 농도의 14%를 차지하였으며, 용해도가 낮은 floranthene과 pyrene은 0.017, 0.016 ng/L로 각 총 용존상 농도의 0.53, 0.11 %를 차지하였다. 한편 구역별 농도차이를 비교하였을 때, 모든 정점에서 매우 낮은 농도로 큰 차이를 보이진 않지만 서해에서의 연안 및 외해가 남해보다 미세하게 높았다.

How does oxygen isotope of seawater explain the water mass mixing in the western Indian Ocean?

김예슬[1,2], 강동진[1,2], 노태근[3]
[1]과학기술연합대학원대학교 해양과학과
[2]한국해양과학기술원 해양환경연구센터
[3]한국해양과학기술원 해양기기개발·운영센터

해수의 산소 안정동위원소 비($\delta^{18}O_{sw}$)는 물 분자를 구성하는 산소동위원소 ^{16}O에 대한 ^{18}O가 차지하는 비율로 정의되는데 이는 보존적인 추적자로서 염분과 함께 수괴 특성 연구에 활용된다. 기존의 인도양 $\delta^{18}O_{sw}$ 연구는 비교적 표층에 제한되어 있기 때문에, 2018년 4월 R/V 이사부를 활용해 60 °E를 따라 3~13 °S, 67 °E를 따라 3~25 °S 해역을 관측하여 수층별 $\delta^{18}O_{sw}$을 분석하였고 자료의 공간적인 제약을 극복하고자 GISS (Goddard Institute for Space Studies, NASA) $\delta^{18}O_{sw}$ database를 포함하여 서인도양에서 수괴의 확장 및 수직적, 수평적 혼합 과정을 이해하고자 하였다.

서인도양의 표층(0~100 m) $\delta^{18}O_{sw}$과 염분은 위도에 따른 증발과 강우의 차이(E-P effect)에 의해 9 °S에서 가장 낮은 $\delta^{18}O_{sw}$과 염분을 보이고 이 위도를 중심으로 남, 북 방향으로 $\delta^{18}O_{sw}$, 염분 모두 증가한다. 중층(100~1000 m)의 경우에는 수심이 깊어질수록 $\delta^{18}O_{sw}$과 염분이 감소하는 양상을 보인다. 중층 내 $\delta^{18}O_{sw}$과 염분의 직선관계를 이용해 중층의 수직 혼합을 확인할 수 있는데 3 °S에서 25 °S으로 갈수록 중층의 기울기(3 °S: 0.78; 25 °S: 0.54)가 달라지는 것으로 나타난다. 이는 위도에 따라 중층에 분포하는 수괴의 차이에 의한 것으로 남극에서 형성된 AAIW (Antarctic Intermediate Water)의 세력이 남반구의 저위도로 갈수록 약해지고 북반구에서 확장한 IDW (Indian Deep Water)의 영향이 강해지기 때문이다.

서인도양의 심층-저층(>1000 m)의 $\delta^{18}O_{sw}$과 염분의 관계에서 염분은 34.75로 변화가 거의 없는 반면에 $\delta^{18}O_{sw}$은 수심이 얕아짐에 따라 -0.5‰에서 0.1‰의 상대적으로 큰 변동 보이는데 특히 저위도보다 고위도에서 좀 더 큰 변동 폭을 보인다. 이 관계를 통해 고위도에서 가장 작은 $\delta^{18}O_{sw}$를 가지는 저층 수괴 AABW (Antarctic Bottom Water)와 심층 수괴 CDW (Circumpolar Deep Water), 그리고 중층 수괴 간의 수직 혼합을 설명할 수 있다.

[SC-05]

해양환경 변화에 따른 유독와편모조류 *Alexandrium pacificum*의 마비성패독(PSP) 변화

남기택[1], 임월애[2], 박종우[2], 신현호[3], 오석진[1]
[1]부경대학교 해양학과, [2]국립수산과학원 기후변화연구과,
[3]한국해양과학기술원 해양시료도서관

우리나라에서 출현하는 *Alexandrium*속은 *A. catenella, A. affine, A. insuetum, A. pacificum* 그리고 *A. fraterculus*이며, 이 중 사회적으로 문제를 발생시키는 마비성패독(Paralytic shellfish poisoning; PSP)의 원인종은 *A. catenella*와 *A. pacificum*로 알라져 있다. PSP의 원인종의 독농도 및 조성은 성장단계 및 환경변화(수온, 염분, 영양염 그리고 조도 등)에 따라 달라진다고 보고되어 있다. 본 연구에서는 다양한 수온, 염분과 광조건(조도 및 파장)에서 *A. pacificum*의 PSP 변화를 조사하였으며, 앞으로의 우리나라 해양환경 변화에 따른 *A. pacificum*의 PSP 증감 가능성에 대하여 토의하였다.

실험에 이용한 *A. pacificum*(LIMS-PS-2729)는 남해 연안수를 바탕으로 한 f/2 배지에 접종하여 20℃, 30 psu의 조건에서 계대 배양하였다. 대수 생장기 후기 세포를 배양 플라스크에 접종하여 염분 30 psu 조건 하에서 배양 온도 5, 10, 15, 20, 25, 30℃의 6단계, 배양 온도 20℃ 조건 하에서 염분 15, 20, 25, 30, 35 psu 5단계에서 생장속도를 관찰하였다. 그리고 조도 및 파장의 경우 20℃, 30 psu 조건하에서 각 파장별(복수파장, Blue: 450 nm, Green: 525 nm, Red: 650 nm)로 10, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300 μmol m^{-2} s^{-1}조건에서 생장속도를 구하였다. 수온, 염분, 조도 및 파장 실험은 각 시료의 대수생장기 후기의 *A. pacificum* 세포를 수확하여, post-column oxidation 방법을 활용한 HPLC로 PSP를 분석하였다. 마지막으로 생장단계에 따른 독성변화를 알아보기 위하여 20℃, 30 psu의 조건에서 이틀간격으로 세포를 수확하였고, PSP를 분석하였다.

*A. pacificum*의 수온과 염분의 변화에 따른 PSP의 변화는 현재 실험이 진행 중에 있기 때문에 발표시에 설명하기로 한다. 조도의 경우, 광량의 증가에 따라 *A. pacificum*의 세포밀도는 증가하였으며, 최대 조도인 300 μmol m^{-2} s^{-1}까지 광저해 현상은 보이지 않았다. 독농도는 20-100 μmol m^{-2} s^{-1} 구간에서 150-200 μmol m^{-2} s^{-1} 보다 약 1.5-2배정도 낮았다. “2019년 춘계 해양학회 학술대회”에서 보고한 *A. catenella*는 50 μmol m^{-2} s^{-1}에서 100과 150 μmol m^{-2} s^{-1} 보다 상대적으로 2배 높아, *A. pacificum*와 반대의 경향을 나타내었다. 파장의 경우, 적색파장(650 nm)에서 다른 파장대(Fluorescent lamp, Blue, Green)보다 약 3배정도 높은 독농도를 보여, *A. catenella*와 유사한 경향을 나타내었다. 적색파장에서 높은 독농도는 PSP의 선구물질(arginine)의 높은 합성의 결과로 보이며, 자연환경에서 적색파장은 해수중의 물분자에 의해 흡수되기 때문에 PSP 생산에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다. 하지만, 이러한 생리적인 기작을 응용할 경우, 근육 과다활동과 연관된 근육 활성 억제제의 개발 및 PSP의 표준물질(Standard material) 정제시 유용하게 이용될 것으로 생각된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

Effect of Inorganic Micronutrients on Cell Growth and Biochemical Components of *Arthrospira maxima*

이원규[1,2], 유용균[1,2], 김태호[1], 강도형[1,2*]
[1]한국해양과학기술원 제주연구소
[2]과학기술연합대학원대학교 해양과학(해양학)

Underground seawater from Jeju Island, Korea (i.e. Jeju magma seawater, JMS) has high amounts of inorganic micronutrients as much as 7.5 to 55 times compared with the concentrations of zinc (Z, 0.019 mg/L), iron (F, 0.015 mg/L), manganese (M, 0.008 mg/L), vanadium (V, 0.015 mg/L), selenium (S, 0.013 mg/L) and germanium (G, 0.002 mg/L) in natural seawater. The micronutrients are the essential minerals for photosynthetic metabolism and growth of marine algae. However there is no information on the effect of micronutrients in JMS for marine algae, few studies of land plant cultivation using JMS have been conducted. The purpose of this study was to investigate the effect of inorganic micronutrients of JMS on growth effect of marine blue-green alga, *Spirulina maxima*. Screening of cell growth of *S. maxima* was carried out on 10 mL-flask for 14 days and measured by spectrophotometric measurement (λ=664 nm) cultured in 64 modified conventional media mixed with 6 mineral reagents under different concentration regimes referred by JMS concentration. After small scale culture, selected eight combinations of the minerals were then used for 20 L-scale to compare the biochemical differences and scale-up growth performance. In 10 mL-scale cultivation of screening experiment, the highest optical density was recorded in the medium containing combination of M and V (M+V), followed mixed M+Z+V and M+Z+F combinations. In scale-up cultivation, final biomass production and specific growth rate of *S. maxima* in the media containing single Z and mixed M+Z were significantly higher than other combinations. Protein levels were significantly increased in the experiment of mixed M+Z combination (p<0.05). Photosynthetic pigments of chlorophyll-*a* and C-phycocyanin were also significantly increased in the experiment of Z and mixed M+Z+V combinations, respectively (p<0.05). These results indicated that M and Z of JMS have significant effects on photosynthesis and cell growth of *S. maxima*.

Seasonal dynamics and diversity of marine microbial eukaryotes in the Jeju Strait, Korea

서효정[1], 박명길[2], 김선주[1]
[1]부경대학교 해양학과, [2]전남대학교 해양학과

Marine microbial eukaryotes, which are comprised of diverse taxonomic groups, are ubiquitous in the ocean and play fundamental roles in microbial food-webs and global biogeochemical cycling. We investigated the diversity and spatiotemporal distributions of marine microbial eukaryotes using the 18S rRNA V9 metabarcoding in a highly dynamic coastal system, the Jeju Strait of Korea in March, June, September, and November 2017. A total of 4,145,490 sequences and 2,575 OTUs were obtained from 147 samples using an Illumina sequencing. Interestingly, parasitic microeukaryotes sequences represented over 20% of total 18S rDNA sequences. The relative abundances of parasite sequences were relatively higher in June and November (on average 31.8% and 38.7%, respectively) than in March and September (on average 28.1% and 31.5%, respectively). The largest proportions among the parasite sequences were occupied by Syndiniales groups I and II in all samples. The relative proportions of Syndiniales groups I and II showed a marked different pattern in distribution. While the relative abundances of Syndiniales group I were higher in surface water samples than in deep waters, those of Syndiniales group II tended to greatly increase with depth. Syndiniales group II Clade 10+11 appeared mostly in the mid water layers, whereas Syndiniales group II Clade 6 and 7 occurred in the bottom water layers. A co-occurrence analysis revealed strong positive associations between Syndiniales group II Clades 6 and 7 and Radiolarian Spumellarida, suggesting a host and parasite relationship. The dominant proportions of parasite sequences in microbial eukaryotes communities indicate that they are one of the important components as well as paly potentially important roles in the microbial food webs in the highly dynamic coastal system.

Ideal culture method and application for microalga, *Haematococcus* sp.

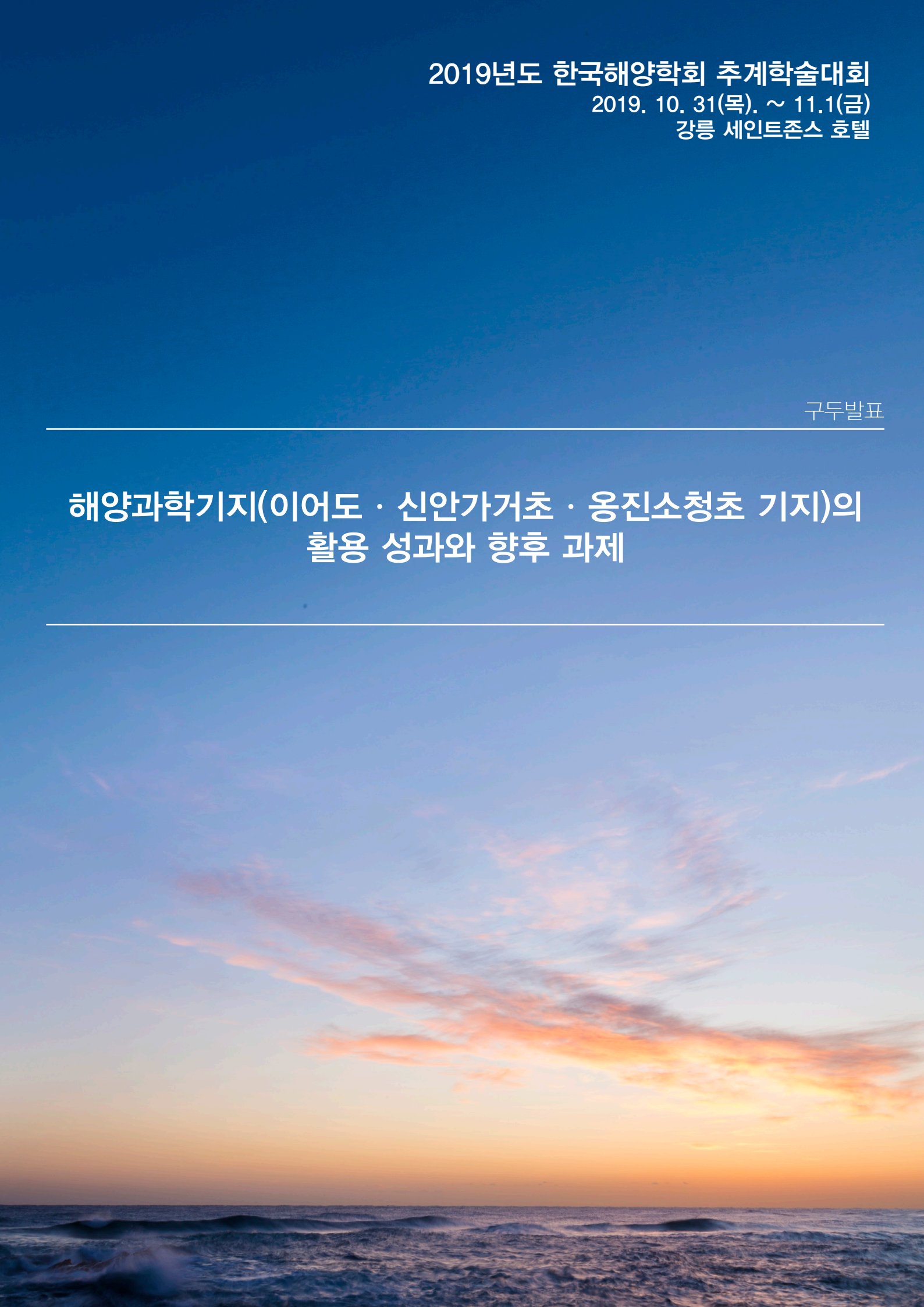
유용균[1,2], 이원규[1,2], 김태호[1], 강도형[1,2*]
[1]한국해양과학기술원 제주연구소
[2]과학기술연합대학원대학교 해양과학(해양학)

Haematococcus sp. are commercial photosynthetic green microalga, and accumulates high amounts of high value-added secondary metabolites such as carotenoids and astaxanthin when cell color is converted to red cyst cells. Generally, genus *Haematococcus* have reporting a low growth rate and low final cell density when the cells are cultured with general broth media. In this reason, the culture cost (nutrients, water, land and system etc.) are considerably high despite the secondary metabolites are important for human health. Therefore, development of affordable culture condition is an important role for mass production and sustainability of the strain. The aim of this study was to design and apply the culture method to decrease a culture cost and to investigate an optimal condition for biomass production of *Haematococcus* sp. *KORDI03* (KCTC 12348BP) under waterless different culture condition. Culture condition of the strain was BBM-based waterless agar plate with the conditions of room temperature (28±0.5°C) and fluorescence light (12L:12D cycle) for a month. The results showed that dry biomass of the red cyst cells ranged from 1.63 g/m^2 to 21.12 g/m^2. The maximum productivity is suggested that ideal culture method is affordable for *Haematococcus* sp. production and is to be make a convenient process for astaxanthin production from the strain cells.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

해양과학기지(이어도 · 신안가거초 · 옹진소청초 기지)의 활용 성과와 향후 과제



KHOA-led research activity based on Ieodo Ocean Research Station

변도성[1], 정광영[1], 이은일[1], 정진용[2]

[1]국립해양조사원 해양과학조사연구실, [2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터

The Ieodo Ocean Research Station (Ieodo ORS), a steel-framed tower-type platform has been constructed in the vicinity of a submarine rock called Ieodo in June 2003 to improve our understanding of oceanic and atmospheric phenomena and their interactions in the East China Sea. The station is characterized by an internationally unique station due to the open-sea location which is about 149 km away from Jeju Island. To vitalize studies based on the Ieodo ORS, the Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA) has run several research projects divided by three categories: utilization of Ieodo ORS observation data, understanding ocean and atmospheric environments via monitoring and observation, and developing monitoring equipment fit for observing environmental conditions. Further, the KHOA has run a program of 'Ieodo ORS field trip' since 2014, supporting a dedicated ship to service the Ieodo ORS and use of Ieodo ORS's facilities. Ultimately, the KHOA aims to establish the Ieodo Ocean ORS as an international scientific station through a variety of international research collaboration, together with Korea Institute of Ocean Science and Technology.

[SD-02]

이어도 - 물속에 잠긴 해저 화산체?

장태수[1], 임세린[1], 최지연[1], 이영윤[1], 손창수[1], 이은일[2], 변도성[2], 정광영[2]
[1]한국해양대학교 해양환경학과
[2]국립해양조사원 해양과학조사연구실

이어도는 마라도를 기준으로 약 149km 남서쪽에 위치하며, 해양과학기지는 이어도 정봉으로부터 남쪽으로 약 700m 떨어진 곳에 세워졌으며, 그 수심은 41m이다. 2007년부터 이어도 해양과학기지를 운영하며 다양한 연구 활동을 추진 중에 있으나, 현재까지 이어도와 그 주변의 해저지질연구는 상대적으로 미흡하다. 따라서 이 연구의 목적은 이어도와 그 주변 해역의 해저지질특성을 밝히는데 있다. 이를 위해 이어도와 그 주변해역의 정밀해저지형을 분석하였고, 퇴적물과 암편 시료를 확보하여 표층퇴적물의 입도와 암석학적 특성을 살펴보았다. 해저지형은 다중빔음향측심기를 통해 확보한 국립해양조사원의 수심자료를 사용하였으며, 해저퇴적물은 25정점에서 박스코어러(box-corer)를 이용하여 채취하였다.

정밀 해저지형 분석결과, 이어도의 수중정상부는 북측에 위치하며, 남측사면은 급경사를 이루다 매우 편평한 해저지형을 보인다. 일반적으로 동측사면은 매우 가파른 반면에, 서측사면은 비교적 경사가 완만하다. 이어도의 주변해역은 해양과학기지를 중심으로 비교적 동쪽이 서쪽보다 깊다. 남측의 편평한 해저지형은 수중 파식대(shore platform)로 해석되며, 동측사면의 급경사는 화산체의 일부가 침식된 절벽(scarp)으로 보인다. 박스코어러로 채취한 암편과 표층퇴적물 분석결과, 이어도는 전반적으로 화산암 암반(bedrock)으로 이루어져 있으며, 곳에 따라 자갈과 패각층이 분포한다. 이어도의 주변해역은 모두 이질퇴적물(mud)이 나타난다. 남측의 편평한 해저에서 채취한 화산암 암편에서 발견된 boring 화석은 그곳이 파식대임을 지시하며, 자갈과 패각(bioclastics)질 모래 지역은 과거의 해빈(paleobeach)임을 시사한다. 이어도 화산체 주변해역을 따라 분포하는 이질퇴적물은 현재 퇴적조건에 놓인 대륙붕 이질퇴적물로 해석된다. 위의 조사 분석결과, 이어도는 응회암이 주를 이루는 화산체로 판단되며, 현재의 이어도 동남측은 어느 정도 규모인지 추측하기 어렵지만 상당부분이 침식되어 사라지고 절벽을 이루고 있다. 이어도의 남측 또한 어느 시기인지 모르지만 파랑에 의한 침식작용으로 파식대를 형성하고 있다. 이러한 증거들은 LGM(Last Glacial Maximum) 시기 이어도는 대기중에 노출되었으며, 현재는 해수면상승과 함께 물에 잠긴 화산체임을 지시한다. 하지만 이어도의 형성과정과 시기를 밝히기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다.

[SD-03]

해양과학기지를 활용한 식물플랑크톤 군집, 다양성, 일차생산의 시공간적 변화 특성 연구

노재훈[1], 최동한[1], 안성민[1], 이호원[1], 양원석[1], 원종석[1], 김지훈[1], 이연정[1],정진용[2], 정종민[2], 이재익[2], 심재설[2]
[1]한국해양과학기술원 생태연구센터
[2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터

식물플랑크톤은 해양의 주요 일차생산자로 전지구적 탄소 순환에 큰 기여를 하고 있다. 식물플랑크톤의 군집구조, 다양성, 일차생산력 등의 시공간적 변화 에 대한 장기관측 자료는 생태계의 현황파악 및 미래에 나타날 변화의 예측에 필수 요소이다. 그러나 식물플랑크톤은 다양한 환경요인들의 변화에 빠른 반응을 나타내는 특성상 생태적 변화 과정의 이해는 매우 어려운 연구 분야이다. 또한 근해에서의 식물플랑크톤의 생태 과정 연구는 기상상태와 연구선 용선 비용 등 많은 제약이 따른다. 이런 이유로, 우리나라 근해에서의 춘계 식물플랑크톤 대번성과, 월별 생태 과정을 밝히는 자료는 매우 빈약한 상태이다.

우리는 동중국해의 이어도 해양과학기지와 황해의 웅진소청초 해양과학기지를 활용하여, 한국 근해 식물플랑크톤 춘계대번성기의 식물플랑크톤 군집구조, 다양성, 일차생산력의 생태과정을 파악하고자 하였다. 이어도 해양과학기지에서는 2014년과 2019년, 웅진소청초 과학기지에서는 2017~2019년 춘계대번성기에 연구를 진행하였으며 2018년엔 월별 조사를 진행하였다. 이어도과학기지 수역에서는 춘계번성이 4월 중순에서 5월초에 나타났으며, 표층의 최대농도는 2014년 5.78$\mu g\,\ell^{-1}$, 2019년 5.65 $\mu g\,\ell^{-1}$로 유사한 수준를 보였다. 크기별 생체량은 microplankton 5.7±5.4%, nanoplankton 51.9±11.1%, picoplankton 42.4±11.2%로서 nanoplankton의 생체량이 가장 높았으며 picoplankton도 42%의 높은 기여율을 나타냈다. 2019년엔 microplankton 16.7±13.8%, nanoplankton 63.9±13.6%, picoplankton 19.5±5.8%로 2014년에 비해 microplankton과 nanoplankton의 기여율은 증가한 반면 picoplankton의 기여율은 약 1/2로 감소하였다. 색소 및 CHEMTAX 분석결과 식물플랑크톤 대번성기의 엽록소 a 기여율이 가장 높은 분류군은 2014년엔 prymnesiophyceae, 2019년엔 chlorophytes와 cryptophytes로 차이를 나타냈다. 일차생산력은 2014년 761.9±518.3 mgC $m^{-2}\,d^{-1}$, 2019년 721.0±1,047.8 mgC $m^{-2}\,d^{-1}$으로 평균값은 유사하 수준이나 일변화는 2019년이 변화가 컸다. 웅진소청초 과학기지 수역의 춘계대번성기의 식물플랑크톤 생체량, 군집구조, 다양성 및 일차생산력은 연변화가 나타났다. 2018년 월별 조사 결과도 복잡한 생태과정을 보이며 변화하였다.

우리는 본 연구를 통해 해양과학기지 수역 식물플랑크톤 구조적 특징의 시공간적 변화와 생태과정을 이해하고자 하였다. 생산된 자료는 한반도 주변 근해역의 식물플랑크톤 생태계 현황파악 및 시·공간적 변화특징의 이해와 향후 나타날 변화를 파악하는데 활용될 수 있을 것이다. 또한 발표에서는 향후 기지를 활용한 연구 방법에 대해 논의하고자 한다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SD-04]

이어도 해양과학기지 해역에서 이산화탄소 플럭스

이기택, 이경석
포항공과대학교 환경공학부

이어도 해양과학기지 주변 해역은 육상기원 영양염 유입으로 생물 생산력이 높다고 알려져 있다. 높은 일차생산력은 해양의 이산화탄소 농도를 감소시켜 많은 량의 이산화탄소를 대기로부터 흡수하게 된다. 본 연구는 2018년 10월부터 약 10개월 연속 이어도 해양과학기지에 sensor를 이용하여 연속적으로 (one measurement per hour) pH를 관측했다. 그리고 비정기적으로 측정한 해수 알칼리도와 연속 측정한 pH 자료를 합쳐 pH자료 time resolution에 해당하는 해수이산탄소 분압을 예측하였다. 예측한 해수이산화탄소 분압자료와 대기이산화탄소 분압자료를 이용하여 2018년 10월부터 2019년 7월까지 이어도 해양과학기지 주변 해역과 대기 사이 이산화탄소 플럭스를 정량화 하고 이를 통하여 지난 10개월 동안 이어도 해양과학기지 주변해역이 대기이산화탄소를 제거하는 역할을 했는지 아니면 해양에서 대기로 이산화탄소가 방출 되었는지 규명 하였다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SD-05]

해양과학기지 해역에 서식하는 저서동물 서식 특성 연구

김동성, 오제혁, 신아영, 강태욱
한국해양과학기술원

종합해양과학기지는 육지로부터 미치는 환경 영향이 적고, 온대와 아열대 해역에 위치하여 있기 때문에 전지구적 환경변화에 따른 해양생태계 반응을 연구하는데 있어서 가장 적합한 해역으로 생각되고 있다. 이러한 종합해양과학기지는 연구하는데 있어서 접근성이 용이하여 해양생태계의 모니터링이 가능하고 환경 자료를 얻는데 안정적인 연구 환경을 제공하는 장점을 지니고 있다.

중형저서동물은 단위면적당 높은 서식밀도, 다양성 등 다양한 생태적 특성들로 인하여, 환경 평가의 척도로서 중형저서동물에 대한 연구는 전 세계적으로 진행되고 있다. 해양 저서생태계 내에서 생태적으로 중요한 위치를 차지하고 있는 중형저서동물은 군집특성을 활용하여 저서생태계 모니터링 연구가 여러 학자들에 의하여 많은 결과들이 보고되고 있다. 또한 중형저서동물은 많은 연구자들에게 있어서 시간이 흐를수록 보다 높은 관심의 대상이 되고 있으며, 아직 밝혀지지 않은 많은 부분들이 남아있기 때문에 앞으로도 밝혀야 할 수 많은 과제를 안고 있는 연구 분야이기도 하다.

과학기지 해역에 서식하는 중형저서동물들은 시기별, 정점별에 따라 서식밀도의 차이를 보이고 있으며, 중형저서동물 분류군 중 선충류가 가장 우점하여 나타나고 있다. 두 번째로 우점하는 분류군은 저서성 요각류로 나타났다. 가장 우점한 선충류의 분포 형태는 전체 중형저서동물 서식밀도와 유사하게 분포하는 것으로 나타났다.

종합해양과학기지 및 주변해역에서의 중형저서동물의 군집변화를 통하여 저서생태계를 파악하는 것은 해양 전체를 이해하는 데에 있어 반드시 필요한 요소이다. 또한 중형저서동물 분석을 통한 생태계 특성 파악은 서해 전체 조하대 저서생태계에 대한 기본 자료가 부족한 국내 연구에 있어 중요한 참고자료가 될 것으로 여겨진다.

[SD-06]

인공신경망을 이용한 서울시 $PM_{2.5}$ 질량농도 예측 및 국내·외 기여도 추정

길준수[1], 이미혜[1], 전한얼[1], 심재설[2]
[1] 고려대학교 지구환경과학과
[2] 한국해양과학기술원

인공신경망을 이용한 연구는 많은 분야에서 활용되고 있다. 최근 국내 미세먼지 질량농도 예측에 있어 신경망을 통한 예측은 기존의 화학수송모델보다 정확도가 비교적 높은 것으로 나타났다. 이러한 신경망 모델은 대부분 환경부 대기오염측정망 자료를 활용하여 구축되는데, 모델 특성 상 입력 자료의 종류와 수가 증가할수록 모델의 정확도가 향상되는 것을 기대할 수 있다. 소청초·이어도 해양과학기지는 국외로부터 유입되는 공기의 이동 경로에 위치하고 있다. 따라서 해양과학기지의 관측자료를 활용하면 모델의 정확도가 더욱 향상될 것으로 예측된다.

해석가능한 기계학습 (Interpretable Machine Learning, IML)방법은 최근 신경망 모델의 핵심인 내부 구조를 분석하는 방법으로 최근 많은 연구가 이루어지고 있다. 이를 응용하면 예측 모델에서 결과값을 결정하는 가장 중요한 인자가 무엇인지, 모델을 구성하고 있는 요소들의 중요도가 얼마나 되는지 해석이 가능하다.

본 연구에서는 해양과학기지 관측자료 (풍향, 풍속 및 $PM_{2.5}$ 질량농도) 및 국내 실시간 측정자료 (기상요소, 가스상 전구물질 및 $PM_{2.5}$ 질량농도)를 활용하여 12시간 후의 서울시 $PM_{2.5}$ 질량농도를 예측하였다. 이를 바탕으로 최적화된 신경망 모델을 구성한 후, IML의 대표적 방법인 Axon connection weight와 Garson algorithm을 이용하여 국내·외 기여도를 추정하였다.

[SD-07]

Temporal variations of airborne trace elements and Pb isotopic composition in aerosols ($PM_{2.5}$) at the Ieodo Ocean Research Station in the East China Sea

이상희[1,2], 신대철[1,3], 한창희[1,3], 노석현[1,3], 이아형[1,3], 허순도[3], 변도성[4], 홍성민[1]

[1]인하대학교 해양과학과, [2]국립환경과학원, [3]극지연구소, [4]국립해양조사원

Atmospheric pollution over East Asia has received a lot of attention, because anthropogenic emissions of trace elements have rapidly increased particularly in China due to the drastic increase in energy consumption according to the industrialization and urbanization in this country over decades. Such enormous emissions of toxic trace elements have also become a global issue, because anthropogenic trace elements released from China are transported over long distances, extending the impact of their biogeochemical cycling over the North Pacific, to North America, and even to the Arctic. According to severe atmospheric pollution levels in China, Chinese government recently introduced strengthened environmental regulations for pollution control. In this context, the long-term air quality monitoring at a remote background site is absolutely required to evaluate the improvement of air quality in line with governmental environmental regulations. Here we present trace elemental concentrations and Pb isotope ratios in a total of 179 aerosol ($PM_{2.5}$) samples collected at the Ieodo Ocean Research Station (IORS), located in the East China Sea (32.07° N, 125.10° E), from June 2015 to May 2019. The elemental concentrations (Al, Fe, Cu, Zn, As, Mo, Sb, Tl, and Pb) and Pb isotopic composition were analyzed using ICP-SFMS and TIMS, respectively. We combined the isotopic signatures with the Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) air mass back trajectories to characterize the potential source regions and the route of transport.

The mean concentrations of airborne trace elements ranged from 0.084 ng m^{-3} for Tl to 25.2 ng m^{-3} for Zn. Compared with concentration levels at urban and remote background monitoring sites over East Asia, the mean concentrations in our samples are observed to be the lowest levels, due to IORS's remote location at sea. Coupling the Pb isotopic composition with a back trajectory analysis show that China was a dominant contributor affecting elemental concentration levels at IORS particularly in winter and spring. The Chinese contribution decreased in summer and autumn in association with the East Asian monsoon system characterizing the seasonality of prevailing winds. When comparing elemental concentrations during the winter-spring seasons, characterized by dominant Chinese contribution, between 2015 and 2019, the mean concentrations are found to have continuously decreased particularly for Tl and Pb: 0.124 ng m^{-3} in winter to spring in 2015/2016 and 0.041 ng m^{-3} in spring in 2019 for Tl; 12.7 ng m^{-3} in winter to spring in 2015/2016 and 5.10 ng m^{-3} in spring in 2019 for Pb. Because anthropogenic Tl and Pb in the atmosphere are known to originate primarily from coal combustion, such a decline in atmospheric concentrations of these elements at IORS may be related to Chinese control measures to reduce the emissions of pollutants in recent years. Our results highlight that IORS is a suitable background site to assess the current status of atmospheric pollution levels in East Asia and further long-term monitoring at IORS will help expand our understanding of the effectiveness of national control measures to reduce anthropogenic pollutants in the East Asian countries, especially China.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SD-08]

동중국해 북부해역에서 2015년 5월에 관측된 제1모드와 제2모드 비선형 단주기 내부파의 특성

이승우[1], 남성현[1,2]
[1]서울대학교 지구환경과학부
[2]서울대학교 해양연구소

해양 비선형 단주기(관성주파수보다 부력주파수에 더 근접) 내부파(oceanic nonlinear internal waves)는 일반적으로 해수 및 생지화학적 순환, 에너지 변환, 수직 혼합, 수중 음전달 등에 중요한 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다. 그러나 동중국해 북부 해역을 포함하여 여러 해역의 비선형 단주기 내부파에 대한 연구는 여전히 크게 부족한 편이다. 2015년 5월 14-28일 기간 동안 수행된 한미 공동해상실험(SAVEX-15; Shallow-water Acoustic Variability EXperiment, 2015) 기간에 수집된 계류 관측 수온 시계열 자료, 1,064회의 UCTD (underway Conductivity-Temperature-Depth) 관측 수온-염분-압력 자료, 26회의 표준 CTD 관측 수온-염분-압력 자료를 분석하여 본 연구에서는 제1모드 및 제2모드의 비선형 단주기 내부파 특성과 그 전파 과정을 규명하였다. 전체 실험기간 동안 관측된 등수온선(등밀도선)의 수직 변위를 분석하여, 총 6개의 그룹(제1모드 4개 그룹, 및 제2모드 2개 그룹)의 단주기 내부파 다발(packet or group)을 정의하였다. 관측된 제1모드 비선형 단주기 내부파의 진폭은 4-13 m, 특성폭은 160-310 m, 전파속도는 0.53-0.56 m/s로 산정되었으며, 비선형 Korteweg-de Varies (KdV) 내부파 이론과 선박 이동에 의한 도플러(Doppler) 변이 및 서로 다른 위치에서 관측된 동일 등수온선 수직 변위의 위상차로부터 전파 방향을 남서향으로 추정할 수 있었다. 실험기간의 성층조건은 평년 5월에 비해 밀도약층이 더 깊고, 상층 밀도가 더 낮아 이층유체 KdV 이론으로 추정된 평균적인 5월의 내부파 전파속도보다 약 18% 증가하였다. 관측된 제 2모드 내부파의 진폭은 4-14 m, 겉보기 특성폭은 700-1900 m, 전파속도는 0.37 m/s 이하로 산정되었으며, 서로 다른 위치에서 관측된 동일 등수온선 수직 변위의 위상차로부터 전파 방향을 동향으로 추정할 수 있었다. 수치모델을 통해 실험 해역의 서쪽에서 봄철에 활발히 생성되는 것으로 알려진 반일주기 내부조석파로부터 제1모드 내부파의 생성과 제2모드 내부파로의 진화 가능성에 대해 토의하였다. 본 연구에서는 기존에 알려진 여름철 제1모드 내부파 외에 봄철 제1모드 및 제2모드 내부파의 존재와 그 주요 특성(진폭, 파장폭, 전파 속도 및 방향)을 규명하여 향후 이 해역의 해수 및 생지화학적 순환과 혼합 등의 연구에 시사하는 바 있다고 하겠다.

[SD-09]

한국 주변해역에서의 해수 물성 기후평균장 구축

김용선[1], 김성대[1], 이재호[2]
[1]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터
[2]공주대학교 지구과학교육과

한국해 주변해역에서는 대규모 인력, 조사선, 첨단 관측 장비를 활용하여 얻어진 150만개 이상의 현장관측 자료가 존재한다. 개별 관측 자료는 시공간적으로 일회성이라는 자료 특성상 해수의 특성 및 변화, 해류 변동을 종합적으로 이해하는데 한계가 존재하며, 결과적으로 기후 연구 측면에서 현장 관측 자료의 활용은 제한적이다. 자본 집약적 연구 과정에 의해서 얻어진 현장 관측 자료의 활용을 극대화하기 위해서는 통일된 품질의 관측 자료 데이터베이스 구축이 선행되어야 한다. 이 데이터베이스를 통해 해수 물성 및 해류의 기후 평균값을 비롯하여 장기 변동 및 극값 분석을 통한 지구온난화에 따른 장기 기후변동 분석이 가능하다. 본 연구에서 종합해양과학기지에서 얻어진 자료에 대하여 한국해 주변에서 관측된 수층 관측 자료를 종합적으로 수집하여 분석에 사용하였다. 이 자료에 국제적으로 적용되는 품질검증 기법에 더하여 한국해에 특화된 자동 품질검증 기법과 주관적 품질검증을 적용하여 고품질 자료를 생산하였다. 이 자료는 표준 수심에 수직적으로 내삽한 후 수평적으로 크리깅(Krigging) 내삽법과 3번의 Barnes 필터링을 적용하여 고주파 노이즈가 제거된 수온 염분의 3차원 기후평균장을 시범적으로 구축하였다. 표준 수심에서 관측된 수온, 염분을 수평적으로 내삽할 때 수심 경사가 큰 대륙사면 해역의 경우 물성이 외해의 값에 편향되어 나타나는 경향이 존재한다. 이러한 통계 오차를 줄이기 위하여 수직적으로 수직 경도 보정을 수행하였다. 본 발표에서는 새롭게 구축한 기후평균장을 미국 국립해양대기청 국가해양자료센터의 기후장과 수산과학원 정선관측 자료와 해류, 혼합층, 해수 물성의 수평/수직 분포 측면에서 비교하여 새로운 기후장의 장단점 및 특성을 평가할 예정이다. 최종적으로 구축한 기후평균장 및 고품질 현장 관측 자료는 해양 물성, 해수면 높이의 장기 기후변화 연구, 수치 모형을 자료동화 자료 및 검증 자료로 활용할 뿐만 아니라 기후변화에 따른 장기 해양 변동 및 극값 연구를 가능하게 할 것이다.

[SD-10]

해양과학기지 관측과 연구의 현재와 향후 비전

정진용[1], 심재설[1], 노재훈[1], 김용선[1], 변도성[2], 정광영[2]
[1]한국해양과학기술원, [2]국립해양조사원

태풍 정보를 사전에 획득하고 장기 해양관측을 위해 한국해양과학기술원(당시 해양연구원)은 1990년대 중반부터 해양과학기지 구축을 계획하였다. 약 8년 간의 사업 기간을 거쳐 2003년 우리나라 최초의 해양과학기지인 이어도 해양과학기지를 준공하였다. 이후 2009년 신안 가거초, 그리고 2014년에는 옹진 소청초 해양과학기지가 완공되었다. 해양과학기지는 50년 이상 관측이 가능하며, 기존 해양관측부이에 비해 안정적으로 관측자료 확보가 가능하다. 특히 해양과학기지 내에 설치된 Wet lab 등의 시설을 활용하여 현장에서 샘플링 및 처리가 가능하여 연구자들의 현장 연구를 지원하고 있다.

전 세계적인 해양관측의 방향은 기존 해양물리 중심의 관측에서 해양생지화학 분야로 영역이 확대되고 있으며, 대양 관측에서 대륙붕 및 연안 관측을 연계하는 방향으로 전환되고 있다. 또한 연구선 및 고정점 관측, 원격탐사 등의 독립적인 해양관측자료 생산에서 수중 글라이더, AUV, 드론, HF-Radar, 영상시스템 등 다양한 관측플랫폼을 활용하여 다학제 시계열 관측자료와 연계/보완하고 있다. 이런 해양관측자료들은 해양관측정보 사용자, 즉 정책결정자, 해양산업계, 연구자, 해양레저산업 등에서 요구하는 정보들로서 생산되고 서비스되는 형태로 발전하고 있다.

이러한 전 세계적인 해양관측 패러다임의 변화 속에서 해양과학기지는 대양의 환경변화로 인해 영향을 받는 대륙붕과 연안역을 잇는 중요한 가치를 지니고 있다. 이런 해양학적 가치와 지난 10여 년간의 관측수행으로 해양과학기지는 심해 해양관측네트워크인 OceanSITES 최초의 대륙붕 관측시스템(Shallow Water Pilot Project)으로서 등록되었다. 앞서 언급했던 전 세계적인 해양관측의 추세에 적합한 해양관측플랫폼으로서 해양과학기지의 가치가 확인되고 있다. 이런 이유로 국내 뿐만 아니라 국외에서도 해양과학기지를 활용한 공동연구 수요가 꾸준히 제기되고 있다. 그리고 해양과학기지를 거점으로 한 무인 해양관측 플랫폼 연계 관측기술 개발에 대한 파일럿 스터디들이 진행될 예정이다.

해양과학기지와 관련된 여러 기술적/학문적/사회적 요구의 변화 가운데 해양과학기지의 역할과 기능을 재정립하고 향후 수 년에서 수 십 년간 해양과학기지의 역량을 극대화하여 우리 해양학 분야를 포함한 다양한 영역의 사용자 그룹에 기여할 수 있는 방법들을 제시하고 논의하고자 한다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

연구선 공동활용 기반 대양 연구 활성화

[SE-01]

연구선 공동활용 대양연구를 위한 산학 협의체 결성

이경은[1], 장경일[2], 박재훈[3], 남성현[4]
[1]한국해양대학교 해양환경학과
[2]지오시스템리서치
[3]인하대학교 해양과학과
[4]서울대학교 지구환경과학부

올해 포함 3년째 연구선 공동활용 연구과제가 진행되고 있습니다. 산학의 경우 그전까지 대양연구에 제한적일 수밖에 없었던 국내 실정을 생각하면 정말 훌륭한 기회가 되고 있습니다. 이와 관련 작년 추계 해양학회에서 논의되었던 것처럼, 연구선 공동활용 기반 대양연구에 관심이 있는 분들이 함께 모여서 의견을 교환하고, 더 나아가 산학 공동체의 의견을 최대한 수렴할 수 있는 자리가 있으면 좋겠다고 의견이 모아져서, 지난 8월 19일 연구선 공동활용 대양연구를 위한 산학 협의체가 만들어졌습니다. 특히 협의체의 필요성, 산학을 대상으로 함, 의장단 구성, 공식적 위치 등에 대하여 논의가 있었고, 더불어 기존 연구선 공동활용 연구과제 수행자들의 애로사항 등이 논의되었습니다. 이 발표에서는 이에 관히여 소개하고, 이번 추계 해양학회에 참석하신 분들의 더 좋은 의견을 수렴하고자 합니다.

[SE-02]

연구선 산·학·연 공동활용 연구사업의 체계적 운용 방안 제언

박재훈

인하대학교 해양과학과

대형종합연구선 이사부호의 2016년 11월 취항에 발맞추어 해양수산부는 연구선 산·학·연 공동활용 연구사업을 통해 국내 해양과학기술 연구개발 활성화와 이사부호 등 해양과학기술원이 보유하고 있는 연구선 활용의 극대화를 추진 중에 있다. 지난 3년간 이 연구과제를 통해 20여건 내외의 현장탐사연구, 10여건 이상의 이사부호 활용 기획 및 몇몇 공동승선 탐사연구가 진행되어 왔다. 이 연구사업에 대한 해양관련 업계와 학계의 관심은 지속적으로 증대되고 있어 최근 2년간 평균 20여건의 연구계획서가 제출되었다. 하지만, 매년 연구사업 공고문의 내용이 바뀌었고 다년간의 지속적 연구과제 수행이 어려운 구조로 진행되어 왔으며 타국 EEZ 관측계획의 경우 시간적 제약으로 인해 현재의 과제 공고 및 심사 시스템으로는 불가능한 문제점들이 드러나고 있다. 본 발표에서는 향후 연구선 산·학·연 공동활용 연구사업의 체계적 운용과 그 성과의 극대화를 위한 여러 방안 들을 제시하고 연구선 공동활용연구 산·학 협의체의 역할에 관해 논의하고자 한다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

(기획세션) 연구선 공동활용 기반 대양 연구 활성화

열대 서인도양 세이셸레스-차고스 수온약층 융기(Seychelles-Chagos Thermocline Ridge) 해역 2019년 파일럿 승선조사와 장기 비전

남성현[1,2], 박재형[3], 노수연[1], 이승우[1], 이호준[1], 최연[1], 김찬미[1], 나한나[1,2], 박경애[2,4]
[1]서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부
[2]서울대학교 자연과학대학 해양연구소
[3]한국해양과학기술원 해양순환기후연구센터
[4]서울대학교 사범대학 지구과학교육과

열대 태평양 및 열대 대서양에서와 달리 열대 인도양에서는 세계적으로 유일하게 세이셸레스-차고스 수온약층 융기(Seychelles-Chagos Thermocline Ridge, SCTR)로 알려진 독특한 외양 용승이 매우 광범위한 해역(남위 5-10도, 동경 60도 부근)에 걸쳐 발생한다. 이 해역은 주변 해역에 비해 수심에 따른 수온 변화가 매우 극심하고 수온약층이 100 m 이내로 매우 얕게 솟아 있어 해양-대기 상호작용은 물론 및 생지화학적으로도 매우 독특한 특성이 나타나 관심이 증대되고 있다. 최근 한미 양국은 전지구적 기후와 생태계에 미치는 중요성에도 불구하고 그동안 이 SCTR 해역에서의 관측과 주요 과정들에 대한 이해가 부족했음을 확인하면서 한미 공동 인도양 SCTR 연구사업 프로그램(Korea-US inDian Ocean Scientific Research Program on the Physical, Biogeochemical and Ecological Dynamics of the SCTR, KUDOS)을 구상하여 상호 공동연구교류와 제2차 국제인도양 탐사(International Indian Ocean Expedition-2)를 통한 국제사회에의 기여 증진을 협의하였다. 이러한 구상의 일환으로 발굴한 5개의 주제(1. 해양-대기 상호작용, 2. 해양순환, 3. 생지화학적 순환과 탄소순환, 4. 기후 변동/기후 변화와 극한 기상, 5. 생태계와 수산자원)에 대한 예산 확보 등의 노력이 추진 중인 가운데, 연구선 산학연 공동활용 프로그램을 통해 2019년 4-5월 SCTR 해역에서 승선 조사 기회를 얻어 특히 그 중심 해역(Station K)에서 성공적으로 파일럿(pilot) 시계열 관측이 이루어질 수 있었다. 본 발표에서는 SCTR 연구의 제 2 주제(해양순환)와 관련하여 최초의 파일럿 승선조사 결과와 한국형 인도양 SCTR 시계열 관측 거점으로서의 Station K가 가지는 장기적인 비전을 토의하고자 한다.

[SE-04]

다중지시자를 이용한 인도몬순의 계절적 변화

김부근
부산대학교 해양학과

이 연구의 최종목표는 향후 2년간 스리랑카의 북동부 해역(1차년도)과 남서부 해역(2차년도)을 다학제적인 해양지구물리-해양퇴적-지화학-동위원소-생지표 연구방법을 이용하여 홀로세 및 플라이스토세 중기동안 (1) 스리랑카 대륙주변부의 퇴적 아키텍처(architecture) 설정, (2) 겨울 몬순에 기반한 인도 몬순의 표층해수 특성의 과거 변동, (3) 겨울 몬순과 여름 몬순 동안의 풍화-침식에 대한 기후 제어를 규명할 것이다.
연구내용은 아래와 같다.

○ CHIRP 음향반사탐사 및 MCS 반사 자료를 이용하여 음향상 및 천부층서를 설정하고 퇴적 아키텍처(architecture) 규명하며, 시추코아 퇴적물의 퇴적물 특성을 이용하여 퇴적 층서를 확인하고 퇴적 과정을 규명

○ 부유성 유공충의 방사성탄소동위원소 및 산소동위원소 측정하고 코아퇴적물에 보존된 미화석의 생층서 자료 확보하여 시추코아의 연대 층서 설정

○ 인도몬순의 계절적 변화에 따른 표층해수의 생산성 지시자를 코아퇴적물의 XRF scanning 및 생규소, 탄산염 함량 및 유기탄소 함량을 측정하여 표층 해수 특성 변화를 규명

○ 부유성 유공충의 안정동위원소 및 Mg/Ca와 저서성 유공충의 종조성 분석을 이용하여 인도 여름몬순(간빙기)와 겨울몬순(빙하기) 사이 표층 수온의 온도변화 및 저층해수의 특성 변화를 규명

○ 해양 쇄설성 퇴적물에 포함된 점토광물 및 Nd/Sr 동위원소와 퇴적물의 화학조성을 분석하여 인도몬순 변화와 관련된 퇴적물 기원지 변화 및 몬순에 기반한 화학적 풍화 정도를 파악

○ 퇴적물에 보존된 leaf wax의 탄소/수소 동위원소를 분석하여 여름몬순과 겨울 몬순의 계절적 변화에 따른 육상 식물군(C3 식생과 C4 식생)의 변이 추적

[SE-05]

리유니온 플룸과 중앙인도양해령의 상호작용에 의한 중앙해령 해저지형 및 암석지구화학적 변화 - 탐사 결과 및 향후 계획

박정우[1], Clément Vincent[1], 이상묵[1], 김종욱[2], 박상준[2]

[1]서울대학교 지구환경과학부
[2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터

중앙해령의 화성활동은 맨틀의 조성 및 온도에 큰 영향을 받는다. 일반적으로 하부 맨틀에서 상승한 플룸의 영향을 받는 지역에서는 맨틀의 온도가 높고 비호정성 원소가 부화되어 있기 때문에 중앙해령 마그마의 형성을 촉진한다. 이 같은 기작은 지각의 두께, 해령의 확장 속도 및 해저지형에 변화를 줄 뿐만 아니라 맨틀 플룸에서 공급된 비옥한 지구화학적 특징이 마그마에 반영이 되는 것으로 알려져 있다.

중앙인도양해령 남위 8도에서 18도 지역은 약 50Ma부터 리유니온 플룸의 영향을 받기 시작했고 약 35Ma에 리유니온 플룸이 중앙인도양해령을 북동에서 남서 방향으로 지나간 후 약 15Ma에 리유니온 플룸과 중앙해령의 직접적인 상호작용이 종료되었다. 이 같은 특수한 지체구조적 진화과정을 거친 중앙인도양해령 남위 8도에서 18도 지역은 플룸-중앙해령 상호작용이 맨틀의 조성 변화, 해저지형 및 확장속도에 미치는 영향을 연구하기에 매우 좋은 자연 실험장이다.

기존에 발표된 연구 결과에서는 중앙인도양해령 남위 8도에서 18도 지역이 현재 리유니온 플룸의 영향에서 벗어난 것으로 주장하고 있다. 하지만, 2019년에 새롭게 수행된 탐사한 결과에 의하면 해당 지역에서 채취한 중앙해령 현무암에서 뚜렷한 리유니온 플룸의 조성이 관찰될 뿐만 아니라 그 지구화학적 변화가 리유니온 플룸과 중앙해령의 기하학적 관계에서 기인하는 것으로 생각된다. 이 같은 증거들에 기반할 때, 리유니온 플룸이 현재까지도 활동적으로 중앙인도양해령 남위 8도에서 18도 지역에 영향을 미치고 있는 것으로 추정되며, 이는 최근의 지구물리탐사 결과와 일치한다. 본 발표에서는 현재까지 획득된 결과를 제시하고 이를 바탕으로 향후 연구 방향에 대하여 논의할 것이다.

[SE-06]

심해 근접 탐색용 잠수정의 주요기능 수요분석 결과

박요섭[1], 고지은[2], 정철훈[1]
[1]한국해양과학기술원 해양기기개발운영센터, [2]해양방위연구센터

2017년 6천톤급 대형연구선 이사부호의 진수 및 본격적 운영을 통해, 한국해양연구의 공간적 영역은 태평양을 넘어 인도양 해저까지 포괄하게 되었다. 이사부호에 장착된 해양연구장비는, 대기를 포함하여 해양 수층의 물리화학생물학적 특성과 해저의 지질 및 지구물리탐사를 수행할 수 있는 최첨단 연구시설이다. 다만, 대양의 수심이 현저히 깊어, 연구해역 해저의 정밀한 양상을 분석하고, 비파괴적인 해양생물서식지 탐색 등을 수행하기에 한계를 드러내고 있다. 이러한 심해 해저의 연구 장벽을 해소하기 위해서는 선진 외국 해양연구기관에서 운영 중인 심해 근접 탐색용 잠수정의 도입이 절실하게 요구된다.

한국해양과학기술원에서는 이사부호의 연구 기능을 심해 근접 정밀 탐색이 가능한 체계로 확대하기 위한 기획연구를 수행하고 있다. 본 기획연구에서는 심해 근접 정밀 탐색을 위한 상용 심해 근접 탐색용 잠수정의 기술현황과 대양연구를 진행함에 있어 잠수정이 갖추어야 하는 기능과 심해 근접 탐색용 잠수정의 운영을 위한 조직체계와 인력양성 방안에 대하여 설문조사를 실시하였다.

본 발표에서는 한국해양과학기술원, 한국해양학회 및 한국마린엔지니어링학회, 심해근접탐색용 잠수정 도입 공청회 참석자 등의 관계자들을 대상으로 심해 근접 탐색용 잠수정이 갖추어야 주요 기능과 역할에 대한 설문조사 결과를 설명하고, 향후 기획연구를 통해 심해 근접 탐색용 잠수정의 도입을 위한 로드맵을 제시하고자 한다.

[SE-07]

한국 서·남해안 근·외해에서의 생물이용성 PAHs 농도 측정을 위한 예인형 수동형 채집기(Towed Passive Sampler) 개발

정해진[1], 장유리[1], 정다영[1], 이효진[2], 김기범[3]
[1]경상대학교 해양시스템공학과, [2]경상대학교 해양산업연구소, [3]경상대학교 해양환경공학과

해양으로의 POPs(Persistent organic pollutants)의 잠재적 공급원은 대기 오염원과 하천, 강의 수송을 포함한 육상 오염원이다. 특히 서해는 중국, 북한, 한국의 배출의 영향을 직접 받는 해역이다. 최근 수십년 간 중국에서는 급격한 산업화로 석유, 석탄등 화석연료의 사용이 크게 늘고 있으며, 연안에 집중되어진 공업지역에서 발생된 오염물질이 하천을 통해 서해로 유입되고, 장거리이동을 통해 한국에 영향을 미치고 있다. 대표적인 POPs 오염물질인 다환방향족탄화수소(PAHs: Polycyclic aromatic hydrocarbons)에 대한 연구는 활발하게 이루어지고 있지만 대부분의 연구가 연·근해에서 편중되어있고, 서해의 외해에서의 PAHs 대한 연구는 부족한 실정이다.

수동형 채집기(Passive sampler)는 저밀도 폴리에틸렌(Low-density polyethylene) 및 실리콘(Silicon; PDMS-Polydimethylsiloxane)과 같은 폴리머(Polymer)로 만들어져 다양한 환경매체에 적용할 수 있다(Jahnke et al., 2016). 그리고, Passive sampling방법은 낮은 기술, 비용적 측면을 가지고 있는 효율적인 모니터링 도구로, 자유롭게 용해된 오염물질의 농도를 확인할 수 있다. 특히 PS로 측정할 수 있는 자유용존농도 C_{free} (freely dissolved and bioavailable concentration)는 오염물질에 노출된 생물영향을 설명할 수 있는 가장 좋은 지표이다.

본 연구에서는 Kiost 연구선 R/V 온누리호를 사용하여 2019년 7월 중 한국 서·남해안의 근·외해에서 특별 제작된 예인형 수동형 채집기(Towed passive sampler)를 개발하여 다환방향족탄화수소의 농도를 측정하였다.

[SE-08]

북극해 로모노소프해령 국제공동해저시추 및 아라온 참여

남승일 (극지연구소)
Ruediger Stein (독일 Alfred-Wegener 극지·해양연구소)

후기 중생대부터 신생대에 이르기까지 북극해 생성 이후 진화를 통해 온실 하우스에서 빙하 하우스 조건으로 변하면서 대륙빙하와 해빙의 생성이 전 지구적인 기후변화에 미친 영향은 전 세계 기후학자들의 주요 관심사로 남아있다. 대부분 북극해 해저퇴적물에 보존된 과거의 기후변화 기록은 피스톤이나 중력 코어 비교적 길이가 짧은 퇴적물 시추를 통해 획득하였기 때문에 그 시기가 수 십 만년 기록에 국한되어 있다. 2004년 국제공동해저시추프로그램(IODP)의 일환으로 다년빙의 두꺼운 해빙으로 덮인 북극점 주변의 로모노소프 해령에서 신생대 기후 역사의 기록을 획득하기 위한 심부시추인 IODP Arctic Core Expedition 302 (**ACEX**)가 최초로 수행되었다. ACEX 시추를 통해 북극해에서 일어났던 신생대 이후의 기후환경 역사에 대한 중요한 기록을 획득하였지만 대부분의 신생대 중반인 약 2600백만 년 사이의 기록은 결층(Hiatus)로 남아있다. 따라서 ACEX 프로그램에서 획득하지 못한 북극해 기후환경변화의 연속적인 기록을 획득하기 위해 두 번째 시추가 17년 만에 Lomonosov Ridge 남부해령에서 다시 추진 될 예정이다. 이번 시추의 목적은 북극해에서 제 3기층에 대한 연속적이고 완전한 기후역사의 재구성에 중점을 두고 있으며 2021년 여름에 IODP Expedition 377(ArcOP) 프로그램으로 추진 될 예정이다. 특히 북극해 생성과 진화 과정에서 의문으로 남아있는 과학적 이슈를 해결하기 위해 선정된 최적의 시추 위치는 18,000t 급 독일 쇄빙선 “폴라스턴” 탐사를 통해 시추 해역에서 획득한 탐사자료를 통해 결정 되었다.

2021년 북극해 로모노소프 해령 시추 캠페인의 성공적인 미션을 수행하기 위하여 시추에 필요한 시추선 1척과 다년빙 등의 위험 요인을 제거하고 연구실 플랫폼 제공을 위한 2척의 쇄빙선이 필요한 실정이다. 특히 IODP와 ECORD(유럽연합해저시추컨소시엄)에서는 2004년에 이어 두 번째로 북극해에서 추진되는 거대지구과학프로그램에 우리나라 쇄빙선 “아라온”의 참여를 강력하게 희망하고 있다.

극지연구소는 2010년 이후 쇄빙선 “아라온” 탐사를 통해 수행된 극지연구소의 북극해 탐사 연구 결과를 통해 4기 빙하기 동안 동시베리아 대륙붕에 거대빙하가 여러 차례 존재하였던 사실을 독일 AWI 연구팀과 공동으로 2013년 국제학술지에 최초로 밝힌바 있다. 또한 2015년 서북극해 척치해 심해분지에서는 아라온에 장착된 JPC 롱코어 시스템을 이용하여 14m 길이의 최장 코어를 획득하여 약 50만 전 이후 일어난 서북극해 빙하역사 기록을 확보하여 현재 연구를 수행하고 있다. 따라서 “아라온”과 함께 북극해에서 얻은 과학적 성과를 기반으로 극지연구소는 2021년 북극해에서 추진되는 IODP 시추프로그램에 쇄빙선 "아라온"의 참여를 추진하고 있다. 이를 통해 북극에서 추진되는 거대지구과학프로그램에 직접 참여함으로써 향후 북극해에서 빅사이언스 연구를 선도적으로 추진 할 수 있는 노하우를 확보할 수 있을 것이다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

인도양 중앙해령대 열수분출공 생명시스템 이해

인도양 중앙해령 열수지대의 미생물 다양성 연구

권개경, 김윤재, 임재규, 양정안, 이정현
한국해양과학기술원 해양생명공학연구센터

열수 분출구는 심해의 오아시스와 같아 생물 다양성이 높으며 이들 생물 다양성은 미생물에 의한 유기물 합성으로부터 시작된다. 본 연구에서는 인도양 중앙해령대에 위치하는 열수구 3곳 주변의 퇴적토로부터 미생물 다양성을 분석하고 신규 열수 미생물을 배양하여 동정하였다. 퇴적물 시료는 video-guided grab sampler를 이용하여 채취하였으며 채취된 시료의 일부는 다양성을 분석하기 위하여 곧바로 냉동하고 일부는 혐기 배지에 희석한 다음 다양한 종류의 미생물 배양 배지에 접종하여 농후배양을 실시하였다. 퇴적토 시료로부터 DNA를 추출하고 이로부터 16S rRNA 유전자 증폭, tagging 과정을 거친 다음 Illumina Miseq 분석기를 사용하여 퇴적토 미생물의 다양성을 분석하였다. 목수준에서 볼 때 *Campylobacteriales, Chromatiales, Thiodesulfovibrio_o, Flavobacterales, Actinomarinales, Thiotrichales* 등이 우점하는 것으로 나타났으며 이들 미생물의 조성에 따라 2018년 인도양 열수구의 미생물 군집은 크게 3개의 집괴로 나뉘어졌다. *Campylobacteriales*와 *Thiotrichales*에 속하는 미생물은 황산화에, *Chromatiales, Thiodesulfovibrio_o*에 속하는 미생물은 황 환원에 관여하는데, 이들의 분포 여부는 열수의 활성과 관련된다. 현재까지 6주의 *Thermococcus*속 초고온 고균과 Fusobacteria, CLostridia, Proteobacteria, Aquificae에 속하는 12주의 세균을 분리하였다. 이 중 Thermococcus IOH1 균주는 Fe(III)을 환원하는 능력을 보여 열수구 주변에서 Thermococcus속 미생물이 우점하는 이유의 한 가지를 보여주는 것으로 생각된다. 또한 IOR2, IOR8 균주들은 Desulfovibrionaceae와 Fusobacteriaceae에 속하는 신속 미생물로 판단되어 그들의 생리와 분류학적 연구를 수행하였다. 확보된 신규 미생물과 다양성 분석 결과는 인도양 중앙해령대 생태기능의 이해와 새로운 생명자원으로서의 의미를 지닌다. [이 연구는 해양과학기술원 기관고유과제와 해양수산부에서 지원하는 “인도양 중앙해령대 심해열수구 생명시스템 이해 (20170411) 과제의 지원으로 수행되었습니다.]

Distribution of mesozooplankton in the Indian Ridge hydrothermal vents

Minju Kim[1,2], Jung-Hoon Kang[1,2]
[1]Risk Assessment Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje 53201, Republic of Korea
[2]Department of Ocean Science, University of Science and Technology, Daejeon 34113, Republic of Korea

Mesozooplankton from the Indian Ridge hydrothermal vent fields were collected with a 1 m^2 multiple opening-closing net and environmental sensing system (MOCNESS) to examine the distribution, taxonomic and species composition. The hydrothermal vents Solitaire(INVENT A), Onnuri Vent Field (OVF), and reference site (ref-site) sampling were conducted with oblique tows from ~100 m above the bottom of the basin (~2,500 m) to the surface. The total abundance of mesozooplankton were 26,376 inds. 100 m^{-3}, 82,344 inds. 100 m^{-3}, 97,663 inds. 100 m^{-3}, in INVENT A, OVF and ref-site, respectively. The abundance were higher at the surface mixed layer (0-200 m) (INVENT A: 19,478 inds. 100 m^{-3}; OVF: 72,954 inds. 100 m^{-3}; ref-site: 77,382 inds. 100 m^{-3}). The taxonomic groups foraminiferans, copepods, chaetognaths, radiolarians, ostracods, appendicularians, crustacean larvae, amphipod larvae, polychaete larvae, and mollusc larvae appeared at all survey stations. Copepods (immature and adults) were dominantly distributed (average = 72.7%) in all the stations. The dominant adult copepods were poecilostomatoida *Oncaea media* (INVENT A: average = 3.5%; ref-site: average = 2.4%), and calanoida *Paracalanus aculeatus* (OVF: average = 2.9%). Gastrodpod larvae, bivalve larvae and amphipod larvae appeared at INVENT A and OVF, and decapod larvae, polychaete larvae and gastropod larvae appeared at ref-site. The bivalve larvae that appeared at OVF was morphologically similar to *Bathymodiolus* spp. that inhabits in the hydrothermal vents. The gastropod larvae that appeared at OVF was morphologically similar to benthic species *Phymorphynchus* spp. The macrobenthic larvae of gastropods and bivalve associated with the hydrothermal vents were collected at surface mixed layers, indicating that larval forms may be dispersed ~2,000 m above the vents.

[SF-03]

인도양 심해 열수분출공의 해양선형동물 생물다양성 연구

이희갑, 강태욱, 신아영, 김동성, 노현수
한국해양과학기술원

해저열수생명시스템은 화학합성이라는 지구내부의 에너지원을 근간으로 극한환경에 형성되는 독특한 생태계로 특이 생명현상을 보유한 생명자원의 원천임이 알려져 있다. 또한 인도양의 심해 열수지역은 열수광상 탐사를 통해 아직까지 발견되지 않은 미답의 열수시스템의 존재가능성이 높아 새로운 생명시스템의 연구가치가 높을 것으로 예상되고 있는 해역이다.

한국해양과학기술원에서는 해양수산부의 국가연구개발사업인 “인도양 중앙해령대 심해열수공 생명시스템 이해” 연구과제를 수행중이다. 본 과제에서는 인도양 중앙해령에 분포하는 심해열수분출공의 환경특성 이해 및 주변 생태계의 구조와 생명기능 해석을 주요 연구개발 목표로 연구과제를 수행중이다.

최근 2018년 8월부터 생물자원에 대한 권리인 “나고야의정서”가 발효됨에 따라 자국의 생물주권을 지키고 보전하는 것이 매우 중요한 국가적 현안 사항으로 대두되었다. 따라서 아직까지 전 세계적으로도 해양생물다양성 연구가 거의 이루어지지 않은 인도양 공해상의 심해 열수분출공의 생물주권을 선점하는 연구기반을 구축하기 위해서는 이곳의 해양생물다양성에 대한 현재 상황을 정확하게 파악하는 것이 우선적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

본 국가연구개발사업에서는 인도양 중앙해령에 분포하는 주요 심해 열수분출공의 해양생태계 특성 분석 및 구조 파악을 주요 연구내용으로 하며, 이 중에서도 본 연구는 열수 해역에 서식하는 해양선형동물의 생물다양성 연구와 생물지리학적 분포 연구를 수행하고 있다. 한국해양과학기술원에서 수행한 지금까지 확보된 해양선형동물 시료를 기반으로 인도양 심해 열수분출공의 해양선형동물 생물다양성 연구에 대한 현재까지의 연구결과를 보고하고자 한다. 또한 현재까지 전 세계적으로 보고된 태평양과 대서양 등의 해역에서의 열수분출공에서 서식하는 해양선형동물에 대한 종 다양성 정보와 생물지리 분포 특성을 재정리해 보고자 한다.

[SF-04]

인도양 열수분출공 ONNURI VENT FIELD에 서식하는 중형저서동물의 군집 특성

강태욱, 오제혁, 신아영, 김동성
한국해양과학기술원

심해 열수지역에 서식하는 저서동물에 관한 연구는 주로 열수분출공 해역에서 높은 서식밀도를 가지는 대형저서생물 군집의 생태, 생리적 특성 및 진화에 대한 연구가 대부분이다. 이러한 연구 결과로 인해 열수 생물의 거의가 지금까지 알려져 있지 않은 종들이라는 것과 이 열수지역의 주변에서 생물의 성장속도나 생물활성이 비슷한 수심대의 일반 심해저와 비교해 높다는 것, 그리고 해저에서 분출하는 온수에 유화수소가 다량으로 포함되어 있어 유화수소를 유황이나 유산으로 산화하여 생물에너지를 얻는 화학합성세균이 있다는 것 등이 밝혀졌다.

해양생태계 내에서의 저서생태계를 구성하는 저서동물은 분석 또는 크기에 따라 초대형저서동물 (Megabenthos), 대형저서동물 (Macrobenthos), 중형저서동물 (Meiobenthos), 초소형저서동물 (Nanobenthos) 로 구분되며, 심해 퇴적물에 서식하는 중형저서동물은 대형저서동물에 비해 크기가 매우 작고, 단위 체중당 생리활성이 높으며, 생산량도 크기 때문에 심해 생태계에서의 대형저서동물 보다 상대적인 중요성이 높게 평가되고 있다.

본 연구에서는 2018년, 2019년에 Multiple corer (MC)를 이용하여 인도양 중앙해령대 열수분출공 Onnuri Vent Field 및 인근의 심해역에서 중형저서동물 군집 분석을 위한 퇴적물을 채집하여 분석하였다. 퇴적물은 총 7개의 정점에서 채집되었으며, 이 중 4개의 정점은 열수생물들이 서식이 활발하게 관찰되고 있는 OVF 지역에서 채집되었고, 3개의 정점은 일반 심해지역에서 시료를 채집하였다.

조사결과 중형저서동물의 평균 서식밀도는 22±5 ~ 122±45 inds/10㎠의 범위를 보였다. 출현한 중형저서동물 분류군 중 가장 우점한 분류군은 선충류로 나타났으며, 이들은 전체 서식밀도의 약 76%를 차지하였다. 열수지역과 심해역의 중형저서동물의 서식밀도는 열수해역에서는 평균 63 inds/10㎠로 심해역의 평균 48 inds/10㎠ 보다 높은 서식밀도를 보였다. 중형저서동물 분류군 서식밀도를 이용한 집괴분석 결과, 심해역과 열수지역의 군집구조의 차이가 보였으며, MDS분석에서도 같은 경향의 결과를 보여주었다. 우점분류군의 선충류 종조성을 분석 결과에서도 열수지역과 심해역의 차이를 확인 할 수 있었다.

인도양 중앙해령에서 발견된 Onnuri vent field의 열수대형저서동물의 종 특성

유옥환[1,2], 이형곤[1], 강수민[1], 김상렬[1,2], 김동성[1]
[1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터, [2]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원

최근에 인도양 공해상의 중앙해령에서 심해 열수구인 Onnuri vent field(OVF)가 발견되었다. OVF는 Dodo 열수구에서 북쪽으로 약 780km 거리에 위치하고 있다. 지금까지 인도양에는 5개(Kairei, Edmond, Solitaire, Dodo, Longgi)의 열수구가 발견되었다. 인도양 심해 열수지역에 서식하는 생물들의 경우, 일부 우점종인 새우류 *Rimicaris exoculata*는 대서양 열수지역과 유사성이 높지만, 복족류나 이매패류와 같은 다른 분류군에선 태평양 열수 생물과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되는 등, 인도양 심해 열수생태계는 대서양과 태평양 열수생태계 특징을 포함하는 특징을 보이고 있다. 본 연구는 OVF를 포함한 인도양 열수구에서 출현하는 열수대형저서동물의 종 특성과 다양도를 비교하였다. 본 연구에서는 2017년부터 2019년까지 R/V 이사부호의 TV-guided Grab를 이용하여, 인도양 3개의 열수구(Edmond, Solitaire, OVF)에서 열수대형저서동물을 채집하였다. 그 이외의 인도양 열수구 지역과 대서양 열수구 생물은 기존 연구에서 보고된 자료를 인용하였다. 열수대형저서동물 군집구조 분석에는 각 열수구에서의 열수대형저서동물의 출현 여부를 이용한 Sorensen 유사도 지수를 이용하여 집괴분석을 실시하였다. 집괴분석에서 각 열수구의 유사도 차이 검정은 SIMPROF 분석을 이용하였다. OVF에서 채집된 열수대형저서동물은 총 33종 이었으며, 이는 인도양 열수구 지역에서 Kairei 열수구 다음으로 높은 출현종수를 나타냈다. OVF에서 가장 우점하여 출현하였던 상위 4종은 연체동물 *Bathymodiolus marisindicus*(39%), *Alviniconcha* sp.(28%), Gigantida n sp.(11%), 갑각류 *Austinograea rodriguezensis*(10%) 등 이었다. OVF에서 열수가 분출되어지는 침리에 가장 근접하여 분포하는 종은 *Alivniconcha* sp. 였으며, 일부 종들은 cold seep 열수 환경에서 출현하는 종으로 알려지고 있다. 또한 열수대형저서동물의 군집구조를 분석한 결과, OVF 지역의 열수대형저서동물 종 조성은 인도양과 대서양 열수구에서 출혀난 종 조성과 다른 특징을 보였다. 본 열구를 통하여 새롭게 발견된 OVF에서의 열수대형저서동물의 종 조성은 기존에 인도양에서 보고된 열수구 특징의 영향을 받는 것으로 여겨지며, 향후 열수 환경에 대한 정밀한 비교 분석 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

사사
이 연구는 2019년 해양수산부의 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었음(인도양 중앙해령대 심해열수공 생명시스템 이해, 20170411, PM61152)

Unique characteristics of the exoskeleton of *Austinograea rodriguez* in the Indian Ocean hydrothermal vent (Onnuri Vent Field)

조붕호[1], 김동성[2], 배현미[1], 김태원[1*]
[1]인하대학교, [2]한국해양과학기술원

The Indian Ocean hydrothermal vent is a region where a new oceanic crust is formed by magma at the interface of the deep-sea bed over 2000 m in depth. Here we examined for the first time the exoskeleton structure and mechanical properties of *Austinograea rodriguez* crabs living in hydrothermal vents. Scanning electron microscope (SEM) and energy dispersive x-ray (EDX) were used for structural analysis, and a nanoindentation system was used for mechanical analysis. The exoskeleton was divided into four layers: epicuticle, exocuticle, endocuticle, and membrane, and the thickness of each layer was different from that of other crustaceans previously reported. Additionally, the number of constituent elements, composition ratio, and hardness of each layer were unique among previously studied crabs. The mechanical properties of the endocuticle layer appear suitably adapted to survive the thermal and barotraumatic stress.

[SF-07]

인도양 Onnuri Vent Field에서 발견된 *Gigantidas*속 (Bivalvia: Mytilidae)의 심해홍합 신종 후보종

장숙진[1], Phuong-Thao Ho[1], 김동성[2], 원용진[1,3]
[1]이화여자대학교 에코크리에이티브 협동과정, [2]한국해양과학기술원, [3]이화여자대학교 에코과학부

본 연구팀은 2018년 한국해양과학기술원 연구팀과 함께한 인도양 중앙해령 탐사를 통해 서로 다른 형태의 패각을 지닌 두 종의 심해홍합을 채집하였다. 이 심해홍합 종들은 인도양 중앙해령의 triple junction으로부터 해령을 따라 북쪽으로 약 1600km 떨어진 지점에 위치한 Onnuri Vent Field (OVF)에서 채집되었다. 형태적 특징 비교 및 미토콘드리아 유전자 서열 분석 결과에 근거하여 한 종은 인도양 심해 열수 지역에서 주로 보고된 *Bathymodiolus marisindicus* 종으로 동정하였으며, 다른 한 종은 이 전까지 인도양 지역에서 보고되지 않은 *Gigantidas* 속의 신종 후보 종으로 분류하였다. 이번 연구에서는 심해홍합 신종 후보종의 패각 형태 및 해부학적인 구조를 포함한 형태적 특징들과 미토콘드리아 유전자 서열을 이용한 이들의 계통학적 위치에 대한 논의뿐만 아니라, 아가미 조직 내에 공생하는 박테리아 군집 분석 결과와 이를 통해 밝혀진 우점 박테리아의 계통학적 위치까지 논의하고자 한다. 이들의 패각은 *B. marisindicus*와 비교하였을 때 더 길게 늘어진 모양이며 앞쪽 부분(anterior part)은 좁고 짧으며 뒤쪽 부분(posterior part)은 앞쪽에 비해 더 길고 면적이 넓으며, 특히 패각의 배쪽 (ventral) 부분이 오목하게 들어간 형태를 보였다. 유전학적으로, 이 신종 후보종은 *Gigantidas* 속의 홍합 종들과 단계통군(monophyletic group)을 형성하였으며, 그 중에서도 서태평양 냉수 지역(cold seep)에서 보고된 홍합 종들과 가장 가까운 계통 관계를 보였다. 흥미롭게도 신종 후보종의 아가미 조직에서 세 가지 타입의 우점 박테리아 군집이 관찰 되었는데, 각각 감마프로테오박테리아(*Gammaproteobacteria*) 강의 황산화 박테리아(sulfur-oxidizing bacteria)와 메탄산화 박테리아(methane-oxidizing bacteria), 그리고 엡실론프로테오박테리아(*Epsilonproteobacteria*) 강의 황산화 박테리아(sulfur-oxidizing bacteria)였다. 아가미 조직에 메탄산화 박테리아가 상당한 비율로 군집을 이루고 있다는 것은 이 신종 후보종이 에너지원으로 황뿐만 아니라 메탄도 사용하고 있다는 것을 암시하며, 따라서 OVF 지역에서 배출되는 열수 플룸에 메탄이 포함되어 있을 것으로 예상된다. OVF 지역에서 발견된 신종 후보종은 기존에 밝혀진 인도양 열수 지역에서 한 번도 보고되지 않은 *Gigantidas* 속의 심해홍합 종으로, 인도양 대표 심해홍합 종인 *B. marisindicus* 종과 같은 지역에 서식하면서도 전혀 다른 형태적 특징들과 진화 역사 그리고 공생세균 군집들을 보였다. 이러한 점에서 새롭게 발견한 OVF 지역과 신종 후보종에 대한 심화 연구는 인도양을 따라 형성된 열수 생태계들의 생물 지리학적 연결성 및 심해홍합과 공생세균 사이의 적응 진화 양상을 규명하기 위한 중요한 열쇠가 될 것으로 기대한다.

Tracing energy source and flow of hydrothermal vent fauna from the Onnuri Vent Field at the Indian Ocean mid-ocean ridge

서연지[1], 주세종[1], 김민섭[2]
[1]한국해양과학기술원, 대양자원연구센터
[2]국립환경과학원, 환경측정분석센터

We investigated carbon fixing pathways and energy flow in benthic ecosystems in newly discovered hydrothermal vent site, named Onnuri Vent Field (OVF), at the Indian Ocean mid-ocean ridge. To do this, we analyzed sulfur ($\delta^{34}S$), carbon ($\delta^{13}C$), and nitrogen ($\delta^{15}N$) stable isotopic compositions in surface sediments, particulate organic matter (POM) from surface chlorophyll maximum layer (water depth = ca. 90 m), and vent fauna including mollusks, arthropods, and polychaetes collected from the OVF. The $\delta^{34}S$ values in benthic organisms ranged from 1.8‰ to 12.8‰ indicating that OVF fauna gain nutrition mostly from chemoautotrophic microbes rather than photodetritus (POM = ~18.7‰). The $\delta^{13}C$ values ranged widely from -31.7‰ (*Bathymodiolus* sp.) to -11.5‰ (*Alvinoconcha* sp.) suggesting the occurrence of different carbon fixing pathways among chemoautotrophic bacteria (i.e. CBB cycle, rTCA cycle, and methanotrophs) in the OVF and variation in nutritional sources among species. The mussels (*Bathymodiolus* sp.) may have derived their energy from methanotrophs and/or microbes using CBB cycle indicated by ^{13}C-depleted $\delta^{13}C$ values. The $\delta^{13}C$ values in shrimps ranged widely from -36‰ to -15‰, indicating that they feed on a variety of nutritional sources such as dead animals and macrofauna. Crabs (*Austinograea rodriguez*) had the highest $\delta^{15}N$ values (8‰) denoting that they are the top predator in the OVF. The $\delta^{15}N$ values varied by ~20‰ among species (lowest in mussels = -13‰), which is 5 to 6 trophic level increases, assuming that each tropic level increases by 3.4‰. A more complete explanation of such large range in $\delta^{15}N$ values in the OVF requires a further study on nitrogen isotopic fractionation of ammonium and nitrate during uptake by microbes and other species and its relationship with nitrate concentration. Dual stable isotopic analysis on the OVF benthic fauna provided valuable information on their nutritional sources, feeding habits, and trophic level, which is important in understanding elemental and energy flows in deep-sea environments.

Geochemical characters of hydrothermal sediments in the northern Central Indian Ridge (CIR) and their implications

김지훈[1,4], 임동일[1,4], 정도현[1], 김종욱[2], 김동성[3]
[1]한국해양과학기술원 해양시료도서관
[2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터
[3]한국해양과학기술원 해양생태연구센터
[4]과학기술연합대학원대학교 한국해양과학기술원 스쿨 해양과학

Several multiple-box and piston sediment core samples were retrieved at rift valley about 4~5 km from spreading center of the northern part of Central Indian Ridge (CIR), which is characterized by very slow spreading rate. The sediments are mostly consisted of yellowish calcareous sediments with a range of 30~70% in calcium carbonate contents, but low opal contents (average 8%). Sedimentation rates of the cores range from 70 to 110 mm/ky; the established age model reveals that the box cores extend to approximately 7 ka BP and the piston core extend to 35 ka BP. Hydrothermal materials in the CIR sediments provide a robust tracer to the localized hydrothermal activity at mid-ocean ridges. Especially, Fe and some trace elements (e.g., Cu, Co, Ni, and Hg) are suggested as useful tracers for better understanding of spatiotemporal variations of hydrothermal system. In the study area, notably, the most active hydrothermal eruptions have occurred between 3.5 and 6 ka BP, and have waned rapidly since then. Meanwhile, the 35 ka-sediment core contains several continuous and discernible pyroclastic layers of 1~5 cm thick, which consist of glassy, angular blocky particles frequently including bubble wall shards, indicating a series of volatile, explosive ocean-ridge volcanic eruptions. Interestingly, the volcanic eruptions in this area are sparse during the last glacial maximum (LGM), but significantly increase during the last deglaciation after 20 ka, consistent with overall occurrence pattern in the East Pacific Rise as well as the glaciated regions. Given the time lag between sea-level change and the submarine volcanic response, the deglaciation-associated eruptions in the CIR may be linked to the decompression melting during the sea-level lowstand of the LGM, reaffirming an influence of sea-level variability on ocean-ridge magmatism. Especially, a coincidence of the subaerial and submarine volcanic eruptions during deglaciation would contribute to the rapid passage from glacial to interglacial periods. Our observations provides some insights to better characterize the nature of the coupling between mid-ocean ridge volcanism and sea-level change.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

중앙인도양해령 반려암질 암석에 기록된 멜트-암석 반응의 증거와 멜트-암석 반응이 중앙해령현무암 성분에 미치는 영향

최사랑[1], 박정우[1], 김종욱[2], 오지혜[2], 박창근[3]
[1]서울대학교 지구환경과학부, [2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터,
[3]극지연구소 극지지구시스템연구부

중앙해령현무암(MORB)은 해저로 분출되기 전, 하부지각 내에서의 다양한 기작에 의해 성분이 조절된다. 하부지각 내의 멜트-암석 반응(melt-rock reaction)은 중앙해령에서 광범위하게 발생하지만, MORB 성분에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 아직 잘 알려져 있지 않다.

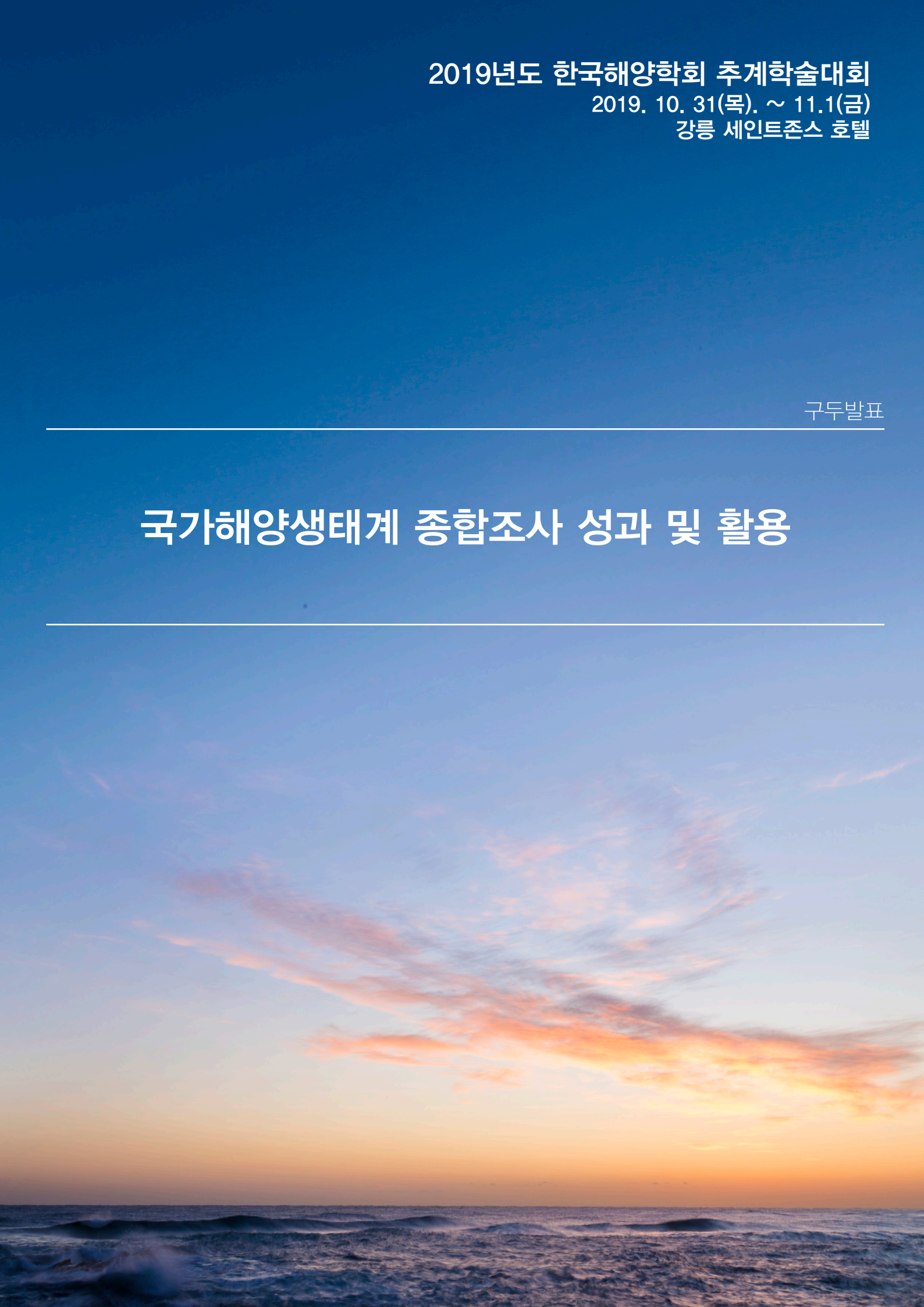
본 연구에서는 7°50'-8°30'S에 위치한 중앙인도양해령에서 채취된 반려암질 및 현무암질 암석에 대해 암석기재학적, 지구화학적 조사를 수행했다. 반려암질 암석은 다양한 반응조직 (reaction textures)을 보이는데, 감람석과 사장석의 부분용융조직, 단사휘석내의 갈색 각섬석 bleb, 반려암과 트록톨라이트내의 단사휘석 oikocryst patch 등이 이에 해당된다. 또한, 반려암질 암석 내에 급격한 암상의 변화가 있는 부분에서도 이러한 반응조직이 관찰된다. 마그마의 분화 정도를 지시하는 단사휘석의 지표(Cr_2O_3-TiO_2-Mg#)는 서로 낮은 상관관계를 보이며, 단사휘석의 미량원소는 분별결정화 모델보다 상당히 부화 및 분별되어 있고, 공존하는 광물들의 미량원소는 서로 평형을 지시하지 않는다. 이러한 결과들을 바탕으로 7°50'-8°30'S 중앙인도양해령 하부지각에서 멜트-암석 반응이 발생했음을 확인하였다.

단사휘석 미량원소의 부화 및 분별은 음의 Sr/Sr*(Sr 아노말리) 값이 커짐에 따라 증가하므로, 멜트-암석반응은 사장석의 정출을 수반하는 것으로 보인다. 주목할만한 점은, MORB의 미량원소 비가 음의 Sr/Sr*가 커질수록 증가한다는 것이다. 이러한 MORB 미량원소 비와 Sr/Sr*의 음의 상관성은 MORB의 성분이 하부지각에서 발생한 멜트-암석 반응에 영향을 받았음을 지시한다. 또한, MORB의 미량원소는 단사휘석과 평형인 멜트 중에 Sr/Sr*가 약 0.4보다 큰 단사휘석 멜트의 미량원소와 매우 유사하다. 따라서, 하부지각에서 멜트-암석 반응을 통해 진화하는 멜트 중, 초기 멜트는 해저로 분출되어 MORB를 형성하지만 후기 멜트는 하부지각에 갇혀 분출되지 못하는 것으로 보인다. 이러한 멜트 분출 시나리오는 다른 지역에도 비슷하게 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

국가해양생태계 종합조사 성과 및 활용



[SG-01]

국가해양생태계종합조사의 현황 및 발전방향

김영남, 정회인, 우승, 김용희, 배호진, 전진영, 김상진, 권오종, 황인서
해양환경공단 해양생태팀

국가해양생태계종합조사(이하 종합조사)는 2015년부터 수행되어, 해양을 2개 권역으로 나누어 2년에 한번 해양생태계의 전반적인 현황을 파악하고, 중점지역을 선정하여 매년 조사함으로써, 해양생태계의 주요변화를 관찰하고 있다.

해양수산부와 해양환경공단은 종합조사를 통해 우리바다에 서식하고 있는 해양생물 종수를 파악하고, 해양환경변화에 따른 생물분포의 변화 등을 관찰하였다. 또한, 조사결과를 활용한 카드뉴스, 포스터 등을 제작하여, 해양생태계에 대한 대국민 인식증진에 기여하고 있다.

종합조사가 체계적인 모니터링 사업으로 발전하기 위해, 해양생태등급 개선, 갯벌생태평가지수 도출 등 해양생태계를 평가할 수 있는 도구를 찾고자 다양한 노력을 기울이고 있다. 또한 해양생태축 로드맵 수립을 통해 우리나라 해양생태계 및 해양생물다양성을 통합적으로 보호·관리하고, 생태적 구조 및 기능의 연속성을 유지하고자 한다.

본 발표에서는 국가해양생태계종합조사의 현황을 소개하고, 향후 비전 및 추진방향을 제시하고자 한다.

[SG-02]

Biomass of plankton and macrobenthos and benthic species diversity in relation to environmental gradients in a nationwide coastal survey

최근형, 박경수
충남대학교 해양환경과학과

Using Korean coastal survey data, we examined the relationships between plankton and benthic biomass and environmental parameters. The nitrate in coastal waters was mainly derived from the influx of fresh water, whereas much of the ammonium originated from decomposing organic matter in the sediments and river discharge. Phytoplankton and zooplankton concentrations were positively related to the amount of suspended particulate matter (SPM), but decline when SPM becomes high (> 10 ppm). Particulate organic carbon (POC) comprised about 40% of the SPM, suggesting that organic matters associated with river-borne sediments and re-suspended particles are a large source of coastal water POC. Zooplankton abundance was more closely related to the distribution of phytoplankton than to that of POC. Benthic biomass showed a dome-shaped relationship with the water column POC concentration, but no clear relationship with sediment POC distribution. The biodiversity of macrobenthic animals gradually decreases when POC exceeds 1% of the sediment weight. Reduction of siltation and POC could lead to enhanced benthic-pelagic coupling via increased plankton biomass and productivity, as well as overall increased benthic diversity in coastal environments.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SG-03]

한국 연안 퇴적물 중 유기물 및 중금속 농도분포 특성

황동운[1], 이가람[1], 황현진[1], 김평중[2], 김성길[3], 선철인[3], 고병설[3], 류상옥[4]
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2]남해수산연구소, [3]해양환경공단,
[4]연안관리기술연구소

한국 연안 퇴적물 중 유기물 및 중금속 농도분포 특성을 파악하기 위하여 2008-2013년 조간대 약 1,040개 정점과 2014-2019년 매년 조하대 약 220개 정점에서 표층 퇴적물을 채취하여 입도, 화학적산소요구량(COD), 산휘발성황화물(AVS) 및 중금속(As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) 농도를 조사하였다. 또한, 퇴적물기준(sediment quality guideline), 오염부하량지수(pollution load index), 생태계위해도지수(ecological risk index)를 이용하여 퇴적물 중 중금속 오염도를 평가하였다.

조간대와 조하대 퇴적물은 실트부터 자갈까지 다양하였고, 주로 실트(silt), 니(mud), 점토(clay)와 같은 세립질 퇴적물로 이루어져 있었다. 이들 세립질 퇴적물은 주로 남서해연안 조간대와 남동해연안 조하대에 우세하게 분포하였다. 유기물(COD, AVS)과 중금속은 조간대와 조하대 퇴적물 모두 대도시 및 산업단지가 밀집해 있는 남동해 연안에서 높은 농도를 보였으며, 이는 한국의 연안 퇴적물이 연안역에서의 인간 활동에 의한 인위적인 오염의 영향을 크게 받고 있음을 의미한다. 또한, 유기물과 중금속은 통계적으로 유의한 차이를 보이며 조간대 퇴적물보다는 조하대 퇴적물에서 높은 농도를 보였다. 한편, 3가지 퇴적물 오염평가방법을 이용하여 퇴적물 중 중금속 오염도를 살펴본 결과, 남동해 연안 조간대와 조하대 퇴적물이 다른 연안 퇴적물에 비해 상당히 오염된 것으로 평가되었다. 이들 남동해 연안은 우리나라의 대표적인 어류 및 패류 양식해역으로서 그 가치가 높고 안전한 수산물 생산을 위해 지속적인 중금속 모니터링을 통한 주변 오염원에 대한 관리 및 퇴적환경 개선을 위한 효율적인 방안이 요구된다.

[SG-04]

Coral Community & Diversity of Korean 6 Hot-Spots : its Zoogeographic distribution Pattern and Policy Utilization

이종락, 김학철, 김현진, 김사홍
인더씨 해양생물다양성 연구소

한반도 산호 군집의 암반생태계 내 생태적 지위(ecological status)와 산호분포의 기후변화 연관성을 파악하기 위해 동물지리적 분포패턴을 분석하였다. 분포패턴 분석을 위한 대상 지역은 암반생태계 중점지역(Hot Spot) 6개 지역을 대상으로 하였으며, 분석을 위해 중점지역 이외에 주변의 특이지역에 대한 자료를 포함하였다. 결과는 2015~2018년까지 4년간의 자료를 분석한 것이며 매년 춘계와 하계 2회의 조사가 이루어졌다. 조사방법은 “방형구피도촬영화상분석법(digital photo for quadrat)”과 비디오연속촬영화상분석법(video line transect)을 이용하여 분석하였다. 1. 종다양성(species diversity). 전형적인 산호 즉, 해계두목과 돌산호목에
속하는 산호 종수는 제주 문섬에서 52(75)종이 확인되어 다른 해역에 비해 월등히 많았고, 거문도에서 14(27)종, 부산 남형제섬에서 23(36)종이었고, 울릉도, 독도는 동일하게 8(21)종, 왕돌초는 8(11)종이었다. 따라서 산호의 대부분이 제주에 집중되어 있다는 것을 알 수 있다. 우리나라 전 해역에서는 총 166종의 산호가 기록되어 있으며(국가생물종목록, 2018) Alcyonacea-1 24종(14.5%), Alcyonacea-2 53종(31.9%), 돌산호류 35종(21.1%), 말미잘류 30종(18.1%), 기타 24종(14.4%)로 구성되어있다. 전체 산호의 78.9%(131종)가 제주에 서식하고 있으며, 이 가운데 53.6%(89종)는 제주에만 서식하는 종이다. 반면 제주에는 없고, 육지에만 있는 종은 19.9%(33종)이었다. 2. 군집구조(community structure). 제주 문섬의 산호 평균 피도는 53
.9%·m^{-2}이었으며 거문도 14.1%·m^{-2}, 남형제섬은 24.8%·m^{-2}, 독도 13.6%·m^{-2}, 울릉도 11.1%·m^{-2}, 왕돌초 3.12%·m^{-2}로 나타났다. 군집구조에 영향을 주는 1차 우점종으로는 제주 문섬에서 분홍바다맨드라미(*Scleronephthya gracillimum*), 거문도에서 민가시산호(*Acanthogorgia inermis*), 부산남형제섬에서 해면맨드라미류(*Chromonephthea* sp.), 독도에서는 바다딸기류(*Eleutherobia* sp.), 울릉도와 왕돌초에서는 부채뿔산호(*Melithaea* spp.) 이었다. 이들의 지역간 군집유사도는 울릉도와 독도가 82.5%로 매우 가까웠고 두 지역과 왕돌초는 43.5%로 낮았다. 거문도와 남형제섬은 52.3%의 유사도를 보였으며 두 지역과 울릉도 및 독도는 19.8%로 매우 낮은 유사도를 보였으며, 이들 모두와 제주 문섬과는 8.3% 수준이었다. 전체 출현종에 대하여 동물지리적 분포형을 결정하였으며, 이를 근거로 6개 지역에서의 난류성 산호 분포 경향성을 나타내었다. 또한 몇몇 산호 종의 지리적 분포 패턴으로 우리나라 난류 흐름에 따른 동물지리적 분포 패턴을 예측 하였다. 결론적으로 우리나라 난류 벨트에 있는 외해 도서 암반생태계는 산호군락 의존도가 매우 높은 것으로 나타났으며, 지역 간 산호 연관성이 매우 낮아서 서로 독립적인 산호 생태계를 이루고 있었다. 지리적 전파에서도 “징검다리 효과”는 몇몇종을 제외하고 뚜렷하지 않았고, 오히려 기회적응 분포양상을 나타내는 경우도 많았다. 정책 활용에 있어서 보호종 산호는 암반생태계의 생태적 지위에 큰 영향을 주지 않았다는 점이 고려 되어야 하며, 한반도는 동북아시아 난류성 생물의 지리적 전파에 있어서 중요한 위치를 차지하기 때문에 국제적 수준에서의 관리가 필요할 것으로 판단된다.

[SG-05]

광역 해양생태계 자료의 합리적 분석 방법

Rational Analysis Tools for Large Scale Marine Ecosystem Data

박경수, 진병선, 류종성, 최만식, 이효진, 박종규, 서호영, 이강현, 임현식, 왕순영, 황인서, 김영남, 정회인

안양대학교, 충남대학교, 지오리서치시스템, 군산대학교, 전남대학교, 마린액트, 목포대학교, 이엔씨기술연구소, 해양환경공단

대규모 해양환경영향평가 및 생태계조사는 시공간적으로 많은 양의 조사 자료가 도출되며 이를 효과적으로 분석하기 위한 통계적 또는 경험적 방법은 각각의 조사 목적에 따라 매우 다양하다. 본 연구는 국가해양생태계종합조사의 연안생태조사 자료를 이용하여 생태계의 문제점 도출 및 관리 방안을 수립하기 위한 효율적 자료 분석 방법을 제시하고자 한다. 생태계 자료 분석 방법은 크게 3가지로 구분되며, 첫 번째는 통계적 이상치와 생태적 이상치 분석을 통한 생태적 극단치 도출을 위한 통계 분석, 두 번째는 한반도 주변 해역의 광범위한 생태계 변화에 따른 연안생태조사 자료의 변화를 추적하기 위한 주제 분석, 마지막으로는 위의 자료를 통합하여 생태 등급으로 표현되는 통합 분석 방법을 제시하고자 한다. 통계분석 방법은 원자료 (primitive data) 또는 파생자료 (derived data)를 이용하여 통계적 극단치 (또는 이상치, outliers)를 도출하는 방법과 이를 생태적 특성을 고려하여 생태적 이상치로 최종 도출하는 과정을 포함한다. 주제 분석은 정기적인 생태계 조사만으로는 파악할 수 없는 비교적 광역적 생태계 변화 (예, 이상 수온, 연안 용승, 태풍, 적조, 집중 호우 및 저염분수 등)에 따른 국지적 연안 생태 조사 자료의 변화를 경험적/통계적으로 추적하는 주제별 분석 방법을 제시하였다. 통합 분석은 현재 운영되고 있는 해양생태등급도의 문제점과 개선 방법 및 효용성에 대하여 논의하였다. 위의 분석 방법은 다양한 시공간적 생태계 자료를 효율적으로 분석하여 생태계 자료가 가지는 시공간적 문재점 도출 및 생태계 관리를 위한 실질적 방안 도출에 매우 유용할 것으로 판단된다. 본 연구는 해양수산부와 해양환경공단이 주관하는 국가해양생태계종합조사의 연안생태조사 자료를 이용하였으며, “바다생태정보나라”에서 연도별 보고서 및 생태계 자료를 내려받을 수 있다.

동해 용승지역의 대형저서동물 시·공간분포

임현식[1], 이진영[1], 이정호[2], 신현출[3], 정양섭[1]
[1]목포대학교 해양수산자원학과,
[2]안양대학교 해양바이오시스템공학과,
[3]전남대학교 환경해양학전공

우리나라 연안 생태계 종합조사의 일환으로 동해 용승지역에 서식하는 대형저서동물 군집 특성을 파악하였다. 현장조사는 2015년, 2016년, 2017년 및 2018년의 겨울철(2월~3월)과 봄철(5월~6월), 여름철(8월~9월), 가을철(11월)에 수행하였다. 시료채집을 위해 동해 용승지역에 6개 정점을 설정하였으며, van Veen grab(채집면적 0.1m^2)을 사용하여 각 정점 당 3회씩 반복채집하였다. 채집된 퇴적물은 1mm 망목의 표준체를 이용하여 펄을 제거한 후 10% 중성 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반 및 시료 처리와 동정이 이루어졌다. 조사결과 총 562종/28.8m^2, 평균 1,229±836 ind./m^2 및 218.7±164.2 g/m^2의 대형저서동물이 출현하였다. 환형동물이 출현종수와 밀도 우점분류군이었으며, 생체량 우점 분류군은 극피동물이었다. 전체 평균 밀도의 3% 이상 점유율을 보이는 우점종은 6종이었으며 이들 6종의 밀도 합이 전체 밀도의 약 43%를 차지하였다. 최우점종 다모류인 *Lumbrineris longifolia*로서 11.0%, 두번째 우점종은 다모류인 *Maldane cristata*로서 10.9%를 차지하였다.

[SG-07]

국가해양생태계 중점조사지역의 염생식물 분포현황과 조사방법론 재검토

한동욱[1], 최민진[1,2] 김영은[1,2], 이은정[1], 이은주[1,2], 황인서[3], 김영남[3], 정회인[3]
[1](사) 에코코리아, [2]서울대학교 생명과학부, [3]해양환경공간

한국 서,남해안의 국가해양생태계종합조사 중점조사지역 내 출현하는 염생식물(Halophytes)을 대상으로 식물상조사와 식생조사를 실시하였다. 조사대상 지역은 총 15개 지역으로 습지보호지역 13개소(웅진장봉도, 송도, 대부도, 시흥, 서천, 부안줄포만, 고창, 무안, 신안, 진도, 순천만, 보성벌교, 마산만봉암), 해양생물보호구역 1개소(가로림만해역), 천연기념물지역(강화도갯벌) 1개소이다. 조사지역내 조사단위 지선은 총 66개이며 각 지선이 시작하는 육지부를 기준으로 좌우 500m이내를 조사대상구역으로 정하였다. 조사대상 염생식물은 총 141종이며 식물상과 식생조사를 실시하여 식물상과 현존식생도, 식생단면도를 작도하였다. 그 결과 염생식물 출현 종수는 춘계조사에서 17과 33속 49종이 출현하였고 이 중 명아주과는 22.4%, 벼과는 22.4%, 국화과는 14.3% 순으로 나타났으며 식생은 총 30개 군락이 구별되었다. 또한 하계조사에서 23과 50속 68종이 출현하였고, 벼과는 20.6%, 명아주과는 17.6%, 국화과는 10.3%, 사초과는 10.3% 순으로 나타났으며 식생은 총 42개 군락이 구별되었다. 그 중에서 칠면초(*Suaeda japonica*)군락과 갈대(*Phragmites communis*)군락의 면적이 가장 넓게 분포하였다.

조사대상 염생식물목록은 국가생물목록, 국가해양수산생물종목록, 한반도생물다양성포털, MBRIS, WoRMS, KIAS를 검토하여 수정하고 추가하여 총 9종 삭제, 6종 추가하여 138종으로 정리하였다. 또한 기존에 구별된 염생식생군락이 58개이었으며 이중 혼생군락을 보다 객관화하기 위하여 피도를 반영하는 기준을 수립하고, 전국자연환경조사지침과 연동될 수 있도록 대분류명(사구식생, 염습지식생, 식재군락), 코드, 기호, 군락명으로 구별하였다. 갯끈풀속(Spartina) 식물과 같이 식생면적의 변화를 정밀하게 산출할 필요가 있는 염생식물의 경우 피도값을 반영한 면적 산출방안을 제안하였다. 또한 건중량의 변화를 관찰할 수 있도록 고정구를 설치하여 정해진 군락에서 지속적으로 식생량 변화를 관찰하고 환경요인(표고, 침수시간, 토양염도, 토양수분함량, 토양pH, 지상부 생물량 등)과 식생분포에 대한 연구의 필요성을 제안하였다. 마지막으로 구성종인 표징종과 수반종에 대해 조상대, 조간대 상부, 중부, 하부로 구분하여 갯벌의 상태와 종다양성을 평가할 것을 제안하였다.

[SG-08]

한반도 해역 해양생태축의 필요성에 대한 고찰

손민호, 김현정, 김영남[1], 황인서[1]
해양생태기술연구소, [1]해양환경공단

‘해양생태축’이란? “해양생태계 및 해양생물다양성을 통합적으로 보호·관리하고 해양생태계 구조 및 기능의 연속성을 유지·연결하기 위한 서식 공간”을 말하며, 이러한 통합적 개념은 「해양생태계의 보전과 관리에 관한 법률(2007)」에 명기되어 있다. 하지만 전 지구적인 기후변화에 따른 한반도 주변 해양환경 및 생태계 구조 및 기능의 급속한 변화에 대응하기 위해서는 해양생태축의 기능을 보다 명확히 설정하고 정부의 실질적이며 종합적인 관리체계 수립이 우선되어야 할 것이다.

본 연구에서는 해양생태축을 해황(海況)의 차이에 따른 해양생태계의 구조적 연결성(부유유생 가입 등) 및 구조적 차이(서식처) 그리고, 해양생태적 주요 가치 보유 거점(예. MPA)과의 연계성을 반영하여 ①회유축, ②갯벌하구축, ③도서축, ④기후변화대응축, ⑤동해축 등 총 5개의 해양생태축을 설정하였다. 회유축은 보호대생해양생물인 점박이물범과 상괭이 등의 주요 회유로(路), 갯벌하구축은 습지보호구역 등의 생물다양성 유지와 많은 해양생물의 섭이 및 성육장의 기능, 도서축은 차세대 연속을 위한 해조류 포자, 무척추동물 유생 및 자치어의 공급처의 기능, 기후변화대응축은 기후변화에 따른 열대-아열대 해양생물 출현 해역으로 이에 따른 해양생태계 구조적 변화 1차 모니터링 해역의 기능, 동해축은 도서축에서 생산된 후세대 해양생물들의 이동 통로와 북한한류 해역으로부터 공급되는 수산자원 보전 기능을 목적으로 설정하였다. 또한 이들 5개 해양생태축의 기능의 연속 여부를 평가하고 해양환경 및 생태계를 관리하기 위한 평가지표는 해양생태축의 설정 목표에 부합되는 해당 해역에 서식하는 ❶환경변화 지표종과 ❷종다양성지수로 설정하였다. 지표종은 보호대상해양생물 또는 아열대생물 등의 출현여부와 밀도를 기초로 해당 해양생태축의 변화와 관리를 위한 대책 수립에 활용될 수 있으며, 특히 현실적인 모니터링 매뉴얼을 마련하여 지자체 주도하에 비전문가들도 해당 해양생태축의 기능을 판정할 수 있도록 하였다. 아울러 종다양성지수는 해당 해양생태축에서의 생물다양성 유지 기능을 판정할 수 있는 지표로 활용할 수 있도록 하였다.

한편, 이러한 평가지표는 해당 해양생태축의 기능 유지여부를 판단할 수 있는 단순하면서도 명확한 과학적 관리지표로 판단되며, 이들의 과학적 근거자료는 ‘국가 해양생태계 종합조사’ 결과의 활용을 바탕으로 하였다. 향후, 해양생태축의 관리지표를 비롯한 관리체계의 현실적 적용을 통해 한반도 주변 해양생태계에 대한 통합적이며 거시적인 관리와 보전이 가능할 것으로 판단된다.

[SG-09]

야생동물위치추적기(WT-300)를 이용한 바닷새의 장거리 이동패턴에 관한 연구
- 수면성 오리류를 중심으로 -

정상민, 한승우, 박치영, 이시완
한국환경생태연구소

본 연구는 한국에 도래하는 수면성 오리류의 이동경로 및 이동패턴을 파악하기 위하여 이루어졌다. 2015년부터 2017년까지 월동기에 Cannon-net을 이용하여 포획한 17개체의 오리류(청둥오리-9개체, 흰뺨검둥오리 5개체, 고방오리-3개체)에 GPS 이동통신 시스템을 기반으로 하는 야생동물위치추적장치(WT-300)를 부착하였다. 자료분석은 이동현황을 파악하기 위해 월동지에서 100km이상 북상한 날을 기준으로 7월 31일까지 위치좌표를 이용하여 분석하였다. 또한 수금류에 부착한 WT-300은 GPS를 기반으로 고도와 이동속도가 기록되는 장치로 수금류가 월동지에서 중간기착지, 번식지까지 장거리 이동 시 최대 비행고도와 이동속도 등을 확인하였다. 분석결과 대부분의 개체들이 해안지대를 이용하여 장거리 이동을 하였으며, 북한을 통과한 후 중국동북부 지역에 넓게 분산되는 경향을 보였다. 청둥오리의 월동지와 번식지까지 평균 누적거리는 1,048.6㎞(n=9, SD=419.3)이었으며, 흰뺨검둥오리는 569.7㎞(n=5, SD=386.9), 고방오리는 1,367.1㎞(n=3, SD=603.8)를 이동하는 것으로 나타났다. 위치추적기에 기록된 비행 고도를 분석한 결과, 청둥오리 평균 비행 고도는 538.3m였으며, 최대 1,836.3m, 최소 25.7m의 높이에서 비행 이동하였다. 흰뺨검둥오리 평균 비행 고도는 592.0m이었으며, 최대 1,907.1m, 최소 101.0m의 높이에서 비행하여 이동하였다. 고방오리 평균 비행 고도는 562.4m였으며, 최대 1,193.6m, 최소 10.5m의 높이에서 비행하여 이동하였다. 위치추적기에 기록된 비행 속도를 분석한 결과, 청둥오리의 평균 비행 속도는 76㎞/h였으며, 최대 108㎞/h, 최소 48㎞/h의 속도로 비행하여 이동하는 것으로 나타났다. 흰뺨검둥오리의 평균 비행 속도는 76㎞/h였으며, 최대 90㎞/h, 최소 65㎞/h의 속도로 비행하여 이동하였다. 고방오리 평균 비행 속도는 74㎞/h였으며, 최대 115㎞/h, 최소 35㎞/h의 속도로 비행 이동하였다. 이동패턴은 3종 모두 대부분 저녁시간에 출발하여 새벽이나 늦어도 아침 8시 이전에 도착하는 행동특성이 있는 것으로 나타났다.

주요어 : 북상이동, 비행거리, 비행속도

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

장기해양생태계연구

Long-term variability in reproductive phenology of the temperate seagrass *Zostera marina* in response to regional sea warming

Le-Zheng Qin, Seung Hyeon Kim, Hwi-June Song, Hyegwang Kim, Kun-Seop Lee
Department of Biological Sciences, Pusan National University, Busan, Republic Korea

A marine foundation species, the seagrass *Zostera marina* (eelgrass) is threatened by rising sea surface temperature (SST) in relation to growth and reproduction. Since large scale rapid recovery of *Z. marina* after natural and anthropogenic disturbances usually occurs through seedling recruitment via germination of seeds in sediments, understanding the effects of water temperature rise on the flowering phenology is critical for predicting the responses of this plant and the associated ecosystems to sea warming. The effect of rising SST on flowering of *Z. marina* was examined using 17 years long-term (2002-2018) records of eelgrass flowering and daily SST on the southern coast of Korea. Significant increases in the SSTs were detected during the study period. Annual SST maximum (SST_{max}) increased at a higher rate than the annual mean SST series, while no warming trend in winter minimum temperature was found. Dramatic declines in the sexual reproduction of *Z. marina* were observed in anomalously hot summer years such as 2016-2018. The reproductive variables such as flowering shoot density and biomass, flowering frequency, and reproductive allocation showed significant negative correlations with the SST_{max}, which explained approximately 37 - 58% of variance in the reproductive variables. Annual mean SST was significantly correlated with all reproductive variables except the reproductive shoot biomass. However, the reproductive variables were not significantly correlated with the annual minimum SST. The end of the flowering period has been advanced by ~25 days over the 17-year study period, while no temporal variability in the beginning and peak of the flowering period was detected. Because hot summer is becoming more intense on the southern coast of Korea, future decrease in the sexual reproduction could be expected. The results of this study suggest that sea warming especially elevated summer water temperatures may reduce the reproductive performance of *Z. marina*, and consequently limit its recovery and resilience via seedling recruitment after disturbances. The long-term records of the eelgrass flowering phenology may serve as a bio-indicator of sea warming and will improve our understanding of the reproductive responses of seagrass to climate change.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SH-02]

Long-term changes in the composition and structure of macroalgal rocky intertidal community in Jeju Island

최선경, 박상률
제주대학교 해양생명과학과

제주도는 지구상에서 가장 빠르게 지구온난화가 빠르게 진행되고 있다. 제주 해역 내 해양생물 군집은 환경적인 변화에 노출되어 영향을 받고 있음에도 불구하고, 체계적이고 장기적인 해양생물군집에 대한 연구는 거의 없다. 본 연구는 지금까지 수행된 제주도 해역 내 해조류 연구에 대한 자료를 정리하고, 지난 30년간 제주 연안 해조군집자료를 표준화하여 장기적인 해조군집 군조 변동에 대해 알아보기 위해서 수행되었다. 제주도 해역 내 해조류 관련 연구는 총 70여건이 보고되었으며 Okamura (1913)에 의해 21종이 최초 기록되었고, 이용필(2004)에 의해 약 536종이 분포한다고 보고되었다. 지난 30여년간 성산포 조간대에서 수행된 해조군집구조 연구에서 2016년 해조류 종 수(녹조류 7종, 갈조류 15종, 홍조류 39종)는 1985년(녹조류 3종, 갈조류 12종, 홍조류 17종)에 비해 두 배정도 증가하였다. 지난 30여년간 해조군집의 풍부도와 우점도지수는 점차적으로 증가하였으나, 종다양성과 균등도지수는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 성산 조간대 해조군집에서 출현 종 수의 증가에도 불구하고, 특정종의 우점도가 증가한 것에 기인한다. 또한, 해조군집에서 지충이(*Sargassum thunbergii*), 바위수염(*Myelophycus simplex*), 감태(*Ecklonia cava*)와 같은 온대성 갈조류는 상대적으로 감소하였으나, 애기돌가사리(*Chondracanthus intermedius*), 애기가시덤불(*Caulacanthus ustulatus*), 개우무(*Pterocladia capillacea*)와 같은 열대 및 온대성 소형 홍조류는 꾸준히 증가하였다. 이러한 결과는 기후변화에 따른 수온 상승과 관련이 있는 것으로 보이며, 생산성이 높은 다년생 대형 갈조류에서 일년생 소형 홍조류로의 변동은 이 해역의 연안 생산성이 감소될 수 있음을 암시한다.

Responses of phytoplankton assemblages to environmental variability in Yeongil Bay on the southeastern coast of Korea

Yoonja Kang[1], Hyun-Jung Kim[2], Hee-Yoon Kang[1], Kwanghun Lee[1], Chang-Ho Moon[3], Chang-Keun Kang[1]

[1]School of Earth Sciences and Environmental Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju 61005
[2]Marine Eco-Technology Institute, Busan 48520
[3]Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 48513

Yeongil Bay, South Korea is a unique temperate coastal bay system that is influenced by multiple factors such as Hyeongsan River discharge and intrusion of cold upwelling water from the outside of the bay. Long-term trend in phytoplankton community and its main driving forces in the bay were examined using a series of dataset of phytoplankton quantification and environmental measurements monitored seasonally from 2007 to 2017. Concentrations of dissolved inorganic nutrients (nitrogen and phosphorus) fluctuated with river discharge. The intrusion of coastal-upwelling cold water might provide the ample amount of SiO_2 to the bottom of the bay, explaining the diatom dominance. While canonical correspondence analysis showed that phytoplankton community is clearly clustered into warm and cold seasons, autoregressive integrated moving average model showed that coastal warming has been occurring in the bay ecosystem, influencing the phytoplankton dynamics. The coastal warming appeared to accelerate the water column stratification and thereby contributed to a gradual decline in abundances of major phytoplankton groups. A dominant species, *Chroomonas* sp. has continuously increased in abundance in winter and decreased in spring, and another dominant species, *Leptocylindrus danicus* had a mirror pattern with decrease in winter and increase in spring. Collectively, our results demonstrate that the long-term dynamics in phytoplankton assemblage of Yeongil Bay can be explained in accordance with multiple environmental parameters such as river discharge, coastal upwelling, and coastal warming.

[SH-04]

대게(*Chionoecetes opilio*)와 홍게(*Chionoecetes japonicus*)의 먹이원과 영양학적 지위 연구

박현제[1], 박태희[1], 주준하[1], 박준영[1], 이동녕[1], 이충일[1], 강창근[2]
[1]강릉원주대학교 해양자원육성학과
[2]광주과학기술원 지구·환경공학부

동해에 서식하는 대게와 홍게의 먹이원과 영양학적 지위(trophic niche)를 밝히기 위하여 동해에서 대게와 홍게의 어획량 변동 및 탄소 및 질소안정동위원소 분석을 실시하였다. 대게와 홍게의 개체수 변동 분석을 살펴보면, 두 개체군 모두 연간변동을 보이고 전반적으로 대게에 비하여 홍게의 연간변동이 매우 크게 나타났다. 대게와 홍게의 수심별 서식 현황을 살펴보면, 400m 이내엔 대게가 400m 이상에선 홍게가 주로 서식하여 수심에 따라 두 개체군의 분포가 뚜렷하게 구분되었다. 대게와 홍게의 탄소 및 질소안정동위원소 분석 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아(각각, $\delta^{13}C$: -17.8 ± 0.8‰, -17.4 ± 0.5‰, $\delta^{15}N$: 11.8 ± 0.5‰, 12.0 ± 0.9‰; $p = 0.588$, $p = 0.054$), 서식환경에 따라 두 개체군 사이에 먹이원의 차이가 나타나지 않았다. 마찬가지로, 두 개채군의 탄소 및 질소안정동위원소 비값은 계절적으로도 유의한 차이를 보이지 않았다. 비록 두 개채군간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 이들의 서식수심에 따른 공간적인 생태적 지위(ecological niche)의 차이를 결정짓는 요인이 무엇인지에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SH-05]

2010년대 중후반 살오징어 어획량 감소 원인분석

김윤하[1], 문창호[2], 최광호[3], 강창근[4], 이충일[1]
[1]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [2]부경대학교 해양학과,
[3]국립수산과학원 독도수산연구센터, [4]광주과학기술원 지구·환경공학부

살오징어 어황변동을 파악하기 위해 국가통계포털(http://kosis.kr)에서 제공되는 1970-2010년의 월별, 지역별로 위판된 살오징어 어획량 자료와 1980-2009년 국립수산과학원 어황조사연보(1980-2002년)의 연근해 해구별(위경도 30′×30) 채낚기 어업자료 그리고 수협의 해구별 어획량 자료(2003-2018년)를 사용하였다. 해양환경 중 살오징어는 수온변화에 민감하게 반응하는 것으로 알려져 있으며, 이러한 수온과의 관련성을 분석하기 위해 MODIS 재분석 자료에서 1985년-2018년 해상도 1°×1°의 SST(sea surface temperature) 자료를 사용하였다.

살오징어의 3개 계군 중 연간 살오징어 어획량에 가장 큰 비중을 차지하는 계군은 가을(10-12월)에 어획되는 추계군으로 전체 어획량의 30-80% 비중을 차지하는데, 특히 10월 어획량의 증감양상과 전체 어획량의 증감경향이 거의 일치한다. 여름(7-9월)에 어획되는 하계군의 변동은 9월 어획량의 증감과 관련이 깊고 겨울(1-3월)에 어획되는 동계군은 1월 어획량 증감과 관련이 깊다. 동계군은 2012년 이후로 상승추세에서 감소추세로 전환되었으며 추계군은 2014년 이후 큰 폭으로 하락했다. 또한 어장의 분포는 어획량 변화와 관련이 높았다. 특히 10월의 살오징어 어장은 어획량이 높은 시기(1990s, 2000s)에는 어장이 연안에 밀집하여 좁아지는 반면 어획량이 낮은 시기(1980s, 2010s)에는 어장이 대화퇴까지 확장되었다. 이러한 어장 및 어획량 변화에 영향을 미치는 인자인 수온을 비교분석한 결과 전체 SST(1985-2018년) 중 10월 SST에서 어획상승기(1988-1996년)기준 10월 SST편차는 1980년대 동해에서 전반적으로 약 1.0℃ 정도 낮았던 반면 1997-2013년에는 동해에서 약 1.0℃ 가량 높게 나타났으며, 2014-2018년에는 동해 북부가 1.5℃정도가 높게 나타났다. 1월 SST에서 어획상승기(1988-1996년)기준 1월 SST 편차는 1980년대 동해에서 전반적으로 약 1.5℃ 정도 낮았으며, 1997-2013년에는 동해에서 약 0.5℃ 가량 낮게 나타났으며, 2014-2018년에는 동해 중부 연안에는 수온이 1.2℃ 높았던 반면 블라디보스톡 인근의 동해 북부에서는 1.5℃ 낮게 나타났다. 본 연구 결과에서 동해의 수온이 점차 상승하는 경향을 보이나 여름에는 더 더워지는 반면 겨울에는 더 추워지는 것으로 드러났다. 이러한 해양환경변화는 살오징어 생활사에 영향을 주어 자원량 혹은 어장환경에 영향을 끼칠 수 있으며 이는 어획량 변화에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

[SH-06]

기후변화에 따른 수산자원생물 서식지 변동

정석근
국립제주대학교 해양의생명과학부

우리나라 연근해 잡는 어업 대상 생물종들 어획고는 기후변화에 따른 서식지 이동에 따라 변동해왔다. 어업대상 생물종들은 어획고 변동과 서식지 변동 관계 유형에 따라 크게 3가지로 나눌 수 있는데, 1) 명태, 대구, 청어와 같은 남방한계 냉수종, 2) 말쥐치, 정어리, 갈치, 참조기와 같은 북방한계아열대종, 3) 멸치, 고등어, 전갱이, 살오징어와 같은 중간종이다. 북방이나 남방한계종을 '경계 어종'이라고 한다면, 이 종들은 기후변화와 같은 환경 요인 때문에 그 서식지 경계가 조금이라도 북상 또는 남하하면 우리나라 바다에서만 보면 그 어획고가 크게 변동하였으나, 북태평양 전체에서 보면 전체 수산자원량은 그렇게 크게 변동하지 않은 경우가 많았다. 이런 경계 어종과는 달리 우리나라 바다가 서식지의 경계가 아닌 중간에 위치한 중간 어종들은 서식지 경계가 북상 또는 남하하더라도 연간 어획고 등락은 있으나 경계 어종에 비교해서 어획량이 비교적 안정된 편이었다. 기후 변화에 따른 수온변화가 어떻게 개별 어종 서식지 위치와 범위에 영향을 주는지 그 구체적인 과정을 박물학이나 생리학 연구등을 통해서 밝히고 또 그 장기 변화를 정량적으로 예측할 수 있는 모형을 개발할 필요가 있다. 경계 어종들 어회고가 크게 줄어들면 그 원인을 구체적인 연구나 조사도 없이 막연히 남획이나 중국 어선과 같은 사회경제학적인 요인 탓으로 돌리는 경우가 많았는데, 북태평양 전체라는 큰 시각에서 우리나라 수산생물 변동을 바라보면서 인공위성, 해양관측, 정보통신과 같은 다른 분야와 융합하는 협동연구는 수산자원변동 인과관계를 다양한 시공간 규모에서 밝히고, 국내뿐만 아니라 동아시아 국제 수산자원관리 정책 개발에도 큰 기여를 할 것으로 보인다.

How to Understand Long-term Variability of Chlorophyll-a Concentration from Satellite Observations?

Ji-Eun Park[1] and Kyung-Ae Park[2]
[1]Department of Science Education, Seoul National University
[2]Department of Earth Science Education,
Seoul National University

It is well known that understanding the low-trophic level marine ecosystem in the East Sea as a long-term perspective is important. In order to produce the long-term time series of chlorophyll-a (chl-a) data, it is necessary to combine time-consecutive satellite data. The long-term chl-a time series data of 20 years can be produced through Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS) data from 1998 to 2008 and Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data from 2003 to 2017. In this study, a methodology to synthesize two satellite data considering the difference characteristics of the data during the overlapping period (2002-2008) was devised using in-situ data. Before the merging technic was applied to chl-a data, several steps were needed. First of all, to remove abnormal values from chl-a data, speckle removal algorithm was used to level-2 chl-a images. Each speckle removed path chl-a image was composited to gridded monthly mean chl-a concentration map with weighted average method. Missing pixels without any satellite observation due to cloud coverage were objectively filled by 3-dimensional optimal interpolation. This study also analyzed the spatio-temporal variability of chl-a concentrations of 20 years and how the differences between the two satellite data appear seasonally and spatially.

Utility of ecosystem modeling to understand marine ecosystem processes and variabilities based on recent case studies in Korean waters

강창근
광주과학기술원 지구환경공학부

Recent effort on the assessment of model skill and interannual variability of physical and biological quantities in the East/Japan Sea (EJS) will be firstly presented. This includes assessing variability of primary production among basins in the East/Japan Sea, highlighting the role of water column stability in modulating nutrient and light availability by using physiologically-biogeochemically coupled model (lower trophic model). Major finding is as follows. The primary productivity of the East/Japan Sea (EJS) displays strong spatio-temporal variability, largely driven by the oceanographic forcings that vary across the different regions of the sea. Consequently, the ecosystem responses to climate variability could be region-dependent. A model-based analysis from this study synthesized the complex biological-physical interactions across the EJS, and suggested an intricate role of water column stability in driving the observed seasonal and basin-scale variability. Compared to the northern EJS (e.g., the Japan Basin), the southern EJS (e.g., the Ulleung and Yamato Basins) has a more favorable mixing regime for higher productivity in both winter and summer, balancing the need for phytoplankton growth in terms of nutrient and light availability. The wintertime water column in the southern EJS is relatively stable compared with the northern EJS due to the influx of warm Tsushima Warm Current (TWC) water and also weaker surface atmospheric cooling, leading to decreased light limitation for primary production in the south than in the north. During the stratified summer season, the surface stirring and mixing, due to the energy dissipation of strong TWC inflow, promote a relatively less stable surface mixed layer in the south than that in the north, and thus alleviate the nutrient limitation at the surface. In addition, the current- and wind-induced upwelling along the east coast of Korea further enhances the productivity in the southwestern EJS. The general south-north 'see-saw' pattern of mixing regime, combined with upwelling-downwelling switching, could be the key driver for the observed production patterns in the EJS. This would allow us to better assess the spatial and interannual variability of lower-trophic level dynamics in the region. This effort lays foundation for linking the lower and higher trophic levels, and ultimately helping assess the impact of environmental change on the regional ecosystem structure and function, and improving the understanding of the recruitment variability of important fisheries populations. It is expected that the impact of climate variability on the higher trophic level can be eventually evaluated. This presentation will emphasize integrated views of linkage of food web structure and biogeochemical processes, and feedback effects.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

구두발표

[수산실용화기술개발사업] 동해 해양환경과 명태

안정동위원소 분석을 통한 명태 중심의 먹이연쇄 구조 연구

박현제[1], 박태희[1], 김동영[2], 이충일[1], 강창근[2], 박주면[3]
[1]강릉원주대학교 해양자원육성학과
[2]광주과학기술원 지구·환경공학부
[3]한국해양과학기술원 동해연구소

동해에 서식하는 명태의 먹이원과 명태 중심의 먹이연쇄 구조를 밝히기 위하여 2016년과 2017년에 채집된 명태, 명태의 위내용물 및 먹이원 그리고 동시 출현종들의 탄소 및 질소안정동위원소 분석을 실시하였다. 전반적으로 동물플랑크톤과 부유성어류 그룹에 비하여 저서무척추동물과 저서성어류가 높은 $\delta^{13}C$과 $\delta^{15}N$ 값을 보여 서식수심과 안정동위원소 비값이 관계가 있는 것으로 나타났다. 명태의 경우 계절과는 상관없이 전반적으로 부유성어류와 저서성어류의 중간 지점에 위치하는 것으로 나타났고, 계절적으로 명태의 $\delta^{13}C$과 $\delta^{15}N$ 값이 변하는 것은 출현하는 명태개체군 체장의 차이에 기인하였다. 2016년에 채집된 명태의 위내용물과 안정동위원소 분석결과, 난바다곤쟁이의 기여가 낮은 반면 상대적으로 매오징어와 새우류의 기여가 높았은 것으로 나타났다. 그러나 2017년의 위내용물과 안정동위원소 분석결과, 난바다곤쟁이의 기여가 매우 높게 나타났고, 2016년에 비하여 질소안정동위원소 비값이 상대적으로 낮은 것을 확인하였다. 안정동위원소 비 값으로 계산된 명태 영양단계의 연간변화는 2016년에는 명태의 영양단계가 4.0 이상으로 높게 나타났으나, 2017년에는 명태의 영양단계가 상대적으로 낮아져 약 3.5로 계산되었다. 이와 같은 결과는 명태의 주요 먹이생물의 종류와 기여에 따라서 명태 중심의 먹이연쇄 구조가 달라지는 것을 반영하였다. 결국, 안정동위원소분석에 의한 명태 중심의 먹이연쇄구조 변동은 명태 서식처의 환경요인과 관련하여 먹이생물군집의 시·공간 변동과 관련되는 것을 확인하였다.

Dietary patterns of walleye pollock, *Gadus chalcogramma* inhabiting East Sea

Joo Myun Park[1], Hae Kun Jung[2], Hyun Je Park[2], Chung Il Lee[2], Chang-Keun Kang[3]

[1]Dokdo Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology
[2]Gangneung-Wonju National University, Gangneung Province, Korea
[3]School of Earth Sciences & Environmental Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, 61005, Republic of Korea

A dietary analysis is a key to understanding the prey choice and the niche breadth of a predator's diet, which ultimately identifies the functional role of the predators in an ecosystem. The data is also an essential component for developing management and conservation frameworks of fishery species. Dietary patterns for walleye pollock, *Gadus chalcogramma* that occurred between January 2016 and December 2017 in the benthic coastal environment of the East Sea, were examined for the presence of such dietary niche and influences of potential predictors. Based on stomach content analyses, walleye pollock was shown to be bottom feeding carnivores that consumed mainly benthic crustaceans (particularly carid shrimps and euphausiids) and teleosts, with cephalopods also being important in the diets of the larger individuals. The most frequently observed prey species were *Euphausia pacifica* (euphausiids), *Themisto* spp. (amphipods), *Neomysis* spp. (mysids), *Neocrangon communis*, *Pandalus borealis* (carids), *Watasenia scintillans* (cephalopods) and *Bothrocara hollandi* (teleosts) which are bentho-pelagic organisms. Dietary pattern analyses based on gravimetric contributions of different prey taxa to the stomach contents revealed significant differences in dietary composition in relation to fish size, water depth and season, implying dietary segregations. Euphausiids dominated the diets of smaller individuals, whereas the contributions of carid shrimps, teleosts and cephaulopods increased as body size increased. Similarly, the latter three prey items were dominant food resources at deeper habitats. Spatio-temporal and size-related changes in dietary composition were each significant for the species, as well as their two- or three-way interactions among factors, excepting size-depth interaction. The coupling effect of size and depth is indicative depth dependent differences of size distribution. In addition, seasonal and interannual variations in water column structures were also evident among seasons, which may in part account for diet seasonality observed from the stomach content analysis. Given the dietary variabilities of walleye pollock in benthic food webs, these results will improve the specification of ecosystem-based fisheries models and their ability to predict the effects of environmental and anthropogenic perturbations.

Spatiotemporal distribution of *Gadus chalcogrammus* in East Sea by the quantitative PCR of the environmental DNA

김아란[1], 전아영[1], 이지현[2], 김은비[1], 이충일[3], 강창근[4], 김현우[1,5]

[1]부경대학교 의생명기계전기융합공학협동과정,
[2]부경대학교 해양생명과학연구소,
[3]강릉원주대학교 해양자원육성학과,
[4]광주과학기술원 지구환경공학부,
[5]부경대학교 해양생물학과

Since 1980s, alaska pollock (*Gadus chalcogrammus*) resources have decreased significantly in the East/Japan Sea being now hardly caught from mid-2000s. In order to estimate the abundance of *G. chalcogrammus* in the East/Japan Sea, we isolated the trace amount of environmetal DNAs (eDNAs) from the seawaters from Jan. 2017 to Jun. 2019 and conducted a quantitative PCR with the sequence-specific primers. The designed primers were highly specific to *G. chalcogrammus,* without little cross-reactivity to the mixed eDNAs and limit of detection (LoD) up to 240 copy number/L. The season for detection of *G. chalcogrammus* eDNAs were between January to March with variation in each years. In addtion, the amounts of *G. chalcogrammus* eDNAs were also low though. The temperature for its detection ranged from 1 ℃ to 15 ℃ and it highest numbers was shown in 10 ℃. There was no detectable difference in its amounts between the surface water (0 m) and deep water (100 m) suggesting the extremely small numbers of *Gadus chalcogrammus* may still exist in the East/Japan Sea.

[SI-04]

동해 명태 산란장 및 성육장의 환경변화 분석

김용엽[1], 조양기[1], 강유경[1], 이충일[2]
[1]서울대학교 지구환경과학부/해양연구소
[2]강릉원주대학교 해양자원육성학과

해양의 물리적 요인은 명태의 산란, 난의 부화, 자치어의 생존 등 명태의 초기생활사시기 전반에 영향을 미친다. 수온은 명태의 산란위치 및 시기 변동에 영향을 미치며, 난의 부화율 및 부화기간의 변동에 영향을 미친다. 표층해류는 부유성 난인 명태 난을 성육장으로 이동시키는데 중요한 역할을 한다. 동해 연안의 명태 어획량은 1980년대 초에 많았다가 1990년 이후 급감하였다. 동해 연안에서 어획되는 명태의 주 어장은 강원도 고성에서 북한의 동한만에 이르는 해역이다. 명태 어획량 변화의 원인을 파악하기 위하여 명태의 주 어장에서 어획량이 급감한 시기 전후 기상환경 및 해양물리환경 변화를 분석하였다. 재분석자료에 기반한 입자추적모델을 사용하여 명태의 산란장 및 성육장 변화에 따른 명태 난자치어의 위치 변동을 분석하였다.

[SI-05]

겨울철 동한만의 해양환경 변화에 따른 명태 산란장의 시공간적 위치와 염록소 a의 변동 특성

정 해 근, 이 충 일
강릉원주대학교 해양자원육성학과

동해에 서식하는 명태의 주요 산란장은 동한만이며, 주 산란시기는 12월에서 3월이다. 산란장의 환경 변화는 산란시기 및 초기생활사 시기의 먹이생물의 변화에 영향을 미치는 주요 인자로 작용한다. 동한만의 환경이 평년보다 온난했던 시기에는 산란장의 면적은 감소하며, 반대로 한랭했던 시기에는 산란장 면적은 증가하였다. 또한 한랭기에는 산란에 적합한 환경이 1월부터 3월까지 지속적으로 형성되었으며, 1월, 2월, 3월에 형성된 산란장 면적이 차지하는 비율은 서로 유사하였다. 반면 온난기에는 산란에 적합한 환경이 형성되는 시기가 한랭기에 비해 짧았으며, 주로 2월과 3월에 형성되었다. 동한만의 환경이 한랭했던 시기에는 동한만 전역에 산란에 적합한 환경이 1월부터 3월까지 지속적으로 형성되었으며, 반면 온난기에는 한랭기와는 달리 동한만 동남쪽 해역에는 산란에 적합한 환경이 형성되지 않았으며, 1월부터 3월까지 지속적으로 산란장이 형성된 지역은 동한만 연안역으로 그 범위가 축소되었다. 이러한 동한만의 해양환경 변화는 명태 산란장의 시공간적인 위치 변화와 함께 산란장의 기초생산력의 변화에까지 그 영향이 전달되었다. 겨울철 명태 산란장의chlorophyll concentration은 온난기 보다 한랭기에 더 높게 나타났으며, 온난기의 chlorophyll concentration의 peak는 4월이며, 이후 급격히 감소하였다. 반면 한랭기에는 chlorophyll concentration의 peak는 3월이며 4월까지 지속된 후 감소하였다. 이 결과 한랭했던 시기에는 명태의 산란에 적합한 환경이 조성되는 시기와 spring blooming시기는 일치하였으며, 반대로 온난했던 시기에는 spring blooming시기와 명태 산란장 형성 시기와 일치하지 않았다.

Anisakid nematode parasites as biological marker: assessment of walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) population caught off Korea

셉티안토 위칸 누리다얏, 남우화, 김정호
강릉원주대학교 해양자원육성학과

Walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) is widely distributed in temperate to subarctic North Pacific Ocean and regard as one of the popular fish species in Korea. The catch of pollock in Korea has been continuously declining since 1982 and completely disappeared since 2000s. An assessment of fish stock is important since it is a key component for the management of economically important fish species and helps the implementation of sustainable pollock fisheries in Korea. The assessment of fish stock is nowadays based on a holistic approach, and genetic/molecular markers of parasites have become one of the favoured methods to assess fish population stock identity. Parasites can be used for genetic/molecular marker when they have the following features significantly different infection levels in the subject host in different study area; the relatively constant infection level from year to year; the long life span in the host, with a low pathogenicity; easy to be detected and identified.

Walleye pollock is known to frequently harbour anisakid nematodes. Among the parasite species for the fish stock definition, the larval anisakid nematodes represent one of the best biological markers since they are widely distributed and most commonly infect the teleost fish. We assessed sub-population structuring of walleye pollock in the coast of the East Sea by using population genetic analysis of anisakid nematodes as biological markers. We investigated 1,170 walleye pollock caught from 3 different sampling sites (Korea, Japan, and Russia) during 2015-2018. In total, 6,621 nematodes were collected and subsequently identified by PCR-RFLP analysis of internal transcribed spacer region of ribosomal DNA. The prevalence and mean intensity of anisakid nematodes was 23.6% (232/983) and 6.63 (1,537/232) in Korean samples; 100.0% (129/129) and 38.10 (4,915/129) in Japanese samples; and 60.3% (35/58) and 4.83 (169/35) in Russian samples. The prevalence and mean intensity in Japanese samples were much higher than in other samples, even when the similar body size group in each sample set were compared. This is thought to reflect the prey items of walleye pollock, which act as intermediate/paratenic host of anisakid nematodes, are more abundant in Japanese waters.

Walleye pollock from all sampling sites were infected with various species of anisakid nematodes. In Korean sample, the anisakid nematode fauna consisted of *Anisakis simplex* as the dominant species (91.5%, 1,190/1,300), followed by *Contracaecum osculatum* (4.0%, 52/1,300), *Hysterothylacium aduncum* (2.5%, 32/1,300).

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

The similar nematodes assemblage also found in Japanese sample with *A. simplex* as dominant species (81.3%, 3,888/4,781), but *C. osculatum* (18.2%, 872/4,781) was much more frequently found than in Korean sample. In Russian sample, the nematode fauna mostly consisted of *A. simplex* (98.7%, 152/154). The life cycle of *Anisakis* is known to take place in the pelagic environment where copopods, especially euphausiids are used as their intermediate hosts and many pelagic teleost species as their paratenic/transport hosts. This can explain that *A. simplex* was predominantly found in all sampling sites because all of those mentioned above are known as prey items of walleye pollock. For *C. osculatum*, benthic invertebrates and teleosts are known to be more frequently involved to complete their life cycle, rather than pelagic animals. Moreover, pinniped species, the definitive hosts of *C. osculatum* are known to distribute around Hokkaido, Japan, but not around other areas. All of these are thought to have caused the high prevalence of *C. osculatum* in walleye pollock from Japan.

Anisakis simplex was the most abundantly isolated anisakid nematodes (83.9% 5,230/6,235), followed by *C. osculatum* (14.8% 925/6,235). Since the huge number of isolated larvae in this study, 30 samples for each species were randomly selected from each sampling sites and sequenced for mtDNA cox2 gene. The population structure analysis of *A. simplex* showed that 121 unique haplotypes exist. The number of variable sites, haplotype diversity, and nucleotide diversity ranged from 30–51, 0.924–0.993, and 0.014–0.018, respectively. These data suggest that *A. simplex* population in each sample set are genetically heterogenous. The AMOVA analysis showed no significant genetic differentiation (*Fst*) among the sampling year and sampling location. In 2018's samples, however, we found the significant *Fst* of *A. simplex* between Korean waters and the Southern coast of Russia (*Fst*=0.0398, p=0.0360±0.0201). The similar result was also found between Japan and the Southern coast of Russia (*Fst*=0.0416, p=0.0270±0.0139). These imply that Korean and Japanese walleye pollock may have closer genetic relationship with each other than with Russian walleye pollock. The network map analysis of *A. simplex* showed some haplotypes (Hap_3 and Hap_5) were found in samples from all location, supporting that high gene flow of *A. simplex* occurred among different walleye pollock population. The high migratory behaviour of the definitive hosts (delphinid cetaceans) harboring a huge number of adult *A. simplex* is thought to have caused high levels of gene flow of *A. simplex* from different sampling locations.

We also analysed the population genetic structure of *C. osculatum*. The population structure analysis was conducted with the samples in 2018 and 4 sampling sites from Korea and Japan (Funka bay, Kushiro, Rausu). 20 larvae of *C. osculatum* from each sampling site were randomly selected and sequenced for mtDNA cox2 gene. The population structure analysis of *C. osculatum* showed 70 unique haplotypes.

The number of variable sites, haplotype diversity, and nucleotide diversity ranged from 34-67, 0.984-1.000, and 0.0086-0.0174, respectively. All of these value suggest that *C. osculatum* population in each sample set are genetically heterogenous. The *Fst* of *C. osculatum* between Korean waters and Funka bay were significantly different (*Fst*=0.0223 *p*=0.0360±0.0148). Another significant difference was found between Funka bay and Rausu (*Fst*=0.0371 *p*=0.000±0.000). In Japanese waters, pinniped species as the definitive hosts of *C. osculatum* was abundant. Most of them remain stay in certain area and rarely migrate to another location. These results imply that Korean walleye pollock may be genetically rather distinct with Japanese walleye Pollock from Funka bay, but not with other Japanese samples (e.g., Kushiro, Rausu). The network map analysis showed a star-like phylogeny and Hap_6 was located in the center, half of which are from Kushiro. This suggests that this haplotype may be the common ancestor, and some of each walleye pollock population might have passed through the north-eastern coast of Hokkaido (Kushiro).

In summary, our results showed different anisakid nematode fauna of walleye pollcok population from different areas, and these differences are thought to reflect different prey species availabilities and different biomass of prey items in each sampling sites. In particular, high amount of *C. osculatum* larvae in Japanese walleye pollock reflect that different definitive hosts habitats and aquatic food web are available in Hokkaido. Population genetic analyses of 2 dominant anisakid nematode species (*A. simplex, C. osculatum*) revealed that *A. simplex* has a limited value as a biological indicator for walleye pollock population studies because there was no considerable genetic differentiation among different sampling site. For *C. osculatum*, we found the different prevalence among sampling site and genetic differentiation was observed between Korean walleye pollock and Japanese (Funka bay) sample, suggesting that *C. osculatum* can be a potential biological indicator for walleye pollock population studies. Given the complexity of marine food webs and variability of marine ecosystem, however, a long term study in a larger scale, with analyses by other approaches (e.g., phenotypic characters, otolith chemistry, molecular genetic host markers) would be indispensible to interpret data and make comprehensive conclusion.

2019년도 한국해양학회 추계학술대회
2019. 10. 31(목). ~ 11.1(금)
강릉 세인트존스 호텔

포스터발표

포스터

물리해양학 PP01~PP50
생물해양학 BP01~BP58
지질해양학 GP01~GP14
화학해양학 CP01~CP20
해양과학기지 SDP01~SDP06
장기해양생태계연구 SHP01~SHP08

Seasonal sea ice forecast and surface and sub-surface water mass properties around Chukchi Plateau: A case study focusing on the summer 2016 to 2018 using GloSea5

Byoung Woong An[1], Kyoung-Ho Cho[2], Hyeong-Jun Jo[1], Pil-Hun Chang[1], Jo Han Lee[1] and Yoon Jae Kim[1]
[1]National Institute of Meteorological Sciences
[2]Korea Polar Research Institute

Accurate prediction of the Arctic summer sea ice remains crucial in most numerical models. It is because small changes within the atmosphere or the ocean can cause major changes in the areal extent and thickness of the sea ice. Such changes, in turn, will have pronounced effects on the ocean and atmosphere through modification of the albedo, the ocean-atmosphere heat and momentum exchanges, and the oceanic salt flux. It has been conducting seasonal forecasts with the coupled global seasonal forecast system named GloSea5 operated by National Institute of Meteorological Sciences (NIMS). Here we verify the sea ice forecast skills and assess water column properties around the Chukchi Plateau. To investigate the temporal and spatial accuracy of the seasonal prediction of the Arctic sea ice extent, we use CTD data measured in August from three consecutive years starting 2016 carried out by Korea Polar Research Institute (KOPRI). It shows that the stratification of GloSea5 is not well suited for the seasonal forecast, in particular, the separation from a cold-fresh surface layer and a warm-salty intermediate layer is weak. We conclude that the seasonal sea ice forecast accuracy can be improved by more accurate representation of the spatio-temporal distribution of water masses.

[PP-02]

2015~2019년 하계 현장관측을 통한 서북극해 수괴의 분류 및 분포 연구

Classification and distribution of water masses in the western Arctic Ocean from summer observations of 2015 to 2019

조경호[1], 김수빈[1,2], 박태욱[1], 최영석[2], Eri Yoshizawa[1], 강성호[1], 한수연[1]
[1]극지연구소 극지해양과학연구부
[2]인하대학교 해양과학과

극지연구소에서는 기후변화에 따른 태평양인접 서북극해에서의 해수 및 해양환경 변동성을 파악하기 위하여 매년 여름 아라온호를 활용하여 관측조사를 수행하고 있다. 본 연구에서는 2015년부터 2018년까지 서북극해 공해인 척치보더랜드에서부터 멘델리프해령까지의 해역에 구축된 관측정점 및 정선에서 수괴를 분류하였고 분류된 수괴들의 공간 분포 및 연간 변동성을 파악하였다. 연구해역의 수괴는 수직적으로 밀도에 따라서 심층수 위로 크게 대서양기원수, 태평양기원수, 표층혼합층수로 분포하였다. 온위와 염분의 범위에 따라 수괴를 정량적으로 분류하는 방법을 이용하여 대서양수, 태평양여름수, 태평양겨울수를 구분하였다. 또한 2017년부터 척치해 대륙사면 해역에서 관측된 두 가지의 냉수를 태평양겨울수의 염분을 기준으로 염분이 높아 태평양겨울수 밑에 존재하는 냉수를 고염냉수, 염분이 낮아 태평양겨울수 위에 존재하는 냉수를 저염냉수로 명명하였다. 태평양여름수의 경우, 2016년 관측해역의 북쪽에 분포하다가 2017년과 2018년에 척치보더랜드 동쪽해역에 주로 분포하였다. 태평양여름수가 척치해 동쪽, 노쓰윈드 해령의 남단부로 강하게 유입이 되었음을 알 수 있다. 태평양겨울수의 경우, -1.65℃를 기준으로 수온이 높은 수괴를 잔류겨울수, 낮은 수괴를 신환기겨울수로 구분하였고, 후자의 경우는 2017년에는 거의 관측되지 않았다. 반면, 고염냉수는 2016년까지 북위 78도보다 높은 멘델리프 해령이나 동경 170도 서쪽 대륙사면에서 주로 관측되었던 냉염분약층수로 2017년에는 동쪽으로 남하하여 분포하였다. 대서양수와 유사하게 주로 대륙사면을 따라 경계류의 형태로 연구해역에 유입된 것으로 파악되었다. 이와 마찬가지로 겨울동안 동시베리아해 대륙붕으로부터 저염냉수의 유입이 강하게 나타났는데, 이 수괴는 염분 32 psu 부근에서 최저수온값을 나타내며 2004년 같은 해역에서 관측된 바가 있다. 저염냉수는 동시베리아해 대륙붕에서의 해빙생성시기와 맞물려 겨울대류 기작으로 생성되어 연구해역으로 유입된 것으로 파악된다. 2017년 하계, 2개의 강한 냉수의 관측과 수온이 낮은 신환기겨울수의 소멸, 태평양여름수의 분포가 노쓰윈드 해령 쪽으로 치우쳐 관측되었다는 점들은 2016/2017년 겨울동안 반시계방향의 대기흐름에 의해 연구해역에서의 반시계방향의 해수 순환이 강해졌음을 시사한다. 마지막으로 이러한 대기/해수 순환의 일시적인 변동이 연구해역에서의 수괴의 수평 및 수직분포에 어떠한 영향을 미치는가에 대해서도 논의하고자 한다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[PP-03]

저기압 이동특성과 남해안 단주기 해수면 진동의 상관성

손영태[1], 이상준[1], 장성태[1], 이충호[2]
[1](주)지오시스템리서치, [2]국립해양조사원

최근까지 국내에서 해양장파와 연관된 기상해일(해수면 진동) 연구는 대부분 한국 황해를 중심으로 관측자료와 수치모델 실험을 활용하여 수행되어 왔다. 기존 연구의 초점은 대기압 진동에 따른 해양장파의 발생, 프라우드만 이론과 연안의 Shoaling 효과에 따른 해양장파의 증폭과 전파특성, 조류와 해양장파의 상호작용에 의한 진폭과 파장 증폭에 따른 연안의 해수 범람 가능성을 조사하였다. 그러나 복잡한 해안선 구조를 갖는 남해 연안은 해양장파에 의한 침수피해가 예상됨에도 불구하고 아직까지 뚜렷한 연구 결과가 제시된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 남해 연안의 기상해일 현상을 이해하기 위하여 필수적으로 요구되는 대기압의 이동특성을 분석하고 해양장파의 발달과 연관된 프라우드만 공명 이론의 적용 가능성을 확인하였다.

고흥발포, 거제도 및 마산 조위관측소의 해수면 진동과 대기압 자료에 시계열 자료의 시간과 주파수를 동시에 해석할 수 있는 Wavelet 분석 방법을 적용하였고 대기압 진동이 감지된 이후 10분 ~ 2시간 이내에 해수면의 이상 진동이 나타났으며 발생시작으로부터 4시간 이상 진동이 감쇄되며 유지되는 변화 패턴을 보였다. 특히 마산의 해수면 진동폭이 가장 크게 나타났고 지속시간 역시 가장 길게 분석되었다. 대기압은 관측 영역의 최서단 관측소(가거초)를 시작으로 가장 우측의 관측 지점(부산)을 통과할 때 까지 약 5시간의 이동시간이 소요되었으며 남해의 3개 구역을 평균한 대기압 이동속도와 방향은 각각 19 m/s와 남동방향($\gamma = -18$ °)으로 전파되었다. 한편, 서해, 남해와 동중국해 영역을 포함하는 RIAMOM 수치모델로부터 얻어진 표층 해양장파의 이동 특성과 저기압 진동의 이동 특성을 비교하여 프라우드만 공명에 따른 해양장파의 적용(진폭 증가) 가능성을 정성/정량적으로 평가하였고 남해 연안에서의 기상해일 발생 가능성을 논의하고자 한다.

동해 중부연안 이안류 부이로부터 관측된 바람의 특성

손영태[1], 이상준[1], 장성태[1], 이충호[2]
[1](주)지오시스템리서치, [2]국립해양조사원

국립해양조사원은 관할해역의 효과적인 관리와 연속적인 해양관측자료 수집을 위해 국가해양관측을 운영하고 있으며 특이 해양현상에 관한 관측정보 수집을 위하여 주요 해수욕장 부근에 이안류 해양관측부이를 설치/운영하고 있다. 본 연구에서는 동해 중부연안에 설치된 2기(낙산과 경포대)의 이안류 부이에서 관측된 해양 및 해양기상 관측자료를 활용하여 바람과 파랑 및 해수유동의 특성을 파악하고 상호간의 상관성을 토의하고자 한다. 바람의 특성을 파악하기 위하여 바람장미도로 표현했을 때 낙산과 경포대 부이 모두 남서풍이 가을철(9월-11월)부터 시작되어 겨울철(12월-2월)에 우세하게 나타났다. 부이 기상센서의 비교검토를 위해 이안류 부이로부터 가장 근접한 주변의 기상청 AWS(강현과 강문) 바람자료와 비교하였다. 경포대 부이의 비교 결과, 바람의 크기가 다소 차이를 보임에도 불구하고 남서풍의 방향이 잘 일치하였으며 특히 바람의 세기가 상대적으로 강한 가을과 겨울철에 잘 일치되는 경향성을 보였다. 그러나 낙산 부이의 바람은 강문 AWS와 비교했을 때 크기 뿐만 아니라 바람의 방향도 30° - 45°의 차이를 보여 AWS가 설치된 위치의 국지적인 지형에 영향을 받는 것으로 추정된다.

한편 큰 규모의 바람이 이안류 부이가 설치된 위치에서의 바람 변동에 미치는 영향을 파악하기 위하여 WRF(Weather Research and Forecasting) 모델로 부터 생산된 표층의 바람장 자료를 살펴보았다. 월별 평균된 바람의 공간분포에서 북서계절풍이 늦가을부터 겨울철에 뚜렷하게 나타났으나 영동지방의 주 풍계 방향은 태백산맥을 넘어 사면을 따라 하강하면서 서풍이나 남서풍으로 변화되었다. 이는 봄철에 주로 발생하는 푄(Foehn) 현상의 일환인 양간지풍(영동 지방에서 부는 고온 건조한 강한 서풍)과 유사한 현상으로 추정되지만 시기적으로 다른 계절에 발생하기 때문에 지형과 연관된 사면 하강풍(Katabatic wind)의 효과로 추정되며 좀 더 세밀한 분석이 요구된다.

태양복사에너지의 일변화에 따라 육상과 해양 사이의 온도차에 의한 기압불균형이 발생하고 그 기압 차이에 의해 발생된 해륙풍(Sea/Land breeze)이 낮과 밤의 주기로 나타난다. WRF 모델의 월별 결과에서 영동지역의 남서풍이 우세하게 나타났던 시기(늦가을과 겨울철)에 이안류 부이의 바람 방향은 해안선에 수직한 남서풍 방향으로서 해륙풍의 주요 바람 방향과 일치되고 일조시간을 고려한 해상풍의 방향 변화와도 일관된 경향성을 보였다. 그러나 일반적인 해상풍의 특성(봄과 여름에 해륙풍의 크기가 강하며 육상과 해상사이의 기온차이가 크지 않은 가을과 겨울에 해륙풍의 크기가 약함)과 달리 남서풍 계열의 바람만이 우세하게 나타나는 현상은 대륙과 해양 주변의 기압배치에 따르는 큰 규모의 바람장과 국지적인 사면 하강풍에 영향을 받아 해륙풍의 크기와 방향이 변형될 수 있다는 기존 수치모델 연구결과와도 일치한다.

2기의 이안류 부이에서 관측된 파랑의 전파방향은 계절에 상관없이 해안선에 수직인 북동방향으로부터 남서방향으로 전파되는 특성을 보였다. 바람에 의해 생성된 파랑은 이안류부이의 인근에서 만들어진 파랑 뿐만 아니라 외해에서 생성된 파랑 역시 수심에 따라 파랑이 전파되는 천해파의 전파속도를 고려했을 때 파장에 따른 분급(sorting) 과정과 해안선에 평행한 방향으로 파랑이 변형되는 회절(diffraction)과정을 거쳐 대부분 북동방향으로부터 전파되는 것으로 해석할 수 있다.

[PP-05]

위성기반 북극 지역 해빙 농도 자료 비교 분석

이은경[1], 한경수[2], 박영제[1]
[1]한국해양과학기술원 해양위성센터, [2]부경대학교 공간정보시스템공학과

해빙은 해수가 얼어서 생긴 얼음으로, 기후 모델의 중요한 변수 중 하나이다. 북극 지역의 대부분을 덮고 있는 해빙은 우리나라를 포함한 중위도권의 기후에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 해빙의 면적 증감에 관한 연구는 주로 해빙 농도 자료를 이용하여 계산된다. 해빙 농도란 한 픽셀 내에서 해빙이 차지하는 면적을 백분율로 나타낸 것이며, 기후 모델링이나 분석과 같은 여러 기후 연구에 사용되고 있다. 해빙 농도 자료는 주로 Special Sensor Microwave Imager (SSM/I), Special Sensor Microwave Imager/Sounder (SSMIS)와 같은 극궤도위성의 센서에서 관측된 밝기온도를 이용하여 산출된다. 같은 센서의 밝기 온도를 사용하더라도 산출 알고리즘에 따라 다양한 자료가 존재한다. 따라서, 해빙 농도를 입력자료로 사용할 경우 자료의 특성을 파악하고 사용하는 것이 중요하다. 현재 해빙 자료를 이용한 모델링이나 기후 변수와의 상관성에 관한 연구는 활발하지만, 사용 자료의 비교 분석에 관한 연구는 부족하다. 본 연구에서는, National Sea Ice Data Center (NSIDC)에서 제공하는 SSM/I 센서의 밝기 온도에 각 NASA Team (NT) algorithm, Climate Data Record (CDR) algorithm이 적용된 북극 지역의 두 가지 daily sea ice concentration products를 사용하였다. 먼저 두 자료의 일평균 해빙 농도를 산출하고, 해역별 공간적 차이 분석을 실시하였다. 그 결과, 평균 bias (CDR-NT)는 3.17 %로 나타났으며, CDR이 NT보다 비교적 높은 경향을 보였다. 공간적 분석 결과, East Greenland Sea에서 비교적 높은 차이가 나타났으며, 우리나라에 영향을 많이 끼치는 오호츠크해의 경우 해안선에서 높은 차이가 나타났다. 이처럼 같은 변수인 해빙 농도라 할지라도 센서나 알고리즘의 차이에 따라 다른 해빙 농도가 산출되며, 어떤 자료를 사용하는지에 따라 기후 연구의 정확도에 영향을 미칠 수 있으므로 자료의 특성을 인지하고 사용하는 것이 중요하다. 본 연구의 결과로, 같은 센서에 다른 알고리즘을 적용한 일평균 해빙 농도 차이를 시/공간적으로 파악할 수 있었다. 그러나 본 연구에 사용된 센서의 경우 공간해상도가 커 지역적인 분석에는 한계가 있다. 따라서 본 연구를 바탕으로, 좀 더 고해상도의 위성영상인 우리나라의 정지궤도해양위성 Geostationary Ocean Color Imager (GOCI)의 해빙 산출물과, Landsat-8과 같은 고해상도 위성영상과의 비교 연구도 가능할 것이다. 또한 해빙 자료들의 시공간적 차이가 기후 모델에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

사사
이 논문은 2019년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (다종위성 기반 해양 현안대응 실용화 기술 개발)

[PP-06]

NEMO 기반 기상청 폭풍해일예측시스템 소개

라나리, 안병웅, 강기룡, 조형준, 김윤재
국립기상과학원 지구시스템연구과

폭풍 해일(storm surge)은 저기압에 의한 해수면 상승과 강풍이 지구의 회전력과 결합하여 연안으로 해수를 밀어 내면서 발생하는 연안에서의 해수면 상승을 말한다. 이 해수면 상승은 폭풍해일이 만조와 일치 할 경우 연안지역에 큰 범람을 야기할 수 있다. 주로 여름철 열대성 저기압 및 태풍이 한반도 주변해역을 통과할 때와 겨울철 바람에 의한 급격한 해수면 상승이 발생하여 서해안 및 남해안과 동해안의 크고 작은 항구의 구조물, 연안시설 및 정박한 선박들이 매년 큰 피해를 받고 있으며, 특히 침수에 따른 해안 재산, 인명 손실이 수반된다. 향 후 태풍의 발생 빈도 및 그 강도가 증가할 것으로 예측되며 더불어 재해규모도 증대될 것으로 예상되고 있다.

기상청에서는 2006년부터 POM (Princeton Ocean Model) 모델 기반의 지역폭풍해일 예측시스템의 예측결과를 해상예보에 활용하였지만, 2019년부터 NEMO(Nucleus for European Modelling of the Ocean) 기반 지역폭풍해일 예측시스템을 현업으로 운용하고 있다. 본 연구에서는 이 현업 모델의 성능개선을 위한 실험결과를 나타냈다. 모델 영역은 한반도를 포함하는 20°N - 52°N, 115°E - 150°E이며, 약 8km의 수평해상도를 갖는다. 모델의 안정성을 위하여 계수변화에 따른 실험을 수행하였으며. 모델 검증을 위하여 2016년 자료를 이용하여 우리나라 주요 검조소의 주요 분조에 대해 위상과 진폭 등 비교하였다. 또한 기존의 현업 시스템(OPER)과 개발된 예측시스템(NEW)의 예측 결과를 기반으로 국립해양조사원 1시간 간격 조위 자료와 해수면 관측 자료를 이용하여 그 성능을 상호 비교하였다. 분석 기간은 2018년 8월, 9월, 10월(3개월)이며, 우리나라 해안의 주요 49개 검조소에 대해 12, 24, 48, 72, 96, 120 시간 예측 시간별 비교검증을 수행하여 그 결과를 제시하였다.

Comparison of extreme wave analysis in the Northwest Pacific from altimeter data

Hye-Jin Woo[1], Kyung-Ae Park[2]
[1]Department of Science Education, Seoul National University
[2]Department of Earth Science Education, Seoul National University

The long-term return period value of wave height such as 100-yr return period significant wave height (SWH) are intuitively determinable if there are long enough SWH measurements over 100 years. However, most SWH measurements are shorter than the expected return period. Therefore, a method of estimating extreme values by applying a statistical theory to observation data of a limited period has been developed over the last several decades. In this study, the 100-yr return period SWH was estimated by applying the extreme value analysis (EVA) including the Initial Distribution Method (IDM) and Peak over Threshold (PoT) method, using SWH measurements acquired by satellite altimeter with global coverage in the Northwest Pacific. Then the estimated extreme wave height were compared with extreme value estimated using in-situ measurements. Comparing the extreme SWH estimated from different methods, the PoT method was more appropriate than the IMD in in the Northwest Pacific. The PoT method properly reflected the SWH in extreme events, but the IDM clearly showed the limitation of not reflecting extreme events such as tropical cyclones.

[PP-08]

초단기 파랑예측시스템 구축을 위한 예비 수치모의

노민, 라나리, 오상명, 김소연, 조형준, 강기룡, 김윤재
국립기상과학원 지구시스템연구과

기상청에서 현업으로 운영되고 있는 전지구, 지역, 국지연안 그리고 앙상블 지역 파랑예측시스템은 시시각각 변화하는 해양기상상황을 예측하고, 위험기상을 대비하는데 크게 기여하고 있다. 이러한 파랑예측시스템을 갖추고 있음에도 위험기상으로 인한 해난사고 및 해양재난이 최근 빈번하게 발생하고 있으며, 보다 신속하고 정확한 대응을 위한 초단기 파랑예측시스템에 대한 필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 초단기 파랑예측시스템을 구축하기 위한 예비 수치모의를 수행하여 수치모델의 예측정확도 및 성능을 검토하였다. 정확도 검증이 용이하도록 대기와 해양환경이 급변하는 태풍 사례를 선정하고, 이를 재분석하였다. 태풍 사례로는 제13호 태풍 링링으로 분석기간은 2019년 9월 6일부터 9월 8일까지이다. 파랑예측모델의 중요한 입력 파라미터인 바람장은 기상청 현업 대기예측시스템(KLAPS)에서 매 시간 산출되는 U_{10}, V_{10} 결과를 사용하였고, 경계조건으로는 12시간 간격으로 수행되는 지역 파랑예측모델(RWW3)에서 산출된 1시간 간격의 예측장을 적용하였다. 초단기 파랑예측모델의 수행시간은 초단기 대기장이 수행되는 시간과 동일하게 1시간 간격으로 수행되었으며, 예측시간은 모델 수행 시작시간으로부터 12시간까지이다. 초단기 예측모델 수행결과는 한반도 근해 부이자료와 비교하여 예측성능을 검토하였고, 파랑예측모델별 예측결과와 비교하여 초단기 파랑예측모델의 정확도를 검증하였다.

[PP-09]

울릉도(독도)해역 표층수온의 경년변동과 장기 변화 특성

김윤배
한국해양과학기술원 동해연구소 울릉도·독도해양연구기지

지난 100년간(1909~2018년) 울릉도 주변 해역의 해수면 온도 상승률은 1.70℃/100년로, 전 세계 평균 상승률(0.54℃/100년)보다 크고, 특히 한반도 주변 해역 중 가장 급격한 상승률을 보이고 있다(일본 기상청). 동해 해양환경 변화는 주요 상업 어종의 변화는 물론 어장의 변화, 먹이생물의 변화와 연계된 성장률의 변화, 산란 패턴 변화, 회유 경로 변화, 어병 발생률 변화 등 다양한 영향을 미치게 된다. 1965년부터 국립해양조사원의 울릉도 조위관측소에서 관측한 표층수온 자료 분석 결과, 2.31℃/100년의 비율로 표층 수온이 상승하였으며, 매년 표층수온 20℃ 이상 관측일수는 10.4일/10년의 비율로 증가하며 지난 53년(1966~2018년)간 54일 증가하였다. 울릉도(독도) 해역은 동해 한복판에 위치한 섬이라는 지리적인 특성상 동해 해양환경 장기 모니터링 연구의 최적의 장소라 할 수 있다.

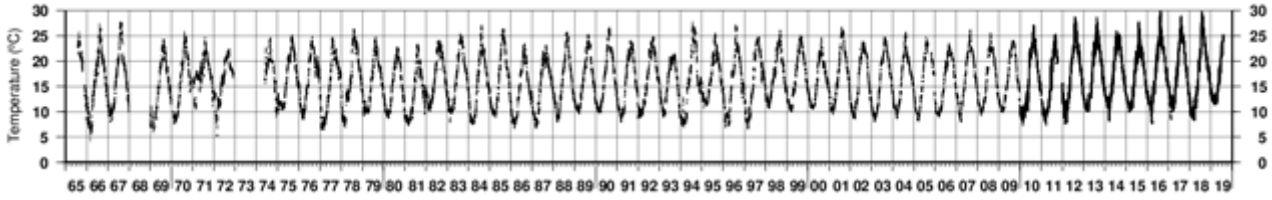


그림. 국립해양조사원 울릉도조위관측소에서 관측된 1965~2019년 동안의 표층수온 변화

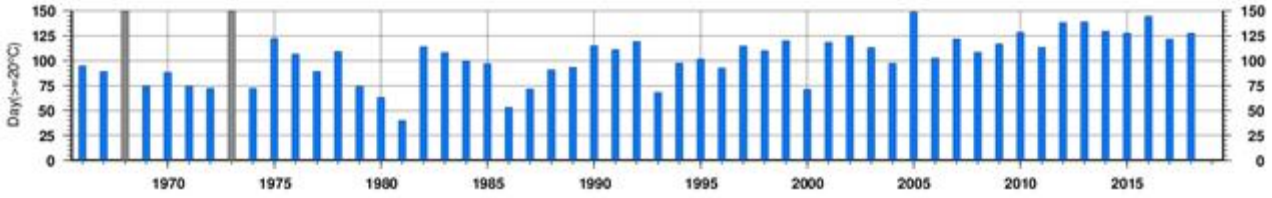


그림. 국립해양조사원 울릉도조위관측소에서 관측된 표층수온 20℃이상 일수의 변화

[PP-10]

기계학습을 활용한 가막만 북서내만역 저층 빈산소의 발생 및 소멸시기 예측

김영민[1], 박성은[1], 한진현[2], 김국진[2], 김형철[1], 김청숙[1], 엄기혁[1], 이원찬[1]
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2](주)UST21

본 연구는 가막만에서 실시간으로 연속 관측된 표·중·저층의 수온, 염분, 용존산소 자료를 활용하여 기계학습(Machine Learning)기반 알고리즘별로 빈산소 예측을 수행한 후, 빈산소 예측에 적합한 알고리즘을 평가한 것이다. 더불어 빈산소 예측 시간을 각각 1시간, 3시간, 12시간, 24시간으로 증가시켰을 때 예측성능이 어떻게 변화하는지 살펴보았다.

기계학습 알고리즘은 K-최근린 이웃(K-nearest neghbor) 알고리즘, 의사결정나무(Decision Tree) 알고리즘, 서포트벡터머신(Support Vector Machine) 알고리즘을 기반으로 하는 방법을 사용하였으며, 그 중에서도 빈산소 예측성능이 우수한 서포트벡터머신(Support Vector Machine), 랜덤포레스트(Random Forest), 그래디언트 부스팅 트리(Gradient Boosting Tree), LightBGM 알고리즘에 대한 예측성능 분석을 수행하였다.

본 연구는 외해와 달리 해양환경이 급변하는 연안역에서 저층 용존산소의 시간변동을 재현하고 예측할 수 있는 기계학습 모델을 구축한 것으로 수산업분야에서 저층 빈산소에 의한 어장피해를 근본적으로 차단하기 어렵더라도 발생 이전에 미리 알고 대처할 수 있다면 그 피해 정도를 효과적으로 저감시킬 수 있다는 점에서 빈산소에 의한 피해예방에 도움을 줄 것으로 판단된다. 추후 예측성능이 우수한 알고리즘을 대상으로 하이퍼파라미터 튜닝을 수행하여 예측모델에 대한 분산 값의 편차를 줄일 경우 더욱 신뢰성 있는 모델이 될 것으로 사료된다.

수치모델을 활용한 광양만 및 강진만 해역의 물질수송시간 공간분포 특성 분석

김영민[1], 박성은[1], 김진호[1], 곽경일[2], 김국진[2], 김청숙[1], 김종규[3]
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2](주)UST21, [3]전남대학교 해양기술학부

광양만과 강진만은 하천으로 유입되는 담수량에 따라 해역내의 물리학적, 생지화학적 특성이 급격하게 변하는 해역이다. 따라서 만 내로 유입된 오염물질이 만 외로 유출되기까지 소요되는 시간을 공간적으로 평가하는 것은 매우 중요하다. 본 연구는 광양만과 강진만을 대상으로 물질수송시간의 공간분포를 계산하기 위해 EFDC 모델과 입자추적모델을 이용하여 각 격자별로 평균체류시간(Average residence time)을 계산하였다(Monsen et al., 2002; Park et al., 2009).

광양만내 오염물질은 노량수로나 여수수로로 빠져나가지 않고 광양만 내에서 오랜 시간 동안 체류하는 것으로 나타났다. 특히, 율촌산업단지가 밀집되어 있는 광양만 서측의 입자들은 거의 이동하지 못하고 대부분 120일 이상 체류하여 이 해역에 오염물질이 유입될 경우 외해로 유출되기까지 소요되는 기간은 약 3달 이상인 것으로 계산되었다. 묘도 주변 해역의 체류시간은 80일 이상으로 나타났는데 섬 주위에서 발생하는 조석잔차류의 순환류 구조가 입자들을 오래 체류시키는 역할을 하는 것으로 보인다.

강진만은 노량수로와 대방수로에서 강한 유속으로 인해 입자들이 빠르게 외해로 유출되는 반면 강진만 남서쪽 해안에는 70일 이상의 긴 체류시간이 나타났다. 이 해역의 해수 흐름은 창조시에 주로 노량수로와 대방수로를 통해 유출입되면서 상대적으로 창선수로를 통한 해수교환이 약한 것이 체류시간의 공간분포를 결정짓는 주된 원인인 것으로 판단된다. 강진만 남서쪽에는 패류 양식장이 밀집되어 있는 곳으로 주변 해역에서 오염물질이 강진만으로 유입될 경우 특히 남서쪽 해역에 장시간 체류하여 양식 생물에 악영향을 끼칠 수 있으므로 향후 어장관리에 체류시간 공간분포를 활용하여 대책방안 마련이 필요할 것으로 판단된다.

[PP-12]

실시간 해양환경 어장정보 모니터링시스템 운영

전찬웅[1], 전형석[1], 강소희[1], 배태일[1], 최한얼[1], 한인성[2]
[1](주)지오시스템리서치, [2]국립수산과학원

우리나라 연안 해역의 급격한 해양환경 변동에 의한 양식장 피해를 최소화하고, 해양활동 및 연안 수산업을 위한 신뢰성 있는 실시간 해양환경자료의 안정적 제공이 필요하며, 관측자료 확보가 요구되고 있어, 국립수산과학원에서 실시간 해양환경 어장정보 제공 모니터링시스템을 구축하고 운영하고 있음

수산업, 레져 및 어업활동에 필요한 수온 자료를 제공하는 양식어장 실시간 해양환경 어장정보 시스템을 2003년부터 전국 주요 연안해역(동해 3개소, 서해안 6개소, 남해안 16개소)에 자동관측소를 설치하고 제공 중이며, 수온자료(염분 및 용존산소센서 일부 추가설치)를 30분 간격으로 관측하여 국립수산과학원의 실시간 해양환경 어장정보 시스템 홈페이지 및 SMS로 수산양식업 관계자 및 수요자에게 실시간 정보를 제공하고 있음

기 구축된 모니터시스템의 안정적인 정보 제공을 위해 정기 시스템 유지관리를 수행하고, 지속적인 시스템 운영을 통해 기초자료 확보와 함께 발전하는 기반 기술 및 시스템 업그레이드를 수행하여 열악한 해양환경에서 유지관리 사례를 체계화 하고 시스템 운영 및 수집자료 신뢰도 제고에 기여

본 사업은 국립수산과학원의 2019년 실시간 해양환경 어장정보시스템 유지보수 사업으로 지원받아 수행하고 있습니다.

[PP-13]

태양광발전을 이용한 실시간 층별 자동관측 모니터링부이시스템 개발

전형석[1], 김무건[1], 이호영[1], 배태일[1], 김운갑[1], 강소희[1]
[1](주)지오시스템리서치

태양광발전을 이용한 실시간 층별 자동관측 모니터링시스템은 전원시설이 열악한 해양환경에서도 축전지를 교환하지 않고 연속관측을 수행 하고, 해수 층별(표/중/저) 해양환경을 지속적으로 관측 할 수 있는 소형 관측부이를 개발하였으며, 실제 배터리 교체의 추가인력 소모를 줄이고 에너지 하베스팅 모듈을 구현하는 것을 목표로 함

실시간 층별 자동관측 모니터링을 위한 시스템 개발은 1) 해양관측 시스템 모듈 소형화(저전력 설계, 개발); 2) 관측시스템 운영을 위한 에너지회수 순환 구현 (태양광 발전 최적화 설계/제작, 배터리 충/방전 및 안정화, 전원 모니터링과 방오용 와이퍼 운영주기 관리); 3) 해양센서 와이퍼 적용 및 태양전지 설치가 가능한 소형 부이 플랫폼 제작 (에너지 효율 및 안정성을 고려한 부표 설계 제작)을 진행함

태양광발전을 이용한 실시간 자동관측시스템을 운영하여 축전지 교체와 투입인력의 축소에 따른 비용 감소 및 해양센서의 센싱부 클린을 위한 방오용 와이퍼를 통해 점검주기를 길게 잡을 수 있도록 하여 추가인력 감소효과가 있을 것으로 기대함

시화조력발전소 전면해역에서 방류수에 의한 해수유동변화특성

권효근,장태현,김영식,권준호,황미경,문홍배[2],강찬영[2]
K-water 시화조력관리단,[2]오션테크(주)

시화조력발전소는 2011년 준공된 세계 최대 및 국내 최초 조력발전소로 시설용량만 25만 4,000kW이고, 연간 발전량은 5억 5,200만kW로 50만명 규모 도시의 가정용 전기를 연간 공급할 수 있는 전력을 생산한다. 시화조력발전소의 조력발전방식은 단류식 창조발전으로 썰물 때 수문을 개방하여 조지수위를 간조수위(EL: -4m)까지 낮추고 밀물 때 조지와 외해조위간의 수위차(발전가동낙차 2m 이상)를 이용해서 수차발전기로 발전하며 일일 통수량은 1억 4700만m^3(시화호 용량의 50%)로 호측의 수질환경을 개선하고 있다(WQI Ⅱ등급, 2018년 기준). 한편, 발전소 운영에 따른 배수로 제 3항로를 통항하는 선박의 안전성과 LNG 터미널 주변 침·퇴적에 영향을 저감하기위해 T.T.P를 이용한 수중잠제형태의 영향저감시설을 2018년 8월에 완공하였다. 조력발전소 가동이후(2014년) K-water는 조력발전소 가동에 따른 주변해역의 해양환경변화를 모니터링하기위해 INBUS부이와 극초단파 조위계 및 유속계등으로 구성된 시화조력발전소 해양환경모니터링시스템(STORMS)을 구축하여 실시간 관측 자료를 생산중이고 시·공간적 광역 표층해수유동 관측을 위해 42MHz 대역의 해양레이더(HF-Radar)를 이용하여 24km^2의 면적을 10분마다 250m 간격으로 369개의 격자점에서 표층유속자료를 생산하고 있다.

해양레이더의 공간적 신뢰도를 검증하고자 2019년 7월 16일 라그랑지안 관측 방식인 표류부이를 이용하여 비교관측을 수행하였다. 표류부이 비교관측결과 두 대상간 유속의 기울기는 1.35와 상관도(R)는 0.88로 나타났다. 배수에 따른 공간표층유속장을 확인하고자 시화조력발전소 배수시기와 동일한 시간대의 해양레이더 관측자료를 추출하여 평균유속과 평균운동에너지를 구하였다. 또한 2018년 9월 4일부터 10월 3일까지 해양레이더 관측영역의 북측 경계지역에서 1개월간 관측된 층별유속자료를 이용하여 수직적인 변동세기(shear variance)분석을 통해 시화조력발전소 방류수의 수직적 교란범위를 확인하였다.

연구조사선에 설치된 Thermosalinography 활용과 자료의 품질 검증

오경희, 민홍식, 이석, 황초롱
한국해양과학기술원

한국해양과학기술원에서는 해양 표층수의 수온과 염분을 실시간으로 모니터링하기 위해 모든 연구조사선에 thermosalinography(TSG)를 설치 운용하고 있다. TSG는 선박의 운항 경로에 따라 실시간으로 수온과 염분 자료를 획득할 수 있기 때문에 관측이 이루어진 시기의 해양환경 변화에 따른 해수 물성 변동을 확인 할 수 있는 유용한 장비이다. 그러나, 이런 유용함에도 불구하고 자료 품질에 대한 검증이 제대로 이루어지지 않아 자료의 활용성은 높지 않았다. 한국해양과학기술원의 경우, 일부 항차를 제외하고는 연구선이 운항 중인 거의 모든 시기에 TSG가 가동되기 때문에 해수에 의해 오염물질이 유입되어 장비내부에 축적되기도 하고, TSG의 설치 장소에 따라 해수의 유입이 불규칙하게 일어나는 등 다양한 요인들로 인해 비정상적인 해수물성 값이 생성되면서 자료의 신뢰성이 문제시 되어 왔다. 따라서 자료의 신뢰도와 활용도를 높이기 위해 연구선 TSG 자료에 대한 품질 검증을 실시하게 되었다. 우선적으로, 새롭게 건조된 이사부호를 대상으로 TSG를 설치하고, 획득된 자료를 분석하여 자료의 품질 검증을 실시하는 일련의 과정을 거쳤다. 이 과정을 통해 TSG를 운영하는데 있어 계통 및 구조의 개선 방안 등을 제시하였고, 자료 품질에 큰 영향을 미치는 TSG 장비의 관리 체계에 대한 지침을 제시하였다. TSG 설치 초기에 불안정하게 획득되던 이사부호의 실시간 해수물성 자료는 현재 정밀 관측된 해수물성자료와의 비교 결과 수온은 ±0.05℃, 염분은 ±0.05 psu 이내의 오차 범위를 보이고 있어 매우 유효한 자료를 생성하고 있다. 이와 같은 분석 결과들을 바탕으로 현재는 연구선 온누리호를 대상으로 TSG 자료의 품질 검증을 실시하고 있다.

Comparison of the ocean analysis data in the East China Sea and Northwestern Pacific during summer season in 2017-2019

Eun Jin Kim[1], Hyoun-Woo Kang[1], Sok Kuh Kang[1], Young Ho Kim[2], Hyunkeun Jin[1], Ok Hee Seo[1]

[1]Korea Institute Ocean Science and Technology, [2]Pukyong National university

These days many ocean forecast and analysis dataset are produced while in-situ observations are not enough to cover the northwestern pacific, especially typhoon intensification area. These ocean forecast and analysis dataset are useful for monitoring and analyzing the environment of typhoon intensification and cooling by typhoon passage in the ocean.

In this study, in order to evaluate the accuracy of reanalysis data in the East China sea and North Western Pacific during summer season, Ocean Predictability Experiment for Marine Environment (OPEM) and Global Ocean Physics Reanalysis (GLORYS12V1) data are compared with shipboard measurement.

During summer in 2017-2019, using the R/V Isabu, three field survey were carried out total 155 CTD stations. The statistics such as standard deviation, correlation and root-mean-square-errors(RMSEs) are calculated.

As a results, OPEM has smaller RMSEs and larger correlation in temperature and salinity in East China Sea while GLORYS12V1 shows better performance in northwestern pacific even with many typhoon passages.

Acknowledgement :

This research was a part of the project "Study on Air-Sea Interation and Process of Rapidly Intensifying Typhoon in the Northwestern Pacific" and "Investigation and prediction system development of marine heatwave around the Korean Peninsular originated from the subartic and western Pacific " funded by the ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

Argo 플로트를 활용한 지역해양 관측 및 특성 분석

조형준, 강기룡, 오상명, 김윤재
국립기상과학원 지구시스템연구과

2000년 초부터 시작된 국제 Argo 공동연구 프로그램에 국제공인 지역자료센터의 자격으로 참여하고 있는 국립기상과학원에서는 매년 한반도 근해와 북서태평양 해역에 신규 Argo 플로트를 투하하면서 전지구해양관측망 구성에 기여하고 있다. 특히, 한반도 근해인 동해의 경우, 우리나라에서만 유일하게 관측을 수행하고 있어, 대양의 축소판이라고 불리는 동해 관측을 통해 해양변동성 연구 및 해양 감시 등의 중추적 역할을 하고 있다.

최근에는 프로그램에서 목표로 했던 4,000기 이상의 Argo 플로트를 운영하는 전지구관측망을 구성하면서 지금껏 없었던 방대한 해양관측자료를 생산하고 있다(10만개 이상/년 프로파일 생산). 국립기상과학원도 프로그램 전략에 따라 그 동안 관측했던 해역 외에 관측 공백이 발생하는 서해·남해 등에도 투하를 시작하면서 관측자료 공백을 제거하고, 천해 관측의 가능성을 확인하였다. 작년에 투하한 Argo 플로트의 경우 1일 주기로 300회 이상 관측을 수행하여 당초 목표를 초과 달성하였다. 이러한 관측 결과를 통해 해양환경의 일별·계절별 단기적 변동 특성을 분석하고 궤적 자료를 이용한 해류의 이동 경향 분석하였다. 또한 천해용 Argo 플로트가 동해로 표류한 이후 울릉도 남동 해역에서 나타난 고기압성 순환이 특징적으로 나타났으며, 이를 이용해 표층 및 아표층 순환특성을 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 국립기상과학원 Argo 프로그램 현황을 비롯하여 성공적으로 수행한 천해 Argo 플로트 관측 방법 및 관측 자료 분석 결과를 소개하였다. 또한, 관측 자료를 기반으로 기상청 기후예측시스템의 수온 및 염분의 예측 성능을 분석하였다.

Climatological characteristics of underwater acoustic environments around Korean Peninsula

김 성 용[1], 이 근 화[2], 김 형 수[1]

[1]한국과학기술원 기계공학과
[2]세종대학교 국방과학시스템공학과

We present the underwater acoustic environment around Korean Peninsula in views of seasonal climatology and potential interactions with mesoscale and submesoscale eddies, and internal tides. We computed the sound speed profiles from two-/three-dimensional underwater acoustic propagation models and observed conductivity-temperature-depth (CTD) profiles, collected from historical hydrographic surveys for the recent 20 years (1995 to 2014), and submesoscale realistic numerical model outputs The observed CTD profiles are multivariate regressed with a temporal mean, seasonal basis functions, and a linear trend.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

Observations of the interaction of surface gravity waves and submesoscale surface currents in a coastal region

Liu Ou[1,2], 김 성 용[2]
[1]Institut National des Sciences
[2]한국과학기술원 기계공학과

We have examined the in-situ surface wave observations using satellite altimetry, phased-array high-frequency radars, and a bottom mounted wave buoy in a coastal region along with surface gravity wave model simulations in terms of (1) statistical properties among different platforms and (2) wave-current interactions during onshore propagations. The estimated significant wave heights (SWHs) via interpretation of the second order peaks of the Bragg backscattered radar signals for a period of one year are examined with their spatial structures and transition between offshore and onshore regions and compared with climatology of the altimeter-derived SWHs. We highlight that the data quality assurance and quality control using altimeter-derived SWHs and the wave-current interactions at the scale of O(1) km in a statistical point of view, which will enhance the understanding of the coastal circulation in the inner shelf region.

머신러닝 기반 해무소산 예측 알고리즘 연구

한진현[1], 주현석[1], 김국진[1], 김영택[2], 권석재[2]
[1]㈜유에스티21, [2]국립해양조사원

최근 기후온난화에 따라 예측하기 어려운 자연재해와 더불어 사회구조의 고도화 및 다양화로 인한 예상치 못한 복합 재난들이 발생하고 있다. 특히 해무의 경우 수많은 선박들이 입출항하는 항만 내의 안전사고에 큰 영향을 끼치고 있으며, 이러한 해무의 발생 및 소산을 예측하는 연구들이 전 세계적으로 진행되고 있다.

해무는 지금까지 다양한 발생 기작으로 인하여 예측하기 어려운 현상으로 알려져 왔으나, 국립해양조사원에서 수행한 다년간의 해무사업을 통해 인공지능 기반의 해무발생 예측의 가능성 및 실효성을 보였다. 하지만 해무소산의 경우 해무마다 발생 기작과 소산 조건이 다르므로 그 예측이 매우 어렵다.

이 연구에서는 해무소산 예측을 위하여 국립해양조사원 해무관측소에서 제공하는 기온, 해면기압, 수온, 풍향, 풍속, 습도, 해기차, 시정자료를 데이터 셋으로 구성하였는데, 이 데이터 셋은 해무의 발생과 소산이 함께 포함된 것이 아니라, 해무가 소산될 때의 자료만을 별도로 수집하여 구성하였다. 이후 머신러닝 기반의 알고리즘을 이용하여 1시간 후의 해무소산에 대한 예측확률을 산정하였으며, 더불어 머신러닝 기반의 해무소산 알고리즘에 입력으로 사용한 자료들에 대한 입력인자 중요도(feature importance)를 계산하여 해무소산에 영향을 주는 입력인자의 기여도를 분석하였다.

참고문헌

1. Darko Koračin, Clive E. Dorman, John M. Lewis, James G. Hudson, Eric M. Wilcox, Alicia Torregrosa, 'Marine fog: A review', ELSEVIER, pp.142-175, 2014.
2. Darko Koračin, Clive E. Dorman, 'Formation, Evolution, and Dissipation of Coastal Sea Fog', Springer, pp.447-478, 2005.
3. Kahraman Oğuz, Muhammet Ali Pekin, 'Predictability of Fog Visibility with Artificial Neural Network for Esenboga Airport', European Journal of Science and Technology, pp.542-551, 2019.
4. 해양수산부 국립해양조사원, '항계안전을 위한 해무예측정보 서비스 개선 및 확대 : 결과보고서', 2019

[PP-21]

재분석자료를 통한 대한해협 통과 수송량 변동 특성 분석

김철호, 김민우, 임학수, 강석구
한국해양과학기술원

부산과 일본 큐슈간의 단면을 통과하는 대한해협 통과수송량은 남해와 동해의 해양 특성과 순환에 영향 미치는 주요 요인일 뿐만 아니라, 한반도 연안역의 해양 기상에도 매우 중요한 해양 물리 변수이다. 한반도 주변해역의 해황 분석에 비교적 많이 사용되는 주요 재분석자료들을 이용하여 대한해협 통과수송량의 산출 결과를 분석하고 부산-하카타 간의 연락선에 장착된 ADCP 수송량 관측값과 비교함으로써 각 재분석자료들의 신뢰성과 정확도를 평가하였다.

ECMWF ORAS4는 해협내에 인접한 단면들 간에 대마난류 수송량이 서로 불일치하는 결과를 보였다. SODA 3.4.2는 해협내 인접한 단면들의 수송량이 서로 불일치할 뿐만 아니라, 재분석자료 수송량이 관측보다 모두 2 Sv (1 Sv=10^6 ㎥/s) 이상 크고, 제공되는 자료의 대한해협 지형이 매우 부정확하였다. NCEP GODAS는 관측과 유사한 계절 변동 패턴을 모사하였으나, 관측보다 0.2 Sv 정도 작은 값을 보였다. 한국해양과학기술원의 재분석자료인 KIOST DASK1.4는 관측과 대체로 유사한 계절 변동 패턴을 모사하였지만 관측보다 0.3 Sv 정도 작은 값을 보였다. 한편, HYCOM은 해협내 각 단면의 수송량이 정량적으로 서로 정확히 일치하였고, 관측과의 편차도 가장 작으며, 관측된 수송량의 계절적 특성도 양호하게 모사함으로 이상의 재분석자료들과 비교해 상대적으로 가장 우수한 자료 특성을 보였다.

관측에서 나타나는 대한해협 통과 수송량의 계절적 특성(동계- 최소, 하계와 추계- 더블 피크)이 HYCOM 자료에서도 모사되었으며, 이러한 수송량 더블 피크는 제주 남부 해역까지도 그 특성이 추적 가능하였다. HYCOM 재분석자료의 분석으로부터 동중국해에서 북상하여 제주 주변해역으로 지나는 대마난류가 제주-큐슈 해협에서 다시 2 개의 축으로 분리됨이 발견되었다. 그 가운데 제주도 동측에 인접한 흐름은 8월과 10월에 상대적으로 큰 수송량을 보이는 반면, 큐슈 근방의 흐름은 8월 이후로 수송량이 감소하는 경향을 보였다. 동중국해에서 남해로 북상하는 대마난류의 이와 같은 수송량 변동은 대한해협으로 수렴되어 동해로 유입되는 수송량의 위상에 직접적으로 영향 미치게 된다.

제주 근해의 수온역전층 계절별 발생 특성에 관한 연구

김성현[1], 김 응[1], 최복경[2]
[1]한국해양과학기술원 해양방위·안전연구센터, [2]해양영토연구본부

제주 근해의 수온역전층 거동 특성에 관한 연구를 위하여 국립수산과학원의 정선 자료 중 1995~ 2016년의 제주 근해 정점별 자료를 이용하였다.

제주 근해에서 발생하는 수온역전층 거동 특성 분석 결과 1995 ~ 2016년간 8,820회 조사되었고, 이 중 수온역전층은 1,589회 나타났으며, 발생 확률은 17.9 %이었다.

2월에는 가거도 부근의 312정선에서 62.6 % 가장 높게 나타났고, 8월에는 제주도 남쪽 해역에서 315정선에서 27.3 % 가장 높게 나타났다. 가거도 부근의 312정선의 경우는 겨울이 여름보다 24.8배 높았으며, 제주도 남쪽해역 중 314 정선의 경우 여름이 겨울보다 3.7배 높게 나타났다. 계절별 수온역전 발생 확률이 해역별로 차이를 보였다. Kim et al. (1982)은 서해에서 1965~1979년 동안 발생한 수온역전층에 대하여 분석결과, 2월(겨울)이 8월(여름)보다 7배 증가한다고 하였고, Kim과 Yug (1983)은 남해에서 1965~1979년 동안 겨울이 여름보다 6배정도 많이 발생한다고 하였다. 그러나 제주도 남쪽해역에서는 수온역전층 발생 확률이 겨울보다 여름에 높았다.

연구해역이 제주난류수 및 대마난류수의 영향을 많이 받는 제주도 남쪽을 포함하고 있어 하계 발생 확률이 타 연구보다 높게 나타난 것으로 판단된다. Cho와 Park (1990)의 제주도 동쪽해역서 하계 수온역전층에 대해 연구한 결과에서도 수온역전층이 67개 정점 중 37개 정점(58.2 %)에서 발생하였다. 그리고 Kim et al. (1982)의 결과에서도 하계 제주도 서부해역에서 수온역전층 발생 확률이 40~70 % 이상 높게 발생하였다.

본 연구에서 수온역전층의 시간적 분석결과 하계와 동계의 수온역전 발생 확률의 차이는 크지 않았지만, 계절별 공간적(가거도, 제주도 남쪽) 차이는 확실하게 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 2019년 해양경찰청 재원으로 지원을 받아 수행된 연구임(선체 내 생존자 수색 및 생존성 확보 기술 개발 / PN68020)

참고문헌

1. Kim, H. J., H. J. Yoon, S. K. Yang, Inversion Phenomena of Temperature in th Yellow Sea. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 18(2), 91-96, 1982
2. KIM, H. J., & YUG, S. S., Inversion phenomena of temperature in the southern sea of Korea. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16(2), 111-116, 1983
3. Cho, K. D, S. W. Park, Inversion Phenomena of Temperature Off East Cheju Island in Summer, 1968. Bull. Korean Fish. Tech. Soc.,?26(3), 265-274, 1990

[PP-23]

남극 테라노바 만 고염대륙붕수 형성의 시공간적 변화

윤승태[1], 이원상[1], Craig Stevens[2,3], Stefan Jendersie[4], 남성현[5], 윤숙영[1], 황청연[1], 장광일[1], 이지연[1]

[1]극지연구소

[2]National Institute of Water and Atmospheric Research, New Zealand

[3]University of Auckland, New Zealand

[4]Victoria University of Wellington, New Zealand

[5]서울대학교

남극저층수(Antarctic Bottom Water, AABW)의 기원수인 고염대륙붕수(High Salinity Shelf Water, HSSW)의 형성은 주로 남극 테라노바 만(Terra Nova Bay)에서 관측되어져 왔다. 따라서, 테라노바 만 염분의 시공간적 변화를 살펴보는 것은 본 해역에서의 고염대륙붕수 형성을 이해하는데 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 2014년부터 2018년까지 약 4년간 얻어진 해양 계류선 및 CTD/LADCP 관측 자료와 같은 기간의 바람, 해빙 농도 자료를 분석하여, 테라노바 만 동부(로스해의 Crary bank 근처)와 드라이갈스키 분지에서의 염분 변화에 관해 살펴보았다. 우선 심층 염분의 경우, 테라노바 만 동부(~660 m)와 드라이갈스키 분지(~1,200 m) 모두에서 9월부터 염분이 증가하는 것을 확인하였고 특히, 2016년과 2017년에는 0.04 psu 이상의 염분 증가를 관측하였다. 염분 시계열과 동일 수심에서 얻어진 유속 자료를 분석한 결과, 난센 빙붕 근처에서 생성된 고염대륙붕수의 이류 때문에 심층 염분이 9월부터 증가하는 것임을 확인하였고 2016, 2017년에 발견된 염분의 상당한 증가는 고염대륙붕수의 활발한 생성과 연관이 있음을 밝혔다. 추가로, 본 연구에서는 표층 염 공급에 의해 유발된 대류 작용을 통해 테라노바 만 상층(< 300 m)에서도 고염대륙붕수가 형성될 수 있음을 제시하였다. 마지막으로, 과거 테라노바 만에서의 해양 관측 자료와 비교하여 최근 고염대륙붕수의 염분이 2000년대 초반과 유사한 수준으로 회귀되었음을 확인하였다. 이는 과거 제시된 고염대륙붕수의 저염화 경향에 반하는 관측 결과로 앞으로 남극에서 생성되는 고밀도 해수의 염분 변화를 주목해서 살펴봐야 함을 보여준다.

참고논문: Yoon, S.-T., Lee, W. S., Stevens, C., Jendersie, S., Nam, S., Yun, S., Hwang, C. Y., Jang, G. I., and Lee, J., Spatio-temporal variations in High-Salinity Shelf Water production in Terra Nova Bay polynya, Antarctica, Ocean Sci. Discuss., https://doi.org/10.5194/os-2019-80, in review, 2019.

수중글라이더를 활용한 동한난류 전선역 변동 관측

박종진
경북대학교 자연과학대학 지구시스템과학부/경북해양과학연구소

동해에는 대양에 존재하는 서안경계류와 유사하게 한국 동해안을 따라 북상하는 동한난류가 존재한다. 동한난류는 대양에서 나타나는 서안경계류의 변동 특성을 연구하는데 중요한 해류이기도 하지만, 동시에 다른 지형류적 강한 해류가 그렇듯이 수온과 염분 등 물성의 강한 전선 구배가 존재하는 전선역이다. 해양에서의 전선은 물질과 에너지의 교환을 가로막는 벽의 역할을 할 수도 있으나, 강한 해류에 의한 불안정성으로 오히려 중요한 물질과 에너지 교류가 발생할 수도 있다. 전선을 가로지르는 방향의 물질 및 에너지 수송은 전선을 따르는 방향보다 훨씬 작은 양임에는 틀림없으나, 기후변화와 밀접한 관련이 있는 해양의 자오선 순환입장에서는 이러한 전선을 가로지르는 방향의 수송이 매우 중요한 역할을 할 수 있다. 게다가 전선역에서는 일반적으로 전선을 가로지르는 방향으로 등밀도면이 깊어지므로, 전선역을 가로질러 나타나는 물질 및 에너지 수송은 종종 표층의 물을 심해로 수송하는 과정과 관련된다. 이러한 과정은 해표면으로 녹아들어간 대기중의 온실기체를 해양 심층으로 이동시키는 중요한 역할을 담당할 수 있으므로, 그 물리적 과정을 이해하는데 도움이되는 관측이 필요하다. 그러나, 동해는 로스비 변형 반경이 10km 정도인데, 이것은 전선역에서 나타나는 물리적 현상들의 공간 규모가 같은 위도에서의 대양에 비해 1/3정도로 작다는 것을 의미하며, 이러한 동한 난류를 관측하고 연구하기 위해서는 대양보다 훨씬 고해상도의 관측이 요구된다고 할 수 있다. 본 연구에서는 수중글라이더라는 해양 관측 로봇을 활용하여 동한 난류 단면을 2017년 8월과 2018년 8월에 각각 성공적으로 관측한 결과를 제시한다. 두 해 모두 약 20일간 연속적으로 동한난류의 단면 관측을 수행했으며, 2017년에는 2번, 2018년에는 6번 연속 단면 관측을 실시하였다. 해당 단면은 자세한 전선역의 수직 물성 구조를 보여주며 시간에 따른 전선역의 이동 패턴이 서로 다르게 나타난다. 2017년에는 표층 부근이 외해로 이동하며 전선이 강화되는 특성을 보이며, 2018년에는 수온약층이 내해에 이동하는 특성을 보인다. 특히 2018년에는 클로로필 구조가 전선역을 따라 중층으로 섭입되는 특성을 새롭게 발견하였는데, 전선 구조의 이동과 연계하여 섭입 구조가 변동하는 패턴을 보였다. 해당 섭입 현상은 식물플랑크톤에 의해 고정된 탄소가 물리적으로 제거되는 과정일 수 있어 의미가 있다고 판단된다.

[PP-25]

수중글라이더로 관측한 북서태평양 중규모 소용돌이 내의 일주조 내부조석파 변동

박종진
경북대학교 자연과학대학 지구시스템과학부/경북해양과학연구소

중규모 소용돌이는 다른 지역에 있는 열과 염, 물질들을 수송하고, 이를 주변과 혼합시키는 역할을 수행하기 때문에 중요하다. 본 연구에서는 대양조사선 이사부호를 활용하여 해양관측로봇 수중글라이더를 투하하는 시험을 국내 최초로 실시하였는데, 이 운용시험의 일환으로 수중글라이더를 중규모 소용돌이로 투입시켜 소용돌이 내부 물성의 시간적 변화를 관측하였다. 2019년 9월 8일 09시, 북서태평양 위도 20.71 ° N 경도 131.11 ° E 에서 수중글라이더 1기를 투하하였으며 투하 후 약 50 km 북상시켜, 위도 21.03 ° N 경도 131.25 ° E에서 위치 유지를 하도록 제어하였고 2018년 9월 9일부터 18일 13시까지 관측을 수행하였다. 이 기간 동안 수중글라이더는 지정한 지점에서 RMS 거리 720 m 범위를 벗어나지 않으면서 위치 유지 관측을 성공적으로 수행하였다. 해당 수중글라이더는 수온 및 염분의 수직 구조를 표층부터 수심 800 m까지 약 1시간 30분의 시간간격으로 측정하였다. 수중글라이더 관측 기간 동안 중규모 소용돌이는 북동쪽으로 약 55 km 정도 이동하였으며, 초기 관측은 중규모 소용돌이 중심부에서 이루어졌으나, 소용돌이의 이동에 따라 9월 13일 이후부터는 소용돌이 가장자리에서 관측이 이루어졌다. 수중글라이더에서 관측된 수온과 염분의 시간 변동을 살펴보면, 약 24시간 주기의 진동이 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있으며, 이것을 20시간~ 28시간 사이로 밴드 패스 필터를 하여 일주기 내부조석파를 분리하여 분석하였다. 해당 내부조석파는 1차 순압성 구조를 가지는 것으로 판단되며, 중규모 소용돌이 중앙부에 머물렀던 기간동안에는 소용돌이 하부에 조석파 에너지가 집중되어 있었으나, 소용돌이 가장자리로 오면서 조석파 에너지가 전 층에 걸쳐서 나타나는 것을 알 수 있다. 해당 결과는 내부조석파가 소용돌이를 통과하면서 소용돌이의 역학적 구조에 따라 변형이 일어나는 것으로 해석될 수 있으며, 소용돌이와의 상호작용을 통해 일어나는 내부조석파의 변형이 어떠한 물리적 과정의 결과물이고 내부조석파의 전파와 소멸 그리고 혼합 과정에 어떠한 영향을 줄 수 있을지 추가적인 연구가 필요하다.

수치모형 결과에서 제주해협 영양염 플럭스의 변동성

서옥희, 강현우
한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터

제주해협은 쿠로시오 해류와 대만난류, 장강 저염수 그리고 황해 저층냉수 등이 혼합된 복잡한 수괴가 남해역으로 통과하는 중요한 수로이다. 제주(난)해류를 통해 남해로 유입되는 열과 염 그리고 영양염 등은 남해안의 환경 및 생태계에 직접적인 영향을 미치며 궁극적으로 그 질과 양이 변형되어 동해로 유입된다. 특히 영양염 플럭스는 식물 플랑크톤의 번성, 퇴적물에서의 재광물화 등과 연계된 복잡한 해양 생태계 과정의 영향을 받는다. 따라서 제주해협을 통과하는 영양염 플럭스를 측정하기도 어렵지만 관측에만 의존해서 계절변동성이나 중장기 변동성을 파악하는 것은 거의 불가능하다. 본 연구에서는 POLCOMS-ERSEM 기반 3차원 해양순환-생지화학 결합 생태계모형을 이용하여 30년(1981~2010) 모의한 결과로부터 제주해협을 통과하는 영양염(질산염, 인산염, 규산염) 플럭스의 계절 및 경년 변동성을 분석하였다.

영양염 플럭스의 계절변동성은 제주해협을 통과하는 수송량의 변동성과는 다르게 나타났다. 수송량의 경우 겨울철에 가장 작고 여름철에 가장 높게 나타난 반면, 영양염 플럭스는 4~5월에 가장 작았고, 겨울철에 높게 나타났다. 이는 봄철 식물플랑크톤의 번성과 겨울철 연직혼합에 의한 결과로 판단된다. 한편 질산염 플럭스의 경우 8월에 높게 나타나는데, 이는 장강에서 유출되는 질산염 농도가 인산염 농도에 비해서 매우 높기 때문에 식물플랑크톤에 의해 소모된 후에도 잔류 농도가 높기 때문인 것으로 사료된다.

제주해협을 통과하는 영양염 플럭스의 경년변동성은 장강 저염수 방류량의 변동성보다는 직접적인 수송량의 경년변동성과 상관성이 높게 나타났다.

해양레이더에서 관측된 광역 표층유동자료와 부유사 위성영상 매핑연구

횡미경, 권효근, 장태현, 김영식, 권준호, 김대현[2)], 문홍배[2)], 강찬영[2)]
K-water 시화조력관리단, [2)]오션테크(주)

시화조력발전소는 시화방조제 중간에 위치한 세계 최대용량의 국내 최초 조력발전소로 50만명 규모 도시의 가정용 전기를 연간 공급할 수 있는 전력을 생산하고 있다. K-water는 시•공간적 광역 표층해수유동 관측을 위해 42Mhz급 HF-Radar(SeaSonde®)를 이용하여 발전소 전면 해역(8km X 3km)을 10분마다 369개의 격자점에서 표층유속자료를 생산하고 있다. 본 연구는 해양과 호수의 조위차를 이용한 조력발전소 가동에 따른 시화호 체적변동분석을 위해 외해기원 부유사의 유입 가능성 여부와 이동경로를 파악하고자 하는 기초연구이다. 이를 위하여 발전과 배수 시 해양레이더에서 관측된 표층유속 분석 자료와 동일시기에 촬영된 위성부유사 영상을 활용하였다. 위성영상 분석을 위해 국내·외에서 운영 중인 해색위성 중 부유사 이동연구에 경제적이고 효율적인 유럽우주국의 Sentinel-2를 선정하였고 분석프로그램으로는 SNAP(Sentinel Application Platform)을 활용하였다. 위성영상을 활용한 부유사 농도 산정을 위해 밴드조합 방법과 C2RCC 프로세스를 활용하는 방법을 비교하였고 신뢰도 분석은 현장채수결과와 비교하여 좋은 일치율을 보였다. Sentinel-2 위성자료와 해양레이더에서 관측된 광역표층유동벡터의 mapping을 시험적으로 수행하였으며 위성자료의 부유사영상과 해양레이더의 유속벡터 경향성은 일치하는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 조력발전소 가동에 따른 부유사 유·출입으로 인한 시화호 체적변동의 상관관계와 조력발전소 근해역의 퇴적물 이동양상에 대한 연구에 기여할 것으로 판단된다.

무인 수중글라이더를 활용한 2019년 춘계 울릉도-독도간 수온 염분 분포 연구

[1]김윤배, [2]이정한, [2]고성협, [2]현종우
[1]한국해양과학기술원 동해연구소 울릉도·독도해양연구기지
[2]한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터

울릉도-독도간 상층의 수온, 염분 분포 및 변동 특성을 정밀하게 파악하기 위하여 무인 수중글라이더를 활용하여 울릉도-독도간 해역에서 수온, 염분 관측을 수행하였다. 현장 관측은 Slocum G3 glider를 사용하여 2019년 5월 14일부터 6월 12일까지 30일 동안 울릉도-독도간 해역을 2회 왕복하였다. 수중글라이더는 매 3시간 마다(약 3km 간격) 수심 200m 근처까지 매우 조밀한 CTD 자료를 획득하였으며, 관측기간 동안 기상청 울릉도해양기상부이에서 관측된 최대파고는 7.3m이었다. 무인 수중글라이더를 활용한 연구는 울릉도(독도)해역과 같은 심해 혹은 기상악화가 빈번한 해역에서 정밀한 해양환경 특성을 파악하는데 매우 유용한 장비로 고려된다.

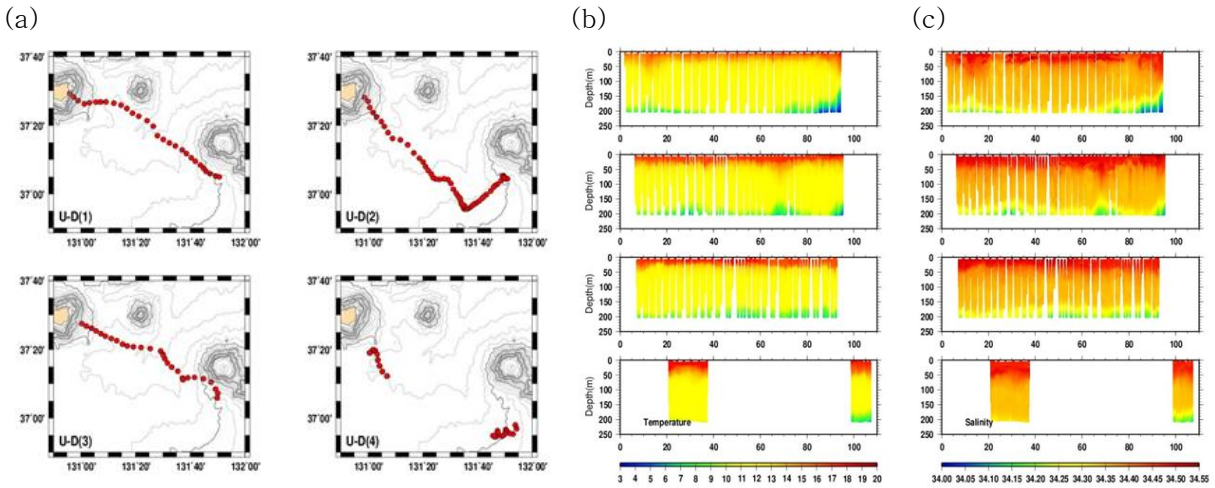


그림. (a) 2019년 5월 14일-6월 12일 동안의 수중 글라이더 이동 경로 및 각 이동경로별 울릉도로부터 거리 및 수심에 따른 (b) 수온 및 (c) 염분 분포.

[PP-29]

여름철 서해 천수만 수온의 변동 특성

양준용, 신규진, 최연경, 최용규, 허 승
서해수산연구소 자원환경과

천수만은 서해 중부 연안에 위치한 반폐쇄성 내만으로 서쪽으로 충청남도 태안군 안면도, 북쪽으로 서산시의 방조제, 동쪽으로 보령시의 연안으로 둘러싸여 있다. 북서쪽인 안면도와 태안군 사이의 수로와 남쪽은 개방되어 해수가 유출입하고 있으나, 북서쪽 입구보다 폭이 넓은 남쪽을 통해 대부분 해수가 유출입하고 있다. 남북방향으로 약 30 km, 동서방향으로 최대 약 9 km로 남북방향으로 긴 형태이다. 천수만은 많은 어류와 무척추동물의 산란 및 보육장으로 황해 생태계에서 중요한 위치를 차지한다(Lee, 1998). 또한 여름철에 천수만에는 적조, 산소부족 물덩어리(빈산소 수괴), 이상수온 현상 발생과 담수 댐의 수문 개방에 의해 일시적으로 많은 담수가 유입되는 등 해양환경의 변동성이 큰 해역이기도 하다. 천수만은 조류가 우세한 해역으로 Jung *et al.*(2013)에 의하면 천수만의 유향은 북북서-남남서이고, 2010년 여름철 천수만의 죽도 인근 해역에서 추정한 조석 잔차류에 의해 이동한 거리는 중층에서 33일 동안 6.5 km이라고 밝혔다.

천수만에는 조피볼락 등 어류양식장이 운영되고 있어 여름철에 나타나고 있는 고수온에 의한 어류 폐사 등 수산 피해가 최근에 지속적으로 발생하고 있다. 2019년 여름철에 고수온 주의보는 8월 8일에 발령되었고, 8월 29일에 해제되는 등 수온 변화가 양식생물에 미치는 영향 등이 양식업계에 중요한 관심사항이다. 따라서 천수만에 2015년 5월에 천수만 중앙부의 죽도 인근 해역에 설치되어 운영하고 있는 천수만 파고부이의 여름철 표층 수온 자료를 이용하여 연간 변동을 분석하고, 인근 지역/해역에서 관측한 기상청, 국립해양조사원의 기온, 바람 및 조위 자료를 이용하여 여름철 천수만 내 수온 상승기와 하강기에 영향을 미치는 여러 해양기상학적 요인에 대하여 고찰하였다.

Jung, K. Y., Ro, Y, J. and Kim, B. J., Tidal and Sub-tidal current characteristics in the central part of Chunsu Bay, Yellow Sea, Korea during the summer season,「The Sea」J. Korean Soc. Oceanogr., Vol. 18(2), pp.53-64, 2013.

Lee, T. W., Changes in species composition of fish in Chunsu Bay 1. Demersal fish, J. Korean Fish. Soc., Vol. 29(1) 71-83, 1998.

표류부이를 활용한 고주파 레이더 관측수심 산정

송규민[1], 박준성[1], 권재일[2]
[1]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터,
[2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터

해양에서 고주파 레이더는 전파의 후방산란을 통해 표층해류를 관측하는데 이용되며, 종류는 주파수에 따라 크게 5, 13, 25, 42MHz 대역으로 분류된다. 이 분류에 따라 관측 영역은 수십에서 수백 km까지에 이르며, 표층해류가 관측되는 평균 수심도 최소 0.5m에서 최대 2m까지 다양하다. 하지만 주파수에 따른 표층해류의 대표 수심에 대해 현재까지 이론적인 결과만 제시되어 있을 뿐 현장에서 직접 관측을 통한 결과는 없으며. 사용자 또한 대략적인 수심 1m까지의 평균 흐름으로 판단하고 있는 실정이다. 레이더의 관측수심 산정은 관측된 표층해류 자료의 효율적인 활용에 있어서 필요하며, 특히 수치모델에 있어서 정확도 향상을 위한 입력 자료로서 무엇보다도 중요하다.

관측수심 산정을 위해서는 표류부이를 이용한 라그랑지 방식의 해류관측이 필요하다. 해류관측에 있어서 오일러식의 경우 고주파 레이더에서 관측된 수심에서 표층해류를 관측하기는 어렵다. 고정점에서 해류계를 설치하여 표층 2m 이내의 해류를 관측할 경우 음파 산란 등으로 인해 표층해류의 정확한 측정이 어렵다. 이에 비해 라그랑지 방식은 바람의 저항이 최소화 될 수 있는 표류체에 수심별 드로그를 장착한다면 특정 수심에서의 해류 관측이 비교적 용이하다. 따라서 고주파 레이더와 비교를 위해서는 표류부이 등을 이용한 라그랑지식 방식으로 실험이 이뤄져야 한다.

본 연구에서는 라그랑지 방식의 표류부이를 이용하여 고주파 레이더 25MHz와 13MHz 대역으로 관측된 표층해류를 비교 분석하여 각각의 주파수 대역별 관측수심을 제시하고자 한다.

해무관측소 관측자료를 이용한 해무발생 심화분석

김현승[3], 김영택[1], 권석재[1], 강영승[3], 신현정[3], 김정원[3], 김영남[2]

[1]국립해양조사원, [2]기상청, [3](주)전략해양

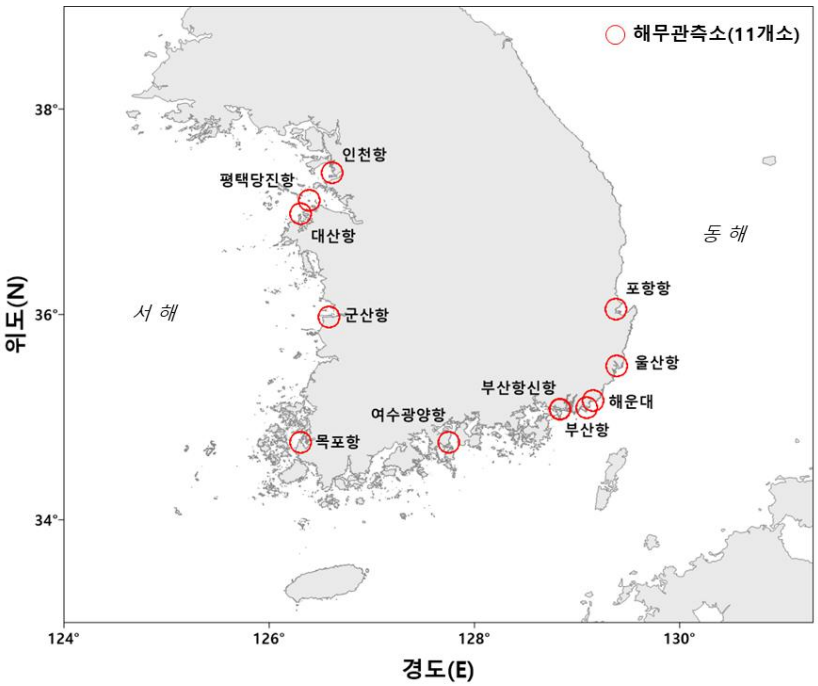
해무(Sea fog)는 선박의 해상활동에 영향을 미치는 가장 중요한 해양현상 중의 하나이며, 특히 항계안전을 위해 지속적으로 모니터링이 필요한 현상이다.

국립해양조사원에서는 2016년부터 주요 10개 무역항 및 해운대를 대상으로 해양기상 및 시정을 관측할 수 있는 해무관측소의 설치를 위한 입지조사를 실시하였고, 현재 총 11개소의 해무관측소를 운영하고 있으며, 이 중에서 해무발생 빈도가 상대적으로 높은 6개소(인천항, 대산항, 군산항, 목포항, 여수광양항, 해운대)의 관측자료는 해무예측을 위한 인공신경망 모델의 입력자료로 활용하고 있다.

본 연구에서는 상기 6개 해무관측소에서 수집되는 관측자료를 품질 처리하여 해무발생에 대한 통계산출 및 발생 원인에 대한 분석을 수행하였다. 또한, 2019년 7월 3일과 7월 5일에 해운대에서 발생한 해무를 대상으로 동기간의 해무관측소 관측자료를 분석하였다.

해무자료를 분석한 결과 3월 ~ 7월에 해무발생 일수가 가장 많았으며, 해무의 평균 지속시간은 3시간 ~ 8시간으로 나타났다. 또한, 해무의 발생 원인은 이류무와 전선무의 비율이 전반적으로 높게 나타났다. 2019년 7월 3일과 7월 5일에 해운대에서 발생한 해무는 시정이 500m 이하이고 6시간 정도 지속된 사례로, 장마전선으로 인해 높은 습도가 유지되는 상황에서 해기차(기온-수온)가 커지고, 연안용승 또는 대기 정체에 의해 해무의 지속시간이 길어진 것으로 분석되었다.

향후, 해무발생 사례를 중심으로 해무관측소 관측자료의 지속적인 심화분석을 통해 장기적인 해무발생 또는 소멸에 대한 규명이 가능할 것으로 사료된다.



<그림. 1> 해무관측소 위치(KHOA)

북서태평양 물리-생태 접합모형 구축

정희석, 장찬주
한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터

기후변화에 영향으로 한반도 주변해의 총 어획량이 최근 10년간 감소함에 따라 어업 자원의 합리적인 관리와 복구를 위한 해양환경 및 생태계 모형의 중요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 물리(Regional Ocean Modeling System; ROMS)-생태(CoSiNE) 접합모형을 이용해 한반도 주변해를 포함한 북서태평양 해역에 대해 하위생태계 모형을 구축하였다. 구축한 모형은 수평해상도 10 km, 연직 격자 30개층으로 구성되어 있으며, ROMS 모형의 초기 및 경계 자료는 Simple Ocean Data Assimilation(SODA)와 ERA-Interim 자료를 내삽하여 사용하였다. 생태모형의 영양염의 초기 및 경계 자료는 CSIRO ATLAS OF REGIONAL SEAS (CARS)의 자료를 사용하였으며 플랑크톤의 식물플랑크톤 0.08 mmoleN/m^3, 동물플랑크톤 0.06 mmoleN/m^3의 농도로 초기 및 경계 자료에 입력하였다. 물리-생태 접합모형의 성능을 평가하기 위해 생태모형의 옵션에 따른 민감도를 실험을 하였다. 침강 옵션을 고려하지 않은 실험에서는 표층 질산염이 관측에 비해 약 2~3배 높게 나타났으며, 여름에 표층 질산염이 0에 수렴하지 않고 1에 수렴하는 문제점이 발생했다. 침강 옵션을 고려한 실험에서는 표층 질산염이 관측과 값이 유사하고 여름에 표층의 값 또한 0에 수렴하여 모형이 개선되었으나, 중국 동부해안, 타타르 해역 및 캄차카 반도 연안에서 표층 질산염 농도가 여름철에 높게 나타난다. 향후 이러한 문제점을 해결하기 위해 모형 옵션 조정 및 생태계 변수 조정을 통한 민감도 실험을 실시할 예정이다.

[PP-33]

동해연안 해상풍에 의한 표층수온 변화 양상

강소희*, 김무건*, 전형석*, 한인성**
*(주)지오시스템리서치, **국립수산연구원

매년 5월부터 10월사이 동해연안에서는 냉수대가 발생하여 주변 해양환경에 영향을 미치고 있으며, 주변 어장에는 심각한 피해를 주기도 한다. 냉수대가 발생하는 이유로는 해안선과 나란한 강한 남풍계열의 해상풍과 해저지형 변화로 인한 동한난류 이안에 의해 동해 연안을 따라 용승이 전반적으로 발생하는 것으로 연구되었다. 본 연구에서는 남풍계열 해상풍의 영향으로 발생하는 표층수온 변화양상 파악을 위해 2012년부터 2018년 5월부터 10월까지 국립수산과학원 해양관측부이의 층별 수온자료와 인근 기상청 바람자료를 분석하였다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

기상 입력자료에 따른 폭풍해일 예측결과 비교 : 태풍 링링(1913)

김호진, 권영연, 권재일, 허기영, 최진용, 최정운, 정상훈
한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터

태풍 링링(1913)은 2019년 9월 2일 필리핀 마닐라 동쪽 약 560km 부근 해상에서 태풍으로 발달하여 9월 8일 러시아 블라디보스토크 북북서쪽 약 160km 부근 육상에서 소멸한 태풍으로 우리나라에서는 4명의 사망자와 24명의 부상자를 발생시켰다. 태풍 링링은 흑산도에서 순간최대풍속 54.4 m/s를 기록하였으며 강풍으로 많은 피해를 발생시켰다. 태풍 진로가 우리나라 서해안을 통과할 것으로 예측되어 만조에 통과할 경우 폭풍해일에 의한 침수 피해 발생의 우려도 있었지만, 태풍이 저조 때 서해안을 통과하면서 태풍 링링에 의한 폭풍해일의 피해는 거의 없었다. 그러나 태풍 링링의 경우와 같이 서해안을 따라서 북상하는 태풍의 경우 조위와 조류, 태풍의 이동속도, 강풍반경, 풍향에 따라 해일고에 의한 큰 피해가 발생할 수 있다.

한국해양과학기술원의 운용해양예보시스템 (KOOS, Korea Operational Oceanography System)은 평상시 Weather Research and Forecasting (WRF) 모델을 사용하여 해양모델에 필요한 기상 입력자료를 생산하고 있다. 하지만 WRF는 태풍의 강도를 다소 과소 모의하는 경향이 있기 때문에 태풍 시에는 태풍파라메타 모델인 TC96 모델에서 생산된 기상 입력자료를 사용하여 폭풍해일 예측에 활용하고 있다, 태풍 파라미터 모델은 태풍 중심 부근의 기압과 해상풍을 빠르게 계산하는 장점이 있지만, 태풍 중심 이외의 기압장과 해상풍을 재현하는 데는 한계가 있다. 운용해양예보시스템은 2017년부터 대기-해양 접합모델인 Hurricane Weather Research and Forecasting (HWRF)를 수립하여 시범 테스트 중에 있으며, 태풍 링링(1913)에 대해서도 예측을 실시하였다.

태풍 링링 내습시 KOOS에서 예측 생산이 가능한 3개의 기상 입력자료 (태풍 파라미터 모델, WRF, HWRF) 사용하여, 비정형 격자 모델인 Delft3D-FM(Flexible Mesh)을 이용하여 폭풍해일고를 예측하고 그 결과를 비교·분석하였다. 해일고 모의 분석은 태풍 링링이 우리나라 통과 3일 전인 9월 4일부터 6일까지 12시간 간격의 예측자료를 사용한 결과이며, 서해안에 위치한 조위관측소의 풍속, 최저기압, 폭풍해일고 (최대해일고 높이, 최대해일고 발생시간)의 예측과 관측 값을 비교하여 각각의 기상 입력자료에 의한 해일고의 모의 특성을 살펴보았다.

HF해양레이더를 이용한 광역 선박 탐지 연구

김정훈, 이철환, 장병선, 이지혜, 홍순철, 안지은
㈜에스이티시스템

HF해양레이더(High-Frequency Ocean Radar, HFR)는 넓은 영역의 해수면을 실시간으로 관측할 수 있는 효율적인 원격 탐사 장비로, 전 세계적으로 해양 관측 분야에 활용하고 있다. 현재 국내에는 대략 60여기 이상의 HFR이 운영 중이며, 주로 해류 측정 용도로 사용 중이다. 한편, 해외 사례를 살펴보면 HFR이 해류 측정 외에 선박 탐지, 파랑 측정 등의 영역에서도 활용되고 있음을 알 수 있다.

HFR의 활용도를 넓히기 위해 ㈜에스이티시스템은, 해류 및 파랑 정보 추출이 가능한 HFR 시스템을 자체 개발한 기술과 노하우를 바탕으로, 방향 탐지 방식의 HFR을 이용한 광역 선박 탐지 알고리즘을 개발하였다. 본 사가 개발한 선박 탐지 알고리즘은 크게 3 단계로 구분할 수 있으며, 이 과정들을 거쳐 HFR에서 생성된 CSQ 파일로부터 선박 신호를 검출한 후, 선박 위치 정보를 산출하였다. 각 단계에 대한 설명은 다음과 같다.

1. 신호 검출 알고리즘을 이용한 선박 신호 검출 단계로, CA-CFAR 및 2D median filter를 사용하여 RDM 상의 선박 신호를 찾아낸다.
2. 검출된 선박 신호 군집화 단계로, 중복 검출을 제거하기 위해 밀도 기반 클러스터링(DBSCAN) 기법을 이용하여 인접해 있는 선박 신호들을 하나의 신호로 만드는 작업을 한다.
3. 방향 탐지 알고리즘을 이용한 군집화된 선박 신호의 위치 정보 산출 단계로, MUSIC (Multiple Signal Classification) 알고리즘을 통해 선박 신호의 방위각(Bearing angle)을 결정한다. 선박 신호의 거리(Range) 정보는 1, 2 단계를 마치면 도출할 수 있다.

선박 탐지 알고리즘의 검증을 위해 실제 선박 운항 경로가 담겨 있는 AIS 자료와 알고리즘에서 추출된 선박 검출 결과를 비교/분석하는 방법을 택하였으며, 선박 검출율과 최대 검출거리를 검증 기준으로 이용하였다. 이를 위해 군산대학교에서 운영 중인 25MHz 대역의 HFR 관측소 2곳(서천, 말도) 인근에서 총 4회에 거쳐 선박을 이용한 현장 검출 실험을 실시하였다. 실험 결과를 토대로 선박 검출에 영향을 주는 요소들(HFR의 특성, 선박의 크기, HFR의 주변 전파환경 등)을 도출하였다.

Change of annual water temperature amplitude due to climate change in the recent decade around the Korea Peninsula

한인성, 이준수, 박명희, 고우진
국립수산과학원 기후변화연구과

최근 십 수 년간 연구결과에 따른 우리나라 해역의 표층수온 상승 경향은 겨울철 수온 상승이 여름철 수온 상승에 비하여 지배적으로 나타나며 상승률의 경향은 겨울철이 여름철에 비하여 약 2배 정도 높게 나타난다는 것이 일반적이었다. 이는 우리나라 해역의 표층수온 연 진폭이 줄어들면서 여름철과 겨울철의 수온차가 줄어든다는 것을 의미하였다.

그러나 1968년부터 2018년까지 국립수산과학원의 정선해양관측의 표층수온 자료를 분석한 결과, 2월 표층수온의 경우 2010년 이후 평년대비 저수온이 나타난 경우가 9년중 7년으로 2000년대 10년중 3년, 1990년대 10년중 1년에 비하여 겨울철 수온이 낮은 경우가 빈번하였다. 8월 표층수온의 경우에도 2010년 이후 평년대비 고수온이 나타난 경우가 9년중 7년으로 2000년대 10년중 5년, 1990년대 10년중 5년에 비하여 높은 비율로 나타난다고 보고되었다. 특히 8월 표층수온이 정선해양관측이 시작된 1968년 이후 최근 51년간 가장 높았던 7년(2016년, 1990년, 2013년, 2001년, 1975년, 2018년, 2017년)중 4년이 2010년 이후로 이상 고수온 현상은 2010년 이후 빈번히 나타나고 있다. 따라서 최근 10년의 변동 경향성을 보았을 때, 우리나라 해역의 표층수온은 과거와는 달리 여름철과 겨울철의 수온차가 증가하는, 즉 연 진폭이 늘어나고 있다고 말할 수 있다. 정선해양조사에서 얻어진 우리나라 해역의 2월과 8월 표층수온의 평년편차 자료의 수온차는 2010년부터 2018년까지 연 진폭이 0.23℃/yr의 속도로 증가하고 있음을 보여준다.특히, 2016년 이후에는 여름철 고수온 현상이 집중적으로 발생하고 있다.

보다 긴 표층수온의 시계열을 제공하는 일본 기상청(JMA)의 COBE-SST 자료를 장기간 분석한 결과에도 해역별로 약간의 차이는 있지만, 여름철 수온 상승 경향은 2010년대에 접어들면서 뚜렷하게 상승하고 있는 반면, 겨울철 수온 상승 경향은 2010년대에 접어들면서 과거와 같은 가파른 상승폭이 나타나지 않고 있다. 이에 대한 원인과 경향성에 대하여 고찰하고자 한다.

Airborne and Ground Experiment of Hyperspectral Remote Sensing and Applications to Ship Detection

Jae-Jin Park[1], Sangwoo Oh[2], Kyung-Ae Park[3], Tae-Sung Kim[2], Moonjin Lee[2]

[1]Department of Science Education, Seoul National University
[2]Maritime Safety and Environmental Research Division, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering
[3]Department of Earth Science Education / Research Institute of Oceanography, Seoul National University

The hyperspectral sensor utilizes the reflection characteristics of objects by dividing it into several narrow and continuous hundreds of channels, unlike the multi-spectral sensor utilizing only the spectral information of the five or six channels. Because every pixel can be analyzed through hundreds of channels, the hyperspectral sensor is used in diverse oceanic phenomen. In this study, hyperspectral measurements were obtained using airborne and ground experiments and hyperspectral data processing techniques were applied for the detection of vessels. The observed hyperspectral data were analyzed by using the spectral characteristics of endmembers and a representative spectral mixture analysis technique. The pixels in the image were classified into endmembers by using spectral matching algorithms and the marine library spectra from preliminary experiments. The estimated lengths and widths of the detected ships based on a series of hyperspectral data processing methods show RMS errors of 2.28% and 8.72% with respect to actual ship sizes, respectively. The investigation of the errors revealed that undulating surface waves, surface water penetration of the deck, and the submerged portion of the ship below the water surface potentially contribute to unclear ship boundaries. This study has significance in that the hyperspectral images is newly applied to the ship detection field.

[PP-38]

남극 킹 조지섬 마리안 소만의 해양 수직 순환 연구

김영기, 김태완
극지연구소 극지해양과학연구부

마리안 소만은 서남극 남 셰틀랜드 군도의 킹조지 섬 맥스웰 만에 위치하며, 길이 4.5km, 폭 1.5km, 최대수심 120m의 피오르드 지형이다. 마리안 소만은 여름철에 염분이 낮고 차가운 표층수가 외해쪽으로 빠져나가고, 염분이 높고 따뜻한 외해 기원의 하층수가 유입되는 일반적인 피오르드 순환 특성을 보이며, 이러한 순환에 영향을 미치는 주요소는 바람과 조석으로 알려져 있다. 마리안소만은 온난화의 영향을 급격히 받는 지역 중 하나로, 소만 내 빙하는 최근 60년간 약 1.8km가량 후퇴하였다. 기후변화로 인해 마리안 소만의 해양 순환 변화가 예상되며, 이는 더 나아가 소만 내 생태계에 큰 영향을 끼치게 되므로 마리안 소만의 물성 및 순환의 변동을 이해할 필요가 있다.

본 연구에서는 마리안 소만 내 해양물성 및 순환에 대해 이해하고, 변동성을 살펴보고자 한다. 남극세종기지 내 월동대원들에 의해 2011년 3월부터 현재까지 약 2달 간격으로 마리안 소만에서 CTD 관측이 이루어지고 있으며, 남극세종기지 AWS(AMOS1,AMOS3)에서 매일 기상정보가 생산되고 있다. 2018년도에 아라온호를 이용하여 맥스웰만을 포함한 해역에 대해 종합적인 해양 관측(ANA08D)이 이루어졌다. 또한 2018년 4월부터 2019년 1월까지 마리안소만 입구에 계류시스템을 활용하여 수직적인 유속자료를 획득하였다. 위 자료를 활용하여 마리안소만 내 순환 변화와 관계있는 변수에 대해 정량적인 분석을 시행하였다. 또한 마리안소만 내 평균류를 일으키는 요인에 대해 분석모델을 활용하여 분석하였다.

대한해협 수송량의 장기변동과 동해 열용량 변화

장현준[1], 문재홍[1]
[1]제주대학교 지구해양과학과

대한해협은 동중국해와 동해를 연결하는 통로로서 고온·고염의 대마난류수가 대한해협을 통해 동해로 유입되어 동해의 열용량 및 염의 변화에 직접적인 영향을 주기 때문에 동해 순환과 중장기 변동을 이해하는데 중요하다. 기후변화에 의한 대마난류수의 변화는 동해 열용량의 중장기 변화를 야기할 수 있음에도 불구하고, 기존의 연구는 대한해협 수송량의 계절 변동성과 장기 평균에만 초점이 맞춰져 있었기 때문에 대한해협 수송량의 장기 경향성에 대한 연구는 거의 이루에지지 못했다. 본 연구에서는 Takikawa et al (2005)와 이 (2016)에서 사용한 경험식을 적용하여 위성 및 조위계 자료와 해류계 관측 자료와의 관계로부터 위성기간(1993-2017년) 및 보다 장기간(1975-2017년)의 대한해협 수송량을 추정하였고, Na et al(2012)의 자료(NA12)를 사용하여 동해 열용량 변화와 비교하였다.
추정된 대한해협 수송량 자료는 비선형(non-linear) 및 비정상(non-stationary)자료에도 적용가능한 Ensemble Empirical Mode Decomposition 분석 방법을 사용하여 내재된 다양한 변동성(내재모드)으로부터 장기간 경향성(잔차)을 분해하였다. 분석결과는 대한해협 수송량변화가 1990년대 초반을 전후로 급격히 바뀌는 비선형의 경향성을 보이고, 서수도 보다는 동수도에서 경향성의 변화가 뚜렷하게 나타난다. 동수도에서 나타난 경향성의 변화는 일본연안의 조위관측 자료에서도 확인되며 이는 동해 동쪽해역에서 높은 상승을 보이는 열용량의 공간분포와 일치한다.

이 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1003206)

Intercomparison of the East Sea Ocean Circulation from HYCOM and Mercator Ocean in 2018

최재성, 명성관, 박주은, 권경만, 최병주, 김종규
전남대학교 해양학과

The ocean circulation, temperature, and salinity of the East Sea were compared for 2018. The data were obtained from the simulations of the Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) and Mercator Ocean circulation models. Observation data were supplied from the National Institute of Fisheries Science (NIFS) and the Korea Hydrographic and Oceanographic Agency (KHOA).

The surface (10 m depth) temperature from the HYCOM was warmer than that from the Mercator. However, the 100 m depth temperature from the HYCOM was colder than that from the Mercator. There was no significant temperature difference at 1000 m depth. The surface salinity from the HYCOM was higher than that from the Mercator. There were relatively small differences in the salinity at 100 and 1000 m depths. The surface salinity from the HYCOM was closer to the observation than that from the Mercator except for August 2018. The temperature and salinity were quantitatively compared with the observation data at 10 and 100 m depths in the southwestern East Sea. The root mean square difference (RMSD) in the temperature at 10 m depth were 1.31 and 1.77°C for the HYCOM and the Mercator, respectively. Those at 100 m depth were 2.93 and 3.30°C for the HYCOM and Mercator, respectively. The RMSD in the salinity at 10 m depth were 0.29 and 0.46 for the HYCOM and Mercator, respectively. Those at 100 m depth were 0.12 and 0.16 for the HYCOM and Mercator, respectively.

The salinity minimum layer was compared using the meridional salinity section and the T-S diagram. The salinity minimum layer was found 150 to 250 m depths in the observation and the Mercator. However, it was not clearly simulated in the HYCOM. The eddies were detected on the horizontal temperature distribution at 100 m depths. The locations of the eddies were different in the HYCOM and the Mercator. When the daily sea level variations from the coastal tide gauge stations were compared to the model simulated sea level, the RMSD in daily sea level from the HYCOM and Mercator were 6.53 and 5.72 cm.

The intercomparison with the observation data indicates that the HYCOM is better in simulation of the temperature and salinity and the Mercator is better in the simulation of the sea level and the salinity minimum layer. Because the data length used in this study is one year, the model intercomparison result is valid only for 2018 ocean circulation in the East Sea.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[PP-41]

서남극 아문젠 해 Dotston 빙붕으로의 열 유입과 용융에 대한 연구

양희원[1,2], 김태완[1], 김영기[1]
[1]극지연구소, [2]서울대학교 지구환경과학부

최근 기후변화에 따른 남극해의 급격한 빙붕 소멸이 보고되었다. 이는 상대적으로 고온, 고염인 순환심층수(circumpolar deep water ; CDW) 유입에 따른 것으로 서남극 특히, 아문젠 해에서 이러한 현상이 가속화되고 있음이 여러 선행연구에서 밝혀진 바 있다 (Jacobs et al.,2011; Kim et al., 2016).

본 연구에서는 서남극에 위치한 아문젠해의 Dotson 빙붕으로 유입되는 열과 그로 인한 빙붕 용융을 정량적으로 살펴보고자 한다. 이를 위하여 2014년 1월부터 2016년 1월 까지 약 2년 동안 관측 한 해양 계류 자료와 동 기간 빙붕 저층에서의 melt rate를 함께 비교 분석하였다. 관측기간 동안 열의 유입은 약 3.26 TW 였고 이 중 baroclinic 성분의 열 유입은 1.29 TW 였다. 이는 각각 약 188 Gton/y 와 46 Gton/y 의 빙붕 용융수를 생성할 것으로 추정된다. 이 결과를 실제 빙붕의 용융값과 비교하기 위하여 위성 관측 자료와 모델 자료를 이용하여 빙붕 저층의 melt rate를 유추하여 계절별로 비교 하였다. 추후에는 열 유입과 빙붕 저층 용융사이의 물리적 메커니즘에 대한 연구를 함께 진행 하고자 한다.

1. Jacobs et al., Stronger ocean circulation and increased melting under Pine Island Glacier ice shelf, Nature Geoscience, 4(8), 519, 2011.
2. Kim et al., Variability of the Antarctic coastal current in the Amundsen Sea, Estuarine, Coastal and Shelf Science, vol.181, pp.123-133, 2016.

[PP-42]

동해에서의 표층 'Warming hiatus' 발생과정에 대한 연구

정유빈, 김덕수, 조영헌
부산대학교 해양학과

지구 온난화가 지속되고 있는 최근 경향에도 불구하고, 1997년부터 2012년 까지 지구 표면 온도 증가율이 감소한 시기가 존재하였으며 이를 'Global Warming Hiatus' 기간이라고 일컫는다. 이 시기에 전 세계 평균 표면 온도는 감소하는 경향을 보였지만, 해양 심층의 열용량 증가가 관찰되어, 이 기간은 열에너지가 해양으로 재분배된 기간으로 정의된다. 그러나 'Global Warming Hiatus'에 대한 영향은 해역별로 다르다. 또한 대기에 비해 해양의 열용량이 현저하게 큼에도 불구하고, 대기에서 해양으로의 열에너지 전달과정에 대해 지역적인 규모의 연구는 아직 부족하다. 따라서 이 연구는 동해에서 표층의 'Warming Hiatus'가 어떤 과정으로 발생하는지 분석하였다. 동해는 평균수심 약 1600 m 깊이의 반 폐쇄성 연해이며 울릉 에디, 해양 전선 등 다양한 물리현상이 나타난다. 이 연구에서는 'Warming Hiatus' 기간 동안 생긴 동해 물리현상의 세기에 의해서 해양의 표층 및 심층의 열에너지에 변화가 있었을 것이라 판단하였다. 구체적으로 동해에서 'Warming Hiatus'와 해양 물리현상 간의 상관관계를 조사하기 위해 동해에서의 'Warming Hiatus' 기간 및 'Warming (non-hiatus)' 기간을 나누어 분석하였다. 첫째로, 동해 표층 온도 경향과 심층 온도 경향을 분석하였다. 해양 표층 및 각 깊이 별 온도 변화 분석에는 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) 재분석자료인 ORAS4 자료가 사용되었다. 둘째, 다양한 시간규모의 온도 변화를 보기위해 Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD) 방법을 온도 자료에 적용하였다. 그 결과, 동해에서는 2000년부터 2013년 까지 표층 온난화 속도가 느려졌고 (-0.05℃/10년), 해당기간 동안 심층에서 온난화 경향을 발견하였다 (0.03℃/10년). 이에 더하여 해양 표층의 열에너지를 심층으로 전달할 수 있다고 판단되는 바람의 응력과 에디 등 중규모 물리현상의 강도와 온도 변화를 비교해 보았다. 이전의 선행 연구들에서는 'Warming Hiatus'현상을 큰 공간규모 평균으로 분석한 반면 이 연구는 동해와 같은 연해에서 열에너지가 어떻게 전달되는지 연구함에 그 의의가 있다.

태풍 담레이에 의해 2012년 8월 황해중동부해역에서 발생된 역풍류

김재엽[1], 이상호[1], 정영주[2], 정우진[3]
[1]군산대학교, [2]전남대학교, [3]한국해양조사협회

황해에서 하계에 균일한 남풍이 강하게 불면 수심이 깊은 중앙부와 주변 해저사면를 따라 북쪽으로 수송이 일어난다고 이론적 모형에 의해 역풍류를 예측된 바 있다(Park, 1986). 김 등(2019)은 2012년 6월 14일경 약 2-3일에 걸쳐 황해중동부해역에서 전 수층에 걸쳐 남향하는 해류구조(역풍류)가 발생하였음을 최초로 발견하였고, 이 역풍류는 균일한 남풍이 아니라 동쪽에서 서쪽으로 갈수록 강해지는 형태(clockwise wind pattern)였을 때 발생된 것임을 보고하였다. 본 연구 목적은 동년 8월 2-3일 태풍 담레이가 황해 남부를 남동쪽에서 북서쪽으로 통과하였을 때 수치모델 자료를 이용하여 바람 방향에 따른 공간적인 해수면 변화를 살펴보고 역풍류가 발달하는 요인에 대하여 분석하였다.

태풍 담레이가 황해를 통과하는 기간에 강한 유속의 크기로 남향하는 해류 구조가 관측되었다. 남향하는 유속의 크기는 연안역(C4)에서 약 10 cm/s, 외해역(C6d)에서 최대 15 cm/s의 크기로 강하게 발달하였다. 남향류(역풍류)가 발달하는 시기의 황해 중동부해역에서는 해수면 상승이 일어났으며 서쪽해역이 높고 동쪽해역이 낮은 해면 경사가 발생하였다. 관측해역 인근 말도 바람자료에서는 5 m/s 이하의 약한 바람이 불었지만 흑산도의 경우 10 m/s 보다 강한 바람이 발달하였다. 해류의 변동원인을 알아보기 위하여 어청도(ED)와 서천마량(SC)의 검조소 자료를 이용하여 순압성 지형류를 계산하여 해류와 비교하였다. 수심평균 된 해류와 순압성 지형류의 상관계수는 0.7-0.8 정도의 상관성을 보이고 16-26시간의 time lag를 보였다. 또한, 바닥에 고정된 ADCP Bottom Pressure Anomaly로 지형류를 계산하여 수심평균 된 해류와 비교한 결과 0.8 정도의 높은 상관성을 보였다. 이러한 결과는 남향류를 발생시키는 힘의 대부분은 순압성 지형류에 의한 것으로 판단된다. 황해 전역에 걸친 역풍류의 발달 요인을 해석하기 위하여 수치모델(ROMS) 자료를 살펴보았다. 태풍의 위치가 황해 남동쪽에 위치하였을 때 동풍계열의 바람으로 인하여 산둥반도 남부해역의 해수면이 pile-up이 되었다. 이후 산둥반도 남부지역으로 태풍이 통과함에 따라서 바람 방향은 남동풍계열로 변하게 되며, 황해 북부해역의 해수면이 pile-up이 되었다. 그 결과 황해 중앙에 sea level ridge가 발달하였고 관측해역 인근 해역에서는 해수면 경사를 만들었다. 이러한 해면경사는 강한 압력구배를 만들고 저층역(40m)의 해류에서는 남향하는 해류가 재현되었다.

6월에 발생된 역풍류의 경우에는 동서방향의 대기압 구배로 인하여 강한 남풍이 황해 서쪽해역으로 갈수록 강해지는 형태에서 발생되었다. 하지만, 본 연구에서는 태풍 담레이가 이동하면서 변하는 바람 방향의 영향으로 황해중앙부에서 해수면 경사를 발달시키고 그로 인해 역풍류가 발생할 수 있음을 제시한다.

Symmetric Instability and Ageostrophic Secondary Circulation in the East Korea Warm Current

Seongjung Kim[1], Young-Tae Son[2], SungHyun Nam[1,3]

[1]School of Earth and Environmental Sciences, College of Natural Sciences, Seoul National University

[2]Geosystem Research Cooperation

[3]Research Institute of Oceanography, College of Natural Sciences, Seoul National University

Sections of water temperature, salinity, and flow and wind velocities were made crossing the East Korea Warm Current (EKWC) in May 2017 and Jul 2018 to investigate the frontal processes such as the symmetric instability (SI) and ageostrophic secondary circulation (ASC), using two research vessels. During the experimental periods (May 17-21, 2017 and Jul 11-22, 2018), R/V Tamsa-2 measured sea surface wind, temperature, and salinity using a met-suit and CTD (Conductivity Temperature Depth), uCTD (Underway CTD) across the EKWC (within the frontal area, 70 km in distance). Distances between each CTD and uCTD cast were around 10 ~15km for CTD and 1~1.5 km for uCTD. A looking-down acoustic Doppler current profiler mounted on the R/V Tamsa-2 provided underway vertical profiles of along-and across-front velocities down to ~150 m. The other research vessel, R/V Haeyang-2000 made CTD casts in the wider area covering the frontal area. The Ertel potential vorticity, used to diagnose the SI and other instabilities, yields negative values in the vicinity of front associated with sharp horizontal buoyancy gradient. The balanced Richardson number, defined as where N is buoyancy frequency and is vertical shear of geostrophic current, is examined to evaluate regime of instabilities. The Ekman buoyancy flux caused by down-front winds, i.e., winds blowing in the EKWC direction is a plausible source for the SI and resulting ASC. These conditions are compared for the 2 cruises, which was conducted in different seasons. This work suggests that the boundary currents in the semi-enclosed and shelf seas strongly interact with local wind to affect circulation and (re-)distribution of materials via a variety of frontal processes such as SI and ASC.

Observations of enhanced internal waves in an area of strong mesoscale variability in the southwestern East Sea

노수연[1], 남성현[1,2]
[1]서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부
[2]서울대학교 자연과학대학 해양연구소

Oceanic internal waves are ubiquitous in the stratified, rotating ocean, and play a key role in providing a significant portion of energy to induce turbulent mixing, and redistributing energy and materials in the ocean. A subsurface moored time-series observation (EC1) in the southwestern East Sea revealed that five episodic enhancements of internal waves were led by surface wind forcing and interaction processes among mesoscale circulation, near-inertial internal waves (NIWs), and semidiurnal internal tides (SDITs). In the upper 360 m, there were significant temporal variations of WKB-scaled horizontal kinetic energies (HKEs) of NIWs, SDITs, and continuum frequency waves (CFWs) between July and December 2003. The HKEs of NIWs were enhanced due to surface generation and interior propagation interacting with mesoscale strain and vorticity fields via wave capture process. High SDIT HKEs were observed between 53 to 360 m when the SDITs generated at northern slope of Korea Strait propagate northward and refract onto the mooring site due to mesoscale waveguide. The HKEs of CFWs significantly increased when and where the interactions between NIWs and mesoscale circulation and between NIWs and SDITs were onset. The important roles of mesoscale strain and vorticity on the internal wave field and wave-wave interaction processes are discussed to better account for the enhancements of NIWs, SDITs, and CFWs. This study supports significant impact of the mesoscale background fields and wave-wave interaction processes on the enhancements of internal waves.

[PP-46]

해양데이터 시계열 예측 평가 : ARIMA vs. BI-LSTM

최홍배[1], 최영진[1], 한명수[1], 박현희[1]
권석재[2], 김영택[2], 서광호[2], 김예솔[2]
[1](주)지오시스템리서치
[2]국립해양 조사원 해양예보과

시계열 데이터 예측 및 결측보간은 전통적으로, 일 변량 자동 회귀 (AR), 일 변량 이동 평균 (MA), 단순 지수 평활 (SES) 및 보다 주목할 만한 ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)와 같은 시계열 데이터의 다음 지연을 효과적으로 예측하는 몇 가지 기술을 활용하였다. 특히, ARIMA 모델은 시계열의 다음 시차를 예측하는 정확성과 정확성면에서 뛰어난 성능을 보여주었지만, 최근 컴퓨터의 계산 능력이 발전하고 더 중요한 기계 학습 알고리즘과 딥 러닝과 같은 접근 방식이 더욱 중요해짐에 따라 시계열 데이터를 예측하는 새로운 알고리즘이 개발되었다.

국립해양조사원은 해양데이터 시계열 자료를 효과적으로 보간·예측 연구를 수행하고 있다.

본 연구에서는 시계열 데이터의 결측값 대치와 예측을 위해 해양데이터 시계열 자료를 수집하여, 딥 러닝 기반 알고리즘(BI-LSTM)이 ARIMA 모델과 같은 기존 기반 알고리즘보다 성능이 우수함을 평가하였으며, 특히 BI-LSTM은 양방향 시계열 학습을 통해 랜덤구간의 결측값을 처리하고 정도 높은 자료로 보간 할 수 있는 유효성을 확인할 수 있었다.

울릉 난수성 소용돌이와 독도냉수성 소용돌이의 물리적 특성 및 상관성

김인권[1] · 신홍렬[1] 김대혁[1]· 김철호[2] · 강분순[3] · 이은일[3]
[1]공주대학교 대기과학과
[2]한국해양과학기술원
[3]국립해양조사원

중규모 소용돌이는 에너지와 물질을 시·공간적으로 전달하는 역할을 하며, 다양한 규모의 대양에서 여러 중요한 물리적 현상을 지배하기 때문에 소용돌이의 변동성을 파악하는 일은 중요하다. 우리나라 동해 연안에서는 동한난류가 발달하며, 이 동한난류의 사행의 첫 번째 마루(ridge)에서는 울릉 난수성 소용돌이가 생성되며, 첫 번째 골(trough)에서는 독도 냉수성 소용돌이가 생성된다(신 등, 2019; 김 등, 2019).

울릉 난수성 소용돌이는 주변보다 높은 해수면 고도와 수온이 나타나며, 독도 냉수성 소용돌이는 주변보다 낮은 해수면 고도와 수온이 나타난다. 울릉 난수성 소용돌이의 수온의 수직 구조는 아래로 볼록한 형태를 갖으며, 중심에 고염의 해수가 나타나는 것이 특징이다. 반대로 독도 냉수성 소용돌이는 위로 볼록한 수온의 수직구조를 갖으며, 중심에는 상대적으로 저염의 해수가 나타나는 것이 특징이다.

1993년부터 2017년까지 인공위성 고도계자료를 사용하여 Okubo-Weiss 매개변수와 Sea Level Anomaly(SLA)의 폐곡선을 통해 냉·난수성 소용돌이를 탐색하였으며, 그 결과 62개의 울릉 난수성 소용돌이와 122개의 독도 냉수성 소용돌이가 탐색되어졌다. 독도 냉수성 소용돌이는 울릉 난수성 소용돌이에 비해 수명은 짧고 발생 개수는 더 많은 것으로 사료된다. 울릉 난수성 소용돌이의 발생 전후 29일 이내에 독도냉수성 소용돌이가 발생한 경우를 함께 발생한 소용돌이로 정의하고, 이 경우를 분석하였다. 62개의 울릉 난수성 소용돌이 중 33개(약 53%)는 독도 냉수성 소용돌이와 함께 발생하였으며, 울릉 난수성 소용돌이의 생성 후 독도 냉수성 소용돌이가 생성되는 경우가 더 많았다. 또한 독도 냉수성 소용돌이와 함께 발생한 울릉 난수성 소용돌이와 그렇지 않은 울릉 난수성 소용돌이를 비교하여, 각각의 해양환경 특성을 분석하였다.

또한 울릉 난수성 소용돌이의 규모가 증가할 경우와 축소될 경우 독도 냉수성 소용돌이의 변화를 분석하였으며, 울릉 난수성 소용돌이의 위치변화에 따른 독도 냉수성 소용돌이의 위치변화 등을 분석하여 냉·난수성 소용돌이의 상관성을 분석하였다.

• 사사
본 연구는 국립해양조사원의 “근해 해양재분석 자료 생산 연구(Ⅰ)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌
1. 신홍렬 등, 동해 울릉 난수성 소용돌이의 물리적 특성 및 분류, 한국해양학회지, 24(2), pp.298-31, 2019.
2. 김재민 등, 동해 독도 냉수성 소용돌이의 이동 특성, 한국해양학회지, 24(2), pp.351-373, 2019.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

동해연안 원전주변의 해양환경관측부이 운영을 통한 중·장기자료 분석

김운갑*, 장성태*, 김무건*, 전형석*, 이호영*, 문형태**, 배재석**
*㈜지오시스템리서치, **㈜한국수력원자력

한국수력원자력은 2008년 1월부터 동해연안 원전주변의 고리, 월성해역과 2013년 8월부터는 울진해역까지 포함하여 총 9기의 해양환경관측부이로 해양환경변화를 실시간으로 모니터링하고 있다. 한편, 동해연안에 위치한 원전을 대상으로 온배수확산 정도와 이를 예측할 수 있는 “해양환경 관리시스템”을 구축・운영함으로써 원자력발전소의 안전운영과 원전주변해역의 해양환경변화에 대처할 수 있는 기틀 마련에 기여하고 있다. 해양환경 관리시스템 중 해황예보시스템의 검·교정은 실시간 해양환경관측부이자료를 활용하고 있으며, 또한 예측 시스템의 정확도를 향상시키고 있다.

해양환경관측부이의 해양자료로는 수온, 염분, 클로로필, 유속/유향자료가 생산되고, 기상자료는 기온, 기압, 습도와 풍향/풍속자료가 실시간으로 전송되고 있다. 이 중에 수온・염분, 유향・유속, 기상자료는 국립해양조사원의 국가해양관측망에 연계되어 일반인에게 공개되고 있으며, 국립수산과학원의 실시간 연안수온 정보 제공에도 활용되고 있다.

이러한 변화가 지속되고 있는 상황에서 동해연안의 위치한 국가해양관측망자료와 해양환경관측부이자료를 토대로 중·장기변화에 대한 분석을 수행하여 이에 대한 결과를 제시하였다.

[PP-49]

동해에서 해양재분석 자료의 비교 분석

김대혁[1] · 신홍렬[1] · 김인권[1] · 김철호[2] · 강분순[3] · 김호균[3]
[1]공주대학교 대기과학과
[2]한국해양과학기술원
[3]국립해양조사원

동해 표층의 물리적인 특성으로는 북위 40도 부근에 존재하는 극전선을 중심으로 남쪽에는 난수역, 북쪽에는 냉수역이 존재한다. 난수역에는 대한해협을 통해 유입되는 고온·고염의 대마난류수가 유입이 되고 이는 한국연안을 따라 흐르는 동한난류와 일본연안을 따라 흐르는 연안분지류로 나누어진다. 또한 난수역 지역은 대마난류수에 의해 상층에는 고온·고염의 해수가 존재하고, 울릉도와 독도 부근에 울릉 난수성 소용돌이 및 독도 냉수성 소용돌이가 존재한다(신 등, 2019; 김 등, 2019). 그리고 북쪽 냉수역 지역은 저기압성 환류가 지배적으로 나타난다. 이렇게 지역마다 다양한 물리적 특성이 존재하는 동해를 고해상도의 수치모델로 정확하게 재현 또는 예측하기 위해서는 동해의 주요 물리적 특징을 정확하게 재현하고 있는 적절한 개방경계 자료 및 초기장이 필요하다.

본 연구에서는 동해에서 최근 3년간(2014~2016) 다양한 전지구 해양재분석자료(HYCOM, MyOcean, SODA, ORAS5)의 물리적 특성 및 수송량을 실제 관측자료와 비교·분석하였다. 각 해양재분석장에 따라 해수 순환 특징을 분석해보면, SODA 3.4.2 (Simple Ocean Data Assimilation, 수평해상도 1/2°)는 한국연안을 따라 북상하는 동한난류가 뚜렷하게 재현되지 않은 경향이 보였다. ORAS5 (Ocean ReAnalysis System 5, 수평해상도 1/4°)는 동한난류와 연안분지류는 나타나지만, 북한한류는 뚜렷하지 않았다. SODA 3.4.2와 ORAS5 자료 모두 울릉 난수성 소용돌이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 상대적으로 고해상도를 가지는 HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model, 수평해상도 1/12°)과 MyOcean (수평해상도 1/12°)은 동해에서 나타나는 해수 순환 특징(동한난류, 연안분지류, 극전선, 울릉 난수성 소용돌이, 동해 북부순환 등)이 비교적 잘 표현되었지만, HYCOM은 MyOcean에 비해 연안분지류가 뚜렷하게 나타나는 경향이 나타났다.

- 사사
  본 연구는 국립해양조사원의 “근해 해양재분석 자료 생산 연구(I)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌
1. 신홍렬 등, 동해 울릉 난수성 소용돌이의 물리적 특성 및 분류, 한국해양학회지, 24(2), pp.298-31, 2019.
2. 김재민 등, 동해 독도 냉수성 소용돌이의 이동 특성, 한국해양학회지, 24(2), pp.351-373, 2019.

위성 및 모델 기반 북극해 해빙/유빙 연구

박광섭[1], 손영백[1], 김경홍[2]
[1]제주특성연구센터, 한국해양과학기술원(KIOST)
[2]심해저광물자원연구센터, 한국해양과학기술원(KIOST)

북극은 현재 지구상 어떤 지역보다 급격한 온도 상승을 겪고 있는 지역으로, 장기간 유지되어 있던 북극해 및 유라시아-아메리카 대륙의 고위도 지역의 환경 역시 변화를 나타내고 있다. 특히 북극해의 경우 북극해 상의 해빙 면적이 장기적으로 감소하고 있으며, 해빙/유빙의 이동 및 외부 요인과의 관계에 대한 전반적 이해도를 높일 필요가 있다. 본 연구에서는 2010년부터 2018년의 기간 동안 북극해 전역에서 OSISAF의 해빙 이동장을 기반으로 HYCOM과 ECMWF의 해류 및 바람 자료를 추가하여 해빙의 분포와 해빙에 작용하는 표층 해류 및 바람의 효과를 비례식으로 적용한 입자추적 시뮬레이션을 수행하였다. 해당 시뮬레이션의 결과 검증은 미국 우즈홀 해양연구소의 ITP(Ice Tethered Profiler) 자료를 활용하였다. 입자추적 시뮬레이션의 결과를 통해 연도별 해빙/유빙의 분포 및 이동속도를 산출하였으며 연도별로 나타나는 해빙/유빙의 분포 및 이동속도의 차이에 대해 분석하였다. 산출된 연도별 해빙/유빙의 분포 및 이동속도와 북극해에서 나타나는 표층수온, 기온, 해빙 밀도(Sea Ice Concentration) 등의 외부 요인과의 상관관계를 계산하여 해빙/유빙의 분포 및 이동속도에 영향을 미치는 요인에 대해 조사하였다. 모델 자료를 통한 입자추적 시뮬레이션으로 계산한 2010년부터 2018년까지의 해빙/유빙의 분포는 북극해의 연안일수록 감소하는 경향을 보이고 북극해 외해로 나갈수록 증가하는 경향을 나타냈다. 해빙/유빙의 움직임이 연구기간의 전반부인 2010년부터 2012년까지는 연안에 집중된 것에 비해 2013년부터 2018년까지는 뷰포트 해(Beaufort Sea)로 집중되는 경향을 보였으며, 해빙/유빙의 이동속도 또한 빨라진 것으로 나타났다. 해빙/유빙의 분포 및 이동속도의 변화를 조사하기 위해 표층수온, 기온, 해빙 밀도 등의 외부 요인과 해빙/유빙의 분포 및 이동속도를 비교하였다. 연구 기간 동안의 해빙/유빙의 이동속도 변화는 표층수온 및 기온과 유사한 양상을 보였으며, 표층수온과 기온이 상승할 때 해빙/유빙의 이동속도 또한 상승하는 것으로 나타났다.

[BP-01]

대한해협에서 초미소식물플랑크톤 군집구조 및 다양성의 계절적 변화

안성민[1], 원종석[2], 최동한[1,2], 장민철[3], 장풍국[3], 노재훈[1,2]
[1]한국해양과학기술원 생태기반연구센터
[2]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[3]한국해양과학기술원 선박평형수연구센터

Cyanobacteria와 picoeukaryotes를 포함하는 초미소식물플랑크톤은 지름 3 μm 이하의 작은 크기에도 불구하고 열대 외양뿐만 아니라 온대의 연안 해역에서도 주요 일차생산자로 알려져 있다. 더불어 이들은 생태계 기능 유지에 필수적인 역할을 하며, 주요 원소들의 생지화학적 순환의 핵심 동원이다. 본 연구는 대마난류, 장강희석수, 남해연안수 등 다양한 수괴에 의해 영향을 받는 대한해협에서 초미소식물플랑크톤의 계절적 다양성 변동 양상을 조사함으로써, 대한해협에서의 초미소식물플랑크톤 분포 특성과 환경 요인과의 연관성을 이해하고자 하였다. 본 조사는 2016년부터 2017년까지 대한해협 서수도에 위치한 정점에서 격월로 수행되었으며, 군집 분석에는 NGS 기법이 활용되었다. Cyanobacteria 중 *Synechococcus*는 겨울에 낮은 개체수를 보이다가 수온이 증가함에 따라 증가하여 하계에 1.5×10^5 cells $m\ell^{-1}$ 이상으로 증가하는 것으로 나타났다. 표층과 SCM층 모두에서 대부분의 시기에 난수와 빈영양을 선호하는 clade II가 우점하는 것으로 나타났다. 하계에는 저온성 연안종인 Syne clade I과 IV의 상대빈도가 증가하였으며, 8월 이후 난류의 세력이 확장됨에 따라 난수와 빈영양을 선호하는 clade II가 다시 우점하였고, 더불어 SCM층 위주로 clade III, VI 등의 다양한 clade의 출현이 증가하였다. 반면, *Prochlorococcus*는 대부분의 시기에 출현하지 않았고, 2016년 10월에 대마 난류의 세력이 증가함에 따라 엽록소 최대층 이하의 몇몇 수심에서 낮은 광에 적응한 LL 생태형에 속하는 clade들이 20% 이하의 상대빈도를 보이며 출현하였다. Pico-eukaryotes는 춘계에 높은 개체수를 보였으며, 특히 2016년 6월 SCM층에서 7.3×10^5 cells $m\ell^{-1}$ 이상의 매우 높은 개체수를 보였다. 강 수준에서 Mamiellophyceae가 평균 54.7%의 상대빈도를 보이며 대부분의 시기에 우점하였고, Mamiellophyceae 내에서 춘계에는 *Micromonas*와 *Bathycoccus*, 하계와 추계에는 *Micromonas pusilla*와 *Ostreococcus*가 주로 출현하였다. Prymnesiophyceae와 Cryptophyceae는 조사 시기 및 수심에 따라 아우점 하는 양상을 보였으나, 개체수가 매우 높았던 2016년 4월에는 다른 시기와 달리 Trebouxiophyceae에 속하는 Chlorellaceae이 아우점하는 것으로 나타났다. 그 외 Bacillariophyceae, Dinophyceae Prasinophyceae, Chrysophyceae 등은 특정 시기에 한정된 수심에서 출현하고 있음이 확인되었다. 우리의 결과는 대한해협의 초미소식물플랑크톤의 분포와 군집 구조, 풍도는 계절적인 요인과 더불어 다양한 수괴의 확장과 쇠퇴에 따른 복합적인 영향에 의해 결정되고 있음을 보여준다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BP-02]

다빈도 장기조사를 통한 새만금 해역 적조발생 현황 및 원인 분석

김태훈, 서지호, 김원비, 채지홍, 김재성
㈜워터앤에코바이오

우리나라 연안역의 부유생태계 군집은 지역적인 특수성이 복잡하게 작용하여, 일반적인 온대해역에서 나타나는 식물플랑크톤의 춘계 대번식, 수온에 따른 현존량 변동 및 우점종의 천이 등과는 다르게 나타나곤 한다. 따라서, 특정 연안 해역의 부유생태계 군집구조를 명확히 파악하고, 연안생태계 건강성을 진단하기 위해서는 높은 빈도의 장기적인 모니터링이 반드시 필요하다. 우리나라 서해안의 새만금 지역은 방조제 건설이후 새만금 외측 해역(특히 고군산군도 남측 해역)은 담수 및 해수 유동량 감소와 이로 인한 저층 퇴적물 재부유의 감소에 기인한 투명도 증가 등의 이유로 식물플랑크톤의 호성장 조건이 형성될 것으로 예상된 지역이다. 본 연구는 새만금 방조제 외측에 위치한 3개 정점에 대한 6년간의 다빈도 장기 조사(주 1회 조사) 결과와 2019년 1월부터 추가로 실시한 방조제 내측 3개 정점에 대한 현장조사를 통해 얻어진 결과로서, 새만금 내·외측해역의 단주기 부유생물 군집 변화 특성과 현황, 그리고 변화요인을 파악하고자 하였다.

새만금 방조제 북측에 위치한 비응항과 방조제 중앙부분의 신시항 인근(야미 정점), 그리고 남측에 위치한 가력항에서 2014년 8월부터 2019년 9월 현재까지의 연구 결과, 각 조사 정점에서의 부유생태계 군집은 각각 다른 특성을 보였다. 방조제 남측 가장자리의 비응 정점은 인접한 금강하구의 영향을 받고, 남측의 가력 정점은 가력 배수갑문 유출수의 영향을 직접적으로 받는 것으로 판단되며, 신시 정점은 비교적 외부 요인이 작용하지 않는, 비교적 새만금 외측 해역의 부유생태계 특성을 잘 반영하는 지역인 것으로 판단된다. 가력 정점에서는 지속적인 와편모류 대번식(적조 현상)이 확인되고, 기초수질환경 변화 특성과 연계하여 대번식의 원인은 방조제 내측 수역의 1차적인 대번식에 의한 것임을 예상할 수 있다. 2019년 1월부터 실시한 내측 지역의 조사 결과를 통해 이러한 예상을 확증할 수 있었다. 새만금 방조제 외측에 위치한 조사정점에서의 다빈도 장기조사를 통해 내측에서 발생하고 있는 생태계 변화를 일부 유추해 볼 수 있었고, 이러한 다빈도 장기 현장조사 결과는 특정 해역의 현황 진단 및 추후 발생 가능한 외부요인에 의한 생태계 변화 예측에 중요한 자료로 활용될 것으로 사료된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BP-03]

Short and intensive microbial dynamics during *Akashiwo sanguinea* (Dinophyta) blooms

Seung Won Jung[1], JunSu Kang[1,2], Hyun-Jung Kim[1]
[1]Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje 53201, Republic of Korea.
[2]Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 48513, Republic of Korea

To understand micro-ecosystem changes during harmful algal blooms (HABs), we examined the variability of micro-environments and microbiome (virus to plankton) through short and intensive investigation during *Akashiwo sanguinea* blooms in Jangmok coastal waters of South Korea by metagenomics. The exudation of extracellular polymeric substances (EPS) by *A. sanguinea* markedly changed bio-geochemical cycles (in particular phosphorus and carbon sources). In *A. sanguinea*-associated bacteria communities, *Rickettsia rhipicephali* and *Polaribacter marinivivus* positively affect the HABs, while *Amylibacter ulvae*, *Mesonia algae*, and *Luminiphilus syltensis* negatively affect the HABs. An endoparasitic *Amoebophrya* sp., may importantly control bloom dynamics, as increase in their abundance lagged the HABs decline. In the dsDNA viruses, Pandoraviridae increased following increases in the HABs peaks, but Phycodnaviridae might not infect *A. sanguinea*. Thus, *A. sanguinea* blooms dramatically change the micro-ecosystem through their efficient autotrophic processes and exudation of EPS, followed by changes in the microbiome involving species-specific viruses, bacteria, and parasitoids.

Description of new vessel hull fouling diatom *Olifantiella*(Naviculales, Bacillariophyceae) from the northwest temperate Pacific region

Joon Sang Park[1] and Seung Won Jung[2]
[1]Marine Biotechnology Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Busan 49111, Republic of Korea
[2]Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje 53201, Republic of Korea.

Two elusive naviculoid diatoms with stigma-like structures on their valve face were observed on the hull of the R/V Onnuri from the Korea Institute of Ocean Science & Technology (KIOST) in South Korea. Under a scanning electron microscope, the morphological features, namely the buciniportula and the internal marginal chamber, were matched to the genus *Olifantiella*, which was recently described in tropical regions. Of these two Korean *Olifantiella* species, one is new to science and named as *Olifantiella onnuria* sp. nov., which can be distinguished from other *Olifantiella* species by an internally raised bean-like double processes and external T-shaped terminal raphe endings. These morphological features of *O. onnuria* resemble those of the genus *Labellicula*, however, the presence of an internal marginal chamber does not match the genus concept of *Labellicula*. The other Korean *Olifantiella* species is identical to *O. muscatinei* by the occluded macroareola on the valve face. These occurrences of two *Olifantiella* species are the first records from a temperate Pacific region and their presence on a ship's surface indicate that *Olifantiella* spp. may be widely distributed globally despite their periphytic habit.

[BP-05]

남서해안 진도-해남 방사무늬김의 엽록소 형광에 의한 광합성 효율

김정배, 이원찬, 김형철, 홍석진
국립수산과학원 어장환경과

전라남도는 우리나라 해조류 양식의 94% 차지할 만큼 많은 양이 생산되는 지역이고, 진도-해남 해역은 전체 면적의 대부분이 김 양식이 이루어 질 만큼 김 양식의 주된 지역이지만 영양염 부족과 생물 생장이 저하되고 있다. 이러한, 원인을 파악하고자 일반적으로 많이 양식되는 방사무늬김 (*Pyropia yezoensis* Ueda)을 대상으로 엽체의 형태적 특성, 탄소 및 질소 농도, 안정동위원소 비값, 광합성 색소 및 parameter를 구하여 진도-해남 해역의 화학적인 요소와 방사무늬 김의 광합성 효율과의 관계를 알아보고자 하였다.

진도-해남 해역의 해수 영양염 중 DIN은 4.01-4.45 μM, DIP는 0.16-0.38 μM이었고, 방사무늬김 엽체의 질소 농도는 36.9-57.0 mg DW g^{-1}로서 김 생장에 필요한 최소 요구량을 유지하였다. 최대 전자전달율은 9.6±1.5 (4.5-15.0) μmol electrons $m^{-2}s^{-1}$로서 일부 정점을 제외하면 대부분 낮은 값이었고, 조사정점 10번 및 11번은 광합성 효율이 0.03-0.05로 낮았다.

조사지역 중 하부 남해 서부 지역은 방사무늬 김 양식으로 인하여 영양염이 김 생장에 필요한 최소 요구량도 충족하지 못하고, 방사무늬 김의 광합성 효율도 낮았다. 따라서, 진도-해남 해역은 영양염 용량을 초과한 생산량으로 어장 생산성이 감소하고 있으므로 김 양식어장의 축소를 위한 재정비가 필요하다.

[BP-06]

Carbon and nitrogen incorporations in three *Zostera marina* meadows on the southern coast of Korea

김승현[1,2], Zhaxi Suonan[2], Le-Zheng Qin[2], 이주미[3], 이근섭[2*]
[1]부산대학교 생명시스템연구소
[2]부산대학교 생명시스템학과
[3]인제대학교 의과대학 미생물학과

Because seagrasses have high productivity in the coastal and estuarine ecosystems, they require high inorganic carbon (C) and nitrogen (N) incorporation. Thus, seagrasses may play important roles in C and N cycling in the coastal ecosystems. To evaluate the potential ecological roles of Zostera marina as C and N sinks, productivity and tissue C and N contents of above- and below-ground tissues were measured in three eelgrass meadows (Koje Bay, Dongdae Bay, and Deukryang Bay) on the southern coast of Korea. Annual seagrass productivity in Koje Bay, Dongdae Bay, and Deukryang Bay were 1552.8, 620.3, and 1441.7 g DW m^{-2} y^{-1}, respectively. Productivity of above-ground tissues accounted for 75-86% of total productivity. Tissue C content of seagrass tissues ranged from 34.8 to 37.7%, while tissue N content ranged between 1.8 and 5.3%. Based on shoot productivity and tissue C and N content, estimated annual whole plant C and N incorporations were 569.8 g C m^{-2} y^{-1} and 27.1 g N m^{-2} y^{-1} in Koje Bay, 228.9 g C m^{-2} y^{-1} and 17.1 g N m^{-2} y^{-1} in Dongdae Bay, and 552.1 g C m^{-2} y^{-1} and 52.9.1 g N m^{-2} y^{-1} in Deukryang Bay. This high C and N incorporations into seagrass tissues suggest that seagrass meadows can incorporate a considerable amount of C and N, and thus they play significant ecological roles as C sequestration and C and N sink in shallow coastal ecosystems.

[BP-07]

지리정보시스템을 활용한 생태계서비스 기반 해양공간관리 의사결정지원 시스템 구축

Development of ecosystem service-based decision-making support system for marine spatial management using GIS

손수진[1], 남정호[2*], 윤훈주[1], 이다운[1]
1.㈜선도소프트, 2.한국해양수산개발원

생태계서비스 기반 해양공간관리 의사결정지원시스템을 구축하는데 있어 의사결정에 활용되는 데이터의 수집과 기술적 활용방안을 마련하는 것은 의사결정권자에게 필요한 정보 제공과 정책 결정 지원이 가능하도록 하는 중요한 요소 중의 하나라고 볼 수 있다. 특히 의사결정지원 도구로서 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS)을 도입하면 데이터의 위치기반 정보 제공과 공간연산 기반의 다양한 분석 자료들을 생산해낼 수 있어 해양공간계획 과정에서의 합리적인 의사결정에 도움을 줄 수 있다. 따라서 본 연구에서는 지리정보시스템을 활용한 생태계서비스 기반 해양공간관리 의사결정지원 시스템 구축을 위하여 해양 생태계서비스 데이터의 공간데이터베이스화와 시각화 및 공간연산기능을 구현하는 기술적 방안을 제시하는 것을 목표로 하였다.

본 연구에서 제시하는 기술적 방안은 해양 생태계서비스 데이터의 공간데이터베이스화를 위한 GIS기반 통합 매핑 시스템과 구축된 공간데이터베이스를 이용한 공간연산 및 의사결정지원 도구 활용이 가능한 공간분석 및 의사결정지원시스템으로 구성된다. 통합 매핑 시스템을 통하여 입력되는 데이터는 연구과정에서 정의한 표준 형식과 생태계서비스 유형에 따라 공간데이터베이스화 되며, 구축된 데이터베이스는 의사결정지원시스템의 공간분석모듈과 영향예측모듈에 의한 공간연산을 통하여 영향예측결과에 따른 생태계서비스 가치 변화를 포함한 비용-편익 분석 정보를 제공함으로써 의사결정권자의 정책 결정을 지원한다.

향후 GIS기반 통합 매핑 시스템과 공간분석 및 의사결정지원시스템의 기능이 대한민국 전 해역을 대상으로도 원활히 동작할 수 있도록 시나리오 기반의 최적화 방안 마련 및 적용이 필요할 것이다.

사 사

본 연구는 해양수산과학기술진흥원의 “생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발(과제번호 20170325)”사업의 지원으로 수행되었음.

* 교신: jhnam@kmi.re.kr

[BP-08]

드론을 활용한 갯벌 생태계모니터링

오현주, 황재동, 오승열, 주희태, 김재근, 장성환, 안지숙
국립수산과학원 기후변화연구과

최근 몇 년 사이에 다양한 산업분야에서 드론이 활용되고 있다. 또, 드론을 이용한 택배, 인명구조 등에 사용되고 있다. 드론은 접근이 어려운 곳도 신속하게 접근할 수 있고 목적에 맞는 센서나 장비를 장착하여 이용하기 쉽다. 이러한 드론을 해양수산 분야에 활용하고. 또 목적에 맞게 개발하여 활용하기도 한다. 이에 따라 국립수산과학원은 드론을 이용하여 갯벌 생태계 모니터링에 사용하고 있다. 갯벌의 바지락 양식장에 피해를 일으키는 쏙뿐만 아니라 새로운 자원으로 개발 가능한 염생식물의 모니터링을 위해 드론을 이용하였다. 그 결과 쏙 분포 밀도와 염생식물의 분포 규모 추정에 드론을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

[BP-09]

동해 대마난류 영향권역 울릉도(독도), 오키섬, 대마도의 조하대 암반 생물상 비교

민원기[1], 명정구[2], 김윤배[1], 노현수[1], 우민수[1], 최동한[3]

[1] 한국해양과학기술원 동해연구소
[2] 한국해양과학기술원 해양생물자원연구단
[3] 한국해양과학기술원 해양생태연구센터

울릉도와 독도 해역의 해양환경변화 속도는 한반도 최고 수준으로, 해양환경과 해양생물 서식 특성 변화의 정밀 진단이 필요하며, 이를 위해서 대마난류의 영향을 받는 일본 남서해역의 암반생태계 조사를 통해 울릉도/독도 해역과 출현생물상을 비교하고자 하였다. 특히 표층 수온 증가에 따른 아열대종의 유입 및 변동 관련 비교 자료를 확보하기 위한 목적으로, 울릉도/독도에 비하여 난류의 영향을 더 크게 받고 난류 이동경로의 앞쪽에 위치한 일본 오끼섬 및 쓰시마 해류의 상류에 위치한 대마도 연안의 수심대별 암반생태계의 생물상 및 군집 분포 특성 조사를 실시하고 생물 군집 및 다양성 영상 자료를 확보하였다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BP-10]

해상풍력사업 환경영향요인에 대한 생물영향 현장실험기법 마련 연구

이정석, 김병모, 김남현, 김재영, 권은미, 장 솔
(주)네오엔비즈 환경안전연구소

국내 해상풍력 사업은 2,000MW급 이상의 대규모 단지개발을 목표로 진행 중에 있다. 해상풍력사업의 수용성 확보는 환경영향요인에 대한 결과해석, 즉 생물영향규명이 중요한 요소로 작용한다. 해상풍력사업 환경영향요인 평가에 적합한 새로운 생물검정기술은 연속적인 실험실 노출조건 모사의 한계, 표준화된 시험생물종과 현장 조건 간의 차이를 극복할 수 있는 실험 기술과 모델이 부족하다. 또한 어촌주민 수용성을 위하여 국내 실정에 맞는 현장조건과 국내 어종에 대한 영향평가가 필요하다. 본 연구에서는 국내 현장 실정에 맞는 생물영향규명 평가자료 확보하기 위한 실험장치를 개발하고 이를 활용한 현장(테스트베드)실험을 수행하고자 한다.

수중소음의 피해 유형은 치사와 손상, 청각손상, 마스킹, 행동반응, 스트레스로 구분하고 있으며 문헌조를 통하여 국내외 다양한 어류에 미치는 영향수준을 확인하고 database를 구축하였다. 실험실 규모의 실험으로 배경소음 및 해상풍력단지 수중소음을 모사한 운영시, 공사시 수중소음을 인가하여 넙치의 조직 및 혈액 생화학적(간중량비, 혈액분석), 행동학적(섭식율, 행동학적 모니터링), 생존 및 성장(생존율, 성장률) 영향평가를 진행하였다. 현장실험에서는 해상풍력기 근처에 테스트베드를 설치하여 연속 촬영이 가능한 모니터링 카메라를 투입하였다. 촬영된 영상은 어류에 색상, 채도, 명도를 조절하여 선택된 색상을 보유한 어류의 움직임을 추적하고 추적된 위치(X,Y)와 움직임(SIZE 변화 값)에 대해 데이터를 수치화로 변환하여 행동을 관찰하였다.

국외의 수중소음에 의한 5가지 피해유형의 무영향수준은 순서대로 110~150, 149~150, 60~136, ~180, 80~156 dB로 나타났다. 국내에서는 파일항타음과 향어의 평균유영속도에 연관성이 있음을 확인하였다. 이를 통해 상대적으로 국내환경과 국내어종의 영향 연구가 부족함을 확인하였다. 실험실 규모의 실험에서 넙치의 생존에 영향이 없는 것을 확인하였다. 넙치의 성장률(전중량, 증체율)을 측정한 결과, 배경소음과 운영시 및 공사시 수중소음 크기에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 넙치의 섭식율(사료전환효율과 일간사료섭취율)이 수중소음 종류 및 크기에 따라 유의한 차이를 보여 넙치의 성장에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 하지만 실험실에서 모사한 수중소음은 현장 소음 평균(dB와 Hz)만을 모사를 하여 현장 모니터링을 진행하도록 하였다.
테스트베드가 설치된 해역의 수중소음은 90~100 dB(re 1 μPa, 100~2000 Hz)로 측정이 되었으며, 타 연구의 배경수중소음 수준과 비교할 수 있었다. 해당 수중소음이 발생하는 해역에 설치된 테스트베드의 생물 활동형태와 활동시간을 관찰하였다.

[BP-11]

ROV 해미래를 활용한 울릉도 주변 심해 서식지 영상 조사

민원기[1], 김윤배[1], 김동성[2], 우민수[1], 노현수[1], 김창환[1], 박찬홍[1]

[1] 한국해양과학기술원 동해연구소
[2] 한국해양과학기술원 해양생태연구센터

국내 해양에서 가장 큰 면적을 차지하는 동해는 평균 수심 약 1,684 m, 최대 수심 4,049 m로 남부해역을 제외한 중북부 대부분 해역이 수심 200 m 이하의 심해로 구성되어 있어 전체 면적의 약 90%가 심해인 바다임에도 불구하고, 심해에 대한 연구는 지금까지 CTD, 심해 계류장비 등의 물리 관측장비 설치에 의한 해양물리 관측연구와 Box Corer나 수산용 어구를 활용한 심해생물 채집 등의 제한적인 심해 생물 연구가 주를 이루었고, 해저면에 직접적인 접근에 의한 영상 관측 등의 심해 연구는 사례가 매우 적었다. 본 연구는 2019년 8월 6000미터급 ROV인 해미래를 활용하여 울릉도의 심해 사면역 및 분지역 해저면에 대한 영상조사를 실시하여, 분포하는 심해생물 및 환경에 대한 영상정보를 확보하였다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[BP-12]

Accumulation of inorganic arsenic, and growth rate by changing of phosphate concentration in *Hizikia fusiforme*

Un-Ki Hwang[1], Min-Kyu Choi[2], Min-Seob Kim[2], Seung Heo[1] and Ju-Wook Lee[1]

[1]National Institute of Fisheries Science, West Sea Fisheries Research Institute, Marine Ecological Risk Assessment Center

[2]National Institute of Fisheries Science, Marine Environment Research Division

In this study, we performed an analysis of the accumulation of inorganic arsenic and growth rate with changes in phosphate concentration in *Hizikia fusiforme*. When exposed to inorganic arsenic for fourteen days, we found that the collection of inorganic arsenic hardly increased at high phosphate concentrations (2 mg L^{-1}). However, when the phosphate concentration was low (0.02 mg L^{-1}), accumulation of inorganic arsenic increased. Additionally, *H. fusiforme* decreased in a growth rate of 14.5% in low phosphate concentration (0.02 mg L^{-1}) and fell in a growth rate of 30% when exposed to inorganic arsenic (10 μg L^{-1}). *H. fusiforme* cannot distinguish between phosphate and inorganic arsenic. Thus, when phosphate concentration was lower, the inorganic arsenic accumulation increased, and accumulated inorganic arsenic inhibited photosynthesis and cell division, reducing the growth rate. *H. fusiforme* is known to have higher inorganic arsenic accumulation than other seaweeds. Therefore, various studies are needed to secure the food safety of *H. fusiforme* which is an essential aquaculture species in Korea.

Evaluation of health of tidal flat on the west coast using manila clam, *Ruditapes Philippinarum*

이윤[1], 최윤석[1], 강한승[2]
[1]국립수산과학원 서해수산연구소
[2]BioLab

The asses of level of health of the tidal flats can be evaluate by health of organisms inhabit the tidal flats and also, the generally carried out through physicochemical analysis othe tidal flats. It is possible to evaluate the precise health level of organisms inhabit the tidal flats using analysis of expression of biomarker genes. The purpose of this research is to evaluate the health of the tidal flats on the west coast using biomarker genes related to stress, immune, and antioxidant related genes. In this study, we collected manila clam(*R. philippinarum*) in 8 analysis areas on the west coast. Furdermore, our performed physicochemical analysis on the tidal flats. Total RNA was extracted from the meat part of the collected clams. Expression of the genes was analyzed by PCR method. Results showed that, the expression of biomarker genes were changed in the 8 analysis areas. These results indicate that biomarker genes can be used to assess the condition of the environment. Therefore, I think suggest that the based on the results of physicochemical analysis, it can be selected genes suitable for analysis. These results suggest that biomarker genes were played roles in biomarker for assess the health of tidal flats.

Spatial distribution of dominant phytoplankton species in association with the tidal front zone in the eastern Yellow Sea

이원호[1], 최병주[2], 유영두[1], 김형섭[1]
[1]군산대학교 해양생물공학과, [2]전남대학교 해양학과

Distribution of physical and chemical parameters along with phytoplankton species was investigated in the mid-western coastal waters of Korea in May 2017. The tidal front zone (TFZ) was located at A06 - B07 and B05 - B06 in the upper layer shallower than the thermocline depth. In addition, vertical stratification of water columns was stronger along the transect B than A line in the early May. The two centric diatoms, *Skeletonema costatum* and the tychopelagic diatom *Paralia sulcata*, with maxima of 151 and 75 cells ml^{-1} were dominant at all the stations while *Prorocentrum minimum* and *Gymnodinium* like dinoflagellates (GLDs) were the most dominant species among dinoflagellates with maxima of 1,895 and 88 cells ml^{-1}, respectively. Relatively higher chlorophyll but lown utrients concentrations were found in the TFZ in contrast with outer stratified as well as inner mixed regions. Higher abundance of *S. costatum* were in 20-30m depths of transect A and B at outer stations adjoining the tidal front while that of GLDs was observed only in transect A. The high density cores of *P. sulcata* and *P. minimum* were located at inner stations of transect A and B with their maximum in 30-40m and 10-20m depths, respectively. Thus, the location of the TFZ could be indicated by the spatial distribution of two dominant phytoplankton species, the centric diatom *S. costatum* and GLDs, with their high abundance cores just beneath the thermocline of offshore stations adjoining the TFZ in the present study.

[BP-15]

선박 관측을 이용한 엽록소 농도 변화에 따른 적조의 반사도 스펙트럼 모니터링: 초기 분석 결과

(Monitoring for spectra of Red Tide's remote sensing reflectance consequential variation of chlorophyll concentration by ship measurement: initial results)

문정언, 박영제, 한태현, 안재현
한국해양과학기술원 해양위성센터

적조에 관한 원격탐사 연구는 선박, 항공기, 인공위성, 무인기 등의 다양한 형태로 많이 진행되고 있다. 이러한 연구의 기초자료들 중 하나는 분광기(spectroradiometer)를 사용하여 연구대상인 적조의 반사도 스펙트럼을 측정하는 것이다. 한반도 주변 해역에서 적조가 발생하였을 때, 선박 및 인공위성 관측을 통해 적조의 반사도 스펙트럼을 측정한 자료들은 여러 문헌에서 잘 나타나 있다(Noh *et al.*, 2018; Choi *et al.*, 2014; Son *et al.*, 2012; Ahn and Shanmugam, 2006; Ahn *et al.*, 2006).

적조는 발생하여 소멸될 때까지, 적조 생물종의 군집 밀도가 급격히 증가하다가 감소하고 이에 따른 엽록소 농도도 기하급수적으로 증가하다가 감소한다. 따라서 군집 밀도 또는 엽록소 농도의 변화에 따라 적조의 반사도 스펙트럼 형태도 변화할 것이고, Schalles(2006)는 3.2 m의 인공수조에서 특정 식물플랑크톤의 종 군집 밀도를 조절하면서 그에 따른 반사도를 측정하여 스펙트럼 형태의 변동 특성을 분석하였다.

본 연구에서는 적조가 발생하였던 2018년 7월 25일 여수 돌산도와 금오도 사이의 연안 해역에서 엽록소 농도 변화에 따른 적조의 반사도 스펙트럼을 연속 관측한 자료를 분석한 초기 결과를 보고하고자 한다.

측정한 스펙트럼 형태의 가장 큰 특징은 형광파장대로 잘 알려진 파장 685 nm 부근의 peak 값이 엽록소 농도 변화에 따라서 파장 707 nm로 그 peak 값의 위치가 이동(shift)한 것처럼 보이는 현상이다. 이것은 Schalles(2006)의 연구결과와 동일한 현상으로, 엽록소 농도가 증가할수록 물의 흡광과 식물플랑크톤의 흡광 스펙트럼들의 교차지점이 조금씩 장파장대로 옮겨가기 때문으로 설명하고 있으며, 이러한 현상을 실제 적조가 발생한 한반도 주변 해역에서 측정한 현장자료를 통해 확인되었다.

향후 적조에 관한 원격탐사 연구를 진행할 때는 단시간에 발생하는 적조의 반사도 스펙트럼 형태 변동의 특성을 고려해야 한다. 추후 연구에서는 실제 측정한 자료들과 원격반사도 모델을 사용하여 위의 현상을 재현해보고 흡광 이외의 다른 영향이 없었는지 분석할 계획이다.

남해 고성자란만 지역에 출현하는 보름달물해파리 (*Aurelia coerulea*)의 유전적 다양성 분석

서요셉[1], 박현준[1], 이연수[1], 왕휘[1], 소피아 아바시[1], 기장서[1]
[1]상명대학교 생명공학과

우리나라 남해 고성자란지역은 보름달물해파리가 대발생하여 큰 피해를 야기하는 지역으로, 이들 지역에 분포하는 해파리의 유전형 파악이 필요하다. 본 연구에서는 우리나라 전역에 출현하는 보름달물해파리(*Aurelia coerulea*)의 유전형을 분석하여 개체군 분포특성을 파악하였다. 2017년 3월 고성자란의 12개의 정점에서 시료 채집을 수행하였으며, 성체가 아닌 유생기의 폴립(polyp)상태의 시료를 이용했다. 모든 시료는 CTAB DNA Extraction 방법으로 gDNA를 추출하여 총 51개체의 gDNA 시료를 얻었다. 학술자료 조사를 통해 집단분포분석에 동물유전자의 바코딩DNA로 사용되는 미토콘드리아 COI 유전자(759 bp)와 16S 유전자(615 bp)를 선택하여 비교분석을 진행하였다. 유전자의 통계자료 분석과 statistical network 작업에는 Alerquin 3.5 및 Hapstar와 DNAsp를 사용하였다. 2017년 고성자란지역에서 채집한 보름달물해파리 51개체의 16S 유전자 분석에서는 9개의 유전형(haplotype)을 갖고 있는 것으로 파악되었으며, 이들 51개체의 집단분포분석 통계값은 0.6533 ± 0.0616 Gene Diversity, 0.002329 ± 0.001602 Nucleotide Diversiy (π%), 0.0114 ($p < 0.05$) P-Value으로 분석되었다. COI 유전자 분석에서는 20개의 유전형(haplotype)을 갖고 있는 것으로 확인되었으며, 51개의 집단분포분석 통계값은 0.8902 ± 0.0298 Gene Diversity, 0.005466 ± 0.003068 Nucleotide Diversity (π%), 0.0173 ($p< 0.05$) P-Value으로 분석되었다. 보름달물해파리의 미토콘드리아 COI, 16S 유전자에 대한 통계값과 statistical network의 비교분석을 통해 보름달물해파리의 미토콘드리아 유전자 다양성분석에서 16S 유전자보다 COI 유전자의 유전적다양성이 상대적으로 더 크다는 것을 알 수 있었으며, 16S와 COI의 statistical network를 비교분석함으로써 이들의 집단분포의 양상을 비교분석할 수 있었다. 또한, 이 결과를 통해 다른 생물집단분포분석을 진행할 때에 분석대상 유전자 이 자료가 도움이 될 수 있을 것이라 기대한다.

[BP-17]

Significant reduction of photosynthesis in the harmful dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides* by co-culturing with the green algae *Tetraselmis suecica*

Hansol Kim[1], Hui Wang[1], Yoseph Seo[1], Sofia Abbasi, Jang-Seu Ki[1,*]
([1]Dept. of Biotechnology, Sangmyung University, Seoul

,

김한솔[1], 왕휘[1], 서요셉[1], 소피아 아바시[1], 기장서[1]
([1]상명대학교 생명공학과)

Harmful dinoflagellate *Cochlodinium* blooms occur with competing co-existing microalgae; however, their biological interactions are mostly unknown. In the present study, we investigated the interactions of *Cochlodinium polykrikoides* with a competitor green algae *Tetraselmis suecica*, using a co-culture experiment and its filtrates. When *C. polykrikoides* was cultured together with different initial cell concentrations and the filtrate of *T. suecica,* the growth of *Cochlodinium* was mostly affected by the competitor. In addition, it strongly affects the chlorophyll autofluorescence of *C. polykrikoides* with increase the production of reactive oxygen species in the cells. Real time PCR analysis showed that the *C. polykrikoides* significantly increased gene expression of stress genes (*CpHSPs* and *CpMCA*) and photosynthetic genes (*CppsbA2, CppsaB* and *CprbcL*). These results demonstrated that *T. suecica* and its filtrate induce the oxidative stress and modulated gene expression in relation to intracellular stress, leading to growth retardation in the *C. polykrikoides*. This might be due to the shading effect caused by the cell densities, nutrient depletion and/or releasing of growth inhibitory substance into the culture medium by *T. suecica*.

[BP-18]

선박 모사판을 통한 방오도료 친화성 박테리아 군집의 변화

류현덕, 김현정, 정승원
한국해양과학기술원 해양시료도서관

선박 방오도료에 의한 부착 박테리아 군집의 변화를 파악하기 위하여, 선박표면과 같이 방오도료를 도색한 부착판 (처리구: Intersooth 747Si 도료) 및 일반페인트를 도색한 모사판 (대조구: Tie-Coat Primer)을 2018년 5월 8일부터 6월 26일까지 총 49일간 장목만(경남 거제 한국해양과학기술원 남해연구소 내)의 1m 수심에 설치하고, 7일 간격으로 모사판 및 장목만 해수의 박테리아 군집을 metagenomic Next Generation Sequencing으로 분석하였다. 처리구와 대조구의 도료 성분을 Energy Dispersive Spectrometry로 분석한 결과, 처리구에서는 대조구에 비해 Al, Cr, Cu, S, Ti, Zn 등과 같은 원소 구성비가 상대적으로 높게 검출되었다. DAPI 염색에 의한 박테리아 개체수는 처리구와 대조구에서 각각 평균 $2.7x10^{7}\pm1.0x10^{7}$ cells mL^{-1}, $2.3x10^{7}\pm1.1x10^{7}$ cells mL^{-1}로 나타났고 장목만 해수에서는 $1.7x10^{7}\pm0.9x10^{6}$ cells mL^{-1}의 박테리아가 출현하여, 처리구에서 가장 높았다. 박테리아 군집의 출현에서, 장목만 해수와 대조구에서는 연안해역에서 흔히 발견되는 Alpha-proteobacteria가 우점하였으며, 이중 *Planktomarina temperata*와 *Roseovarius marinus*가 최우점종으로 확인되었다. 반면, 처리구에서는 Gamma-proteobacteria의 박테리아가 주로 출현하였고, 이중 최우점종은 *Alteromonas genovensis*였다. 방오도료는 해양시설물 및 선저의 표면에 발생하는 생물 부착을 억제하기 위하여 이용되며, 방오도료로 도색된 선박의 표면에는 Primary bio-fouling 생물인 박테리아가 우선적으로 부착한다. 본 연구에서 병원성 및 오염환경에 내성을 가지는 Gamma-proteobacteria가 박테리아의 주 그룹으로 확인되었으며, 이에 따라 선박 방오도료에 따른 이들의 오염 평가 및 환경 변화의 영향 연구가 필요할 것으로 판단된다.

[BP-19]

보성 연안해역에서 꼬막과 새꼬막 부유유생 출현의 변화

김현정[1], 강준수[1,2], 정승원[1]
[1]한국해양과학기술원 해양시료도서관
[2]부경대학교 해양학과

보성 바다목장의 주요 수산자원인 꼬막 (*Tegillarca granosa*)과 새꼬막 (*Anadara kagoshimensis*)의 자원량을 가름할 수 있는 중요 기초자료인 부유유생량의 변동량을 파악하고자, 2018년 6월부터 9월에 보성 연안해역의 4개 지역 (대포, 장도, 상진, 대촌)에서 이매패류 부유유생 시료를 채집 후 metagenomic Next Generation Sequencing으로 분석하였다. 특히 꼬막과 새꼬막의 부유유생기로 추정되는 8월에 주 2회 집중조사를 실시하였다. 보성 연안해역에서 총 21종의 이매패류 부유유생이 확인되었으며, 이중 구마모토굴 (*Magallana sikamea*), 왜홍합 (*Xenostrobus atratus*), 종밋 (*Musculista senhousia*), 참굴 (*Magallana gigas*), 가리맛 조개 (*Sinonovacula constricta*), 새꼬막, *Kurtiella* aff. *bidentata* 그리고 꼬막이 중요 부유유생으로 관찰되었다. 특히, 보성 연안해역의 주요 수산자원인 새꼬막과 꼬막은 각각 이매패류의 0.51~12.50% (평균 4.00%), 0.01~12.50% (평균 1.92%)의 구성비율을 차지하며 다른 이매패류보다 낮은 출현량을 보였다. 꼬막과 새꼬막의 부유유생은 6월부터 9월까지 관찰되었으나, 각각 8월초와 8월말에 가장 높은 출현율을 보였다. 이매패류의 부유유생은 성패 (양식자원)에 직접적인 영향을 미치고 있어, 부유유생을 포함한 생활사에 관한 연구는 자연 채묘량의 증대와 인공종묘의 생산을 위해서 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 형태학적으로 동정이 어려운 꼬막 및 새꼬막 부유유생을 상대적인 출현량 및 그 출현시기를 파악하였으며, 이는 국내의 꼬막 및 새꼬막 양식산업과 종패생산기술의 중요 기초자료로 사용되어, 양식장의 관리 및 안정적인 생산성 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

[BP-20]

퇴적물 분급도에 따른 바지락(*Ruditapes philippinarum*) 준성패의 성장률 및 생존율 변화

주수빈, 배현미, 조경식, 김태원
인하대학교 해양과학과

바지락(*Ruditapes philippinarum*)은 국내에서 2번째로 가장 많이 생산되는 중요한 수산 자원이다.그러나 최근 일반 어업에 비해 양식으로 생산되는 바지락의 양은 불규칙적이고 감소하는 추세를 보이고 있다. 따라서 본 연구는 바지락 생산량 증대를 목적으로 하며 바지락 생산에 유리한 환경 조건을 찾고자 한다. 퇴적물은 바지락과 같은 저서생물에 큰 영향을 끼치는 환경 요인으로, 그 중 주요 특징인 분급도는 산소와 유기물을 포함한 공극수 양을 결정지어 바지락의 성장과 생존에 영향을 줄 수 있다. 퇴적물의 분급도가 바지락 준성패에 미치는 영향을 분석하기 위해 바지락 준성패(16.59±0.85)를 대상으로 실험을 진행했다. 실험은 60일간 진행되었으며 양호한 분급(0.79Φ, 0.58m), 중간 분급(1.10Φ, 0.46mm), 불량한 분급(1.43Φ, 0.37mm)의 퇴적물에 대해 각장성장률(Shell length growth rate), 습중량 성장률(Wet weight growth rate), 생존율(Survival rate)과 잠입율(Burrowing rate)의 변화를 비교했다. 비모수통계검정(Nonparametric statistical test) 통해 분석한 결과 실험기간 동안 각장 성장률은 양호한 분급에서 유의미하게 증가했다. 습중량 성장률 및 잠입율과 생존율은 실험기간 동안 유의미한 변화가 없었다. 이 결과로 보아 퇴적물의 분급도는 바지락의 성장에 영향을 줄 수 있으며, 바지락 양식에 있어 적절한 분급도가 결정되어야 한다.

[BP-21]

국내 저서에 출현하는 Amphoroid diatom

김소연[1], 최충현[1], 김병석[1] 박종규[2],
[1]군산대학교 해양학과
[2]군산대학교 해양생명응용과학부

현재 Amphoroid diatom(반원형 돌말류)의 기존 또는 새로 만들어진 몇몇 분류군이 재정립됨에 따라 상당한 수의 분류군이 *Amphora, Halamphora* 속에서 제외되었지만 아직까지 아속 개념으로 처리되고 있다. Amphoroid diatom의 형태적 다양성에도 불구하고 현재 3개의 속(*Amphora, Halamphora, Tetramphora*)으로만 구분되고 있다. 본 연구를 통해 국내 저서에서 환경에 출현하는 다양한 형태의 amphoroid diatom을 분석하여 국내 신종 및 미기록 종을 발굴하고자 한다.

시료채집을 위하여 2018년 안인해변(모래 및 해조류), 비응도(돌, 모래, 해조류), 부안(돌), 백사장(모래)에서 채집하였고 2019년 비응도(돌, 모래), 돌머리 해변(모래), 차귀도(돌)에서 시료 채집 후 단일 분리 및 현장 시료를 관찰하였다. 광학, 전자현미경으로 분류키를 확인하여 분석 결과 형태가 다른 *Amphora*속 3종, *Halamphora*속 14종, stauros를 가진 amphoroid 6종, *Tetramphora* 1종이 출현하였다.

최근에 분자계통학 분석을 통하여 amphoroid diatom에 대한 분류학적 재검토가 이루어지고 있다. 2014년 Stepanek와 Kociolek은 유전적 거리에 따라 크게 4가지 유형의 색소체 형태를 가지고 있는 그룹으로 구분하였다. 이 그룹에는 앞서 언급한 3개의 속 이외에 *Amblyamphora, Oxyamphora*속 등 포함되어 있다. 본 연구를 통해 다양한 형태를 띄는 amphoroid diatom 종들을 확인하였기 때문에 *amblyamphora, oxyamphora* 등은 국내에서 출현 가능성이 있으므로 각 속, 종에 관한 비교 및 연구가 필요하다. 추후 배양 된 샘플의 유전자 염기서열 분석을 통해 유전자 간 위치를 확인하고 유전자 위치에 따른 각 속간의 형태적 차이를 확인하여 분류체계를 구축할 계획이다.

[BP-22]

북서태평양 쿠로시오 확장역에서 원핵생물 군집의 위도에 따른 변동

양원석[1,2], 최동한[1,2], 노재훈[1,2], 원종석[1,2], 최기영[3], 노주철[4], 박영규[4]

[1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터,
[2]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[3]한국해양과학기술원 해양환경연구센터
[4]한국해양과학기술원 해양순환•기후연구센터

원핵생물은 이차생산자로서 미생물 먹이망을 통한 에너지 전달 뿐 아니라, 해양 내 유•무기물의 대사를 통해 다양한 원소의 생지화학적 순환에 중요한 역할을 한다. 쿠로시오 확장역은 고온, 고염의 쿠로시오 해류의 하류 해역으로 저온, 저염의 오야시오 해류와 만나 열염분 전선이 형성되는 해수 특성을 갖는다. 이때, 빈번하게 와류가 발생하며, 이는 이 해역의 생산성에 큰 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 쿠로시오 확장역을 남북으로 가로지르는 관측선에서 원핵생물의 개체수 및 다양성 조사를 수행하여, 전선 경계역에서의 원핵생물 분포 특성을 이해하고자 하였다.

오야시오 해류의 영향을 받아 영양염이 풍부했던 고위도 정점에서 원핵생물의 개체수는 최대 7.03×10^6 cells/㎖로 가장 많았으며, 이외 대부분의 해역에서는 평균 약 1×10^6 cells/㎖, 전선 경계역에서 약 4×10^6 cells/㎖로 나타났다.

3 ㎛ 이상 크기의 원핵생물 군집은 Gammaproteobacteria가 우점하였으며, 오야시오 해류의 영향을 받는 고위도 해역의 유광층에서는 Flavobacteria가 우점하였다. 전선 경계역에서는 Gammaproteobacteria (*Alteromonas, Acinetobacter*)가 우점하였으며, 저위도 해역으로 갈수록 Alphaproteobacteria (*Pelagibacter*)의 우점도가 증가하였다.

유광층 내에서 3 ㎛ 이하 크기의 원핵생물 군집은 대부분 Alphaproteobacteria (Pelagibacter)가 우점하며, 고위도 해역 보다는 저위도 해역에서 높은 모습을 보였다. 그 외에는 고위도 해역에서는 Rhodobacterales가 증가하였으며, 이 해역을 제외한 대부분의 정점의 유광층 아래 해역에서는 Gammaproteobacteria (*Alteromonas*, *Acinetobacter*)가 증가하였다.

전선 경계역에서의 군집구조는 오야시오 해류보다는 쿠로시오 해류의 군집구조와 더 유사한 경향을 나타내는 모습이 나타났으며, 오야시오 해류의 영향으로 인해 상대적으로 우점하는 군집 구조의 밀도가 높은 것으로 판단된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

해양보호생물 남방방게 *Pseudohelice subquadrata* 조에아 유생의 수온과 염분에 따른 생존율

김지민[1], 김소연[1], 김민섭[1], 이원호[2], 김형섭[2]
[1]국립해양생물자원관 생태보전연구실, [2]군산대학교 해양생명응용과학부

남방방게(*Pseudohelice subquadrata*)는 십각목(Decapoda) 참게과(Varunidae)에 속하는 종으로, 해양수산부의 해양보호생물 및 환경부의 멸종위기야생생물 Ⅰ급으로 지정되어있다. 갑각의 크기는 20~25mm로 약간 둥근형태를 띠며, 보랏빛이 섞인 갈색과 연미색의 얼룩무늬가 보인다. 서태평양 및 동아프리카의 아열대 해역에 분포하며[1)], 우리나라에서는 제주도와 거문도의 조간대 상부 초지대의 돌과 모래가 섞인 곳에 구멍을 파고 살거나 돌 틈에 서식한다.
법정보호종의 인공증식을 위한 기초자료를 확보하고자 2018년에 포획(영산강유역환경청 허가 제2018-8호)한 어미개체를 사육하면서 포란 및 부화를 유도하였고, 부화한 조에아기 유생의 발달단계별 수온 및 염분에 따른 생존율을 분석하였다. 수온은 22, 25, 28, 31, 34℃, 염분은 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35psu로 설정하고, 수온과 염분을 상호조합하여 각각의 실험구를 확정하였다. 실험구는 6반복구로 충분히 폭기된 10mL의 사육수에 5개체를 수용한 후 1일 후의 생존율로 판정하였다.
남방방게의 조에아기는 Ⅴ기까지의 발생단계를 거친후 메갈로파로 변태하였다. 조에아 Ⅰ기부터 Ⅴ기까지의 조에아 유생은 수온 22~31℃의 20psu 이상에서는 90% 이상의 생존율을 보였던 반면 10psu 이하의 모든 수온에서는 전량 폐사하였다. 15psu에서는 조에아의 발달단계에 따라 생존율 변화가 크게 나타났다. 또한 고수온(34℃)에서는 염분이 높을수록 생존율이 낮았다. 따라서 남방방게의 조에아 유생은 수온 22~31℃, 염분 20~35psu에서 사육하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

1. Shih H-T, Suzuki H. 2008. Taxonomy, phylogeny, and biogeography of the endemic mudflat crab *Helice/Chasmagnathus* complex (Crustacea: Brachyura: Varunidae) from east Asia. Zool. Stud., 47: 114-125.

해양보호생물 두이빨사각게 *Perisesarma bidens* 유생의 수온과 염분에 따른 생존율

김소연[1], 김지민[1], 김민섭[1], 조수근[2], 김형섭[2]
[1]국립해양생물자원관 생태보전연구실, [2]군산대학교 해양생명응용과학부

두이빨사각게(*Perisesarma bidens*)는 십각목(Decapoda) 바위게과(Sesarmidae)에 속하는 종으로, 해양수산부의 해양보호생물로 지정되어있다. 갑각의 크기는 20~25mm로 약간 볼록한 형태이며, 눈뒷니가 날카롭고 그 뒤에도 날카로운 이가 1개 있고, 집게다리는 진한 노란색을 띤다. 주로 아열대 해역에 분포하며, 우리나라에서는 제주도에서만 발견되는 희소한 자원이다. 제주도의 담수가 유입되는 해안가의 하천이나 돌 틈에 구멍을 만들어 서식하며, 퇴적물식성(Islam and Uehara 2008)이고 6월경에 포란하며, 부화는 7~8월이다.

해양수산부의 해양보호생물 인공증식사업의 일환으로 인공증식을 통한 개체수 확대를 위해 연구를 진행하였다. 제주도 해안가에서 어미개체를 확보한 후(제주특별자치도 허가 제2019-2호) 저면순환여과식 사육시스템에서 수온 25℃, 염분 25~30psu, 광주기 15L:9D의 조건에서 조갯살과 배합사료를 혼합하여 공급하면서 사육하였다. 포란된 개체는 별도의 수조로 이동시키고 같은 환경조건에서 관리하면서 부화를 유도하였다. 4단계의 조에아기, 메갈로파기 및 어린게(jevenile) 단계의 각 단계별 수온 및 염분에 따른 생존율을 분석하였다. 수온은 22, 25, 28, 31, 34℃, 염분은 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35psu로 설정하고, 수온과 염분을 상호조합하여 실험하였다. 각 염분별로 충분히 폭기된 실험수를 10ml를 넣고, 조에아기는 2개체를 수용하고 10개의 반복구, 메갈로파기와 어린게기는 1개체씩 수용하고 20개의 반복구를 두었다. 24시간 후 움직이지 않은 개체는 폐사한 것으로 판정하여 생존율을 분석하였다.

조에아기에는 20psu 이상, 메갈로파기는 15psu 이상, 어린게기에는 5psu 이상에서 90% 이상의 생존율을 보여 점차 성장함에 따라 염분 적응능력이 향상되는 것으로 나타났다. 특히, 지하수인 0psu에서는 모든 발달단계에서 전량 폐사하였으며, 31℃와 34℃의 고온에서는 염분이 높을수록 생존율이 낮게 나타났다. 두이빨사각게의 유생은 수온 22~28℃, 염분 20~35psu에서 사육하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

Islam MS, Uehara T. 2008. Feeding habits of the sesarmid crab *Perisesarma bidens* (De Haan) in the mangroves of the Ryukyu Islands, Japan. Bangladesh Journal of Fisheries Research, 12: 213-224.

제주 중문색달해수욕장 조하대 해양쓰레기의 시공간적 분포

Spatial and Temporal Distribution of Marine Trash in the Subtidal Zone of the Saekdal-Beach in Jeju-Island

임지빈, 박병용, 박서정, 김태원*
인하대학교

*Corresponding author: ktwon@inha.ac.kr

해양쓰레기는 세계적인 환경문제이며, 바다거북은 이로 인해 생존을 위협받는 멸종위기동물 중 하나이다. 제주 중문색달해수욕장은 바다거북을 방류하는 장소이나 관광지로 활용되고 있어 쓰레기가 유입될 가능성이 높고 암반 조하대를 포함해 해양침적쓰레기가 누적될 가능성이 높으며, 하구에 인접해 있어 강수로 인한 쓰레기 유입이 많을 것으로 예상되는 지역이다. 본 연구에서는 관광객의 방문이 잦고 강수량이 많은 해수욕장개장기간 중 해당지역의 조하대에서 해양쓰레기의 수직분포와 퇴적상에 따른 수평분포 그리고 강수에 따른 시간적 변화에 대해 조사했다. 조사를 위해 24회의 스쿠버다이빙과 수중촬영을 진행했으며, 48,541 m^2의 조하대에서 정량조사를 수행했다. 조사결과, 총 조사면적 중 3,575±1,407 m^2에서 평균 8.603±7.625 개/m^2, 최대 39 개/m^2의 대형해양쓰레기(≥25mm)가 발견되었으며, 그 중 99.9 %가 해저면에서 발견되었다. 발견된 쓰레기의 약 96 %는 플라스틱재질의 폐 어구와 플라스틱조각, 필름이었으며 약 2.5 %는 직물, 약 0.9 %는 금속이었다. 침적된 쓰레기는 모래지역과 암반지역의 경계에서 유의미하게 많은 수가 기록되었으며, 강수 이후 단위면적당 쓰레기 개수가 유의미하게 증가했다. 결과적으로 이 지역에서 바다거북을 방류하기 앞서 조하대 해양쓰레기의 유동에 대한 조사와 정화작업이 선행되어야 할 것이며, 지속적인 관리를 위해 모니터링시스템의 구축이 필요하다.

[BP-26]

Microbial transformation of mercury in the surface sediments of East Siberian Shelf and Chukchi Slope

전민경, 김지희, 한승희
광주과학기술원 지구환경공학부

The release of methane, contributing ~20% of greenhouse effects, from permafrost to sediment surface and overlying seawater has been increased by climate warming. We assumed that microbial communities of sulfate-reducing bacteria (SRB), iron-reducing bacteria (IRB), methanogens, and methanotrophs, related to the enhanced dissolution of methane hydrates, are involved in Hg(II) transformation in surface sediments of the Arctic Ocean. In order to clarify the role of microbial communities in Hg speciation, the Arctic cruise was carried out on R/V Araon from August 26 to September 20 in 2018, and six sediment cores were collected from East Siberian Shelf (ESS) and Chukchi Slope (CS) where methane hydrates were found. Total Hg (THg) and methylmercury (MeHg) concentrations were analyzed in these cores along with Hg(II) methylation rate constants (km), MeHg demethylation rate constants (kd), abundance of *hgcAB*, *dsrAB*, *mcrA and smmo* genes, and microbial community structures. The MeHg concentrations in the top 2 cm sediments were significantly higher at the ESS (mean 216 pg/g) than the CS (mean 5.0 pg/g). In consistency with this result, km was 0.19 day^{-1} and kd was 0.006 day^{-1} in the ESS, while km was 0.077 day^{-1} and kd was 0.213 day^{-1} in the CS. The relative abundance of *hgcAB*-related SRB and IRB family in the top 2 cm sediment was also significantly higher at the ESS than the CS. Moreover, vertical profiles of *dsrB, obtained by qPCR,* showed a similar pattern to the Hg variation in the ESS, suggesting that SRB are main Hg(II)-methylating microbes in the ESS. While ESS surface sediment was prominent with Hg(II) methylation process, CS was noticeable with active MeHg demethylation based on the rate constants and concentration data described above. When the inhibitor for aerobic methanotrophs (allylsulfide) was injected to the sediment slurries prepared with CS surface sediment, kd was decreased by 22% as compared to the control slurries, whereas the injection of sulfate reducers and anaerobic methanotrphs (ANME) inhibitors did not decrease the kd values, demonstrating that aerobic methane oxidation is associated with the demethylation of MeHg in the methane hydrate-bearing CS sediment. Overall, we conclude that methane release by the dissolution of gas hydrates plays a pivotal role to decrease MeHg production in the overlying sediment, while SRB actively methylate Hg(II) in the surrounding sites.

In situ study on the effects of salinity and pH on Antarctic limpet *Nacella concinna*.

배현미, 조붕호, 임지빈, 김태원*

인하대학교 해양과학과

Inha University, 100 Inha-ro, Nam gu, Incheon, Republic of Korea
*Corresponding author: ktwon@inha.ac.kr

- Change in pH and salinity in the ocean caused by climate change may work as stressors for marine organisms and ecosystems in the Antarctica.
- We measured the condition factor of the limpet *Nacella concinna* and the coverage of coralline algae encrusted on the shell along the Marian cove to test if variation in pH and salinity influences condition of *N. concinna* and its interaction with the coralline algae.
- Condition factor of *N. concinna* was negatively correlated with salinity.
- The coverage of encrusted coralline algae on the shell of *N. concinna* was positively correlated with pH.
- The survival rate of *N. concinna* with coralline algae was significantly lower than without them.
- The result suggested that ocean freshening and acidification have differential influence on *N.concinna*.

Effects of concentrated freshwater discharge on water column physics and plankton community in a dammed eutrophic estuary

안나[1], 김용희[2], 이상우[3], 서민호[4], 김정현[1], 최근형[1]
[1]충남대학교해양환경과학과, [2]해양환경관리공단, [3]서해안기후환경연구소,
[4]해양생태연구소

We compared the effects of high and low freshwater discharge on the water physical structure of the water column and plankton community in a tide dominated eutrophic estuary which had been permanently dammed upstreams. The low DO water rises to the surface in 2017 is most likely due to tidal reflection. Fresh water discharge can increase water stratification, reducing vertical exchange of water and subsequently lowering the oxygen level especially in the bottom water. it appears that surface DO level is also highly affected by Chl a concentration, which may increase DO through photosynthesis. However, this effect seems to be minimal given the degree of stratification and the time the freshwater remains in the bay appears to be less than 10 days conjectured through the progression in this macrotidal region. Following freshwater discharge in 2012, there was an influx of ammonium into the bay, with subsequent increase in Chl a concentration and measozooplankton biomass. Cladocerans (e.g., Evadene tergestina and Penilia schmackeri) indicative of strong fresh water flow did not appear in 2017 when the flow was lower. Instead the small copepod Oithona spp. increased exponentially toward late August, which may take advantage of the empty niche, rapidly mutiplying during relatively low freshwater discharge which brings in Chl a concentration. No low oxygen effect on mesozooplankon may be due to relative high DO level in the bottom waters of both years. Studies during hypoxia would contribute to further understanding of copepod dynamics in this area.

Shallow-water black corals (Anthozoa: Antipatharia) from Korea with notes on *Myriopathes* n. sp.

문혜원[1,2], 김형준[1], 강동원[1], 김하나[1], 윤문근[1]
[1]국립해양생물자원관 분류연구실, [2]과학기술연합대학원대학교

The specimens which have been collected in the coastal areas of Korea from 1965 to 2018 were examined for the taxonomic study of black corals (order Antipatharia). Previous studies have resulted in reporting 12 species and six genera belonging two families in Korea. In this study, we present one new species (*Myriopathes* n. sp.) that is similar with *Antipathes dendrochristos* (Opresko, 2005) from southern Calilfornia Bight based on morphological characteristics in large and bushy colonies that can reach a height of 2 m or more. However, the new species is characterized by having larger spines in size (0.12-0.30 mm) and polyps arranged bilaterally. In addition to describing and illustrating the species, we have examined molecular information based on the partial sequences of the mitochondrial cytochrome coxidase subunit I (COI) gene and the Internal Transcribed Spacers (ITS) region of rDNA gene. Most of the black corals inhabit in the coastal areas of Jeju Island, the most southern part of Korea, and are mainly distributed on the vertical wall of rock from depth of 7-45m. In contrast, *Myriopathes* n. sp. was found only in Ulleungdo and Dokdo Islands (East Sea) and formed patches at a depth of 30 m or deeper on relatively gentle slopes. In this study, we have also found that *Myriopathes lata* (Silberfeld, 1909) is one of the abundant species in Jeju Island and, unlike other black corals, a widespread one along the coastal areas of Korea by expending from southwestern sea to the eastern sea, up to Ulleungdo Island. The species composition and distribution of black corals provides critical baseline information to predict future environmental change in Korean waters.

[BP-30]

천수만 대형저서동물군집의 여름철 담수방류에 따른 반응

김정현[1,2], 서진영[2], 백승호[2], 최진우[2]
[1]전남대학교 환경해양학과, [2]한국해양과학기술원 위해성분석연구센터

천수만은 만의 내측 북쪽 지역에 부남호와 간월호가 위치하고 있어, 집중 강우 시 수문 개방으로 인해 일시적으로 담수의 대량 유입이 발생한다. 부남호의 수질 등급은 6등급으로 매우 나쁜 상태를 보이고 있어 천수만으로 대량 유입 시 천수만 환경에 악 영향을 미칠 수 있다. 현재까지 부남호 방류로 인해 대형저서동물에 미치는 영향에 대한 연구 결과 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 4월 (수문 개방 전)과 8월 (수문 개방 후) 조사를 통해 천수만에 서식하는 대형저서동물의 군집구조의 변동 양상을 파악해 보고자 한다. 현장조사는 2019년 4월과 8월에 천수만과 부남호 내 각 정점 3개를 선정하여 수행하였으며, YSI를 이용하여 수환경을 측정하였고, 입도 및 TOC 분석을 위한 퇴적물, 대형저서동물 채집을 수행하였다. 천수만의 저서환경으로 4월에는 수온과 염분이 각각 8.1-9.2℃, 31.9-32.0 psu의 범위를 보였고, 8월에는 25.2-25.7℃, 31.4-31.5 psu의 범위로 나타났다. 부남호와 간월호의 방류 직후 조사임에도 불구하고 천수만의 저층 염분 농도는 큰 변동이 없는 것으로 나타났다. 표층 퇴적물 입도분석 결과, 4월 천수만의 만 내측 정점에서는 니질 함량이 90% 이상이었고, 외측으로 갈수록 사질 함량이 증가하는 양상을 보였다. 7월에는 천수만의 가장 내측 정점에서는 4월 조사와 동일하게 니질 함량이 90%이상으로 높게 나타났으나, 만의 중앙에서 외해로 갈수록 사질 함량이 4월에 비해 증가하는 양상을 보였다. TOC 함량은 4월 0.74-1.75%, 7월에 0.48-1.27%의 범위로 나타나 7월에 다소 감소하는 경향을 보였다. 부남호에서는 4월 조사에서 절지동물의 깔따구 유생 1종과 빈모류 1종만이 출현하였고, 7월에는 전혀 생물이 출현하지 않았다. 천수만에서 출현한 대형저서동물은 총 79종으로 4월에 53종, 7월에 63종 출현하였다. 서식밀도는 1,175 개체/㎡로 4월에 973 개체/㎡, 7월에 1,377 개체/㎡, 생물량은 127.6 g/㎡로 4월에 100.4 g/㎡, 7월에 154.9 g/㎡ 나타나 출현종수, 서식밀도, 생물량 모두 4월에 비해 7월에 증가하였다. 출현종수와 서식밀도는 다모류의 비중이 60% 이상으로 가장 높았고, 생물량은 별불가사리(*Patiria pectinifera*), 가시닻해삼(*Protankyra bidentata*)의 출현으로 극피동물의 비중이 가장 높게 나타났다. 천수만에서 출현한 주요 우점종은 다모류의 *Heteromastus filiformis*, *Sigambra tentaculata*, *Notomastus latericeus*, *Scoletoma longifolia*, 연체동물의 아기반투명조개(*Theora lata*), 쇄개량조개(*Raetella pulchella*)로 나타났다. 이 중 다모류의 *S. longifolia*는 만의 중앙부 (423 개체/㎡), *N. latericeus*는 만의 외측정점(663 개체/㎡), 연체동물의 아기반투명조개는 만의 내측 정점에서 1,003 개체/㎡로 3종 모두 4월에 비해 서식밀도가 급격히 증가하여 우점하였다. 본 연구결과 부남호 및 간월호의 담수 방류로 인해 천수만 저층의 염분 변화는 없는 것으로 나타났다. 천수만에 서식하는 대형저서동물 군집은 시기에 따라 일부 우점종에 변화가 있었으나, 출현종에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 과거에 수행된 1994년, 2010년, 2012년의 연구결과와 비교하였을 때, 2019년 천수만에서 출현한 대형저서동물의 군집구조는 다모류의 *H. filiformis, S. longifolia*, *S. tentaculata,* 연체동물의 아기반투명조개(*T. lata*) 등의 출현으로 우점종에서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 부남호와 간월호 방류로 인해 천수만에 서식하는 대형저서동물의 군집구조에 즉각적인 변동은 나타나지 않는 것으로 판단된다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

Screening of Biological Activity and Amino Acid Analysis from a Halophyte *Lathyrus japonicus*

이상범[1,2], 김명석[2], 박윤경[1,3], 노정래[4]
[1]군산대학교 해양학과, [2]군산대학교 공동실험실습관
[3]국립해양생물자원관, [4]군산대학교 해양생물공학과

Halophytic species have developed several physiological traits which retain and acquire water, protect cells from the damage caused by reactive oxygen species and maintain ion homeostasis. This study was to investigate the chemical content and antioxidant activity by the part of *L. japonicus* as part of using *L. japonicus* as materials of functional foods. The *L. japonicus* used in the experiment contained the moisture, ash, crude protein, crude fiber.

Amino acid analysis revealed that Leucine, phenylalanine and Histidine, which are essential amino acids in leaves rather than stems contained many other useful amino acids Asparagine, Glutamic acid and Cysteine.

As to the antioxidant activity in *L. japonicus* using the gallic acid, it was shown to be existed in the largest antioxidant activity when the concentration of ethanol extract.

The distribution, morphological variability and genetic structure of seagrass, *Zostera marina* in Jeju Island: Implications for seagrass management

문경림[1], 최선경[1], 김태현[1], 강지현[2], 변서연[3], 이혁제[3], 박상률[1]
[1]제주대학교 해양생명과학과
[2]고려대학교 부설 한국곤충연구소
[3]상지대학교 생명과학과

Zostera marina is the dominate seagrass species in the northern hemisphere. There are nine seagrass species in coastal waters of Korea. Only one seagrass species, *Z. marina,* is observed in the coast of Jeju Island. Recently, significant declines in *Z. marina* meadows have been reported along the coast of Jeju Island. However, available data for management, conservation and restoration of seagrass habitats are insufficient in Jeju Island. We investigated the distribution and current status of *Z. marina* in Jeju Island. Additionally, we examined genetic structure of seagrass populations at each study site to establish guidelines for conducting conservation and restoration projects of seagrass. Ten *Z. marina* beds were observed in Jeju Island. Seagrass beds were much more localized and small patchy in extent. Morphological characteristics, total density, and biomass of *Z. marina* significantly varied with locations. This result showed a positive correlation between habitat size and genetic diversity (R^2=0.605). The values of pairwise genetic differentiation (F_{ST}) was higher and genetic differentiation was significant. However, there was no correlation between genetic differentiation and geographical distance. Thus, these results indicated limited gene flow between *Z. marina* populations. Our results will provide practical information for seagrass management on Jeju Island.

[BP-33]

한국해역에서 분리한 모악동물의 미토콘드리아 유전자형 분석

사공현, 김은비, 박원규, 김현우*
부경대학교 해양생물학과

모악동물은 요각류의 주요 1차 포식자이며 해양생태계에서 상위 영양단계로 에너지를 전달하는 중요한 역할을 하며 수온 및 염분과 같은 해양환경의 수계지리학적 지표로 알려져 있다. 이들의 형태학적 분석은 많은 노력과 시간이 요구되며 이를 극복하기 위해 분자생물학적 접근법이 효과적인 대안으로 떠오르고 있다. 하지만 현재 분자생물학적 동정의 중요한 요소인 유전자 정보가 부족한 상황이며 GenBank database에는 오직 3종의 전장 미토콘드리아 게놈 서열만이 등록되어 있어 정확한 분류에 어려움이 있다. 본 연구에서는 한국해역에 서식하는 모악동물의 haplotype을 확보 및 정립하기 위해 2016년 한국해역에서 채집한 동물플랑크톤 네트 샘플에서 genomic DNA를 추출한 후 COI universal 프라이머를 사용하여 NGS 분석을 수행하였다. NGS 결과로 얻은 COI sequence를 이용해 계통수 분석을 진행하여 총 5속(*Flaccisagitta*, *Parasagitta*, *Aidanosagitta*, *Sagitta*, *Zonosagitta*, Unknown)에 대한 17그룹의 haplotype을 확보하였다. 이를 기반으로 각 그룹에 대한 종 분석의 해상도를 높이기 위해 16S rRNA – COI 영역(900 bp)과 COI - NDI 영역(2.6 kb)의 긴 유전자 서열을 PCR을 통하여 확보하고 이들의 계통발생학적 비교 분석을 시행하였다. 본 연구를 통해 얻은 축적된 유전자 정보들은 향후 모악동물의 시공간적 분포를 빠르고 정확하게 진단하여 국내 해양환경과 생태계의 상관관계 분석에 유용하게 사용될 것으로 생각된다.

References

1. Lee, B. R., Kim, H. W., & Park, W. (2016). Distribution of chaetognaths (Aphragmophora: Sagittidae) in Korean waters. Ocean Science Journal, 51(3), 447-454.
2. Miyamoto, H., Machida, R. J., & Nishida, S. (2010). Complete mitochondrial genome sequences of the three pelagic chaetognaths Sagitta nagae, Sagitta decipiens and Sagitta enflata. Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics, 5(1), 65-72.
3. Telford, M. J., & Holland, P. W. (1997). Evolution of 28S ribosomal DNA in chaetognaths: duplicate genes and molecular phylogeny. Journal of Molecular Evolution, 44(2), 135-144.

Seawater freshening may deteriorate food detection of the gammarid amphipod (*Haustorioides koreanus*) in the coastal regions of the Yellow Sea, South Korea

박서정, 임지빈, 이지은, 김태원
인하대학교 해양과학과

Increase of anthropogenic CO_2 emission to the atmosphere has increased not only temperature, but also precipitation in the Yellow Sea of Korea. Therefore, the western and southern coastal regions of South Korea has confronted with the decrease in salinity. In this study, we investigated the effect of low salinity on the mortality and behaviors of *Haustorioides koreanus*, the gammarid amphipod living in upper and sandy region of tidal flat of west and south coast of South Korea. The experiment was conducted during 32 days of maintenance with four-different conditions: control (30 psu) and 3 treatment (27, 24, 21 psu), and 8 replicates each. Although mortality, molting, and behaviors such as burrowing and swimming of *H. koreanus* did not significantly change, food detection has significantly decreased by low salinity. Decrease in food detection suggests that low salinity can deteriorate the ability to detect chemical signal. Since heavy rain, which can bring continuous and/or more extreme freshening, is becoming more frequent in South Korea, extreme and long term effect of low salinity need to be studied to understand ongoing climate change effects on the coastal ecosystem of South Korea.

Three new records of marine benthic Foraminifera from Korea

이소민, 이원철
한양대학교 생명과학과

Foraminifera are protist, which mainly inhabit diverse marine environment, and show high abundance and species diversity. They can produce solid shell(test) on the surface and the shell can be fossilized. The fossil records of foraminifera contiune from Cambrian to present, and about 39,000 fossil, 8,900 modern species have been reported worldwide. In Korea, there have been 1,196 foraminiferal species recorded. Since the number 1,196 includes fossil species, extant species, synonyms and unaccepted species, the actual species number of modern foraminifera is estimated to be much smaller. Additionally, previouse studies on foraminifera in Korea are mostly focused on geological and paleoecological fields. Therefore a high possibility of discovering the new species and unrecorded species is expected. During a survey on meiofauna community in East China Sea, three marine benthic foraminifera belonging to three orders (Lagenida, Lituolida, Textularida) and three families (Lituolidae, Vaginulinidae, Valvulinidae) are discovered. Sediment samples were collected from three stations on August 2019, by Smith-McIntyre grab on board. These species, *Ammobaculites formosensis, Cylindroclavulina bradyi* and *Saracenaria hannoverana* previousely reported from Chinese region in East China Sea, however this is the first report from Korean waters. Present study supports the diversity of foraminiferal species in Korea, and the necessity of further survey in Korean waters.

색소체 *rbcL*과 미토콘드리아 *nad5, cob*를 이용한 태안 근소만 저서돌말류 군집의 월간 변동성 모니터링

이하은[1,2], 이의수[2], 양은찬[2]
[1]부경대학교 해양학과
[2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터

돌말류 (Diatoms)는 연안생태계 변화 연구 및 일차생산자 모니터링 등 해양생태연구의 주요 대상이다. 특히 저서돌말류는 우리나라 서해안 갯벌의 일차생산에 있어 매우 중요한 그룹이나, 그 다양성 및 군집구조 변동성 등의 기초생태연구는 매우 부족한 실정이다. 본 연구에서는 충남 태안 근소만 갯벌을 대상으로 저서돌말류 군집구조의 월간 변동성을 파악하고자 한다. 이를 위해 매월 (2017-현재) 갯벌코어시료를 확보하고 있으며, 색소체 유전자 *rbcL*과 미토콘드리아 유전자 *cob*과 *nad5* 등 다양한 분자마커를 선정하여 검토중이다. NGS는 막대한 양의 환경 DNA를 빠르게 분석할 수 있다는 장점을 가지고있어 본 연구에 적합하며, 본 연구에서는 Illumina MiSeq 플랫폼을 이용한 amplicon sequencing을 진행 중이다. 저서돌말류 군집 변동성에 대한 새로운 미토콘드리아 분자마커 자료는 기존의 핵 18S rRNA 및 색소체 (An et al. 2017, 2018) 결과와 비교분석할 것이다.

[BP-37]

동중국해에서 채집된 동물플랑크톤 중 십각류 유생의 분포

이규현, 손영균, 이민욱, 윤석현
국립수산과학원 기후변화연구과

국립수산과학원에서는 1961년부터 현재까지 주기적으로 한반도 주변해역에 대한 해양조사를 수행하고 있으며, 동중국해와 인접해역의 해황 및 해양생태계 변동 특성 등을 파악하기 위해 동중국해 북부해역의 해양조사는 1995년부터 계절별로 연중 4회(2, 5, 8, 11월)에 걸쳐 해양조사를 실시하고 있다. 해양조사선 탐구3호에 승선하여 원추형네트(60 ㎝, 200 ㎛)를 이용하여 20개 정점(315-12정점: 32° 30.0′ N, 127° 23.1′ E - 317-22정점: 31° 30.0′ N, 124° 00.0′ E)에서 동물플랑크톤을 채집하였다. 시료로 채집된 동물플랑크톤을 분리 선별하여 동중국해 북부해역에 분포하는 십각류 유생의 분포를 확인하였다. 2018년 동계인 2월에 채집된 유생은 Zoea 유생이 5종, Mysis 유생이 3종 출현하였다. 하계인 8월에 채집된 유생은 Zoea 유생이 6개 분류군, Mysis 유생이 5개 분류군이 출현하였다. 지역적으로 동중국해 서쪽에 위치한 22정점과 21정점에서 출현개체수가 적었고, 동쪽에 위치한 12~14정점에서 출현개체수가 많았다. 또한 남쪽에 위치한 317정선보다 북쪽에 위치한 315정선에서 출현하는 개체수와 종수가 많았다. 남서쪽에 위치한 정점의 출현개체수와 종수보다 동북쪽에 위치한 정점에서 출현개체수와 종수가 많은 것으로 나타났다. 일반적으로 쿠루시오 해류를 통해 아열대 생물들이 온대해역으로 유입되는 경우가 많은 것으로 알려져 있다. 십각류의 경우 유생시기에 부유생활을 하다 성체가 되면 주로 저서생활을 하는 특성상 서식지의 확장이 쉽지 않았지만 기후변화에 따라 수온이 상승하게 되면 아열대에 서식하던 십각류들의 온대해역으로 진출이 더욱 가속화될 것으로 생각된다.

The effect of mine tailing residue on marine microbial activities in Indian Ocean

유장연, 양원석, 최동한, 노재훈, 형기성, 유찬민
해양과학기술전문대학원, 해양과학기술융합학과

Most of Deep-sea minings(DSM) focus on three types of resources; poly-metallic manganese nodule(MN), seabed massive sulfur(SMS), and cobalt crust. After the mining, the mined ores are grinded into fine particles so as to extract the sought-out resources, producing massive amounts of wastes powders called mine tailings in the process. This process would take place on the ship and the mine tailings will be disposed into the sea. Great economic benefits are anticipated while a serious damage to the marine environment by mine tailings is also expected.[1.] International Seabed Authority(ISA) was founded to regulate any exploitation of resources at seabed or subsoil on marine areas beyond national jurisdictions.[2.] The plans to proclaim its first regulations related to these exploitations are projected in 2020. Numerous countries are preparing for these by conducting various experiments pertinent to the environmental impacts of mine tailings. But there are only a few experiments regarding the effects of mine tailing on marine phytoplanktons.

This study looks into the effects of SMS mine tailings and MN on activities of phytoplankton. The surface waters of the Indian Ocean were sampled and mixed with SMS residues and crushed MN (<20um) at 7 different concentrations, then were incubated up to 12 hours in a deck incubator with continuous flow of surface seawater the same conditions (temperature, light intensity) as the sampling environment. The phytoplankton activity was measured with Flouresence induction and relaxation(FIRe).

Two more additional incubation experiments were implemented. One was performed with the identical method mentioned above, but starch particle was added instead of SMS or MN. The other filtered the seawater incubated with 1g/L concentration of each SMS and MN. The filtered seawater was applied to unfiltered one. Both of experiments were measured for phytoplankton activities via FIRe. These experiments were performed to see if the toxic substances contained in the mine tailings or its particles are the cause of phytoplankton activity inhibition.

The experiment confirms that the higher the concentration of SMS and MN, and the longer it has been exposed, the less active the planktons become.

We also were not able to confirm whether it is the eluted material or particles directly affect the reduction of activity, making it vital for further studies .

1. Zaira et al. The deep sea: The new frontier for ecological restoration, Marine Policy. VOL 108 (2019)

2. Lisa A. et al. Defining “serious harm” to the marine environment in the context of deep sea mining, Marine Policy. VOL 74, page 245-259

[BP-39]

독도 자생 돌기해삼(*Stichopus japonicus*)의 분자계통지리학적 연구

전시영[1], 원용진[1,2]
[1]이화여자대학교 에코과학부, [2]이화여자대학교 생명과학부

독도는 한반도의 다른 지역과 고립되는 특성을 보이는 섬으로 기후 특성을 결정짓는 주요 요소인 해류(동한 난류, 대마난류, 북한 한류)의 이동 경로에 위치하여 독도 고유의 해양생태계를 보전하고 있다. 화산섬의 경우에는 기존 생태계가 존재하지 않기 때문에 다른 지역으로부터 이주해 온 생물에 의해 1차 천이가 일어나게 되고 육상 생물뿐만이 아니라 해변에서 서식하는 해양생물들이 인접한 섬이나 대륙으로부터 지속적인 이주와 정착을 통하여 고유의 생물군집을 새롭게 구성하게 된다. 독도에 서식하는 생물 역시 한반도를 포함하여 러시아, 중국 및 일본 등의 인접한 지역으로부터 유래한 개체들이 이주하여 정착한 그것으로 예상한다. 따라서 독도의 생물들 기원이 어디인지를 살펴보기 위해서는 인접 지역의 집단들과 종합적인 비교가 이루어져야 한다. 본 연구에서는 유전자 서열의 분자 형질을 이용하여 독도에 서식하는 생물 집단의 기원을 밝히는 것을 목표로 하여 독도 자생 무척추동물 중에서 극피동물문에 속하는 돌기해삼(*Stichopus japonicus*)을 독도, 한반도 3 정점(강원도, 울진, 남해), 그리고 인접국 2곳(일본, 러시아)에서 표본을 채집하였다. 집단 분석에는 미토콘드라아 유전자 좌위인 *COI* 과 핵 유전자 좌위인 *ITS1*의 유전자 서열을 이용하였다. 획득한 서열을 기초로 돌기해삼(*Stichopus japonicus*)의 집단별 유전자 구조 분석을 수행하였고 이 결과로부터 독도에 자생하고 있는 해양무척추동물의 서식 기원을 다른 집단별 분자단위에서 밝힐 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 해양무척추동물의 집단 간 분자적 구조가 밝혀지면 독도를 중심으로 한 해양무척추동물의 분자계통지리학적 연구틀을 제시 할 수 있을 것으로 기대된다.

[BP-40]

Benthic diatom assemblages under the most rapid temperature rise in the Antarctic

임아리[1], 김혜숙[2], 김봉호[1], 박진순[1]
[1]해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양대학교 해양생명환경학과

The glacier melting of Antarctica has been a major concern in temrs of global warming during the last few decades. The ecological importance of meltwater water-bodies is increasing in the Marian cove on King George Island where glacier retreat has long been severe. The present study aimed to understand the distribution and diversity of benthic diatoms in Marian cove where the amount of melt water discharge is increasing. Epilithic and epipsammic diatoms were taken from surface of rocks as well as the uppermost 5mm sediments during austral summer 2018-2019 in various meltwater habitat on King George Island: streams (n=5), pools (n=7), lake (n=2). In each sample, 300 diatom valves were enumerated and identified to the species level using Light Microscope and Scanning Electron Microscope. A total of 119 diatom taxa belonging to 39 genera were identified from investigated area. The genera of *Pinnularia* (14 taxa), *Luticola* (11 taxa), *Nitzschia* (11 taxa) have been confirmed as having the most rich species composition. *Fragilaria capucina* (14.9%) and *Nitzschia annewillemsiana* (8%) dominated in epilithic and epipsammic diatoms, respectively. The brackish pool exhibited the highest diatom diversity with 29 species. Meanwhile, there were many abnormal diatom cells with deformations of the frustule and ornamentation pattern in some areas where the Skua or Brineshrimp were abundant. *Fragilaria capucina* was the most commonly deformed species followed by *Nitzschia* spp. and *Gomphonema* spp. As the melting of glaciers is to be accelerated in the future, study of diatoms in various meltwater environments would be the basis for the better understanding of antarctic ecosystem.

[BP-41]

Diversities of benthic diatoms of the Korean and Chinese sandflats

[1]김혜숙, [2]임아리, [2]김봉호, [1]박진순,
[1]한국해양대학교 해양생명환경학과
[2]해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합과[2]

The estuary is where sand or mud supplied from the River is deposited with formation of deltas, mudflats, as well as the barrier islands. These topographies not only provide various habitats for marine lives but also show high biodiversity due to the unique environments in which seawater and freshwater water bodies mix together. In this study, diversity and species composition of benthic diatoms in such estuarine habitats were investigated. In particular diatom assemblages from estuarine sandflats in Korea and China with similar latitude was of interest. Korean samples were taken from the Baekhapdeung, one of the barrfier islands of the Nakdong River Esturay, and Chinese samples were taken from sandy beach in the Futuan River Estuary in Rizhao. Diatom cells were cleaned with H_2O_2 and HCl, consecutively, then photographed and identified to the species level using LM and SEM. Overall pennate diatom genera viz. *Amphora*, *Navicula*, and *Nitzschia* were the most dominant members of the diatom assemblages in the study areas. In the meantime certain centric diatom genera such as *Cyclotella* and *Paralia* were also abundant. In terms of regional occurrences, the following species were the most dominant at least in one location; *Navicula* sp. 1, *Navicula* sp. 2, *Amphora* sp. 1. In total, *Navicula* sp. 1 diatom species belonging to *Navicula* genera have been observed in the present study.

하구는 하천으로부터 공급되는 모래나 진흙 등이 퇴적되어 삼각주나 갯벌, 사주섬이 형성된다. 이렇게 형성된 지형들은 해양생물에 다양한 서식지를 제공할 뿐만 아니라 해수와 담수가 만나는 독특한 환경으로 인해 생물 다양성이 높게 나타난다. 본 연구에서는 담수, 기수, 해수 모두에서 발견되는 Diatoms의 군집을 조사하였다. 조사지역은 비슷한 위도를 가지는 한국과 중국의 하구 중에서 sand가 우세한 지역의 Diatoms flora를 조사했다. 샘플링은 한국의 낙동강 하구의 사주섬인 백합등과 중국의 Rizhao의 Futuan river의 하구인 해변에서 각각 채취했다.

결과 부분
- 두 지역 간의 종 조성은 서로 달랐다.

High-resolution whole-genome and transcriptome of the copepod *Eurytemora pacifica*

송치운[1], 전동구[1], 이승수[1], 전민승[1], 서호영[2], 윤성일[1]
[1]중앙대학교 생명과학과
[2]전남대학교 해양기술학부

Copepods play pivotal roles in aquatic ecosystem. In addition to their primary food source, recent studies show that the critical phylogenetic position of copepods (as an outgroup to Allotriocarida) elucidates new insights on the arthropod evolution. Thus, there has been a growing interest due to their ecological and evolutionary importance in spite of their limited gene information. Until now, only three copepod species (*Eurytemora affinis*, *Tigriopus californicus*, and *Tigriopus kingsejongensis*) have been studied for whole-genome analysis. In order to identify the key genes for halotolerance and rapid environmental changes compared to the estuarine copepod *E. affinis*, we generated the high-resolution genome and transcriptome sequences of marine copepod *Eurytemora pacifica* which allow us to conduct the comparative genomics. Genome (using Pacbio) and transcriptome (using Illumina) sequencing were obtained 123 Gbp (11,941,633 reads) and 25.9 Gbp. With four *de novo* assembly tools (CANU, SmartDenovo, Trinity, and Spades), we conducted three different assembly strategies (long read, short read, and Hybrid) from Pacbio and Illumina data. We obtained the best result from SmartDenovo only using Pacbio long read data that 7,545 contigs (N50 = 54,194 bp and total genome size = 395 Mbp) which computationally predicted 14,759 genes using Augustus (ver. 3.3.3). Lastly, using the Uniprot protein database BLAST search and transcriptome mapping methods, we annotated 4,705 homologous genes. This study will enable for comparative genomics for copepoda and crustaceans and understanding their ecological features such as developmental process, respond to environmental stress, and evolutionary relationship with other arthropods.

Microplastic screening on the shellfish farm in the West coastal zone

Choi hoon[1], Yun-ho Park[1], Seung Heo[1], Sang-ok Ryu[2], Young-suk Paek[2], Un-ki Hwang[1,*]
[1]National Institute of Fisheris Sciecnce, West Sea Fisheries Research institute, Marine Ecological Risk Assessment Center
[2]Institute of Coastal management and Technology

Microplastic(MPs) is found everywhere in the marine environment, but quantification method isn't established sufficiently. Also, Concerns have been rising recently over the ecological impact of microplastic, as tiny plastic debris is widespread in the marine environment. However, research on marine plastics focuses on large plastic visible on the beach and undersea. Therefore, a screening technique is needed to identify MPs in the ocean environment in a simple way. In this study, microplastic screening technique based on fluorescence was developed, and 8 sites of the western coast was quantified by various MPs size, Also, qualitative analysis (μFT-IR) was performed at the highest MPs concentrated site for polymer compositions analysis. First of all, Results of microplastic screening at 8 sites on the western coast, showed an average of 149.8 (±79.5) MPs per a liter of seawater. The highest MPs distributed site was shown 340.3 (±22.1), and 13.8 (±13.3) was observed at the lowest distribution. In addition, when the average amount of MPs observed at eight locations of the western coast were divided by size, less than 50 μm, 50-100 μm, 100-150 μm, 150-300 μm, 300-500 μm, 500-1000 μm and over the 1,000 μm, the results were 95.30, 22.5, 11.6, 6.0, 6.0, 5.5 and 2.9, respectively. MPs of less than 50 μm was take possession for 63.6% of the total, with 50-100 μm was for 15.1%, therefore, MPs of less than 100 μm taking up 78.65% of the total. As well as, Overall, a tendency the smaller the size of MPs was showed of high amount, and the more than 1000μm of MPs accounted for only 1.9% of the total. Moreover, Polypropylene was abundant at the seawater, but, a qualitative result of the shellfish is under analysis.

Toxicity assessment of phenanthrene and zinc undecylenate using the population growth rates of marine diatom, *Skeletonema costatum*

Ju-Wook Lee, Hoon Choi, Yun-Ho Park, Yoon Lee and Un-Ki Hwang
National Institute of Fisheries Science, West Sea Fisheries Research Institute, Marine Ecological Risk Assessment Center

We evaluated the toxic effects of phenanthrene(PHE) and zinc undecylenate(ZU) on the population growth rate(*r*) of the marine diatom, *Skeletonema costatum*. The *r* of *S. costatum* was determined after 96 hrs of exposure to PHE(0, 25, 50, 100, 200 and 300 mg L^{-1}) and ZU(0, 5, 10 ,15, 20 and 25 mg L^{-1}). It was observed that r in the control(absence of PHE and ZU) were greater than 0.04, while *r* in the treatment groups decreased with increasing PHE and ZU concentrations. PHE and ZU reduced *r* in a dose-dependent manner with significant decreases occurring at concentrations above 50 and 10 mg L^{-1}, respectively. The EC_{50} values of r in PHE and ZU exposure were 136.13 and 16.95 mg L^{-1}. The no observed effect concentration(NOEC) were 25 and 5 mg L^{-1}, the lowest observed effect concentration(LOEC) were 50 and 10 mg L^{-1}. From these results, a concentration of greater than 50 mg L^{-1} of PHE and 10 mg L^{-1} of ZU in marine ecosystems induced toxic effect on the *r* of *S. costatum*. These results can be useful as a baseline data for the safety concentration establishment of PHE and ZU in marine ecosystems.

Community structure of marine microbial eukayotes in an ammonium enriched coastal system

최호준, 김선주
부경대학교 해양학과

Marine microbial eukaryotes (MME) play fundamental roles in marine microbial food-web and global biogeochemical cycling. We investigated the diversity and community structure of the marine microbial eukaryotes (0.2-200um) in an ammonium enriched coastal system off Korea. Seawater samples were collected from surface water once a week during August to December 2017 and analyzed by Illumina sequencing the V9 region of 18S ribosomal DNA. A total of 1333 operational taxonomic units(OTUs) were obtained from 1,207,940 sequence reads. The highest OTU richness was found in the late August to the early September and the lowest richness was on 08 October. In this system, Ciliophora (Alveolata, 31.8%) was the most abundant and followed by Dinophyceae(Alveolata, 23.3%) and Bacillariophyta(Stramenopiles, 14.3%) during the research period. NMDS analysis based on Bray-Curtis dissimilarities showed that the communities of MME presented 2-3 distinct seasonal clusters in a circular pattern. CCA analysis performed to detect possible correlations between environmental factors and variations of MME communities, indicating that temperature was the most significant abiotic factor. The ciliates *Paramecium aurelia* and *Pelagostrobilidium minutum,* which were dominant in October, were positively correlated to ammonium concentration.

[BP-46]

Defining conservation units for effective management of the chum salmon (*Oncorhynchus keta*) along the coast of the East Sea

장지은[1], 김주경[2], 윤성민[3], 이황구[1], 이완옥[4], 이혁제[1]
[1]상지대학교 생명과학과 분자생태및진화학실험실
[2]한국수산자원관리공단 내수면생명자원센터
[3]경상북도 수산자원연구소 민물고기연구센터
[4]상지대학교 생명과학과 동물생태학실험실
[5]전남대학교 수산과학연구소

The identification of conservation units (CUs) or evolutionary significant units (ESUs) is critical to the management of natural populations and also to monitoring a possible change in gene pool by biological, physical and/or anthropogenic impacts. Gene pool of a particular population may represent its own ecological and evolutionary footprint in a given environment. Therefore, understanding genetic integrity, genetic differentiation and phylogenetic relationships of local populations is central to the identification of CUs or ESUs. The chum salmon (*Oncorhynchus keta*), well-known as an important fisheries resource, has an anadromous life history where adults return to spawn in their natal streams after migrating to the ocean for growth. This homing behavior may incur limited gene flow among geographically disconnected populations via genetic isolation, sometimes leading to the local extinction by decreasing genetic diversity. To determine CUs of the Korean chum salmon, we assessed the genetic diversity and population structure using mtDNA control region sequences and ten nuclear microsatellite loci for 16 populations (including ten wild and six hatcheries) along the coast of East Sea. We found that the level of genetic diversity is generally higher for wild populations than hatchery populations. Some unique haplotypes or genotypes were detected in particular populations (e.g. Goseong Baebong Stream, Samcheok Maeup Stream). Although a general lack of genetic structure in wild populations was found by multiple analyses, there was some significant genetic differentiation (F_{ST}) between wild and hatchery populations within the same river basins. Our findings suggest that the Korean wild salmon populations might comprise a single well-admixed gene pool for CUs. This study will assist in developing effective conservation and management strategies for this economical and ecologically highly valuable species.

[BP-47]

A tentatively new species of benthic dinoflagellates collected from sand beaches in Jeju Island

Su-Min Kang and Joon-Baek Lee
Department of Earth and Marine Sciences, Jeju National University, Jeju, Korea

Dinoflagellates are one of the primary producer of marine ecosystems and benthic dinoflagellates are distributed worldwide. Although many studies have been conducted on benthic dinoflagellates, many taxa are still unrecorded in Korean waters. A total of about 20 species of sand-dwelling dinoflagellates were recorded from Korean waters so far. According to the published literature on the *Heterocapsa*, all species are planktonic except for one species of benthic dinoflagellates *Heterocapsa psammophila*. This study were carried out to examine the morphology of the *Heterocapsa* sp. of sand-dwelling dinoflagellates around Jeju Island, and to determine phylogenetic systematics using 28S LSU rDNA, ITS rDNA. Sand samples were collected from intertidal zone at Hado-ri Beach and Pyoseon Beach of Jeju coast from March to April 2018. Samples were isolated by picking method, and then incubated. The samples were cultured into a total of three strains. The morphology was analyzed using light microscopes (LM) and scanning electron microscopes (SEM). DNA was also extracted from each strains, and then PCR process was conducted. We found a species of *Heterocapsa* distinct from other published species. This species looks similar to *H. psammophila* and *H. niei*, but different in nucleus' location compared to two species. Thus we considered that this species might be a new species of the genus *Heterocapsa* as a sand-dwelling species.

corresponding author E-mail: jblee@jejunu.ac.kr

[BP-48]

한반도 주변해 수온 상승에 따른 21세기 후반의 멸치 잠재 서식처 변화: 최대 엔트로피 접근

방민경[1,2], 장찬주[1,2], 강수경[3], 김창신[3]
[1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터
[3]국립수산과학원 연근해자원과

해양 온난화가 지속됨에 따라 서식처 환경 변화에 민감한 소형 표층 어류의 분포가 점차 변화할 것으로 예상된다. 특히 멸치는 전 세계적으로, 그리고 국내에서 가장 많이 어획되는 상업적으로 매우 중요한 어종이다. 따라서 해양 온난화에 따른 미래(2076-2095년, 20년) 멸치(*Engraulis japonica*) 적정 서식처 분포를 추정하기 위해 9개 서식처 환경 변수(10m 수온, 염분, 혼합층 깊이, 해수면 높이, 남-북, 동-서 방향 유속, 와동운동에너지, 엽록소 농도, 순일차생산량)를 최대 엔트로피 모형(maximum entropy model)에 적용하였다. 수온변화의 영향만을 고려하기 위하여 수온을 제외한 나머지 변수는 현재(1986-2005년, 20년)와 동일하다고 가정한 후, 3개의 기후변화 시나리오 (RCP 4.5, 6.0, 8.5)에 따른 10개의 CMIP5 모형에서 제공하는 미래 수온자료를 사용하였다. 그 결과, 미래에는 서해와 제주도 남쪽, 그리고 동해 극전선 부근까지 적정 서식처가 확장된 형태를 보였으며, 온실가스 농도가 높은 시나리오 일수록 서식처 적합 지수(Habitat Suitability Index, HSI)가 높았다. 각 CMIP5 모형에서 서식처 적합 지수의 전 영역 평균은 모든 시나리오에서 MRI-CGCM3가 가장 컸으며, MIROC5가 가장 작았다. 미래에는 멸치의 서식 적정 수온 범위에 해당하는 해역이 증가함에 따라 멸치의 분포가 더 넓은 영역으로 확장될 것으로 기대되며, 북쪽으로의 확장이 두드러짐에 따라 러시아 블라디보스토크까지 회유하는 개체가 증가할 것으로 추정된다.

A new role of hydrogenosome within a halophile *Trimyema koreanum* in ciliates

최재호, 성지연, 도혜림, 이현빈, 우상윤, 박종수
경북대학교 해양학과

Hydrogenotrophic methanogenesis is a representative metabolic mechanism for anaerobic protists. Most anaerobic protists encompass hydrogenosome, which is considered to be a mitochondrial ancestry organelle, with methanogenic Archaea. The methanogen consumes the hydrogen produced by hydrgenosomes, and confers its energy and methane by-product to a host cell. The genus *Trimyema* belonging to the class Plagiopylea, is known to be one of strict obligate anaerobic ciliates, and also possesses hydrogenosome with hydrogenotrophic methanogen. However, halophilic *Trimyema koreanum,* isolated from 293‰ hypersaline water, had a capacity to endure aerobic conditions, although other *Trimyema* failed to survive under aerobic conditions. This suggests that *T.koreanum* is a facultative anaerobe or aerotolerant organism, and probably has a distinguishable functionality from other *Trimyema.* In the present study, we reveal that halophilic *Trimyema* contained hydrogenosome but no sign of methanogen through ultrastructure morphology. Furthermore, methanogenic Archaea were not observed within the cells of *T. koreanum* and instead many bacterial endosymbionts were detected within the cells using flourescence *in situ* hybridization (FISH) technique. These results imply that halophilic *T. koreanum* has different metabolic functionality, and endosymbiont history from other *Trimyema*. To clarify theses assumptions, further transcriptome and genome studies are needed for halophilic *T.koreanum.*

[BP-50]

Morphology and taxonomy of the benthic diatoms with some first record species isolated from tidal flats in west coast of Korea

김지훈[1], 안성민[2], 노재훈[1,2]
[1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터

Benthic diatoms play an important role in maintaining coastal ecosystems as major primary producers in coastal ecosystems. However, identifying and classifying them remains a challenge despite long research periods due to their morphological similarity, small size, and taxonomic complexity. This study was conducted to establish a database for the study of benthic diatom diversity in major tidal flats located on the west coast of Korea. In two field surveys in July and September 2018, 67 monoclonal cultures were obtained from tidal flats of Yeocha-ri in Ganghwa, Geunso Bay, Gomso Bay, and Hampyeong Bay, and their morphological information and sequences for 18s rDNA, *rbcL* and *cob* genes were obtained. All strains were classified into 3 orders, 12 families, 19 genera, and 46 species. However, 17 strains could not be classified as known species by morphological analyses. Most isolates belonged to Naviculaceae (27 isolates under 2 genera, 13 taxa), Bacillariaceae (13 isolates under 3 genera, 9 taxa) and Amphipleuraceae (8 isolates under 1 genera, 7 taxa). Nine of them were not listed on the National species list of Korea. The results of this study can be used as important basic data for the identification and monitoring of biodiversity of benthic diatoms.

[BP-51]

Different growth responses of the marine heterotrophic flagellates to the dominant bacteria, SAR11 and *Roseobacter*, in the oceans

성지연[1], 최재호[1], 도혜림[1], 우상윤[1], 이현빈[1], 임연정[2], 조장천[2], 이원제[3], 박종수[1]
[1]경북대학교 해양학과
[2]인하대학교 생명과학과
[3]경남대학교 환경에너지공학과

The most abundant bacterium SAR11 in the oceans is usually distributed in nutrient-poor oligotrophic seawater, whereas *Roseobacter* is often detected in nutrient-rich coastal seawater. However, the mortality of the most abundant bacteria, SAR11 (Pelagibacterales) and *Roseobacter* (approximately >50% of bacterioplankton density in the ocean), by heterotrophic flagellates is still unknown, although the mortality of SAR11 infected by a virus has been proposed. Here, we investigated growth responses of the dominant marine heterotrophic flagellates (i.e. *Cafeteria roenbergensis, Developayella elegans, Neobodo designis,* and *Pteridomonas danica*) to the marine bacteria SAR11 and *Roseobacter* (Rhodobacteraceae bacteria IMCC1933 and IMCC34102). The growth rates of these flagellates ranged from 0.03 to 0.18 h^{-1} inoculated with SAR11, while those ranged from 0.02 to 0.06 h^{-1} supplemented with *Roseobacter*. Outstandingly, the growth rate and potential ingestion rate of a direct interception feeder *N. designis* were 0.18 h^{-1} and 104 bacteria · HNF^{-1} · h^{-1}, respectively, in the presence of the SAR11, indicating the highest growth rate and potential ingestion rate among the dominant marine heterotrophic flagellates. Furthermore, a direct interception feeder *N. designis* and a filter feeder *P. danica* seemed to have a negative correlation between doubling time and potential ingestion rates, suggesting that they appear to be fast-growing when potential ingestion rates are high, regardless of bacterial consumption patterns. Interestingly, potential ingestion rates of the two filter feeders *C. roenbergensis* and *P. danica* tend to be higher in the presence of the smaller bacterium (i.e. SAR11) than the bigger bacteria (Rhodobacteraceae bacteria IMCC1933 and IMCC34102). This result suggests that the two filter feeders prefer to potentially ingest on the smaller bacterium. Thus, marine heterotrophic flagellates are major agents of mortality in the most abundant microbial communities.

eDNA metabarcoding을 이용한 부산 연안의 어류 종조성 파악

김이정[1,2], 최재호[1,2], 김성[2], 김충곤[2]
[1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과
[2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터

어류는 척추동물 중에서 가장 종이 풍부한 분류군으로, 건강한 해양생태계를 나타내는 척도로 사용된다. 또한, 생태계의 구조와 기능에 중요한 역할을 하므로 어류 자원 보존 및 지속적인 관리를 위해서는 어류 종조성 연구가 중요하다. 그러나, 기존의 어류 종조성 연구는 형태학적 분류에 의존하고 어구를 사용하기 때문에 생물에 피해를 주는 등 한계가 분명하다. eDNA를 이용한 생물 조사 방법은 어구를 사용하지 않아도 되기 때문에 생물에 피해를 주지 않는다. 또한, 기존의 조사 방법보다 시간 및 비용 면에서 효율적이다. 따라서 본 연구에서는 eDNA metabarcoding을 이용하여 부산 연안의 어류 종조성을 파악하고자 한다.

2019년 5월(부산만 연안) 및 2019년 6월(기장 연안)에서 해수를 채수하여 47 mm diameter Membrane filter (pore size 0.45 μm, Mixed Cellulose Ester; Advantec, Japan)으로 Filtration을 실시하였으며, 이렇게 얻어진 각각의 filter에서 eDNA를 추출한 후에 MiFish-U primer를 사용하여 Mitochondrial 12S rRNA gene의 일부분을 PCR 증폭으로 얻어냈다. illumina Miseq platform을 이용해 분석하였으며, eDNA metabarcoding으로 23종을 탐지했다. 부산만 연안에서는 11종, 기장 연안에서는 16종을 탐지했으며, 두 지역에서 모두 탐지된 종은 *Paracentropogon rubripinnis, Acanthopagrus schlegelii, Furcina osimae, Paralichthys olivaceus*로 4종이다. 본 연구에서는 해수 채수량 및 eDNA 추출 방법에 따른 종 출현 양상을 비교하여, 부산 연안의 어류 종조성을 eDNA metabarcoding으로 파악하고자 한다. 향후 계절별 데이터가 확보된다면 eDNA metabarcoding으로 신뢰할 만한 수준에서 어류 종조성을 파악할 수 있으리라 기대한다.

[BP-53]

Temporal variation of microphytobenthic extracellular polymeric substances (EPS) in the tidal flat of Ganghwa and Sinan, Korea

김범기, 이종민, 노준성, 황규원, 이창근, 권봉오, 김종성*

서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소

Microphytobenthos (MPB) are important primary producers which contribute to basic food sources and stabilization of sediment in the tidal flat by secretion of extracellular polymeric substances (EPS). In tidal flat, not only bare mudflat but also salt marshes play a role as habitats for the MPB. In this study, we investigated the temporal variation of EPS production with the halophytes growth in Ganghwa (*Suaeda japonica*) and Sinan (*Phragmites australis*), Korea. We sampled surface sediments (~5 mm) from the bare mudflat (non-vegetated) and salt marsh (vegetated) in each region, from February 2018 to January 2019. Then we analyzed sediment properties (water contents, mud contents, organic matters), MPB biomass (chlorophyll *a*, Chl-*a*), and carbohydrate concentrations of EPS. The concentrations of EPS ranged 3.0-66.2 μg g^{-1} dry wt. in Ganghwa and 2.7-28.9 μg g^{-1} dry wt. in Sinan. The highest concentrations were observed on March and April when MPB bloomed, in Ganghwa. Of note, Chl-*a* was significantly higher in the salt marsh than mudflat during the period of halophytes dead and it might be thought that MPB utilized the organic detritus of the halophytes. Then halophytes might outcompete the MPB in nutrients competition, Chl-*a* were decreased sharply following the growth of halophytes. The concentrations of EPS were higher in Ganghwa salt marsh than Sinan, however, it is hard to compare the degree of influence between the halophytes because these regions have different circumstance. Further study needed to investigate the salt marsh where both of halophytes were co-existing, and analyze the stable isotopic ratio ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$) of sediments and halophytes.

*Corresponding author. *E-mail*: jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

Bioluminescence inhibition assay for toxicity assessment of persistence of toxic substances in the sediment from Yellow Sea and Bohai Sea

황규원, 이정현, 윤서준, 김태우, 권봉오, 김종성*
서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소

The Yellow Sea and Bohai Sea are recognized as the most polluted areas in the world with persistence toxic substances (PTSs) due to high anthropogenic pressures. In order to assess relationship between toxicity and PTS (polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs, alkylphenol ethoxylates; APEOs, and styrene oligomers; SOs) in sediments, the N-tox® bioassay system using *Vibiro fischeri* was exposed on aqueous extract of sediment from the Yellow Sea and Bohai Sea. The surface sediment samples were collected in 125 sites covering the different PTSs gradient in July 2018. Toxic units (TUs) in *Vibrio fischeri* varied in the sediment from 0 TU mg^{-1} to 87 TU mg^{-1} (average 13 TU mg^{-1}). Great values of TUs were detected in the sediments indicating potential toxicity of PTSs in the sediments. Sediment toxicity measured with the N-tox® bioassay was positively correlated with PTSs concentration demonstrating the usefulness of the toxicity index for sediment quality assessment and possible implication of PTSs in sediment toxicity. TUs showed a stronger correlation with concentrations of PAHs ($r = 0.40$, $p<0.01$) than those for the concentrations of APEOs and SOs ($r = 0.39$, $p<0.01$ and $r = 0.37$, $p<0.01$, respectively). Overall, these results suggest that PAHs are important sources of sediment toxicity in the Yellow Sea and Bohai Sea. Additionally, it is considered to provide baseline information for the future monitoring study and coastal management.

* Corresponding author. E-mail: jskocean@snu.ac.kr (J.S. Khim)

[BP-55]

국내 저서에 출현한 미기록 종(Species)

김병석[1], 김소연[1], 박종규[2]
[1]군산대학교 해양학과, [2]군산대학교 해양생명응용과학부

조간대는 조차로 인한 탁도와 강한 물리·화학적 변이를 특징으로 하는 변동성에 노출된 생태계로 암석 및 여러 형태로 돌말류가 살 수 있는 단단한 표면 등에서 비교적 샘플링하기 쉽다. 1900년대 퇴적물에 서식하는 규조류에 관한 정보는 드물었으며, 생태학적으로 잘 알려지지 않았었는데 2005년도부터 C.Riaux-Gobin 등이 산호초에서 저서 규조류를 샘플링 하면서부터 돌말류에서 새로운 종들이 발견되었다. 이전 연구는 대부분이 담수거나 연안의 해양플랑크톤 형태에 중점을 두었기 때문에 국내 저서돌말류에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 이전의 규조류 목록 이후 우리나라 해양에 출현한 4속 6종을 새롭게 추가하는 것이다.

채집지역은 서해안과 동해안 및 제주도 지역으로 서해안은 충청남도 태안, 전라북도 군산, 전라남도 신안군 일대에서 채집하였고 동해안은 강원도 강릉에서 제주도는 차귀도 지역에서 채집하였다. 단일 분리 및 현장샘플을 가지고 전자현미경 관찰을 위해 시료 전처리 방법은 Simonsen(1974)법에 Moreira-Filho와 Valente-Moreira(1981)에 의해 수정된 법에 따랐다. 종 동정 및 기재를 위해 A. Witkowski 등(2000) Diatom flora of marine coasts I과 각 종에 대한 형태학적 논문을 참고하였다.

국내 새로운 기록종은 2목 3과 4속 6종이 국내 미기록종으로 종에 대한 정보는 형태학적 특징을 중점적으로 다루었다.

채집 지역에서 출현한 종은 훨씬 많았지만 문헌이 확보되지 않아 아직까지 종을 분류에 어려움이 많다. 국내 조간대 지역에서의 연구는 분명한 미개척 연구이긴 하지만 분류를 하기 위한 애로사항이 분명히 존재한다. 국내 출현종은 아직도 전세계 출현종에 비해 많이 부족하기 때문에 꾸준한 모니터링 및 형태학 및 분자생물학적 분석을 통해 보다 많은 종을 분류하고 국내 출현종에 대한 분류키 및 유전자 정보를 확립하는 것이다.

Toxicity Assessment of Antifouling Agent(Diuron, Irgarol) using the Population Growth Rate of Marine Diatom, *Skeletonema costatum*

Yun-ho Park[1], Min-kyu Choi[2], Yoon Lee[1], Seung Heo[1] and Un-ki Hwang[1,*]
[1]National Institute of Fisheries Science, West Sea Fisheries Research Institute, Marine Ecological Risk Assessment Center
[2]National Institute of Fisheries Science, Marine Environment Research Division

We investigated the toxicity effects of antifouling agents(Diuron and Irgarol) on the population growth rate(r) of the marine diatom, *Skeletonema costatum*. The r of the marine diatom was measured after 96 h of exposed diuron(0, 15, 31, 63, 125, 250, 500, 1000 μg L^{-1}), and Irgarol(0, 0.078, 0.156, 0.313, 0.625, 1.25, 2.5, 5 μg L^{-1}). The r of Diuron and Irgarol was appeared greater than 0.04 in the control, showed significant reduction when antifouling agents concentration more than 3.1 μg L^{-1} and 0.635 μg L^{-1} respectively, and gradually declined with the antifouling agents concentration increasing. Based on the toxicity parameters in this study, Irgarol is more sensitive than Diuron. EC_{50} values of Diuron and Irgarol ware 45.86, 1.09 μg L^{-1} respectively. The Lowest-Observed Effect Concentration(LOEC) and The No-Observed Effect Concentration(NOEC) exposed Diuron and Irgarol ware 15.625, 0.625 μg L^{-1} and <15.625, 0.31 μg L^{-1}, respectively. The aim of this study was directly measured by the toxicity parameters(EC_{50}, LOEC, and NOEC) which effected *S. costatum*. Also, these results can be useful as standard validation data on the toxicity effects of antifouling agents.

[BP-57]

남해 반폐쇄성 연안에서 연간 식물플랑크톤 군집 비교

강준수, 김현정, 정승원
한국해양과학기술원 해양시료도서관

남해 장목시계열 조사정점에서 2016년의 식물플랑크톤 변동과 이를 통한 2010년과의 변동을 비교하기 위하여 2016년 6월 27일부터 2017년 6월 12일까지 1주일 간격으로 환경요인과 함께 식물플랑크톤 군집을 분석하였다. 2016년 식물플랑크톤 평균 개체수는 1,495±1,008 cells mL^{-1} 이며, 7월에 최대 3,383 cells mL^{-1}이었으며 규조류인 *Skeletonema marinoi-dohrnii* complex 가 우점하였다. 10월에 295 cells mL^{-1}로 가장 낮게 나타나였다. 2016년은 *Skeletonema marinoi-dohrnii* complex, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros curvisetus, Chaetoceros costatus, Leptocylindrus danicus*인 규조류가 주요 출현종이었으며, 이 때 영양염류는 낮은 농도를 나타내었다. 그러나, 11-12월에는 와편모조류 *Akashiwo sanguinea*적조가 발생하였으며, 이때 용존무기인 및 용존유기탄소는 *A. sanguinea*적조의 변화와 매우 유사하였다. 2010년 식물플랑크톤 평균 개체수는 2,326±1,975 cells mL^{-1}이며, 8월에 최대 6,752 cells mL^{-1}로 규조류인 *Chaetoceros compressus*가 우점하였다. 11월에 498 cells mL^{-1}로 가장 낮게 나타나였다. 2010년은 *Chaetoceros debilis, Chaetoceros radicans*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Leptocylindrus* spp., *Skeletonema marinoi-dohrnii* complex인 규조류가 주요 출현종이었으며, 이 때 영양염류 또한 낮은농도를 나타내었다. 특히 8월 식물플랑크톤이 높은 개체수임에도 불구하고 집중 강우에 의해 용존무기질소와 용존규소가 높은 농도를 보여 2016년과 차이를 보였다. 2010년과 2016년 식물플랑크톤 군집의 변화는 대체로 유사하였으나, 2016년에는 *Chaetoceros*와 *Pseudo-nitzschia* 군집이 특히 높은 빈도로 출현하였다. 이렇게 장목만에서는 규조류가 우점하고 있었으나, 주요 출현종이 변화하고 있었으며, 현재 진행 중인 일별로 연간 시계열 연구를 통하여 과거와 어떤 차이를 보이는 가와 함께 주별 변화(2016년), 일별 변화에 따른 군집의 차이점을 규명할 것이다.

[BP-58]

군산 비응도 조간대에 출현하는 기질별 저서 돌말류

국현근, 김병석, 박종규
군산대학교 해양학과, 군산대학교 해양생명응용과학부

조간대는 조석 변화에 따라 해수면이 변하는 지역이다. 간조 시에는 해수면이 낮아지고, 만조 시에는 해수면이 높아진다. 이러한 조석 변화에 따라 환경 변화가 있어 조간대에 서식하는 생물들은 조석 변화에 적응하여 서식한다. 조간대에 서식하는 식물플랑크톤 중 저서 돌말류는 대부분이 해조류나 바위, 돌, 모래 등에 부착하여 서식하거나 바닥에 기어다니며 서식한다.
Joon-Baek Lee(1999)는 제주도 해안의 부착 규조류의 군집구조와 생태학적 특성에 대해 연구하였고, Sang Yong Lee(2006) 는 계절변화에 따른 해조류에 서식하는 식물플랑크톤 군집에 대한 연구를 하였으며, C. Riaux-Gobin(2015) 는 *Cocconeis* 분류군의 특징을 연구하였고, J Balasubramaniam(2018) 등은 인도 안다만 군도의 조간대에서 *Diploneis crabro* (Ehrenberg) 와 *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) 두 개의 새로운 저서 돌말류를 기록하는등 저서 돌말류에 대한 연구가 진행 되고 있다. 하지만 아직 조간대 저서 돌말류에 대한 연구가 부족하여 좀 더 많은 연구가 요구된다.

생물시료는 해조류, 모래, rope에서 Petridish 와 Culture을 통해 채집하였다. 당시 현장의 수온 염분을 측정하였고, 현장 해수를 직접 1,000ml bottle에 담아와 여과를 하여 멸균을 한 뒤, 시료에 직접 사용하였다. 채집한 시료는 실험실로 가져와 단일분리 및 배양을 실시하였다. 시료는 Hasle and Frvxell(1970) 방법에 따라 규각 세척 후 주사전자현미경(S-4800, Horiba:EX-250)으로 관찰하였다.

군산 비응도 조간대 rope에서 2목 3과 3속 3종, 지충이에서 6목 9과 10속 15종, 모래에서 7목 12과 16속 35종이 분류되었다.

본 연구에서 기질별로 분류된 종 외에도 더 많은 종들이 존재할것으로 판단된다. 이를 토대로 추후에는 국내의 조간대에 존재하는 저서 돌말류를 기질별로 분류하여 정리하고, 기록되지 않은 미기록종들을 찾아 분류할 계획이다.

[GP-01]

해양 과학시추 50년: 한국의 성과와 향후 방향

김 길 영
한국지질자원연구원 석유해저연구본부

해저 시추를 통해 지구를 탐사하고자 시작된 해양 과학시추 연구가 50년이 지났다. 그렇지만 아직 지구내부에 대한 정보가 많지 않으며 향후 더 많은 시추를 통한 연구가 필요한 상태다. 대양저에 관한 연구는 해양 과학시추로부터 얻어진 시료를 통해서 알 수 있다. 이러한 심해의 시료획득은 50년 전인 1968년 8월 11일 미연방차원에서 지원된 심해저시추계획 (DSDP: Deep Sea Drilling Project)에서 글로마 챌린저 (Glomar Challenger)호를 이용한 멕시코 만 시추로부터 시작되었다. 이후 해저지각시추프로그램 (ODP: Ocean Drilling Program), 통합해저지각시추프로그램 (old IODP: Integrated Ocean Drilling Program), 그리고 국제해양시추탐사프로그램 (new IODP: International Ocean Discovery Program)으로 이어져 오고 있다. 해양 과학시추로부터 얻어진 가장 큰 성과는 두 가지 기술적인 성과와 다양한 과학적인 성과로 나눠진다. 첫 번째 기술적인 성과는 시추선이 시추위치를 벗어나지 않고 연속적으로 시추코어를 획득할 수 있도록 위치를 유지시켜주는 동적위치유지 시스템 (dynamic positioning system)이다. 다른 하나는 시추동안 드릴비트를 교체한 후 동일한 시추공에 드릴비트가 쉽게 투입될 수 있도록 해주는 재투입 콘 (re-entry cone)의 개발이다. 이러한 기술적인 혁신 외에도 다양한 과학적 성과 즉 판구조론 증명, 지구의 역사 규명, 그리고 심해 퇴적물 내 생명체의 발견 등이 있다. 2013년 10월 시작된 국제해양시추탐사프로그램 (new IODP)은 2023년까지 계속될 예정이고, 2023년 이후 다음 단계를 위해 참여 회원국들은 새로운 과학계획 수립과 더불어 미래의 해양 과학시추 27년 즉 2050을 준비하고 있다. 우리나라도 post 2023 과학계획 수립에 참여하고 있으며 2020년 과학계획 출판에도 기여할 것이다. 또한 이러한 국제적인 동향에 발맞추어 우리나라도 IODP 회원국가로서 지속적인 참여와 다음단계를 위한 준비가 필요한 시점이다.

[GP-02]

해수유통에 따른 황도 갯벌 표층 퇴적물 특성

Characteristics of surface sediment in Hwangdo tidal flat by seawater circulation

신우석·윤영관·이상우·윤종주
충남연구원 서해안기후환경연구소

1. 서론

갯벌은 연안생태계의 핵심구역으로 수산자원의 보고이자 연안지역사회를 지탱하는 중요한 자연자본 중 하나이다. 하지만 고도 성장기인 1970년 이후 농지조성용 대규모 간척지 개발, 항만, 담수 확보를 위한 제방 등으로 많은 갯벌이 매립되거나 침수되면서 사라졌다. 하지만 농촌 고령화 및 WTO 체제에 따른 쌀 시장 개방으로 간척지의 농업적 이용에 대한 사회적 수요가 급감한 반면, 간척·매립된 갯벌의 복원에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 이에 무리한 갯벌 매립 및 제방 건설 등으로 사라졌던 갯벌 복원에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다.

이에 충청남도에서는 30년간 안면도와 황도를 잇는 방조제 역할을 했던 연륙 제방을 2011년 12월에 허물고 해수유통이 가능한 연륙교를 건설한 이후 연륙교 주변 갯벌 저서환경 개선에 따른 저서 생태계의 변화가 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서는 황도 연륙교 개통과 더불어 해수유통에 의한 황도 갯벌 퇴적물의 변화를 알아보기 위해 기존문헌 및 현장조사를 통해 사업시행 전·후의 표층 퇴적물 변화를 비교 분석하였다.

2. 실험재료 및 실험방법

2018년 5월과 7월에 충청남도 태안군 안면읍 황도 주변(정점 4곳)의 갯벌 표층 퇴적물을 각각 채취하였다. 표층 퇴적물 시료는 간조시 조사정점에 도보로 이동 후 채취하였다. 상층 부분(표층 2cm)을 플라스틱 주걱으로 채취하였으며 즉시 드라이아이스로 냉동보관하여 실험실로 이동하였다. 건조 시료가 필요한 항목은 분석 전 동결·건조법으로 건조하였다. 조사항목은 입도 및 유기물 특성 등을 분석하였다. 시료의 전처리 및 분석 방법은 해양환경공정시험기준(해양수산부, 2013)에 따라 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

2018년 5월과 7월에 조사된 황도 갯벌 표층 퇴적물의 입도 분석 평균 결과를 보면 자갈 3.0~4.0%, 모래 65.3~68.4%, 실트 26.4~27.7%, 점토가 2.2~3.0%로 혼합 갯벌 특성을 보여주고 있다. 특히, 연륙제방으로 막혀있던 2010년 이전의 기존 문헌 결과와 본 연구결과를 비교해 보면 갯벌 표층 퇴적물 내 모래함량 비율이 증가하고 있는 것으로 나타났다. 한편 유기물(IL, COD) 농도는 각각 2.8~3.2%, 2.6~4.0mg/g을 나타냈으며 유기물의 기원을 나타내는 C/N비는 14.1~19.2을 보여 육상기원 유기물이 다소 포함되어 있는 것으로 나타났다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[GP-03]

동해 남부 연안지역의 사질-암반 생태계 환경 파악을 위한 Eco-mapping 기법 적용 및 해저환경 특성 분석

최순영*, 박찬홍, 김창환, 김원혁, 이명훈
한국해양과학기술원

연안지역은 인간이 활동할 수 있는 육지와 해양 두 개의 큰 생활권의 접경지대로서 다양한 생태계 서식환경이 복잡하게 구성되어 있는 매우 중요한 지역이다. 특히 연안지역에 존재하는 암반 및 사질 주위 환경(노출바위 및 수중바위)이 위치한 지역에는 일반 갯벌지역 또는 평탄한 퇴적 지역보다 비교적 다양한 동·식물들 개체들이 존재함으로 인해 생물다양성 측면에서 생태계 변화 양상을 파악하기 용이할 수 있다. 그리고 이러한 특정 암반 및 사질 주위에 나타나는 해저지형 및 해저면 환경을 파악함으로 그 주위에 존재하는 기본 해양 환경과 환경변화에 따른 생물변화를 연계하여 환경 모니터링 측면에서도 매우 중요한 지역이라고 볼 수 있다. 최근 들어 전 세계적으로 기후 변화 또는 인간의 개발로 인해 연안 서식지 환경의 오염 및 파괴가 일어나고 있으며 그로 인한 생태계 환경의 변화가 급속도로 빨라지고 있다(Jurriaan *et al.*, 2014). 이에 국외 해양 선진기관(EU, NOAA 등)에서는 체계적인 국가 연안역 관리를 위해 생태계 기반의 다양한 서식지 지도화 프로젝트를 장기적으로 수행하고 있다(ex. EMODNET project, Coastal Services Center).

본 연구는 해양환경 관리 보전을 통해 체계적인 국가 연안 관리 기여를 목적으로 기후변화에 가장 직접적인 영향을 받는 지역 중 하나인 동해 연안지역에 지역별 대표 연구거점(Model Station)을 선정하여 Eco-mapping 연구 기법(다각적 서식환경/서식생물 주제도 작성 및 분석과 인벤토리 구축)으로 기본적인 해저환경 특성을 분석하였다. 연구지역은 동해 남부 연안의 사질-암반 서식지 중 한 곳인 울산 일산해변 앞 선암 주변 해역(500 x 500 m)이며 2018년에 정밀 해저 지형조사, 해저면 영상조사 및 표층퇴적물 시료 획득을 통해 각 서식지 환경에 맞는 맵핑 주제도와 수중영상/드론영상을 합성·중첩한 서식지 입체 영상합성지도를 작성하였다. 연구지역의 전체적인 수심은 노출암인 선암부터 수심 약 23 m의 범위 내에 분포한다. 선암 주변 동쪽 해역은 큰 규모의 수중암반 지대가 발달하고 있고 수심이 급격히 깊어진다. 그에 비해 선암 주변 서쪽 인접 지역은 완만한 구릉 지형이 나타나며 수심변화가 완만하다. 해저면 영상은 선암 주변의 동쪽 및 서쪽 인접 지역, 그리고 북부 및 남부 연안 해역의 반사강도가 강하고 복잡하게 나타난다. 연구지역의 표층퇴적물분포는 암반지역을 제외하고 대부분 사직퇴적물로 이루어져 있으며 지역적으로 선암 기점으로 연구지역 북쪽 및 북서쪽 해역이 남쪽 및 남서쪽 해역보다 입도가 좀 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 분포양상은 북쪽 연안지역이 남쪽 연안지역보다 암반지대의 분포가 넓어 북쪽 암반지대로부터 큰 입자의 퇴적물들이 많이 유입되어 북쪽 및 북서쪽 해역의 입도가 좀 더 큰 것으로 예상된다. 퇴적물 내 유기물 함량 분포(TOC)를 살펴보면 전체적으로 선암 주변 남쪽 및 동쪽 해역이 유기물 함량이 높은 것으로 파악되었으며 상대적으로 북쪽 및 서쪽 해역의 경우 낮은 유기물 함량 분포가 나타났다.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[GP-04]

동해 후포분지 및 울릉분지 코아퇴적물에서의 생체지표변화

박유현[1], 김부근[1], 김성한[2], 야마모토 마사노부[3]
[1]부산대학교 해양학과, [2]극지연구소 극지고환경연구부, [3]홋카이도대학교 지구환경과학과

동해 후포분지와 울릉분지에서 획득한 코아퇴적물을 이용하여 생체지표인 알케논(alkenone)과 GDGT(glycerol dialkyl glycerol tetraethers) 분석을 통한 동해의 고해양 변화를 복원하고 그 변화를 조절하는 인자를 규명하고자 한다. 알케논은 해양 표층에서 서식하는 식물플랑크톤 착편모조류에 의해, GDGT는 해양 및 육상에 서식하는 고세균과 박테리아에 의해 주로 합성되고 있는 성분이다. 알케논의 성분비를 이용한 $U^{K'}_{37}$과 GDGT의 성분비를 이용한 TEX_{86}은 수온 지표로서 해양의 수온을 복원하는데 널리 활용되고 있다. 동해의 고수온 복원 연구에는 주로 화석 군집, 유공충의 산소동위원소, 알케논 등이 주로 이용되었으나, GDGT를 이용한 연구는 거의 없다. 동해에서 고환경 지표로 사용하기 위해서는 신뢰성 평가가 우선적으로 요구되며, GDGT의 성분비를 이용한 여러 지표들을 후포분지와 울릉분지에서 시추한 코아퇴적물에 적용하여 동해 고수온 및 고환경을 복원하였고, 적용 가능성을 검토하였다. 분석한 대부분의 코아퇴적물에서 알케논과 GDGT가 측정이 되었다. 여러 생체지표 프록시들은 암상 및 연대에 따라 변화를 보이고, 이전에 보고된 지화학적 자료와 비슷한 변화 양상을 보인다. $U^{K'}_{37}$과 TEX_{86} 프록시로 복원한 수온은 서로 일치하지 않으며 각 분지에서 수온 이외의 다른 요인이 작용할 수 있다는 가능성이 제기된다. 동해 코아퇴적물을 이용하여 GDGT 분석의 측정 가능성을 확인하였으며 GDGT 프록시를 이용하여 과거 환경 복원에 활용할 수 있음을 확인하였다. 그러나 고수온계로서 GDGT 프록시의 활용은 추가적인 검토가 필요하다.

[GP-05]

대형연구선 이사부호의 이동항해 자료를 이용한 벵갈 해저 수로의 지형학적 특징 (Geomorphologic features of Bengal Deep Sea Channel captured by R/V ISABU)

고지은, 박요섭
한국해양과학기술원

한국해양과학기술원의 대형연구선인 이사부호는 인도양에서의 연구조사 수행을 위하여 북위 5° 부근 대인 벵갈만 해역을 매년 수차례 왕복 이동하고 있다. 이동 항해 동안 이사부호 선저에 장착된 EM122 (Kongsberg Maritime, 12 KHz) 멀티빔 음향측심기를 이용하여 정밀해저지형을 취득하고 있다. 본 연구에서는 이동항해에서 취득된 정밀해저지형 자료를 이용하여 벵갈 해저 수로의 지형적 특징을 분석하였다.

벵갈 선상지(Bengal fan)는 지구상의 최대 규모의 해저 선상지로서 히말라야에서 유래한 퇴적물들이 매년 약 1 기가톤씩 운반되어 퇴적되는 곳이다. 벵갈 해저 선상지의 해저 수로는 인도 갠지스강의 하구에서부터 적도를 지나 남위 3° 48‘까지 연장되어 있는 것으로 알려졌으며 수로 제방의 저탁암에는 인도 몬순 변화에 의한 육상의 풍화, 하천에 의한 퇴적물 운반, 식생의 변화 양상을 기록하였을 것으로 여겨진다. 해저 수로의 종단부는 아직 확인되지 않았다. 벵갈 해저 수로에는 다양한 구배의 사행천(meandering)과 우각호(cut-off loops)가 존재하며, 북위 5°, 동경 83° 부근의 해저 수로의 폭은 3km, 깊이는 100m에 달한다.

이사부호의 이동항해 자료를 이용하여 수로의 지형학적 특징을 분석한 결과는 이사부호가 취항하여 자료를 취득하기 시작한 2017년부터 누적/갱신하여 결과를 산출하고 있으며. 올 하반기에도 인도양 탐사가 계획되어 있어 탐사 종료 후 더 많은 자료를 취득할 수 있을 것으로 보인다. 이사부호의 이동항해 시 조사 범위를 남북으로 확대하여 하고, 활성 수로의 변화를 관찰할 수 있는 해역을 선정하는 등 이동항로를 목적에 맞게 계획적으로 설정한다면 보다 생산적인 연차 자료를 구축할 수 있을 것이다. 이는 위에서 언급한 인도 몬순 변화 등의 기후 이벤트에 따른 지형 변화의 기초자료로 활용될 수 있으며, 구축된 이동항해 자료는 NF-GEBCO (The General Bathymetric Chart of the Oceans)의 Seabed 2030 Project와 같은 대양해저지형 DB 구축사업에 제공하여 국제적인 연구에 기여할 예정이다.

[GP-06]

독도 연안 해저지형 변동 모니터링 분석 연구

이명훈[1], 김창환[1], 김원혁[1], 최순영[1], 박찬홍[2]
[1]한국해양과학기술원 독도전문연구센터, [2]한국해양과학기술원 동해연구소

독도에 대한 연구가 체계적이고 지속적으로 수행되고 증가함과 함께, 대중적인 관심 또한 높아지고 있다. 이에 따라 독도를 관광이나 관리 등 다양한 목적으로 방문 또는 입도하는 인원수 역시 증가하는 추세이다. 독도는 평균 수심이 약 1,684 m인 동해 내에 발달해 있지만, 동도와 서도 섬 주변 해역은 수심 약 50 m 범위 내에서 89개 부속도서들과 함께 연안 해양환경을 형성하고 있다. 이러한 연안은 독도 화산체 주변의 깊은 수심대가 분포하고 있는 해역에 비해 파도나 조류, 바람 등의 여러 영향에 직접적으로 노출되어 있으며, 해저면 환경의 변화가 불규칙하게 발생하는 특징을 보인다. 또한 인위적인 외부영향인 독도의 접안과 입도가 독도 주변 연안인 동도와 서도 사이의 동도 선착장을 통해서 이루어지고 있어서, 우리는 독도 연안 해역을 대상으로 해저지형 변동을 파악하고 분석하고자 하였다. 독도 선착장은 동도의 동남쪽에 위치하며 선착장 주변 해역은 수심 약 20 m 이내로 형성되어 있다. 본 연구의 최종 목표는 독도 연안 해역 중 선박의 입·출항 및 접근이 가장 많이 발생하는 동도와 서도 사이 및 동도 선착장 주변 해역의 해저지형 변동을 모니터링을 최종 목표로 하고 있다. 변동 모니터링 연구 범위는 동도 선착장을 포함하는 동도와 서도 사이 남부의 약 500 m x 500 m 범위 해역으로, 해양수산부의 “독도의 지속가능한 이용연구” 과제 하에 2018년부터 독도전문연구센터 동일한 범위 해역에 대해 매년 정밀해저지형자료를 획득하고 분석하고 있다. 본 발표인 “독도 연안 해저지형 변동 모니터링 연구“는 변동 모니터링 연구 대상 해역에 포함되는 기존 해저지형자료를 수집하여, 2018년부터 체계적으로 획득하고 있는 자료와 연계한 비교·분석이 가능하도록 해저지형자료의 품질, 범위, 해상도 등을 정립하고 분석하고자 한다.

[GP-07]

연안 드론사진측량을 위한 지상기준점용 부이 개발

정의영[1], 박준용[1], 방설희[1], 정의용[1], 유인영[2], 최태진[3]
[1]한국해양과학기술원, [2]리드오션 [3]군산대학교

드론사진측량은 해안지역의 3차원 정밀 지형과 고정밀 정사영상을 획득할 수 있는 방법으로 해안의 지형변화와 퇴적물 분포에 대한 정보를 획득할 수 있어 해안의 지형 및 지질 연구에 많은 도움을 준다. 연안에서 드론사진측량을 수행할 때 고려해야할 사항은 비행시간과 지상기준점의 설치이다. 서해안의 경우 조석간만의 차가 커 실제로 드론사진측량을 할 수 있는 시간은 3시간 정도이므로 드론사진측량은 지상기준점 설치시간을 고려하였을 때 최대 2회가 가능하다. 비행시간은 조사가 가능한 면적과 비례하며, 배터리로 인한 제약으로 회전익의 경우 약 30분 내외, 고정익의 경우 약 1시간 내외의 비행이 가능하다. 최근 드론 및 배터리의 기술 개발로 인하여 고정익의 경우 최대 2시간 이상의 비행이 가능하다. 지상기준점 작업은 드론사진측량의 정확한 좌표입력과 정확도 향상을 위하여 반드시 필요한 작업이다.

해안지역의 경우 일반적인 지상기준점 설치가 가능하지만 조간대와 같은 지역에서는 시간적인 제약과 위험성으로 인하여 해안 인근에서만 제한적으로 가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 해상용 지상기준점용 부이를 개발하게 되었다. 지상기준점용 부이는 고조시 설치하고 저조시 물이 빠져나가면서 지표면에 안착되는 구조를 가지고 있다. 지상기준점용 부이는 상판에 드론사진촬영에서 인식 가능한 식별판이 부착되어 있으며, 중앙부 하단에 PPK(Post Processing Kinematic) GPS가 장착된 자동 저장장치가 장착되어 있다. PPK GPS는 설치에서 회수까지의 시간이 최대 하루가 될 수 있음을 감안하여 24시간 동안 작동하도록 하였다.

연안에서의 해상용 지상기준점 부이를 사용한 드론사진측량은 육상에서 접근이 어려운 조간대 지역의 정밀 지형 모니터링이 가능하게 하여 해안선 조사 및 갯벌 지형변동 연구에 큰 도움을 줄 것으로 판단된다.

[GP-08]

독도 화산체 정상부 중부 및 북부 해역에 나타나는 소형 분화구 지형 연구

김창환, 박찬홍, 이명훈, 김원혁, 최순영
한국해양과학기술원 동해연구소 독도전문연구센터

한국해양과학기술원에서는 정부정책용역사업인 독도의 지속가능한 이용연구사업을 2006년부터 수행해오고 있다. 이 사업의 일환으로 2016년부터 독도화산체 정상부 해역의 정밀해저지형 자료를 구역을 나누어 지속적으로 확보해오고 있다.

독도화산체 정상부 해역은 연안에서 외해로 가면서 경사가 완만해지며 수심 약 200 m 까지 평탄한 정상부 해역을 이루고 있는데 이 평탄한 정상부해역에 소형분화구(제주도의 오름에 해당)들이 분포하고 있다. 이 소형분화구들은 독도 생성 후 현재와 같이 평탄한 정상부가 만들어진 다음 나중에 분출된 소규모의 해저지형으로 판단된다. 이와 같은 소규모의 분화구 해저지형은 현재까지 조사한 중부와 정상부북부지역에서 4개가 나타나는데 독도 화산체 정상부 북서쪽에 2개와 북동쪽에 1개 및 서도 연안 서쪽에 1개의 분화구가 나타나며 이들은 각각 다른 크기와 규모로 형성되어 있다. 소형 분화구가 나타나는 가장 얕은 수심대인 서도 서쪽 약 수심 70 m 해역에는 지름 약 200 m 이고 높이가 약 30 m인 원형 형태의 분화구 해저지형이 분포하고 있다. 독도 화산체 정상부 북동쪽 해역에는 수심 약 110 m 지역에 장축 약 260 m, 단축 약 150 m, 높이 약 20 m인 타원형의 분화구 해저지형이 나타난다. 북서쪽 해역에는 2개의 소형분화구가 나타나는데 1개는 수심 약 105 m 해역에서 장축 약 250 m, 단축 약 230 m, 높이 약 50 m인 타원형의 해저지형으로 분포하고 가장 작은 분화구인 나머지 1개는 수심 약 145 m 해역에서 장축 160 m, 단축 120 m, 높이 약 10 m인 불규칙한 형태의 분화구 모습으로 분포한다. 현재까지 조사된 독도 화산체 정상부 해역의 중부와 북부에는 소형분화구가 4개 발견되었는데 각각 형태와 크기, 위치, 분포 수심대가 다른 것으로 보아 동시대에 생성되기보다는 다른 시기에 형성되었을 가능성이 높을 것으로 판단된다.

[GP-09]

울진 후정해변 침·퇴적 모니터링

김원혁, 김창환, 도종대, 이명훈, 최순영, 박찬홍
한국해양과학기술원 동해연구소

해안지역은 태풍, 해수면상승, 고파랑, 방파제, 해안시설 건설 등의 이유로 인하여 지속적인 변화가 발생하고 있다. 특히 동해안 일대의 해안지역은 백사장 침식으로 인한 모래 유실로 인하여 관광자원의 손실과 해안도로의 붕괴 등에 대한 우려가 커가고 있는 실정이다. 이렇듯 활발한 변동이 일어나고 있는 해안지역의 장기적인 관리를 위해 연안지형의 변동에 대한 지속적인 모니터링 작업이 필요하다.

한국해양과학기술원 동해연구소에서는 2016년 7월부터 2018년 7월까지 총 6회에 걸쳐 후정해변의 해저지형과 해빈의 변화를 측정하였으며, 조사구역은 울진 후정해변 ~ 한울 원자력 일대의 해빈으로 길이 약 2.5 km이다. 해저지형은 다중빔 음향측심기를 이용하여 조사를 하였으며, 해빈은 해상 모바일 라이다 스캔 시스템을 이용하여 조사를 실시하였다. 일반적으로 라이다는 육상에 고정 설치하여 360°를 회전하며 지형이나 물체를 스캔한다. 하지만 이러한 일반적인 스캔방법은 40 ~ 50m 간격으로 라이다를 계속 설치하고 이동시키기를 반복하여야하고 한 지점의 스캔시간이 10 ~ 15분 정도 소요되어 비교적 넓은 지역을 스캔 할 경우에는 효율적이지 못하다. 이러한 문제점을 극복하고자 한국해양과학기술원에서는 해상 모바일 라이다 스캔 시스템을 개발하였다. 해상 모바일 라이다 스캔 시스템은 지형을 스캔하는 라이다, 선박의 움직임을 측정하는 IMU, 스캔을 하는 정확한 위치를 제공하는 RTK-GNSS, 얻어진 각각의 자료를 통합하고 보정하는 소프트웨어로 구성되어 있다. 해상 모바일 라이다 스캔 시스템은 선박의 상부에 설치하고 라이다의 아래에는 IMU, 라이다의 위에는 RTK-GNSS 이동국 안테나를 설치한다. 이때 라이다의 중심축과 IMU의 중심축, RTK-GNSS의 중심축이 일렬로 되게 설치 하여야한다. 한국해양과학기술원에서는 해상 모바일 라이다 스캔 시스템을 제작할 때 각 장비의 중심축을 맞추어 설치 프레임을 제작하여 별도의 보정 없이 사용하고 있다. 해상 모바일 라이다 스캔 시스템은 스캔을 시작하기 전 워밍업을 필요로 한다. 워밍업은 IMU에서 측정하는 Heading과 Motion 값(Roll, Pitch, Yaw) 의 정밀도를 향상시키는 작업이다. 본 연구에서는 연안침식이 활발하게 일어나고 있는 울진 후정해변에 대하여 선박과 ATV를 이용한 해빈측량을 실시하였다. 정밀해저지형조사에서는 선박의 좌측에 프레임을 설치하고 프레임 하부에는 다중빔 음향 측심기의 트랜듀서를 설치하고 중심부에는 모션센서, 상부에는 DGPS 안테나를 설치하였다. 이때 다중빔 음향 측심기의 트랜듀서와 모션센서, DGPS 안테나는 일렬로 위치하게 하였으며 오차 값은 소프트웨어를 통하여 보정하였다. 정밀해저지형조사 선박의 접근이 용이한 수심 10 m 이상의 지역을 주로 조사하였으며, 해안선부터 수심 10 m 이내의 지역에서는 단빔 음향 측심기를 이용하여 조사를 실시하였다.

2016년 7월부터 2017년 8월까지의 체적의 변화는 2016년 7월부터 2016년 11월 사이에는 모든 지역에서 퇴적이 일어난 것을 확인 할 수 있다. 그 후 2017년 8월까지 계속되는 침식이 일어났다. 특히 2016년 11월에서 2017년 3월까지의 변화량은 다른 시기에 비해 압도적으로 높은 값이 나타났다.

[GP-10]

가스하이드레이트 함유 퇴적물의 현장 지음향특성 파악을 위한 시스템 개량

박기주[1*], 김길영[1], 이주용[1], 김임학[2]
[1]한국지질자원연구원 석유해저연구본부
[2]지마텍(주)
*e-mail address : kijujin@kigam.re.kr

해양퇴적물의 지음향 특성 중 음파전달속도는 퇴적물 조직이나 다른 물리적 특성들과 매우 밀접한 상관성이 있어 다양한 분야에서 활용되고 있다. 코어를 이용하여 실험실에서 측정하거나 탄성파 자료분석을 통해 음파전달속도를 계산해낼 수 있지만, 국부적으로는 온도, 압력 등 현장 환경에 의해 큰 영향을 받아 실제 측정치와 오차가 크게 발생하는 경우가 많기 때문에 해저환경을 반영하는 지음향 특성을 분석하기 위해서는 현장 음파 전달속도를 실측하는 것이 중요하다. 이를 위해 한국지질자원연구원은 KISAP (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources Seafloor Acoustic Probe)을 개발하였으며, 가스하이드레이트 침니지역의 표층에서 현장 음향특성을 측정함으로써 가스하이드레이트의 부존 여부를 파악한 바 있다. 그러나 이 시스템의 경우 가스하이드레이트 퇴적물이 포함된 단단한 해저 지질에 삽입시 수진기 돌출로 인한 저항발생, 충격으로 인한 수진기 손상 등의 개선이 필요한 부분이 발견되었다. 이 연구에서는 기존 시스템이 가지는 문제점들을 고려하여 가스하이드레이트 함유 퇴적물에서 음파 탐지가 용이하도록 현장측정 시스템을 전면 개량 후 시험 운용하였다. 향후에는 개량된 현장 측정 시스템을 이용하여 하이드레이트의 부존 여부 뿐만아니라 침니지역 퇴적층의 해상도 높은 현장 속도자료를 획득할 수 있을 것으로 예상된다.

[GP-11]

울릉분지 북서쪽 대륙주변부 해저 산사태의 퇴적상 특성과 발생 시기

강가은[1], 박장준[1], 엄인권[2]

충남대학교 해양환경과학과[1]
한국지질자원연구원 석유해저연구본부[2]

본 연구에서는 울릉분지 북서쪽 대륙사면의 해저산사태 흔적 4곳에서 취득한 피스톤 코어를 대상으로 입도와 퇴적구조에 따라 퇴적상을 구분하여 퇴적 과정을 해석하고 색지수 L* 값 변화를 대비하여 산사태 발생 시기를 규명하고자 하였다. 코어 퇴적상은 모두 11개로 구분되었으며 크게 반원양성 퇴적과 질량류에 의해 형성된 것으로 해석된다. 이중 생물교란 니와 희미한 층리 니 퇴적상은 각각 산소가 풍부하거나 부족한 저층수 환경에서 반원양성 퇴적 작용에 의해 형성된 것으로 해석된다. 층리 니, 층리 니질사 및 괴상 모래 퇴적상은 뚜렷한 하부 경계면을 특징으로 가지며 저탁류에 의해 퇴적된 저탁류 퇴적층으로 해석된다. 니질편 니는 불량한 분급과 다양한 색과 모양을 보이는 니질편(clast)이 특징으로 나타나며, 점착성(cohesive) 쇄설류에 의해 퇴적된 것으로 해석된다. 변형된 생물교란 니, 매우 변형된 생물교란 니, 변형된 선회 니, 변형된 습곡 니 및 변형된 경사진 니는 와 다양한 형태의 변형된 퇴적구조를 특징적으로 보여주며, 슬라이드/슬럼프에 의해 다양한 정도의 변형을 받은 퇴적상으로 해석된다. 전반적으로 코어 상부에는 반원양성 퇴적상들이 주로 분포한다. 질량류 퇴적상들은 특히 주절벽(head wall scarp)과 주절벽의 하부사면에 위치한 코어의 최하부에 주로 나타난다. 퇴적물 L* 값의 변화 경향, 연대가 알려진 암색 엽리층, 화산재 층 등을 함께 이용하여 층서를 대비한 결과 질량류 및 슬라이드/슬럼프 퇴적상의 퇴적 시기는 약 20 ka이다. 따라서 연구지역의 해저산사태는 해수면이 낮았던 마지막 빙하기에 발생한 것으로 여겨진다.

[GP-12]

Dynamics of sediment resuspension enhanced by long-period waves in Masan Bay

서준영[1], 최선민[1], 하호경[1,*], 박재훈[1], 김용훈[2], 류종성[3], 최병주[4]

[1]인하대학교 해양과학과
[2]Department of Earth and Space Sciences, West Chester University of Pennsylvania, USA
[3]안양대학교 강화캠퍼스 도시환경바이오공학부
[4]전남대학교 지구환경과학부
[*]Corresponding author

Long-period waves, which induce oscillations of sea level and current with periods longer than those of wind waves, are considered as one of important driving forces for sediment resuspension in estuarine environments. The oscillations with long periods are normally generated by the propagation of free long waves induced by storms and seismic activities. The sediment resuspension caused by them can be enhanced if their oscillation periods coincide with the harbor resonance periods. Such sediment resuspension has been detected by acoustic Doppler current profilers (ADCPs) deployed at two stations (M1: 1200 kHz, M2: 1000 kHz) in Masan Bay, Korea. The Bay has an oval-shaped morphology with 2.5 km in width and 8 km in length. Depth ranges from 5 to 20 m, and becomes shallower toward inland. Two ADCP measurements showed the continuous oscillations of sediment concentration with periods of about 1 hr. Noticeable time lag (ca. 5 min) and phase difference (ca. 30°) were observed between two mooring stations which were separated 2.9 km in distance. It is resonable to believe that changes in suspended sediment concentration were under the effect of the long waves with half-wavelength (ca. 31 km). In practice, the wave motions (wave height: 6 cm) lead to amplify the entrainment of suspended sediment into upper water column once the sediment was resuspended. Much more sediments were continually in suspension making temporal fluctuations in suspended sediment concentration from 1 to 15 mg/l. In case of sediments trapped near the bed, however, the long-period waves had played little or no role in resuspension of the sediment from the bottom.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[GP-13]

Effects of *Spartina anglica* on the erosion rate of cohesive sediment in Ganghwa intertidal flat: Preliminary results

최선민[1], 서준영[1], 정성운[1], 하호경[1,*]

[1]인하대학교 해양과학과
[*]Corresponding author

In the salt marsh of Ganghwa intertidal flat, an invasive species "*Spartina anglica*" has been rapidly spreaded since it was firstly found in 2008. The different feature of *Spartina* to indigenous species can disturb the sediment deposition and erosion processes. For example, the *Spartina* attenuates current and wave, and its tussock acts as morphological roughness. As a proxy of stability of bed sediment, the erodibility can be used to estimate the effects of *Spartina* on sedimentary processes. The objectives of this study are to estimate the sediment erodibility inside and outside of *Spartina* clumps, and to reveal effects of their invasion on sediment transport processes in intertidal flat. Using a Gust erosion microcosm system, sediment core samples collected at the bare flat and *Spartina* clumps were tested under various turbulent shear stresses (0.01 - 0.6 Pa). Three sediment cores of bare flat and *Spartina* bed with and without stems exhibited the contrasting erosion patterns. The bare flat sediment, which had erosion threshold in range of 0.2-0.3 Pa, was characterized as high erodibility, compared to the sediment with *Spartina* stems. In case of *Spartina* without stems, on the other hands, the surface sediment was easily eroded (erosion threshold: 0.1-0.2 Pa) showing a typical erosion pattern of cohesive sediment with large turbidity variations. The lower erosion threshold about 0.1 Pa could be caused by deposition of fine-grained sediment (20.3 μm) resulting from the attenuation of current and wave. During the presentation, the details on how the rapid spreading of *Spartina* could influence the erodibility of cohesive sediment in intertidal flat will be further discussed.

[GP-14]

대한해협 대륙붕 니질 퇴적체(KSSM)의 탄성파 층서 및 내부구조 특성

정은지[1], 박장준[1], 엄인권[2]
[1]충남대학교 해양환경과학과
[2]한국지질자원연구원 석유해저연구본부

본 연구는 KSSM Distal Mud Deposit(DMD)에서 취득한 고해상도 스파커 탄성파 단면을 해석하여 퇴적체 층후 및 내부구조의 공간적 변화를 파악하고 퇴적단위를 구분하는 데에 목적이 있다. KSSM DMD는 부산 기장 앞바다에서부터 포항 영일만 앞바다까지 길이가 약 100km에 달하며 넓이는 최대 20km, 깊이는 최대 75m로 퇴적체의 중간부분에서 가장 깊은 구간이 나타난다. 또한 탄성파 단면상에서는 내륙 쪽에서 바다 쪽으로 갈수록 퇴적체가 첨멸하며 수중 삼각주 경사퇴적체의 형태를 보이고 내륙 쪽에는 가스를 충진한 퇴적물에 의해 음향 공백대가 나타난다. KSSM DMD는 내부 탄성파 반사면의 상호관계를 기반으로 하여 3개의 퇴적단위로 구분된다(Unit A, B, 그리고 C). DMD를 횡방향으로 가로지르는 동-서 방향의 탄성파 단면에서 가장 하부에 위치한 Unit A는 윗걸침(onlap) 패턴을 보이며, 최후 빙하기 이후 해수면이 급격하게 상승하던 시기에 발생한 후퇴퇴적으로 형성된 퇴적층으로 해석된다. Unit B는 Unit A 위에 놓이고 아랫걸침(downlap) 패턴을 보여, 해수면이 현재 해수면에 도달 한 고해수면 시기에 전진퇴적으로 형성된 퇴적층으로 해석된다. 최상부에 위치한 Unit C는 다시 윗걸침 패턴을 보이며 약 80m 이내 수심의 육지쪽에만 분포하고 있다. Unit C는 Unit B와 같이 고해수면 시기에 퇴적 되었지만 두 퇴적층 사이에 시간 간격이 존재하고 서로 다른 반사 패턴을 보인다. 따라서 Unit B와 Unit C는 서로 다른 환경 하에서 퇴적된 것으로 해석된다. DMD의 층후가 가장 두꺼운 지점을 종방향으로 가로지르는 탄성파 단면에서 북동쪽에는 Unit A가, 남서쪽에는 Unit B가 분포하며 두 퇴적단위 간에 뚜렷한 부정합이 나타난다. Unit A의 반사 패턴은 평행하게 나타나지만 Unit B는 남서쪽에서 북동쪽으로의 전진퇴적 패턴이 나타나기 때문에 두 퇴적단위의 퇴적 방향은 서로 달랐을 것으로 해석된다.

[CP-01]

Spatio-temporal distribution of dimethylsulfide and $\Delta O_2/Ar$ in the Arctic Ocean during summer 2019

최정옥[1], 정진영[1], 김인태[2], 함도식[3], 박기홍[1]

[1]한국해양과학기술원 부설 극지연구소
[2]한국해양과학기술원 해양환경연구센터
[3]부산대학교 해양학과

Dimethylsulfide (DMS) is a climate-relevant chemical species potentially involved in a feedback loop known as the 'CLAW' hypothesis. This links the biogeochemical processes in the ocean and climate change through the production of DMS-derived aerosols. Biological productivity is a key factor controlling the ocean's capacity to uptake carbon dioxide from the atmosphere as well as an important parameter to estimate DMS emission. In this study, we present the distribution of dimethylsulfide and net community production (NCP) rates calculated from O2/Ar ratios determined by continuous underway measurements on a R/V Araon's cruise through the Arctic Ocean in August 2019. Water temperature, salinity, fluorescence will be also presented to help the interpretation of temporal and spatial variation of O2/Ar ratios and DMS.

[CP-02]

Sea surface temperature and salinity responses to freshwater discharge in the Nakdong River Estuary: results from mooring observation

문수연, 김상일, 윤석현, 오현주, 김봉주

국립수산과학원 기후변화연구과

We investigated sea surface temperature and salinity using moored sensors to examine the relationship between these factors and freshwater discharge patterns in the mouth of Nakdong River from the 1st of April 2017 to the 31st of March 2018. More than 500 – 1000 $m^3\ s^{-1}\ d^{-1}$ of freshwater was frequently discharged into the estuary throughout the rainy season, but less than 200 $m^3\ s^{-1}\ d^{-1}$ was discharged through the normal season. Sluice gates of the estuarine barrage operated depending on the tide level during spring tide, but they were constantly open during neap tide. Water temperature and salinity fluctuated regularly with intermittent discharges of freshwater, whereas they were stable while freshwater discharge was continuous. Mean salinity was 29 during the study period. Salinity exceeded the mean value in the normal season and rapidly recovered after a temporary reduction. In contrast, water with salinity below the mean value prevailed in the estuary for three months over the rainy season. These results indicate that water temperature and salinity were affected by the amount of freshwater discharge, as well as the frequency of discharge on a large scale and the time over which the freshwater discharge continued.

[CP-03]

Water Quality Characteristics in the Cheonsu Bay of Yellow Sea, Korea

최윤석, 이윤, 이승민, 황운기, 허승
국립수산과학원 서해수산연구소

We studied the systematic monitoring method and construction of marine environment. Sea water samples from the Cheonsu bay of 11 stations and temperature, salinity, dissolved oxygen, COD, dissolved inorganic nitrogen(DIN), dissolved inorganic phosphorus(DIP), chlorophyll *a* were measured in the surface and bottom waters.
Spatial distribution patterns of all monitoring items were distinguishable among stations and the trend analysis by principal component analysis(PCA) during 10 years revealed the significant variations in the survey area. Spatial water qualities were discriminated into 3 clusters by PCA. Water quality was revealed same as the costal areas flowed fresh water.

1. Lim et al., Water Quality Characteristics Along Mid-western Coastal Area or Korea. Ocean & Polar research, Vol 30, pp.377-399, 2008.
2. Park et la., Temporal and Spatial Variations of Water Quality in the Cheonsu bay of Yellow Sea, Korea, Jounal of the Korean Soc. of Marine Environ. & Safety, Vol 19(5), pp. 439-458, 2013.

[CP-04]

한국 연안에서 부유미세플라스틱의 분포 특성

권오윤, 강정훈, 심원준, 홍상희
한국해양과학기술원 위해성분석연구센터

본 연구는 8개의 반 폐쇄적인 만과 연안해역 총 83개 정점에서 부유미세플라스틱(0.33-5 ㎜)의 공간 분포와 지역 특성을 확인하고자 2015년부터 2017년까지 장마기간 후인 7월에 수표생물채집망(프레임 입구직경 40×19.5 ㎝, 망목크기 330 ㎛)을 이용해 시료를 채집하였다. 채집한 시료는 3개의 크기 그룹 (0.33-0.5 ㎜, 0.5-1 ㎜, 1-5 ㎜)으로 구분한 후 해부현미경(ZEISS Model Discovery "SV8")하에서 섬유(fiber), 파편(fragment), 소구(sphere), 필름(film), 페인트입자(paint particles), EPS(expanded polystyrene)의 형태로 구분하였다. 또한 조사해역은 도시 인접해역과 시골 인접해역으로 구분하였다. 조사해역의 부유미세플라스틱 평균 풍도는 1.12-4.74 particles/m^3였고, 우점형태는 EPS, 페인트입자, 파편, 섬유였다. 도시 인접해역의 부유미세플라스틱 평균 풍도(2.85 particles/m^3)는 그 외 해역(1.87 particles/m^3)보다 약 1.5배 이상의 풍도를 나타냈다. 부유미세플라스틱 우점 형태는 도시 인접해역에서 파편과 페인트입자와 섬유였고, 시골 인접해역에서는 EPS와 섬유였다. 이와 같이 도시와 시골 인접해역간의 부유미세플라스틱 풍도 및 우점 형태가 다른 것은 지역 공간에 따른 인간 활동 차이와 관련이 있는 것으로 판단된다.

[CP-05]

Nutrient sources fueling *Cochlodinium* blooms along the coast of Korea

권형규[1], 김규범[1], 한용진[1], 서준형[1], 임월애[2], 박종우[2], 박태규[3], 한인성[2]
[1]서울대학교 지구환경과학부, [2]국립수산과학원 기후변화연구과, [3]국립수산과학원 남동해수산연구소

In this study, we used short-lived radium isotopes (^{223}Ra and ^{224}Ra) to trace the nutrient sources fueling initiation and spread of *Cochlodinium polykrikoides* blooms along the coast of Korea during the summers of 2014, 2016, and 2017. Horizontal and vertical distributions of nutrient concentrations correlated well with ^{224}Ra activities in nutrient-source waters. The offshore bloom areas showed high ^{224}Ra activities and low-inorganic and high-organic nutrient concentrations, which are favorable for blooming *C. polykrikoides* in competition with diatoms. Based on Ra isotopes, the main source of nutrients fueling initiation of *Cochlodinium* blooms (coastal area of Tongyeong) is found to be transported horizontally from inner-shore waters. However, nutrients in the spread areas (coastal area of Yeongdeok) seem to be supplied continuously from the subsurface waters by vertical mixing or upwelling. Thus, our results suggest that short-lived Ra isotopes are powerful tracers for major nutrient sources of harmful algal blooms.

[CP-06]

육상양식장 배출수가 제주 연안해역 탄소와 질소 수지 변화에 미치는 영향

이태희[1], 손영백[1], 박광섭[1], 문재홍[2], 김태훈[2], 박상률[3], 이재성[4], 김형직[5]
[1]한국해양과학기술원 제주특성연구센터, [2]제주대학교 지구해양과학과.
[3]제주대학교 해양생명과학전공, [4]한국해양과학기술원 해양환경연구센터,
[5]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터

제주 연안해역은 유네스코 생물권보호구역으로 지정되어 있으나, 최근 연안환경오염 등이 큰 문제로 대두되고 있다. 기후변화, 외래 기원 오염물질 유입, 인위적 오염물질 유입량 증가 등으로 인해 연안 생산성 감소, 해조류 대발생 등 연안생태계에 심각한 변화가 발생하고 있다. 제주에는 약 350 곳의 육상양식장이 설치되어 운영 중으로, 배출수를 통해 다량의 영양염과 유기물이 연안해역으로 유입되고 있다. 육상양식장 배출수와 해저지하수 유출을 통해 다량의 영양염이 연안으로 유입되고 조류에 의해 연안을 따라 확산되고 있다. 본 연구에서는 제주 북동부 한동 연안해역을 연구해역으로 설정하여 육상양식장, 해저지하수, 생물생산, 퇴적물에서 탄소와 질소 수지를 계산하였다. 연구해역의 면적은 850,000 m^2으로 설정하였고, 육상양식장 배출수의 배출량은 780,000 m^3/day로 추정된다. 배출수의 평균 용존무기질소(DIN)와 입자성유기탄소(POC) 농도는 각각 72.86 μM, 375.02 mg/m^3로 연안으로의 배출량은 각각 796 kg/day, 293 kg/day로 계산되었다. 용존유기탄소(DOC)와 용존유기질소(DON)의 배출량은 각각 655 kg/day, 254 kg/day로 계산되었다. 연안으로 유입되는 탄소와 질소의 유입원별로 비율을 계산한 결과, 육상양식장 배출수는 각각 75%, 72%, 해저지하수는 9%, 26%, 저층용출은 16%, 2%로 육상양식장을 통하여 연안으로 유입되는 영양염의 비중이 가장 높게 나타났다. 연안에서 외부로 유출되거나 소모되는 탄소와 질소의 비율은 일차생산에 각각 69%, 70%, 육상양식장 양식수에 19%, 20%, 퇴적물로 침강에 8%, 7%, 그리고 저층 해조류 생산에 4%, 1%가 소모되었다. 제주의 연안해역에서 육상양식장 배출수는 탄소와 질소의 주요 공급원 역할을 하고 있고, 연안 부영양화를 유발할 수 있는 가능성이 있다.

[CP-07]

Extracellular Enzyme Activities in the Solar Saltern Sediments

김하련[1], 정다운[2], 박효선[1], 김혜선[1], 양동우[1], 김종관[1]
[1]국립해양생물자원관 생태보전연구실, [2]국립해양생물자원관 응용연구실

Extracellular enzymes produced by microbes in hypersaline environments have been reported to possess a wide range of biocatalytic activities capable of functioning under the prevailing extreme conditions. To facilitate the industrial application of microbial enzymes sourced from extreme environments, we investigated the physiochemical properties and extracellular enzyme activities in solar saltern sediments. Our results indicate that high salinity induces an increase in the levels of dissolved organic carbon (DOC), which enhances the activities of cellulase, chitinase, and sulfatase by increasing the energy supplied to microbes. Therefore, enzymes and microbes that can be potentially used in future industrial applications can be found in solar saltern.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[CP-08]

남서해 연안 수산자원보호구역 표층 퇴적물 중 유기물과 중금속 농도분포 및 오염평가

이가람[1], 구준호[1], 황현진[1], 심현지[1], 김정배[1], 김상수[2], 황동운[1],
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 남해수산연구소,

수산자원보호구역은 1970년대 경제개발에 따른 산업화와 도시화의 영향으로 육상에서 유입되는 오염물질로부터 수산자원을 보호·육성하기 위하여 지정된 해역으로, 현재 해수면에는 10개의 수산자원보호구역이 지정·운영되고 있다. 본 연구에서는 수산자원보호구역내 퇴적물 중 유기물 및 중금속 농도분포 특성과 오염현황을 파악하기 위해 2017년 2월 남서해 연안 5개 수산자원보호구역(가막만, 여자만, 득량만, 완도연안, 영광연안) 54개 정점에서 표층 퇴적물을 채취하여 입도, 강열감량(IL), 화학적산소요구량(COD), 산휘발성황화물(AVS) 및 중금속(As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Pb, Zn)을 분석하였다.

퇴적물의 평균입도는 2.9～8.8Ø(평균 7.4Ø)사이로, 세립질의 니(mud) 퇴적물이 우세하고 주로 가막만, 여자만, 득량만 내측해역에 분포하고 있었다. 유기물 지표인 IL, COD, AVS는 세립질 퇴적물이 분포하고 있는 만내 내측에서 높고 다른 보호구역에 비해 영광연안이 낮았다. 유기물 오염 현황을 파악하기 위해 일본의 수산환경 퇴적물 기준과 비교한 결과, AVS는 만내 내측의 일부 정점에서 기준을 초과하였으나 COD는 모든 정점에서 기준 미만이었다. 퇴적물 중 중금속 또한 대부분 만의 안쪽에서 높고 외측연안에서 낮은 특성을 보였으며, 유기물처럼 다른 보호구역에 비해 영광연안에서 낮았다. 중금속 오염 현황을 파악하기 위해 국내 퇴적물 주의기준(threshold effects level), 오염부하량지수(pollution load index), 생태계위해도지수(ecological risk index)를 사용하여 퇴적물 내 중금속 오염도를 평가한 결과, 남서해연안 수산자원보호구역 퇴적물 중 중금속 농도는 일부 정점을 제외하면 TEL보다 낮고 저서생물에 영향을 주지 않는 안전한 상태를 유지하고 있는 것으로 파악되었다.

[CP-09]

남동해 연안 어류 가두리 양식장 표층 퇴적물내 유기물 및 중금속 오염현황

황현진[1], 이가람[1], 심현지[1], 윤상필[1], 정래홍[2], 황동운[1],
[1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 해역이용평가센터

한국의 수산물 소비량은 전 세계 다른 나라들에 비해 상당히 높고 그 양은 매년 증가하고 있으며, 이에 맞춰 1970년대 이후 남해안을 중심으로 많은 양식장이 생겨나 수산물의 생산량 또한 매년 증가하고 있다. 하지만, 양식면적의 증가, 가용먹이량을 초과한 양식시설의 설치, 장기간에 걸친 양식어장의 이용 등으로 양식장에서 발생하는 유기물 및 중금속 등과 같은 오염물질이 증가하면서 어장환경은 점차 악화되고 있다. 본 연구에서는 양식장 퇴적물 내 유기물 및 중금속 오염현황을 파악하기 위해 2014-2015년 남동해 연안 어류 가두리 양식장 20곳을 대상으로 표층 퇴적물 내 총유기탄소(Total organic carbon, TOC), 총질소(Total organic nitrogen, TN) 및 중금속(As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Zn) 농도를 조사하였다.

어류 가두리 양식장내 TOC와 TN의 평균농도는 각각 22.5 mg/g-dry와 0.33 mg/g-dry로 인접한 연안 퇴적물에 비해 상대적으로 높고, TOC/TN 값을 고려하였을 때 육상기인 유기물보다는 해역자체에서 생성된 해양기원 유기물인 것으로 파악되었다. 퇴적물 중 중금속 농도 또한 인접한 연안 퇴적물에 비해 As, Cr, Fe, Hg, Mn, Pb은 비슷하거나 낮은 반면, Cu, Zn, Cd은 높았다. 이상의 결과를 보았을 때, 가두리 양식장에서 발생한 유기물이나 중금속이 다른 해역으로 이동하지 못하고 양식장내 퇴적물에 축적되고 있을 가능성이 높다. 한편, 양식장 퇴적물 중 중금속 농도를 국내 퇴적물 주의기준(Threshold effects level, TEL)과 비교한 결과, 대부분의 중금속이 TEL보다 낮아 오염되지 않은 것으로 파악되었으나 Cu는 대부분의 양식장에서 TEL을 초과하였다. 특히, 오염부하량지수(Pollution load index)와 생태계위해도지수(Ecological risk index)를 이용하여 중금속 오염도를 살펴본 결과, 대부분의 양식장이 중금속에 대해 오염되어 저서생물에 상당한 위해성을 줄 수 있는 상태인 것으로 파악되었다. 따라서, 어류 양식장 퇴적물 중 유기물 및 중금속에 대한 오염저감 및 환경개선을 위한 체계적인 관리방안이 필요하다.

[CP-10]

^{18}O in vitro 방법을 이용한 북서태평양의 총일차생산 측정

권소연, 이인희, 함도식
부산대학교 해양학과

해양에서 식물플랑크톤의 광합성에 의한 일차생산은 전 지구에서 생산되는 양의 50%를 차지할 만큼 그 기여도가 상당히 크다. 식물플랑크톤은 호흡과 광합성을 통해 해양 표층에서 산소와 이산화탄소의 농도를 변화시키며, 이 결과로 해양-대기 유출유입량을 조절하는 중요한 역할을 하고 있다. 본 연구에서는 ^{18}O in vitro 방법을 사용하여 식물플랑크톤에 의해 아열대북서태평양에서 발생하는 총일차생산(Gross Primary Production; GPP)을 측정하였다. ^{18}O in vitro 방법이란 해수 시료에 $H_2{}^{18}O$(97%)을 주입하여 24시간 동안 배양한 후 광합성을 통해 생성된 용존 산소(^{18}O-^{16}O)를 측정하는 것이고, 이는 Membrane Inlet Mass Spectrometer(MIMS)를 사용하여 측정한다. 이 방법의 경우 배양 기간 동안 생물체의 호흡에 의해 산소동위원소비가 변하지 않아 정확한 총 산소 생산량 측정이 가능하다는 장점이 있다. 동위원소비를 측정하기 때문에 일차생산량이 적을 경우에 저농도로 생성된 용존 산소 또한 측정 가능하다. 아열대북서태평양(북위 19~20° 동경 126~134°)에서 시료 채취와 조사를 시행하였고, 조사해역은 생산성이 낮은 빈영양 해역으로 알려져 있는 아열대북태평양 환류에 위치하며, 2×10^7 km^2에 달하는 범위를 차지한다. 이는 지구상에서 가장 넓은 생태계와 가장 큰 해양 순환을 이루고 있음을 시사하며, 아열대북태평양은 전 대양의 탄소순환에 있어 중요한 바다임을 알 수 있다. 조사해역을 포함한 아열대북서태평양은 강한 쿠로시오에 의해 많은 eddy가 생성유지 되며, 태풍의 생성 장소 또는 이동 경로에 해당한다. 이러한 해양 현상들은 표층의 일차생산에 변화를 유발한다. 여러 가지 해양 물리 현상에 의해 영향을 받은 유광층 내 총일차생산을 측정하기 위해 2019년 8월 조사해역에서 해수 시료를 채취하였고, 측정한 총일차생산에 대해 발표할 예정이다.

[CP-11]

제주도 주변 연안 환경의 용존유기물의 계절적 특성

송진욱, 김태훈, 이민영, 송나영
제주대학교 지구해양과학과

제주도 주변 연안 환경의 용존유기물(Dissolved Organic Matter)의 특성을 파악하기 위하여, 월정, 한동, 세화, 하도에서 2016년 5월, 7월, 9월, 11월에 DOC (Dissolved Organic Carbon)와 CDOM (Colored Dissolved Organic Matter)를 측정하였다. 연안 해수 중 DOC 농도는 52-85 μM의 범위를 보였다. 지역적으로 월정(74±10 μM)과 한동(75±11 μM)에서 상대적으로 높은 DOC농도를 보였고, 이는 주변 인위적 배출원인 하수처리장과 양식장 배출수의 영향이 있을 것으로 판단된다. 계절적으로는 초가을인 9월에 모든 지역에서 높은 DOC 농도를 보였다. 이는, 대부분의 높은 DOC농도는 연안 안쪽 정점보다 바깥 정점에서 그리고 상대적으로 염분이 낮은 정점에서 나타났다. 이는, 제주도의 계절적 특성상 육상기원의 양자강 희석수의 영향이 큰 것으로 판단된다. DOC의 기원을 살펴보기 위해, CDOM의 상관관계를 살펴보았다. 그 결과, 상대적으로 한동과 하도에서 DOC와 $FDOM_M$의 상관관계가 높았다. 한동에서는 양식장 배출수로 유입된 다량의 입자성유기물들이 박테리아의 의해 분해되어 DOC가 생성되었다고 판단되고, 하도리 지역 역시, 철새도래지로 철새에 의한 배설물로부터 기여된 유기물이 박테리아의 활동으로 인해 DOC가 생성 된 것으로 판단된다. 하지만, 다른 지역에서는 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다. 이는 다양한 기원으로부터 공급 및 생성되는 것으로 판단이 되어, 향후 연구에서는 다양한 tracer를 이용한 연구가 필요하다.

Isolation of secondary metabolites with Anti-inflammatory Effects from the brown alga *Turbinaria ornata*

지영광[1], 문승주[1], 정은주[2], 전유진[3], 노정래[1]
[1]군산대학교 해양학과, [2]경남과학기술대학교 농학·한약 자원학부
[3]제주대학교 해양의생명과학부

Marine macroalgae are known to produce secondary metabolites that can be the source in the treatment of diseases. Among them, *Turbinaria ornata*, a brown alga in the South Pacific, is known to produce compounds with antioxidant and anti-inflammatory effects.

In our search for bioactive compounds from marine alga extract of *Turbinaria ornata* showed excellent effect of nitric oxide (NO) production and inhibition of inflammatory cytokines on RAW 264.7 cells. After partitioning the extract by activity-guided fractionation, the biologically active fractions were separated by various chromatography, including HPLC. This conduction resulted in three steroids and three sulfoquinovosyl monoacylglycerols (SQMG), and the structure of all compounds was determined by NMR and HR-MS experiments.

Each compound was further tested by the cytotoxicity and inhibition activity of cytokines : IL-10 and IL-1b for application of inflammatory bowel diseases (IBD). Especially, the fraction including three types of steroids were used in in-vivo experiments with mice. The result indicated that each compound showed excellent effect of nitric oxide (NO) production and inhibition of inflammatory cytokines, and the in-vivo experiment with mice,showed excellent effect in treating inflammatory bowel diseases (IBD).

Enhancement of Methylmercury Production in the Pacific-influenced East Siberian Shelf

김지희, 전민경, 한승희
광주과학기술원 지구환경공학부

Mercury (Hg) dynamics in the Arctic Ocean related to global climate change are under the great attention, however, field observation data have been limited particularly in the arctic shelves. In the current study, we investigated distributions of total Hg (THg), methylmercury (MeHg) and hydrographic parameters of the East Siberian Shelf (ESS) and Chukchi Slope (CS). The mean concentrations of THg and MeHg in surface (2-4 m) of ESS were 1.0±0.13 and 0.70±0.032 pM (6.7±2.6% of THg), respectively, and those of CS were 1.9±0.27 and 0.14±0.087 pM (6.9±3.8% of THg), respectively. Vertical distributions of the MeHg in the eastern ESS showed an increasing pattern by depth while that of western ESS and CS commonly showed MeHg maxima at the upper haline water. In consistent with this pattern, sediment diffusion (1.29 nmol m^{-2} yr^{-1}) was estimated as the largest input source of MeHg in the ESS. The estimated sediment diffusion was higher in the deep eastern sites (2.2 nmol m^{-2} yr^{-1}), as compared to the shallow western sites (0.83 nmol m^{-2} yr^{-1}), attributable to the dominance of autochthonous dissolved organic matter in the eastern sites. We conclude that inflow of eutrophic Pacific water through Anadyr Current and Bering Shelf Current enhanced MeHg production in the eastern ESS sediment, while terrestrial DOM input from Siberian rivers exerted ignorable influence on the MeHg production.

Marine heatwaves in the East Sea: Spatiotemporal variability and long-term trends

Joo-Eun Yoon[1], Hyun-Ju Oh[2], Jae-Dong Hwang[2], Ju-Hyoung Kim[3], Seong-Su Kim[1], Sang-min Eom[1], Hyo-ryeon Kim[1], Jang Mu Heo[1], Il-Nam Kim[1]

[1]Department of Marine Science, Incheon National University, Incheon, South Korea.
[2]Oceanic Climate and Ecology Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan, South Korea.
[3]Faculty of Marine Applied Biosciences, Kunsan National University, Gunsan, South Korea.

Marine heatwaves (MHWs) are defined as extreme ocean warming events that persist for days to months to even years and occur across thousands of square kilometers. Recent studies show that MHWs are happening more frequently, lasting longer, and causing even more negative impacts on marine ecosystems and fisheries around the world under anthropogenic climate change. East Sea is described as “a miniature ocean”, showing the physical characteristics of deep-water formation, gyre circulation, subpolar front, and eddies. The East Sea is also frequently referred to as an ideal natural laboratory to investigate the impact of anthropogenic climate changes on marine biogeochemical cycles due to short residence time of seawaters (~100 years). Until recently, however, there has been little research on occurrences and characteristics of MHWs and their biogeochemical impacts in the East Sea. Here, using available satellite-based measurements over the periods of 1983−2018, we (1) investigate spatiotemporal variability and the long-term trends of MHWs that have occurred in the East Sea by characterizing their spatiotemporal magnitude, frequency, duration, intensity, and rate of evolution, and (2) discuss the long-term biogeochemical impacts of MHWs in the East Sea.

A Comparison Between CESM2 Model Output and MSA Measurement Data from Ship Observation at Antarctic Ocean

Jaemin Ju[1,2], Daeok Youn[2], Chang-Sin Kim[3], Joohong Kim[1], Keyhong Park[1]
[1]Korea Polar Research Institute
[2]Department of Earth Science Education, Chungbuk National University
[3]Department of Offshore Resources, National Institute of Fisheries Science

The emission of dimethyl sulfide (DMS) from the ocean is one of the major natural sulfur sources to the atmosphere. The oxidation of DMS in the atmosphere produces sulfate aerosols and methane sulfonic acid (MSA). Sulfate aerosols from the oceanic DMS emission could play an important role in climate, and thus the chemical reactions related to DMS is required to be included in climate modeling studies. Especially, more than 40% of DMS is emitted in the Southern Ocean. Accurate understanding of DMS-related chemical and physical mechanisms may significantly reduce uncertainties of the climate simulations over the Antarctic region. In this study, we used CESM 2.1, the latest version of Community Earth System Model (CESM) developed by National Center for Atmospheric Research (NCAR), and the results of model were compared with observed MSA concentration data on Antarctic ocean from November 2017 to March 2018. Since the CAM-Chem, the community atmosphere model with chemistry, in CESM2.1 has no MSA species and MSA chemical reactions, the chemical reaction scheme for MSA is newly added in this study. The simulated MSA model output over Artic ocean is compared to the measured MSA data. Both simulated and observed MSA concentrations are in relatively good agreement in order. However, the spatio-temporal characteristics of the measured MSA concentration data cannot be simulated with our current model setup. Since limitations in our current modeling study are recognized, the usage of updated DMS emission inventories and better meteorological model input will be tried to improve our MSA modeling capability in near future.

[CP-16]

서해상 반응성 기체 분포와 선박 배출 특성

박준형[1], 이미혜[1], 신범철[2], 류상범[2], 정진상[3], 김상우[4]

[1]고려대학교 지구환경과학과, [2]국립기상과학원,
[3]한국표준과학연구원, [4]서울대학교 지구환경과학부

서해는 우리나라와 중국의 사이에 위치한 연해로, 대륙으로부터 지속적으로 영향을 받는 동시에 선박 배출로 인한 광화학 오염을 직접적으로 받는 지역이다. 본 연구는 서해에서 광화학 오염을 지시하는 대기 중 반응성 미량기체인 CO, NO, NO_2, NOx, SO_2, O_3, PAN (Peroxyacetyl Nitrate)과 PM_{10}, Black Carbon을 5년간 측정하고 분석을 수행하였다. 측정기기는 기상1호 2층 갑판 컨테이너 내부에 설치하였으며 2015년부터 2019년까지 총 17회의 측정을 진행하였다.

전체 측정 기간의 평균 농도는 O_3 57.7ppb, NO 1.0ppb, NO_2 4.7ppb, NOx 6.3ppb, SO_2 1.4ppb, Black Carbon 1.4$\mu g/m^3$였다. 또한, 서해 외해에서의 선박 배출 Plume은 위도 36도 이상에서 가장 많이 관측되었으며 항구 주변과 외해에서의 선박 배출의 영향을 받을 때의 평균 농도는 각각 O_3 41.5ppb, 47.4ppb, NO 7.6ppb, 3.0ppb, NO_2 11.3ppb, 11.6ppb, NOx 20.8ppb, 14.0ppb, SO_2 1.2ppb, 2.0ppb, Black Carbon 4.5$\mu g/m^3$, 3.1$\mu g/m^3$으로 전체 평균 농도에 비해 O_3 농도는 감소하고 NOx, Black Carbon 농도는 증가하였다. 이는 항구 및 내륙지역에 선박 배출이 집중되고 선박 배출 Plume의 영향을 받을 시 NOx의 농도가 증가함에 따라 titration에 의해 O_3이 분해되는 것으로 설명된다. 대륙의 OutFlow의 영향을 받은 PAN 고농도 사례 시의 O_3, NO_2의 상관 기울기가 +1.6 값을 가지는 것에 비해 선박 배출의 영향 시 기울기가 -0.15으로 O_3의 감소 경향이 뚜렷하였다. 더불어 내륙뿐만 아니라 서해 외해에서의 측정 기간 중 8%의 기간에서 선박 배출 영향을 받았으며 이는 서해가 선박 영향을 빈번히 받으며 대륙으로부터의 영향과 선박 Plume 영향이 혼재되어 Mixed된 지역의 대기 특성을 나타낸다.

The factors controlling the formation and growth of aerosol particles in the Antarctic.

Eunho Jang[1,2], Ki-Tae Park[1], Young Jun Yoon[1]
[1]Division of Polar Climate Sciences, Korea Polar Research Institute, Incheon, Korea
[2]University of Science and Technology, Daejeon, Korea

Following the climate change and its influences, the importance and interest in aerosol particles is growing. Aerosol particles in the atmosphere significantly influence on the global and regional climates by controlling radiative forcing directly and indirectly. Although aerosol particles play a key role in controlling climate change, large uncertainties still remain about the formation and growth of aerosol particles following the environmental properties. In the Antarctic environment, aerosol particles are formed naturally due to low human activities. Therefore, aerosol studies in the Antarctic has an advantage to understand natural changes induced by future climate changes. King Sejong station (62.2°S, 58.8 °W) is located in the Antarctic peninsula and surrounded by the various regional sources (e.g., Land, Sea-ice, and Ocean) for aerosol particles. In this point, King Sejong station is a place where has potentiality to reveal the intensity and influence of the different sources on the formation and growth of aerosol particles.

In this regard, physical properties of aerosol particles and atmospheric dimethylsulfide (DMS) concentration were continuously measured on this site from December 2018 to March 2019. To reveal the factors controlling the formation and growth of aerosol particles, the hourly mean size distributions of aerosol particles ranging from 7.6 to 310.6 nm were classified based on the k-means clustering. Then, each clusters matched up with travel history based on HYSPLIT model and satellite-based estimations about environmental properties. To this end, this study presents the patterns of formation and growth of aerosol particles following the origin of the air-mass and environmental factors.

평형기 주입식 질량분석기를 이용한 pCO_2 관측

이인희[1], 함도식[1], 강동진[2]
[1]부산대학교 해양학과
[2]한국해양과학기술원 해양환경연구센터

산업 혁명 이후 대기에 방출된 과량의 이산화탄소로 인해 전 지구 탄소 순환은 급격한 변화를 겪고 있다. 해양은 대기 중 이산화탄소의 약 30%를 흡수하여 탄소 순환에서 큰 저장고 역할을 한다. 따라서 해양-대기 이산화탄소 교환량을 정확하게 평가하는 것은 지구 탄소 순환에 대한 이해를 높이는데 중요하다. 일반적으로 해양의 pCO_2는 해수-대기 평형기와 비분산 적외선 분석기를 결합한 시스템을 이용하여 측정되고 있다. 이 방법은 CO_2가 특정 파장의 적외선을 흡수하는 성질에 근거하여 흡수량의 변화를 통해 pCO_2를 측정한다. 본 연구에서는 평형기 주입식 질량분석기(Equilibrator Inlet Mass Spectrometer; EIMS)를 이용하여 pCO_2 관측을 수행하였다. 이 방법은 해수-대기 평형기에서 평형을 이룬 기체를 사중극자 질량분석기에 주입하여 검출한다. 총 압력의 미세한 변화로 생길 수 있는 영향을 최소화하기 위해, CO_2를 총 압력과 유사한 거동을 보이는 Ar으로 정규화 시킨 CO_2/Ar을 측정하였다. CO_2 농도로 환산하는 과정은 다음과 같다. CO_2/Ar 값을 알고 있는 세 개의 표준 기체를 일정한 간격으로 측정한다. 기기 변동을 보정하고 검정 곡선을 얻기 위해 각 표준 기체의 측정값을 대상으로 선형 보간법(linear interpolation)을 실시한다. 이 후, 구간별로 선형 회귀 분석을 실시해 얻은 검정 곡선을 이용하여 기체의 CO_2/Ar을 보정한다. EIMS 시스템에서 얻은 O_2/Ar과 optode 센서를 이용해 독립적으로 측정한 O_2 농도를 이용하여 pAr을 계산한다. 계산한 pAr을 CO_2/Ar에 곱해주어 pCO_2 농도로 환산한다. 본 시스템은 1분 미만의 고해상도로 CO_2와 함께 해양의 주요 용존 기체(CH_4, N_2, O_2 등)를 동시에 관측할 수 있다는 장점이 있다. 향후 새로운 pCO_2 관측 방법의 질을 높이기 위한 실험을 진행하고, 수집된 자료와 비분산 적외선 분석기를 이용하여 수집된 자료간의 상호 비교 결과를 확인할 예정이다.

Isolation of compounds with intestinal inflammatory responses from the marine sponge *Stylissa* sp.

이상범[1], 문승주[1], 정은주[2], 노정래[1]
[1]군산대학교 해양학과
[2]경남과학기술대학교 농학·한약 자원학부

The known alkaloids compound (1-4) and one cyclic peptide were isolated from the sponge *Stylissa* sp. In an effort of searching for compounds with anti-inflammatory effect, we have preliminarily screened five marine sponge species inhabiting in the Philippines sea. In the present study, By activity-guided fractionation, we partitioned the extract and then biologically active fractions were separated by diverse chromatography including HPLC. All compounds were determined by NMR and MS experiments. Especially, three alkaloids were featured by possession of contained bromine atom(s). We attempted to investigate the anti-inflammatory properties of (10*Z*)-debromohymenialdisine (**1**) isolated from marine sponge *Stylissa* species using an intestinal in vitro model with a transwell co-culture system. The treatment with **1** attenuated the production and gene expression of lipopolysaccharide (LPS)-induced Interleukin (IL)-6, IL-1β, prostaglandin E2 (PGE2), and tumor necrosis factor-α in co-cultured THP-1 macrophages at a concentration range of 1 - 5 μM. These findings suggest the potential use of **1** as a pharmaceutical lead in the treatment of inflammation-related diseases including IBD.

A study on the carbonate system in the Western Indian Ocean

박소예나[1], 최상화[2], 노태근[2], 강동진[1]

[1]한국해양과학기술원 해양환경연구센터,

[2]한국해양과학기술원해양기기개발운영센터

인도양 서측해역에서 탄산염계 특성을 파악하기 위하여 2017년 7월(67° E/5° N~16° S; KIOS2017)과 2018년 4월(60° E/3° S~13° S, 67° E/3° S~25° S; KIOS2018), 2019년 5월(60° E/3° S~27° S, 67° E/3° S~27° S; KIOS2019) R/V이사부를 이용하여 해수 중 용존무기탄소(Dissolved Inorganic Carbon, DIC)와 총알칼리도(Total Alkalinity, TA)를 분석하였다. VINDTA 3C를 이용하여 DIC와 TA는 각각 전류량법과 전위차법으로 측정하였으며 표준물질(Dr. Dickson, CRM Batch #150, 161, 179)을 사용하여 농도를 보정하였다. 자료의 시간적 변화를 보기 위하여 1994년 12월부터 1996년 1월까지 수행된 WOCE/JGOFS의 I02, I03 관측자료와 비교하였다. 수층의 탄산염계 특성을 파악하기 위하여 염분으로 정규화한 DIC, TA로 Deffeyes diagram을 살펴보았으며 TrOCA(Tracer combining Oxygen, inorganic Carbon, and total Alkalinity, Touratier and Goyet, 2004)를 이용하여 1994~1996년, 2017년, 2018년, 2019년의 anthropogenic carbon(Cant)을 계산하였다.

지난 25년간의 상층 1500 m 이내의 DIC inventory 값의 변화량을 비교하기 위하여 KIOS 관측자료와 WOCE 관측자료에서 위경도가 비슷한 67° E/7° S~8° S, 67° E/20° S, 60° E/7° S~8° S, 60° E/20° S~23° S의 해역에 있는 정점의 1500 m 상층에서 수주(water column)의 평균 DIC inventory(inC)와 평균 anthropogenic carbon inventory(in Cant)를 추정하였다. WOCE(1990’ S)와 KIOS(2010’ s)의 표층부터 1500 m까지의 inC는 각각 3299 mmol C/m2,3369mmolC/m2로 나타났으며, 위도 20° S~23° S의 남쪽 해역과 7° S~8° S의 북쪽 해역에서 각각 KIOS가 64 mmol C/m2,76mmolC/m2높은 것으로 추정되었다. 1990년대와 2000년대 모두 in C의 평균값이 북쪽에서 남쪽보다 높게 나타났다. 또한 상층 1500 m 이내의 in Cant를 비교해보면 1990년대보다 2000년대에 8.9 mmol C/m2높게 나타났으며 남쪽보다 북쪽에서 더 큰 증가량을 보였다

.

[SDP-01]

춘계 식물플랑크톤 대증식에 악천후가 미치는 영향 연구

현명진[1,2], 이호원[1], 원종석[1,3], 양원석[1,3], 조성태[1], 노재훈[1,2,3*]
[1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교 해양과학전공, [3]한국해양대학교 해양과학기술융합학과

온대해역에서 식물플랑크톤의 계절적 대증식은 온대해역이 높은 연간 탄소고정능력을 갖게 되는 중요한 현상이다. 이에 따라 식물플랑크톤의 춘계 대증식은 변해가는 지구환경을 연구하는데 있어서 중요한 연구주제일 뿐만 아니라, 이에 연계되는 다양한 물질의 전지구적 순환에도 기본연구로써 의미가 있다. 따라서 본 연구는 2019년 4월 17일부터 5월 13일 까지 26일간 이어도 해양과학기지에서 연속 체류를 하여, 춘계 간 이어도 해역의 식물플랑크톤 대증식 특성을 연구하였다.

연구 기간 동안 식물플랑크톤의 군집은 4월 21일과 29일의 2회에 걸쳐서 Chl a 정점을 나타냈다 (21일 4.57 μg L^{-1}, 29일 5.65 μg L^{-1}). 하지만, 이렇게 춘계대증식의 정점을 나타내었던 기간 동안, 이어도 과학기지 해역에는 지속되는 연속적인 짙은 구름과 짙은 안개로 인해 식물플랑크톤의 일차생산력에 원동력이 되는 광량이 크게 저해 받는 현상이 생겼다. 4월 21부터 5월 1일까지 10일간 일조시간이 5.3시간 이하로 유지가 되었으며 28일과 30일에는 0시간의 일조시간을 기록하였다. 하지만 이 기간 중에도 예외적으로 4월 27일에는 맑은 날씨를 보였다.

이러한 악천후는 식물플랑크톤의 생산력에 크게 영향을 준 것으로 나타났다. 표층의 일차생산력을 Chl *a* 농도, 일간 평균 대기광량, P_{max}을 변수로 다중회기분석을 시행하고, 이를 바탕으로 각 요소의 일차생산 기여도를 분석하였다. 그 결과 낮은 광 환경이 조성되었던 4월 19일 ~ 5월 1일간은 Chl *a*의 일차생산에 대한 기여도가 42 ~ 77 % 의 높은 값을 나타내며 해당기간 동안의 일차생산을 이끌었으며(4월 27일 제외), 광량은 5 ~ 24 % 의 낮은 기여도를 나타내며 일차생산의 제한요소로 작용하였다. 반대로 5월 3일부터 조사의 종료일인 13일 까지는 Chl *a*가 제한이 되고, P_{max}가 주로 생산력을 이끄는 상반된 경향이 나타났다. 이에 따라 낮은 광의 기간 동안에는 높은 P_{max}가 Chl *a*의 농도를 높이고, 이러한 Chl *a* 가 다시 높은 생산력을 나타내는 데에 2일의 간격이 필요한 것으로 나타났다. 반면에, 광이 제한되지 않았던 기간 동안은 P_{max} 값은 빠르게 일차생산력으로 전환이 되어 시간적인 지연 없이 P_{max}과 일차생산이 상관관계를 나타내는 패턴을 보였다.

낮은 광 환경은 P_{max}에도 영향을 주었다. 4월 23일 ~ 29일 간은 P_{max} 값이 일평균 대기광량과 양의 상관관계를 보였으며 ($r = 0.78$), P_{max}를 광량, Chl *a* 농도, 3가지 분류군별 지시색소를 사용하여 multiple regression을 수행한 결과, $p = 0.03$, $r^2 = 0.7773$ 의 값을 나타내며, 해당 변수들이 P_{max}와 유효한 상관관계가 있음을 확인하였다.

따라서 본 연구에서는 춘계 대증식간 식물플랑크톤 군집의 일차생산은 저광의 환경이 형성이 되었을 때, 광합성의 명반응을 수행할 에너지가 적어서 억제되기도 하지만, P_{max} 또한 억제를 하면서 중복적으로 식물플랑크톤 군집의 생산 및 생장을 저해할 수 있음을 확인하였다.

[SDP-02]

이어도 과학기지를 활용한 제주남서해역의 광역표층해류관측

박준성[1], 송규민[1], 정진용[2], 심재설[2]
[1]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터, [2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터

이어도 과학기지는 제주 남서쪽 150km 지점에 위치해 있으며, 우리나라를 통과하는 태풍의 길목에 있다. 특히 이어도 과학기지와 제주도 사이의 해역(제주 남서해역)은 제주해협과 남해역에 영향을 미치는 쿠로시오 해류의 지류와 양자강 저염분수 등의 이동 경로로서 해양학적으로도 매우 중요하다. 또한 최근에는 중국에서 발생한 괭생이 모자반의 제주도 유입으로 큰 피해를 입으면서 이동 경로 파악을 위해 이어도 과학기지는 전초기지 역할로 부상되고 있다. 따라서 이어도 과학기지 주변의 해류 관측에 대한 필요성이 대두되고 있다.

제주 남서해역의 해류 특성을 파악하기 위해서는 한 지점 보다 광역의 해류장이 필요하여 해양 고주파 레이더를 활용하는 방법을 모색하였다. 고주파 레이더는 2기 이상의 레디얼 사이트를 운영해야 해류장이 획득되기 때문에 이어도 과학기지와 제주 남서쪽에 각각 1기 씩을 운영하였다. 특히 과학기지의 경우 철근 구조물로 되어 있어 전파를 이용한 장비를 운용하는데에 상당한 어려움이 있었으며 지속적인 전파환경 분석을 통해 고주파 레이더 운용이 가능할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 이어도 과학기지를 활용해 고주파 레이더 운용으로 제주남서해역 광역의 표층해류장을 생산 가능성을 검토하고, 효율적인 설치 및 지속적인 운용방안을 제안하고자 한다.

[SDP-03]

Air-sea fluxes of moisture, heat, and momentum at Socheongcho Ocean Research Station in the Yellow Sea

윤정희, 하경자
부산대학교 대학원 지구환경시스템학부

This study focuses on the measurement and analysis of air-sea fluxes of moisture, heat, and momentum at the Socheongcho ocean research station (S-ORS) over the Yellow Sea. Installed in October 2014, S-ORS is an important site for monitoring various ocean and weather phenomena. However, some potential limitations in scientific usage are present because the observation data could be distorted under atmospheric and oceanic conditions. Here, this study examines methods for improving the quality of air-sea fluxes and the dependency of flux data on atmospheric conditions. First, the 20 Hz S-ORS data is improved through a quality control method, including sequential and parallel processes. It is noted that the factors in the erroneous flux measurements are horizontal wind speed, significant wave height, relative humidity, and visibility. In particular, many water vapor records are eliminated by this method. This study determines that the flux data became contaminated owing to intense sea fog under weak wind and stable conditions. The reliability of the qualified data is determined by demonstrating their close match with National Centers for Environmental Prediction Global Data Assimilation System/Final Global Surface Flux Grids dataset except for a short-term discrepancy in the mixing ratio. Second, this study examines the relationship between wind speed and surface turbulent fluxes according to the stability. Although latent and sensible heat fluxes depend on wind speed in unstable conditions and spread with winds stronger than 10 ms-1 in the stable condition, the friction velocity closely follows the Charnock relation-based prediction except for overestimation under unstable conditions. The present study reveals that seasonality in terms of weather conditions, including stability, modulates the characteristics of turbulent fluxes at S-ORS.

[SDP-04]

황해상 소청초 해양과학기지의 대기 중 $PM_{2.5}$ 측정

곽규일[1], 전한얼[1], 이호준[1], 이미혜[1], 정진용[2], 정종민[2], 심재설[2]
[1]고려대학교 지구환경학과, [2]한국해양과학기술원

소청초 해양과학기지는 위도 37.2와 경도 124.4로 소청도 기준 37km 남쪽에 위치해 있다. 해양과학기지는 국지적인 오염원이 없고, 국내로 유입되는 오염물질의 장거리 이동 특성을 파악할 수 있는 장점이 있다. 소청초에서는 $PM_{2.5}$, PM_{10}, Black carbon(BC), O_3, CO, CO_2, CH_4, H_2O를 실시간으로 자동 연속 측정하고 있다. $PM_{2.5}$와 BC는 베타-광선 흡수법 (Beta-ray Absorption Method, Model FH62C14, Thermo. Inc, USA)과 다각 흡수식 광도계 (Multi Angle Absorption Photometer, MAAP; Model 5012, Thermo. Inc, USA)로 측정 중에 있다. 본 연구에서는 소청초 해양과학기지 자료 중 2014년 10월 ~ 2019년 6월 간의 데이터를 분석하였다.

소청초 $PM_{2.5}$과 PM_{10} 평균 농도는 각각 20.7 μg/m^3, 38.7 μg/m^3 이고 최대값은 164.8 μg/m^3, 330 μg/m^3 이였다. $PM_{2.5}$, PM_{10} 월 평균 농도는 둘 다 3월이 가장 높았고, 평균적인 계절적 변화는 봄, 겨울에 높고 여름에 낮았다.
소청초 기지내에서 수집되는 AWS(Automatic Weather System) 자료 중 습도, 풍향, 풍속을 이용해 $PM_{2.5}$ 와 PM_{10}의 경향성을 분석하였다. Potential Source Contribution Function (PSCF) 을 이용하여 $PM_{2.5}$ 배출원 분포를 분석한 결과, 소청초는 중국의 산둥성과 북한에서 기인하였다. 소청초 해양과학기지의 실시간 대기질 모니터링을 통해 $PM_{2.5}$ 배출원 분포 파악 및 배출지역을 추적할 수 있다. 장거리 수송에 의한 결과인 1차 입자상의 물질과 광화학 반응 과정으로 인해 생성되는 2차 입자상의 물질의 특성을 분석하였다.

[SDP-05]

해양과학기지 간 관측선에서의 하계 환경 특성에 따른 식물플랑크톤 반응 연구

이호원[1], 현명진[1,3], 안성민[1], 최동한[1], 정진용[2], 노재훈[1,3]
[1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터,
[2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터,
[3]과학기술연합대학원대학교

하계 황해 및 동중국해 해역은 수온과 염분 등 물리적인 특성의 성층뿐만 아니라, 외해역에서 유입되는 고온/고염의 대마난류와 양자강으로부터 유입되는 저염수 및 연안수 유입 등의 영향으로 복잡한 해양환경을 구성한다. 또한 양자강에서 유입되는 많은 양의 저염수는 그 강도에 따라 동중국해 해역에서부터 확산되어 우리나라 서해 및 남해역의 생태계에 영향을 준다. 해양의 주요 일차생산자인 식물플랑크톤은 앞서 설명한 물리·화학적인 요인들의 변화에 따라 시·공간적 분포를 달리하는데, 양자강 저염수에 포함되어 있는 높은 농도의 영양염은 식물플랑크톤 생장에 직·간접적 영향을 주어 군집 구조와 이에 따른 생물량 및 생산성의 변동을 일으킨다.

본 연구는 2016년 8월과 2019년 7월 한국해양과학기술원 온누리호에 승선하여, 우리나라 황·동중국해 해역에 위치한 정점의 물리·화학적 환경 변화에 따른 식물플랑크톤 생물량, 군집구조 및 생산성 등 식물플랑크톤 특성 변동을 파악하고자 하였다. 각 조사기간 동안 초미세식물플랑크톤(pico-sized phytoplankton)이 우점하는 2019년 7월 하계기간과 달리, 미소식물플랑크톤(micro-sized phytoplankton)이 높은 비율로 우점 하며, 상대적으로 높은 생체량을 나타냈다. 또한 착편모조류(Prymnesiophyceae)가 우점하는 일반적인 하계기간과 달리 2019년 7월 은편모조류(Cryptophytes)가 가장 높은 비율로 나타나며, 높은 일차생산력을 보였다. 본 연구결과를 통하여 하계기간 환경 영향에 따른 식물플랑크톤 군집구조의 뚜렷한 차이를 관측 할 수 있었다. 또한 환경변화가 해양 생태계의 먹이망에 있어 가장 하위 단계에 위치하여 에너지를 공급하는 식물플랑크톤의 변동을 조절하며, 이에 따라 상위 생태계의 변화를 일으킬 수 있음을 발표를 통해 논의하고자 한다.

[SDP-06]

NGS분석 기법을 이용한 소청초 해양과학기지 수역의 춘계 초미소 식물플랑크톤 다양성 연구

원종석[1,2], 최동한[1,2], 양원석[1,2], 안성민[1], 이호원[1], 김지훈[1,2], 현명진[1,3], 노재훈[1,2,3]
[1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터,
[2]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과,
[3]과학기술연합대학원대학교

초미소 식물플랑크톤은 세포 직경이 3 ㎛ 이하인 원핵생물(picocyanobacteria)과 초미소 진핵생물(picoeukaryotes)을 포함하며. 이들은 일차생산, 먹이망 및 생지화학적 순환에 중요한 역할을 하며, 이들의 생체량 및 군집구조 및 다양성의 변동은 그 해역의 환경에 따라 달라짐으로 생태계 반응의 지표로서 활용될 수 있어 생태학적으로 중요한 위치를 지닌다. 초미소 식물플랑크톤은 크기가 작아 이전 분류학적 방법으로 분류가 어렵다는 문제점이 있었으나, NGS (Next-generation sequencing)기법의 발달로 활발히 연구가 진행되고 있다. 춘계대번성은 온대해역에서 가장 중요한 이벤트 중 하나로 해황과 이들의 군집 구조 및 다양성이 역동적으로 변하는 시기이므로 특히 중요한 시기이다. 그리하여 본 연구는 picoeukaryote와 picocyanobacteria의 군집구조 변화를 각각 plastid 16s RNA와 16s-23s ITs gene sequencing을 이용하여 2017년도, 2018년도 소청초 과학기지 춘계 대 번성 기간의 초미소 식플랑크톤 군집구조의 변동 특성을 비교하였다.

2017년, 2018년 대번성 시기에 picoeukaryote의 생체량 증가는 *Micromonas* (Chlorophyta) 속(genus)이 이끄는 유사한 패턴을 보였으며, 대번성 중반부터 미세먼지와 황사로 인한 외부영향으로 Chl-a 농도가 일시적으로 증가하는 현상을 보였으나, 초미소 식물플랑크톤 군집구조 변화를 이끌어 내지는 못하였다. 대번성 이전 기간에는 N/P비율이 높을수록 번성에 유리한 것으로 알려진 *Phaeocystis globosa* (Haptophyta)가 2018년도에 두 배 가량 높게 우점 하였다.

Picocyanobacteria는 대번성 전 중 모두 *Synechococcus* clade I 이 85%이상 우점하는 공통점이 보이나, 2017년도가 2018년도에 비해 clade VI가 평균 두 배 높은 차이를 보였다. clade VI는 빈 영양으로 갈수록 비율이 증가하는 특성을 나타내며, 이는 2018년 대번성 초기 해무로 인해 성층이 약해지면서 nitrogen의 공급이 지속된 영향인 것으로 사료된다.

단기적으로는 물리, 환경 및 영양염 차이에 따른 군집구조 변화를 확인할 수 있었으나, 장기적인 모니터링을 통해 지역적 혹은 전 지구적 환경변화에 의한 황해 중부 해역의 변화를 확인할 필요가 있다. 결론적으로 해양 환경의 차이는 군집구조에 직접적으로 반영되면서 1차생산량의 변화, 탄소순환, 먹이망 구조에 영향을 미치게 되므로, 장기적인 모니터링을 통해 얻어진 자료는 환경변화에 따른 식물플랑크톤 생태과정 이해와 미래변화 예측에 중요한 자료가 될 것으로 생각된다.

[SHP-01]

The dynamics of coral-algal interaction on subtidal benthic community in the coast of Jeju Island: A phase shift from seaweed to coral dominance

송병수[1], 최선경[1], 문경림[1], 김태현[1], 김상일[2], 박상률[1]
[1]제주대학교 해양생명과학과
[2]국립수산과학원 기후변화연구과

제주해역은 기후변화의 최전선으로 태풍과 같은 대형 교란현상에 영향을 받아서 해양생태계 변동이 매우 활발하다. 또한, 기후변화에 의한 수온의 증가로 인해 제주 해역 내 해양생태계에서 아열대 종(산호류)의 증가가 관찰되고 있으며, 이는 해조류와 경쟁관계에 놓이게 되었다. 본 연구는 저서군집에 인위적인 교란을 가한 후, 각 군집의 회복 양상을 통해 산호류와 해조류와의 공간 경쟁을 알아보았다. 본 연구는 제주 토평에서 2016년 5월부터 2019년 5월까지 매 계절마다 진행되었으며, 실험 조건은 방형구(50 × 50 cm)내 모든 생물을 제거(all clearing), 산호류만 제거(Coral removal), 해조류만 제거(Algae removal)와 대조구(control)로 설정하였다. 실험 설정 이전 제주 토평지역의 피도는 산호 31.1±6.3%, 해조류 75.4±8.1%가 관찰되었다. 실험 설정 이후 모든 생물 제거구에서 산호의 피도는 2016년 1.5±0.8%에서 2019년 7.2±2.3%로 증가하였으나 해조류의 피도는 2016년 30.9±6.2%에서 2019년 28.3±5.5%로 변화가 관찰되지 않았다. 해조류 제거구에서 산호의 피도는 2016년 38.9±7.5%에서 2019년 57.3±9.6%로 증가하였으며 해조류는 2016년 20.8±3.6%에서 2019년 12.3±2.4%로 감소하였다. 대조구와 산호 제거구는 해조류 제거구와 비슷한 양상을 보이며 산호의 피도는 증가하였고, 해조류의 피도는 감소하였다. 또한 실험 설정 이전 약 40%의 피도로 우점하고 있던 감태의 경우 대조구와 산호 제거구에서 고수온과 태풍의 영향으로 감태가 제거된 이후 가입이 거의 이뤄지지 않았으며 모든 생물 제거구와 해조류 제거구는 실험 설정 이후 감태의 가입이 거의 이뤄지지 않았다. 따라서 모든 실험구와 대조구에서 산호의 피도는 증가한 반면 해조류의 피도는 감소 또는 변화가 없었다. 결과적으로 공간 경쟁에서 해조류 보다 산호가 우세하며 대형 교란현상에 영향을 많이 받는 제주 연안의 경우 산호의 우점도가 점차 증가할 것으로 판단된다.

[SHP-02]

Different photosynthetic characteristic by phytoplankton cell size in the East Sea during the spring season in 2016

강재중[1], 이재형[1], 이다빈[1], 조나은[1], 장효근[1], 강창근[2], 이상헌[1]
[1]부산대학교 해양학과, [2]광주과학기술원 지구환경공학부

The Ulleung Basin (UB) is considered as a biological hot spot due to higher primary productivity than other oceanic regions in the East Sea. Recently, the East Sea including the UB have experienced various environmental changes in physical, chemical, and biological properties. Especially, elevated water temperature could induce alternation in phytoplankton community structure dominated with small-size (0.7 - 2.0 μm) phytoplankton. To compare and understand photosynthetic characteristic of small- and large-size (> 2.0 μm) phytoplankton in the UB and other oceanic region (central part of the East Sea), measurements of size-fractionated carbon uptake rates using a ^{13}C isotope tracer technique were conducted during the spring in 2016. Turnover rates of small phytoplankton (UB: 0.159 ± 0.0065 h^{-1}; Other: 0.0086 ± 0.0032 h^{-1}) were several times higher (t-test, $p < 0.01$) than those of large phytoplankton (UB: 0.0012 ± 0.0010 h^{-1}; Other: 0.0028 ± 0.0021 h^{-1}) in the both regions. However, the hourly carbon uptake rates of large phytoplankton (UB: 43.6 ± 9.8; Other: 25.3 ± 4.6 mg C m^{-2} h^{-1}) integrated from 100% to 1% light depth were relatively higher (Other: t-test, $p < 0.01$) than those of small phytoplankton (UB: 35.4 ± 2.7; Other: 16.6 ± 2.9 mg C m^{-2} h^{-1}), although no statistical difference was found between small and large phytoplankton in the UB (t-test, $p > 0.05$). This result suggests that the large phytoplankton had a higher physiological activity than small phytoplankton during the spring in 2016. Indeed, chlorophyll-a specific productivity (defined as carbon uptake rate per chlorophyll-a concentration) of large phytoplankton (UB: 3.16 ± 0.89; Other: 1.99 ± 0.99 mg C mg Chl-a^{-1} d^{-1}) was relatively higher compared to small phytoplankton (UB: 2.27 ± 0.88; Other: 1.27 ± 0.20 mg C mg Chl-a^{-1} d^{-1}), although no statistical difference was observed. During the study period, the total hourly carbon uptake rates (sum of small and large) in the UB (79.0 ± 12.2 mg C m^{-2} h^{-1}) were 1.8 times higher (t-test, $p < 0.01$) than those in other oceanic region (41.9 ± 3.7 mg C m^{-2} h^{-1}). A significant negative relationship ($R^2 = 0.883$, $p < 0.05$) was found between the small phytoplankton contribution and the total primary production in the UB, which indicates that the primary production in the UB could be reduced evidently in future marine ecosystem dominated by small phytoplankton under global warming.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

[SHP-03]

Responses of bacterial communities associated with fish farming-induced environmental impact in coastal sediment

최아연[1], 이태권[2], 조혜연[1], 이현지[1], 이원찬[3], 현정호[1*]
[1]한양대학교 해양융합과학과, [2]연세대학교 환경공학과,
[3]국립수산과학원 어장환경과

Temporal variations of benthic microbial composition and community structures, in combination with sediment geochemistry and microbial sulfate reduction, were investigated to accurately assess the environmental impact of fish farming at three stages of aquaculture activities; (1) early- (after stocking of juvenile fish), (2) mid- (during intensive fish culturing), and (3) post- (immediately after harvesting). In the sediment, sulfate reduction rate and its metabolites (NH_4^+, PO_4^{3-}, and H_2S) concentrations were significantly higher at mid and post stages than at the early stage. Accordingly, bacterial communities at mid and post stages were distinct from those of early stage and control. *Gammaproteobacteria* and *Deltaproteobacteria* dominated microbial communities at all fish farming stages, whereas *Sulfurovum* in *Epsilonproteobacteria* appeared significantly only at highly sulfidic conditions (i.e., mid and post stage). It demonstrated that microbial communities, especially the appearnce of *Sulfurovum*, provide essential information on the temporal variations in sediment conditions, reflecting the intensity of aquaculture of aquaculture activities during the farming cycles.

2019년 한국해양학회 추계학술발표대회
10월 31일(목)~11월 1일(금)

Transcriptome profiling reveals thousands of genes expressed differently between northern and southern populations of the subtropical coral from Jeju Island

강지현[1], 장지은[2†], 윤종환[3†], 변서연[2], 김상일[4], 박상율[5], 이민호[3*], 이혁제[2*]
[1]고려대학교 곤충연구소
[2]상지대학교 생명과학과 분자생태및진화학실험실
[3]가톨릭대학교 가톨릭정밀의학연구센터
[4]국립수산과학원 기후변화연구과
[5]제주대학교 해양생명과학과 하구및연안생태학실험실

*Author of Correspondence
†Equal contribution

Due to recent climate change, marine ecosystems in temperate regions have largely been affected by rising seawater temperatures. *Alveopora japonica*, a small zooxanthellate scleractinian coral, is known to occur in the northwestern Pacific including Jeju Island in Korea, Taiwan and Japan. This species has recently undergone rapid population growth in Korean coastal waters, with having devastating impacts on local biodiversity. In this study, we performed whole transcriptome analysis between the northern (Geumneung) and southern populations (Bomok) of *A. japonica* occurring in Jeju Island to link a temperature gradient to gene expression differences between the sites. We also investigated whether certain genes showed significant differences in their expression profiles in relation to the body color and water depth. We found approximately 3,000 genes expressed differently between the northern and southern populations. However, only tens (10~40) of genes were observed to be transcribed differently between shallow and deep populations, and also between green and brown individuals of *A. japonica*. Excitingly, transcriptional differences in green fluorescent protein (GFP) contribute to the body color difference in this species. Our work will provide insightful information on the ecological or physiological responses of the subtropical coral to different temperature and depth conditions.

[SHP-05]

Expressions of floral homeotic genes, APETALA1 (AP1) and AGAMOUS (AG) in the annual and perennial *Zostera marina* populations

강선경, 김승현, 임제니퍼, 김혜광, 송휘준, 이근섭
부산대학교 생명시스템학과

The seagrass, *Zostera marina*, which is a marine flowering plant, is the most abundant species in temperate waters of the Northern Hemisphere. Although *Z. marina* is generally considered to be a perennial, annual populations of this species have been reported from many geographical locations. At the study site in Jindong Bay, located on the southern coast of Korea, *Z. marina* population in shallow area exhibits a perennial life history, whereas the deep *Z. marina* population exhibits an annual life history. Floral homeotic genes, which control floral organ conformation and flowering time in the MADS-box, are well studied in terrestrial plants, but not in marine plants. Floral homeotic gene expression and biological parameters such as shoot density and biomass in both shallow and deep *Z. marina* populations were investigated in this study. Seedlings from the deep and shallow populations and adult shoots form the shallow population were collected to detect different gene expressions using quantitative real time PCR from January to April 2019 (before and after flowering season). The maximum density ratio of flowering shoots/total shoots was 81% in the deep population, but was 17% in the shallow population. The floral homeotic gene APETALA1 (AP1) was highly expressed just before and after flowering development periods (March and April) in the deep population, but exhibited low expression levels throughout the entire experimental period in the shallow population. However, the floral homeotic gene AGAMOUS (AG) did not show different expression patterns between the shallow and deep *Z. marina* populations. This study will provide valuable information for better understanding the life history strategies of *Z. marina* from a genetic perspective.

[SHP-06]

갯끈풀 및 칠면초 군락의 저서군집구조

임현식, 이진영, 정양섭
목포대학교 해양수산자원학과

갯끈풀 및 칠면초 군락이 대형저서동물 군집에 미치는 영향을 파악하기 위하여 강화도 동검리 지역에서 조사를 수행하였다. 현장조사를 위해 갯끈풀 군락과 칠면초 군락, 대조구로 3개의 조사구를 설정하였고 2017년 6월부터 10월까지 월별조사(5회)를 수행하였으며, 2018년은 2월과 4월, 8월 및 2019년 4월에 걸쳐 총 9회의 현장조사를 수행하였다. 또한 2018년 8월 및 2019년 4월 조사 자료를 이용하여 갯끈풀 원형 군락의 중심부 및 가장자리에 서식하는 저서동물 군집의 차이를 파악하였다. 저서동물 채집은 각 조사구에서 box core(25cm×20cm×30cm)와 동일한 표면적의 갯끈풀과 칠면초의 지상부를 별도로 채집한 다음 뿌리를 포함한 퇴적물은 5회씩 반복 채집하였다. 조사기간 동안 갯끈풀 서식지에서는 총 29종, 203 ind./m^2 및 89.0 g/m^2의 대형저서동물이 출현하였으며, 칠면초 서식지에서는 총 30종, 390 ind./m^2 및 151.1 g/m^2이 출현하였다. 대조구에서는 총 43종, 269 ind./m^2 및 75.5 g/m^2의 출현하여 갯끈풀 군락의 저서군집이 칠면초 군락과 대조구보다 빈약한 양상이었다. 종 다양도는 갯끈풀 서식지에서 평균 1.2±0.5로 가장 낮았으며, 칠면초 서식지와 대조구에서 각각 1.4±0.4 및 1.5±0.6으로 유사하였다. 주요 우점종은 갯끈풀 서식지에서는 다모류인 *Perinereis aibuhitensis* 및 칠면초 서식지와 대조구에서는 다모류인 *Heteromastus filiformis*였다. 본 연구 결과, 갯끈풀 군락에 서식하는 저서군집의 출현종수와 밀도는 칠면초 군락 및 대조구에 비하여 빈약하였으며, 이는 갯끈풀 군락의 번식이 갯벌 저서동물 군집에 영향을 미친 것을 의미한다.

Spatio-Temporal Variability of the Habitat Suitability Index for the Todarodes pacificus (*Japanese Common Squid*) around South Korea

이다빈[1], Seunghyun Son[2], 이충일[3], 강창근[4], 이상헌[1]
[1]부산대학교 해양학과, [2]CIRA, Colorado State University, [3]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [4]광주과학기술원 지구환경공학부

The climate-induced changes in marine fishery resources in South Korea have been a big concern over the last decades. The climate regime shift has led to not only a change in the dominant fishery resources, but also a decline in fishery landings in several species. The habitat suitability index (HSI) has been widely used to detect and forecast fishing ground formation. In this study, the catch data of the *Todarodes pacificus* (Japanese Common Squid) and satellite-derived environmental parameters were used to estimate the HSI for the *T. pacificus* around South Korea. More than 80% of the total catch was found in regions with an SST of 14.91-27.26 ℃, SSHA of 0.05-0.20 m, chlorophyll-a of 0.32-1.35 mg m^{-3}, and primary production of 480.41-850.18 mg C m^{-2} d^{-1}. Based on these results, the HSI model for *T. pacificus* was derived. A strong positive relationship (R^2=0.9260) was found between the HSI and the fishery landings. The climatological monthly mean HSI from 2002 to 2016 showed the several hotspots, coinciding with the spawning and feeding grounds of *T. pacificus*. This outcome implies that our estimated HSI can yield a reliable prediction of the fishing ground for *T. pacificus* around South Korea.

[SHP-08]

Long-term climate of zooplankton community in response to climate changes around Uleung basin in East Sea

Sojung Lee, Yeji Lee, Wongyu Park[1]
[1]Department of Marine biology, Pukyong National University, Busan, Korea

To understand the responses of zooplankton to long-term climate change around the Uleung basin, time series data of zooplankton were analyzed. Zooplankton, temperature and salinity were collected bimonthly at 10 stations around the Uleung basin from 1967 to 2017. Biomass of total zooplankton, and four zooplankton groups (Copepoda, Amphipoda, Chaetognatha, Euphausiicea) were analyzed at four stations from 1978 to 2009. Monthly and annual mean anomalies and Cumulative sum (CuSum) were used for time series data to determine the changes in water temperature and salinity. Also, previously reported data were reviewed to know the changed pattern of species occurrence. Monthly mean anomalies of water temperature increased in all months. CuSum increased from early 1970s to mid-1970s and from mid-1980 to early 2000s in April and August. It declined until mid-1980s in February and June while increased from mid-1980s and early 2000s. It increased from mid-1970s to late 2010s in October and December. CuSum abruptly decreased mid-70s in February, October and December while it increased from mid-1970s to 2000s and then decreased until late 2010s in June and August. Annual CuSum of salinity decreased since early 1990s. CuSum of zooplankton annual biomass decreased until early 1990s and increased until late 2000s. Monthly mean biomass of copepods, amphipods, chaetognaths peaked in April, June, October, respectively. Euphausiids peaked twice in April and October. Annual mean biomass of copepods and amphipod was highest in 2001, 2007. Abundance of euphausiids peaked in 2001, 2005 while chaetognaths did in 2007. This study suggests that climate changes may affect zooplankton occurrence.

2019년도
한국해양학회
추계학술대회

2019. 10. 31 | 목요일 ~ 11. 1 | 금요일

강릉 세인트존스 호텔

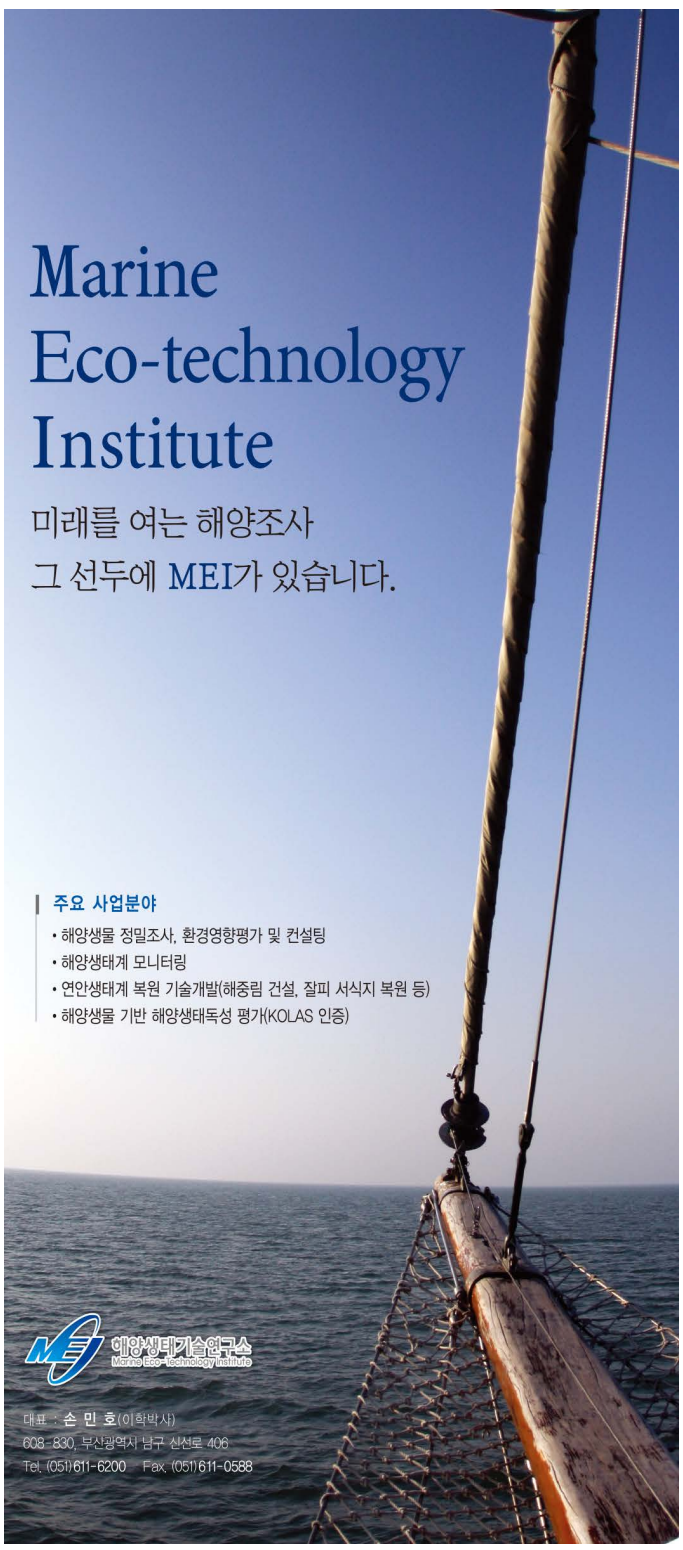
주최·주관 : (사)한국해양학회

후원 : KIOST스쿨

강릉원주대학교 동해안생명과학연구원

강원국제회의센터

한국해양학회
THE KOREAN SOCIETY OF OCEANOGRAPHY



2019년도 한국해양학회
추계학술대회 프로그램

2019. 10. 31 | 목요일 ~ 11. 1 | 금요일

강릉 세인트존스 호텔

주최·주관 : (사)한국해양학회

후원 : KIOST스쿨

강릉원주대학교 동해안생명과학연구원

강원국제회의센터

한국해양학회
THE KOREAN SOCIETY OF OCEANOGRAPHY

모시는 글

한국해양학회 회원 여러분,

올해는 유난히 태풍이 많았던 시기입니다. 많은 피해를 안겼던 태풍도 지나가고 이제 아름다운 단풍의 계절이 다가오고 있습니다. 한국해양학회 추계학술대회가 올해는 10월 31~11월 1일 양일간 강원도 강릉에서 개최됩니다. 이번 한국해양학회 추계학술대회는 처음으로 강원도에서 개최되는 의미가 있습니다.

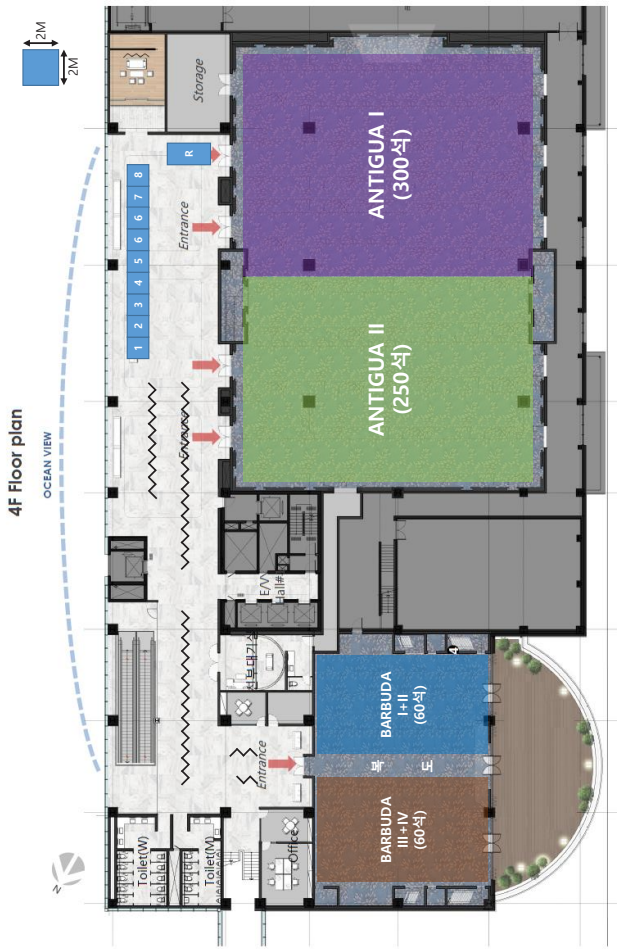
한국해양학회 추계학술대회가 개최되는 강릉 경포대는 아름다운 동해안과 경포호가 잘 어울려진 아름다운 장소입니다. 이번 추계학술대회 기간 동안 만찬과 오찬에는 등록 회원 모두 초청합니다. 특히 만찬 시간에는 한국해양학회의 여러 학술상에 대한 시상도 함께 진행될 예정이니 많이 참석하시어 수상자들에 대한 축하 부탁드립니다.

이번 추계학술대회에서는 기존의 일반세션 외에도 9개의 기획세션과 특별세션도 함께 준비되었습니다. 학술대회에서 기후변화에 따른 해수면 변화, 해양 생태계 변화 등 다양한 기후변화 관련 연구발표가 예상됩니다. 우리나라 주변에 대한 장기간 해양환경과 생태 모니터링, 명태 서식환경 변화 등에 대한 연구도 소개될 예정입니다. 최근에 시작된 대양연구 결과 소개와 앞으로의 계획에 대한 토론도 이루어질 것으로 기대됩니다.

2019년 10월

한국해양학회장 **조양기** 올림

행사장 안내



추계학술대회 프로그램 일정표

2019년 10월 31일 | 목요일

장소		안티구아홀 2 (4F)	바부다홀 1, 2 (4F)	바부다홀 3, 4 (4F)	카리브홀 1 (B1F)	카리브홀 2 (B1F)	4층 로비
요일	시간	물리	생물	지질/화학/특별	기획/특별	기획/특별	포스터
10월 31일(목)	9:00 ~ 9:15	PO-I 물리해양 1	BO-I 생물해양 1	GO-I 지질해양 1	SA-I 해양생물학 발전방향 1	SB-I 장기해수면 변동 1	포스터전시
	9:15 ~ 9:30						
	9:30 ~ 9:45						
	9:45 ~ 10:00						
	10:00 ~ 10:15						
	10:15 ~ 10:30						
	10:30 ~ 10:45	PO-II 물리해양 2	BO-II 생물해양 2	GO-II 지질해양 2	SA-II 해양생물학 발전방향 2	SB-II 장기해수면 변동 2	
	10:45 ~ 11:00						
	11:00 ~ 11:15						
	11:15 ~ 11:30						
	11:30 ~ 11:45			CO 화학해양			
	11:45 ~ 12:00						
	12:00 ~ 12:15	평의원회 (바부다 1, 2)					
	12:15 ~ 12:30						
	12:30 ~ 12:45	중식 (안티구아 1)					
	12:45 ~ 13:00						
	13:00 ~ 13:15						

추계학술대회 프로그램 일정표

2019년 10월 31일 | 목요일

장소		안티구아홀 2 (4F)	바부다홀 1, 2 (4F)	바부다홀 3, 4 (4F)	카리브홀 1 (B1F)	카리브홀 2 (B1F)	4층 로비
요일	시간	물리	생물	지질/화학/특별	기획/특별	기획/특별	포스터
10월 31일(목)	13:15 ~ 13:30	Plenary Session (안티구아 2)	총회 / 평생업적상 수상자 기념강연 SDG 출판기념 강연				포스터전시
	13:30 ~ 13:45						
	13:45 ~ 14:00						
	14:00 ~ 14:15						
	14:15 ~ 14:30						
	14:30 ~ 14:45						
	14:45 ~ 15:00						
	15:00 ~ 15:15	PO-III 물리해양 3	BO-III 생물해양 3	SC-I 대학원생 연구역량강화 1	SD-I 해양과학기지 1	SE-I 연구선 공동활용 1	
	15:15 ~ 15:30						
	15:30 ~ 15:45						
	15:45 ~ 16:00						
	16:00 ~ 16:15						
	16:15 ~ 16:30	PO-IV 물리해양 4	BO-IV 생물해양 4	SC-II 대학원생 연구역량강화 2	SD-II 해양과학기지 2	SE-II 연구선 공동활용 2	
	16:30 ~ 16:45						
	16:45 ~ 17:00						
	17:00 ~ 17:15						
	17:15 ~ 17:30						
	17:30 ~ 17:45						
	17:45 ~ 19:30	만찬 / 학술상시상식 (안티구아 1) 학회참가자 무료 제공					

추계학술대회 프로그램 일정표

2019년 11월 1일 | 금요일

장소		안티구아홀 2 (4F)	바부다홀 1, 2 (4F)	바부다홀 3, 4 (4F)	카리브홀 1 (B1F)	4층 로비
요일	시간	특별	생물	물리/특별	특별	포스터
11월 1일(금)	9:00 ~ 9:15		BO-V 생물해양 5	PO-V 물리해양 5		포스터전시
	9:15 ~ 9:30	SF-I 인도양중앙해령 1			SG-I 국가해양생태 종합조사 1	
	9:30 ~ 9:45					
	9:45 ~ 10:00		BO-VI 생물해양 6	SH-I 장기해양생태계 1		
	10:00 ~ 10:15					
	10:15 ~ 10:30				SG-II 국가해양생태 종합조사 2	
	10:30 ~ 10:45	SF-II 인도양중앙해령 2				
	10:45 ~ 11:00		BO-VII 생물해양 7	SH-II 장기해양생태계 2		
	11:00 ~ 11:15					
	11:15 ~ 11:30					
	11:30 ~ 11:45					
	11:45 ~ 12:00					
	12:00 ~ 12:15		중식 (안티구아 1)			
	12:15 ~ 12:30					
	12:30 ~ 12:45					
	12:45 ~ 13:00					
	13:00 ~ 13:15					

추계학술대회 프로그램 일정표

2019년 11월 1일 | 금요일

요일	시간					
11월 1일(금)	13:15 ~ 13:30	학생 포스터발표 / 우수포스터 현장 시상 (4층 로비)				포스터전시
	13:30 ~ 13:45					
	13:45 ~ 14:00					
	14:00 ~ 14:15					
	14:15 ~ 14:30					
	14:30 ~ 14:45		BO-VIII 생물해양 8	SH 동해환경과 명태 1		
	14:45 ~ 15:00					
	15:00 ~ 15:15					
	15:15 ~ 15:30					
	15:30 ~ 15:45			SH-II 동해환경과 명태 2		
	15:45 ~ 16:00					
	16:00 ~ 16:15					

2019년 추계학술대회 기념강연 (2018년 한국해양학회 평생업적상 수상자)

2019년 10월 31일(금) 오후 2시 00분 ~ 2시 30분, 안티구아홀 2

생태계 연결망과 큰 그림 이해

– 강연자 : 김수암 (부경대학교 명예교수)

물리해양학 I

10월31일(목) 09:00-10:15, 안티구아홀 2

좌장 : (김형록 / 국방과학연구소)

PO01 수상자초청 2018년 물리분과우수논문상
Variability of Phytoplankton Size Structure in Response to Changes in Coastal Upwelling Intensity in the Southwestern East Sea
신정욱[1], 박진구[2], 최장근[3], 조영헌[2], 강재중[2], 주희태[4], 이상헌[2] ([1]국립해양조사원, [2]부산대학교 해양학과, [3]Department of Earth Science, Universitiy of New Hampshire, [4]국립수산과학원 기후변화연구과)

PO02 위성영상 기반 한반도 북동 연안 용승 추적
민승환[1], 손영백[1], 김경홍[2] ([1]한국해양과학기술원 제주특성연구센터, [2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터)

PO03 동해 영일만 연안에서 용승현상 관측
김형록, 손수욱, 김영규(국방과학연구소 해양기술연구원)

PO04 겨울철 황해에서 수온대역전: 제주난류/황해난류와의 관계
이홍재[1], 오경희[1], 조철호[1], 문재홍[2] ([1]한국해양과학기술원 해양순환연구센터, [2] 제주대학교 지구해양과학과)

PO05 2017~2019년 층별 연속관측자료 분석을 통한 진동만 빈산소의 계절변동 특성 연구
김영민[1], 박성은[1], 김형철[1], 심보람[1], 강성찬[1], 서영교[2], 송성호[2], 엄기혁[1], 이원찬[1] ([1]국립수산과학원, [2](주)지마텍)

물리해양학 II

10월31일(목) 10:30-11:45, 안티구아홀 2

좌장 (박종진 / 경북대학교)

PO06 동해 남서부 해역에서의 동해중층수 장기변동성 분석
박종진(경북대학교 자연과학대학 지구시스템과학부)

PO07 Climate driven interannual variation in acousitc backscatter from the ferry-mounted ADCP: Korea Strait
정윤호[1], 하호경[1], 박재훈[1], Hirose Naoki[2] , 예상욱[3] ([1]인하대학교 해양과학과, [2]Kyushu University Research Institute for Applied Mechanics , [3]한양대학교 해양융합과학과)

PO08 Potential Predictability of Skipjack Tuna (Katsuwonus pelamis) Catch in the Western Central Pacific
김지환[1], 나한나[1], 박영규[2], 김영호[3] ([1]서울대학교 지구환경과학부, [2]한국해양과학기술원, [3]부경대학교 해양학과)

PO09 Biological contributions to the long-term variation of the DO concentration in the East/Japan Sea
Haejin Kim, Naoki Hirose, Katsumi Takayama (Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University)

PO10 IPCC 해양 및 빙권에 관한 특별보고서 발간의 의의와 주요 내용
한인성(국립수산과학원)

구두발표

물리해양학 III

10월31일(목) 15:00-16:00, 안티구아홀 2

좌장 (김성용 / 한국과학기술원)

PO11 Sentinel-2 자료를 이용한 남극장보고과학기지 해빙 모니터링

강용균[1], 강주현[1], 이문진[2] ([1]다리스(Data and Remote-Sensing Infra System), [2]한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜드연구소)

PO12 집중 강우시 담수유입에 의한 남해 강진만 표·저층 평균체류시간 변화

김진호[1], 박성은[1], 김청숙[1], 강성찬[1], 정우성[1], 심보람[1], 김영민[1], 김동명[2], 김형철[1], 이원찬[1] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2]부경대학교 생태공학과)

PO13 Analysis of island-induced wakes with submesocale numerical model outputs around the Korea Strait

고창훈, 김성용(한국과학기술원 기계공학과)

PO14 동일본 대지진 T파 신호 분석 및 우리나라 동해로의 전파 양상 연구

류현정[1], 고명권[1], 이은주[1], 윤숙영[2], 박순천[3], 최지웅[1] ([1]한양대학교 해양융합공학과, [2]극지연구소, [3]기상청 지진화산연구과)

물리해양학 IV

10월31일(목) 16:15-17:30, 안티구아홀 2

좌장 (문재홍 / 제주대학교)

PO15 한반도 연안의 위성 및 수치모델 해수면온도 자료의 정확도

수상자초청 2018년 춘계 학생우수포스터상

백유현, 문일주(제주대학교 해양기상학협동과정/태풍연구센터)

PO16 파랑후측에서 나타난 동해 파랑기후의 선형추세

김기호[12], 장찬주[12], 최원근[2], 도기덕[1], 유제선[3] ([1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [2]한국해양과학기술원 해양순환기후연구센터, [3]한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터)

PO17 자료동화 기반 기상·해양·파랑 결합 시스템을 통한 해양위험기상 예측 정확도 향상 연구

홍지석[1], 문재홍[1], 송상근[1], 문일주[2], 유승협[3], 변건영[3], 엄현민[3]([1]제주대학교 지구해양과학과, [2]제주대학교 태풍연구센터, [3]기상청 해양기상과)

PO18 운용해양 자료동화 예측 모델에서의 모델 개선

이준호[1], 김태균[2], 김수빈[2], 문재홍[2] ([1]제주대학교 기초과학연구소, [2]제주대학교 지구해양과학과)

PO19 대한해협 표층뜰개의 라그랑지안 이동 확산

최준명[1], 박영규[1], 김원국[2], 최병주[3](한국해양과학기술원[1], 부산대학교[2], 전남대학교[3])

물리해양학 V

11월1일(금) 09:00-09:45, 안티구아홀 2

좌장 (정광영 / 국립해양조사원)

PO20 한국 근해 수온전선지수 변동특성

수상자초청 2018년 추계 학생우수포스터상

재정엽[1], 이은주[1], 허승화[1], 허룡[2], 박병문[2], 김주은[2], 박재훈[3] ([1]인하대학교 해양과학·생물공학과, [2] 국립해양조사원 해양예보과, [3] 인하대학교 해양과학과)

PO21 황동중국해 해양재분석장 최적화 연구

[1]최민범, 최영진, [2]강분순((주)(지오시스템레서치, 국립해양조사원 해양과학조사연구실)

PO22 시·공간 딥러닝 네트워크를 사용한 한반도 남해안 표층수온 예측

박영민[1], 주영광[1], 최영진[1],권석재[2], 김영택[2], 서광호[2], 김예솔[2] ([1](주) 지오시스템리서치 [2]국립해양조사원 해양예보과)

구두발표

생물해양학 I

10월31일(목) 09:15~10:30, 바부다홀 1, 2

좌장 (김형섭 / 군산대학교)

BO01 Shifting diets for benthic deposit feeders in invasive halophyte environment: case study in Ganghwa tidal flat, Korea

이인옥[1], 노준성[1], 권봉오[1], 황규원[1], 류종성[2], 김종성[1,*] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]안양대학교 바이오시스템공학과)

BO02 염생식물 갯질경(Limonium tetragonum) 종자의 발아에 미치는 수온, 염분, 광도의 영향

유재권, 옹신정, 박진혁, 장준혁, 조수근, 김형섭(군산대학교 해양생명응용과학부)

BO03 해조류 군집 생산량 추정을 위한 챔버 시스템 개발

김주형[1], 문한비[1], 이숙연[1], 곽철우[2], 강은주[3], 김일남[3], 김창신[4] ([1]군산대학교 해양생명응용과학부, [2]한국해양환경생태연구소, [3]인천대학교 해양학과, [4]국립수산과학원 연근해자원과)

BO04 Spatiotemporal variation of meiofauna communities in relation to environmental variables in two contrasting subtidal habitats

김형기[1], 송성준[1], 권봉오[1], 배한나[1], 노준성[1], 이창근[1], 이정호[2], 류종성[2], 김종성[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]안양대학교 해양바이오시스템공학과)

BO05 Influence of glacier retreat on benthic assemblages during austral summer in Marian Cove, King George Island, Antarctica

배한나[1], 박진순[2], 송성준[1], 김호상[1], 김종성[1,*] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]한국해양대학교 해양과학부)

생물해양학 II

10월31일(목) 10:45~11:45, 바부다홀 1, 2

좌장 (윤석현 / 국립수산과학원)

BO06 온대 및 극지 해역의 표층 영양염 조건이 식물플랑크톤 광합성 효율에 미치는 영향

고은호[1,2], 박지수[1,2], 이영주[2], 정진영[2], 양은진[2], 강성호[2] ([1]과학기술연합대학원대학교, [2]극지연구소)

BO07 동중국해 북부해역의 식물플랑크톤 군집 변동 특성

박경우, 유만호, 문수연, 윤석현, 오현주(국립수산과학원 기후변화연구과)

BO08 울릉도-독도 수역의 하계(8월) 식물플랑크톤 생체량, 군집구조 및 일차생산의 연변화 특성 연구

노재훈[1], 최동한[1], 안성민[1], 이호원[1], 원종석[1], 김지훈[1], 이연정[1], 박찬홍[2] ([1]한국해양 과학기술원 해양생태연구센터, [2]한국해양과학기술원 독도전문연구센터)

BO09 Marine Ecological Genomics provides insights into environmental adaptation of marine organisms

이준모(경북대학교 해양학과)

생물해양학 III

10월31일(목) 15:00~16:00, 바부다홀 1, 2

좌장 (박명길 / 전남대학교)

BO10 이매패류 기생성 섬모류 Miamiensis sp.에 대한 와편모류 2종의 제어효과

문재학[1], 장건강[2], 오미령[1], 이원호[1], 박관하[1], 정해진[3], 김형섭[1] ([1]군산대학교 해양생명응용과학부, [2]전라북도 수산기술연구소)

BO11 적조생물의 제어에 포식과 기생의 복합적인 영향 : 모델 생물 시스템으로서 적조원인 와편모류 Akashiwo sanguinea, 종속영양성 와편모류 포식자 Luciella masanensis 및 기생성 편모류 Parvilucifera infectans를 이용한 예

김아송, 박명길(전남대학교 해양학과)

BO12 Ecophysiology of the mixotrophic dinoflagellate Alexandrium pohangense: effects of light intensity and temperature on its growth and ingestion rates

임안숙[1], 정해진[2], 옥진희[2] ([1]서울대학교 해양연구소, [2]서울대학교 해양학과)

BO13 적조생물 코클로디니움과 경쟁 식물플랑크톤의 상호작용: 생리 및 유전자적 반응

김한솔[1], 왕 휘[1], 서요셉[1], 소피아 아바시[1], 기장서[1] ([1]상명대학교 생명공학과)

생물해양학 IV

10월31일(목) 16:15~17:15, 바부다홀 1, 2

좌장 (기장서 / 상명대학교)

BO14 Morphology and molecular characterization of Scrippsiella masanensis: a new phototrophic dinoflagellate from Korea

이승연, 정해진, 임안숙, 장세현(서울대학교 지구환경과학부)

BO15 Distribution and genetic diversity of the toxic benthic dinoflagellate genus Ostreopsis in Korea

이보라, 박명길(전남대학교 해양학과)

BO16 Two new parasitoids Tuberlatum coatsi and Parvilucifera sp. (Alveolata, Perkinsozoa) infecting the marine dinoflagellates: the morphology and phylogeny

전부성, 박명길(전남대학교 해양학과)

BO17 Unveiling the hidden genetic diversity and chloroplast type of marine benthic ciliate Mesodinium species

김미란[1], 박명길[2] ([1]전남대학교 기초과학연구소, [2]전남대학교 해양학과)

생물해양학 V

11월1일(금) 09:00~9:45, 바부다홀 1, 2

좌장 (박진순 / 한국해양대학교)

BO18 독도 주변해역 대형저서동물의 종다양성 및 군집 재분석

송성준[1], 박진순[2], 류종성[3], 노현수[4], 김원[5], 김종성[1,*] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]한국해양대학교 해양환경학과, [3]안양대학교 해양바이오시스템공학과, [4]한국해양과학기술원 동해연구소, [5]서울대학교 생명과학부)

구두발표

BO19 미세플라스틱에 의한 중형저서동물 반응 연구

강태욱, 오제혁, 신아영, 김동성(한국해양과학기술원)

BO20 Distribution and sources of organic matter in the coastal sediment of tidal flat and estuaries in Korea

이종민[1], 권봉오[1], 김범기[1], 노준성[1], 황규원[1], 류종성[2], 박진순[3], 홍성진[4], 김종성[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]안양대학교 해양바이오시스템공학과, [3]한국해양대학교 해양환경학과, [4]충남대학교 해양환경과학과)

생물해양학 VI

11월1일(금) 10:00~11:00, 바부다홀 1, 2

좌장 (권봉오 / 서울대학교)

BO21 Integrated benthic quality assessment for the coastal sediments of the west coast of Korea, by the united analyses of chemistry, toxicology, and microbial community structure

이환휘[1], 이정현[1], 홍성진[2], 권봉오[1], 김종성[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]충남대학교 해양환경과학과)

BO22 Large-scale distributions and potential sources of persistent toxic substances in sediments of the Bohai and Yellow Sea

윤서준[1], 김태우[1], 이종민[1], 김범기[1], 권봉오[1], 홍성진[2], 김종성[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]충남대학교 해양환경과학과)

BO23 Evaluation of effective remediation techniques on oil spilled sediments: A long-term outdoor mesocosm experiment

이창근[1], 노준성[1], 이정현[1], 홍성진[2], 권봉오[1], 권개경[3], 임운혁[4], 김종성[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]충남대학교 해양환경과학과, [3]한국해양과학기술원 해양생명공학연구센터, [4]한국해양과학기술원 생태위해성연구부)

BO24 Multiple bioassays and instrumental analyses to characterize potential biological activities in sediments from Masan Bay, South Korea

이정현[1], 홍성진[2], 김태우[1], 이창근[1], 이성규[3], 문효방[3], 김종성[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]충남대학교 해양과학과, [3]한양대학교 해양융합과학과)

생물해양학 VII

11월1일(금) 11:15~12:00, 바부다홀 1, 2

좌장 (김형섭 / 군산대학교)

BO25 Age-based and reproductive biology of John Dory, Zeus faber, in the coastal waters of Korea

김한주, 장재웅, 권대현(국립수산과학원 연근해자원과)

BO26 한국 남해에 출현하는 갈치(Trichiurus japonicus)치어의 식성

김현지, 박정호, 차승윤(국립수산과학원 연근해자원과)

BO27 해양보호생물 기수갈고둥(Clithon retropictus)의 산란 및 부화 특성

장건강, 박진혁, 옹신정, 최 윤, 김형섭(군산대학교 해양생명응용과학부)

생물해양학 VIII

11월1일(금) 14:30~15:45, 바부다홀 1, 2

좌장 (이윤호/ 한국해양과학기술원)

BO28 인도양 열수 환경(Onnuri Vent Field)에 서식하는 심해홍합 공생세균 집단 유전학 분석을 통한 생물 지리적 연결성 연구

장숙진[1], 원용진[1,2] ([1]이화여자대학교 에코크리에이티브 협동과정, [2]이화여자대학교 에코과학부)

BO29 DNA metabarcoding을 이용한 황해 동물플랑크톤 종 조성 분석

최재호[1,2], 김이정[1,2], 김성[2], 이윤호[2], 김충곤[2] ([1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과 [2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

BO30 The first transcriptome analysis of the order Monstrilloida (Arthropoda: Copepoda) and their phylogenetic position

전동구[1], 이원철[2], 서호영[3], 윤성일[1] ([1]중앙대학교 생명과학과, [2]한양대학교 생명과학과, [3]전남대학교 수산해양학과)

BO31 Transcriptome analysis of the newly described dinoflagellate Yihiella yeosuensis: comparison between vegetative cells and cysts

장세현, 정해진(서울대학교 지구환경과학부)

BO32 Lineage specific gene family expansion and contractions associated with the evolution of sand-hopper Trinorchestia longiramus

Ajit Kumar Patra[1], 정옥성[2], 유지용[1], 김민섭[1], 윤문근[1], 최정현[1], 양영익[1] ([1]국립해양 생물자원관, [2]클리노믹스)

구두발표

지질해양학 I

10월31일(목) 09:15~10:00, 바부다홀 3, 4

좌장 (박장준 / 충남대학교)

GO01 Dynamic resuspension behaviors of sediment and microphytobenthos in shallow tidal channel on the Jeungdo tidal flat, southwestern coast of Korea

하헌준[1], 김호상[2], 김종성[2], 하호경[1] ([1]인하대학교 해양과학과, [2]서울대학교 지구환경과학부)

GO02 태풍에 대한 자갈해빈의 지형반응-태종대 감지해빈의 예

이영윤, 장태수(한국해양대학교 해양환경학과)

GO03 다중빔음향측심 자료에 의한 사질퇴적체의 해역별 특성

이은일[1], 변도성[1], 정광영[1], 서영교[2], 백승균[2], 정자헌[2], 황선희[2] ([1]국립해양조사원, [2]지마텍(주))

지질해양학 II

10월31일(목) 10:15~11:00, 바부다홀 3, 4

좌장 (장태수 / 한국해양대학교)

GO04 동중국해 북부와 동해에서 표층수온 프록시로서 GDGT의 활용가능성 평가

고태욱[1], 이경은[1,2] ([1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [2]한국해양대학교 해양환경학과)

GO05 동해 남한국대지에서 반원양성 대 풍성 퇴적작용의 시공간적 변화

박장준[1], 김인길[1], 장준호[1], 엄인권[2] ([1]충남대학교 해양환경과학과, [2]한국지질자원연구원 석유해저연구본부)

GO06 남극 로스해 대륙주변부 중앙분지의 점토광물 기원지

하상범[1], 김부근[1], E. Colizza[2], F. Giglio[3], 구효진[4], 조현구[4] ([1]부산대학교 해양학과, [2]Department of Mathematics and Geosciences, University of Trieste, Italy, [3]National Research Council–Institute of Marine Science, Italy, [4]경상대학교 지질과학과)

화학해양학

10월31일(목) 11:15~12:00, 바부다홀 3, 4

좌장 (김일남 / 인천대학교)

CO01 Influence of biogenic organics on the chemical property of Arctic aerosols

박기태[1], 장은호[1], 최정훈[2], 장경순[2] ([1]극지연구소, [2]기초과학지원연구원)

CO02 어장재배치 후 시간에 따른 퇴적물 지화학 인자 변화와 어장환경 회복 지표 개발연구

심보람[1], 김형철[1], 윤상필[1], 정래홍[2], 박소현[1], 김선영[1], 강성찬[1], 이원찬[1] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 해역이용영향평가센터)

CO03 IMTA 양식장의 해양환경특성 및 물질수지 산정

강성찬[1], 김형철[1,*], 심보람[1], 김청숙[1], 윤상필[1], 이원찬[1], 홍석진[2], 김진호[1], 정우성[1] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 갯벌연구센터)

(SA-I) 해양생물학: 한국해양학계 연구자들의 기여와 발전 방향 1

10월31일(목) 9:30~10:30, 카리브홀 1

좌장 (최근형 / 충남대학교)

SA01 Anthropogenic N is Driving the East China and Yellow Seas to P Limitation: Implication of a change in bloom-forming phytoplankton from diatom to dinoflagellate

이기택, 문지영(포항공과대학교 환경공학부)

SA02 적조: 한국해양학계 연구자들의 기여와 발전 방향

정해진(서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부)

SA03 한국 연안해역 기생생물 연구현황과 전망

박명길(전남대학교 해양학과)

SA04 국내 미생물해양학의 시작과 발전

황청연(서울대학교 지구환경과학부)

(SA-II) 해양생물학: 한국해양학계 연구자들의 기여와 발전 방향 2

10월31일(목) 10:45~11:30, 카리브홀 1

좌장 (정해진 / 서울대학교)

SA05 중형동물플랑크톤 연구 발자취와 방향

강정훈(한국해양과학기술원)

SA06 우리나라 해양저서생태학의 과거, 현재, 미래

김종성[1,*], 류종성[2], 박진순[3], 권봉오[1] ([1]서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소, [2]안양대학교 해양바이오시스템공학과, [3]한국해양대학교 해양환경학과)

SA07 우리나라 수산생물 서식지 변동과 수산자원관리

정석근(국립제주대학교 해양의생명과학부)

구두발표

(SB-I) 기후변화에 따른 장기 해수면 변동 분석 및 예측 1

10월31일(목) 09:30~10:30, 카리브홀 2

좌장 (정광영 / 국립해양조사원)

SB01 동해 해수면 장기 상승률 산정에 미치는 대마난류 경로 변동과 중규모 소용돌이 효과

이경재[1], 남성현[1,2] ([1]서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부 [2]서울대학교 자연과학대학 해양연구소)

SB02 Space-borne InSAR technique for estimating Vertical Land Motion at Tide Gauges in Korea

수레시크르쉬난, 김덕진, 조양기(서울대학교 지구환경과학부)

SB03 장기 해수면 자료 관리방법과 품질처리 개선 연구 및 우리나라의 해수면 변동률

한기종[1], 신혜경[1], 김평중[1], 정광영[2], 이은일[2] ([1](주)유에스티21, [2]국립해양조사원)

SB04 남극 빙상변화와 연관된 전지구 해수면 변동 예측

진경, 박인우, 나지성, 김태균, 이승현, 이춘기, 이원상 ([1]극지연구소, [2]서울대학교, [3]제주대학교)

(SB-II) 기후변화에 따른 장기 해수면 변동 분석 및 예측 2

10월31일(목) 10:45~11:45, 카리브홀 2

좌장 (진경 / 극지연구소)

SB05 전지구 평균해수면 상승 수지 평가

차상철, 문재홍(제주대학교 지구해양과학과)

SB06 서남극 스웨이츠 빙하 붕괴와 해수면 상승

이원상, 이춘기, 윤숙영, 이승현, 진경, 윤승태, 나지성, 박인우, 김병훈, 이인애, 김진석, 이지연(극지연구소)

SB07 역학적 규모 축소법을 이용한 한반도 주변 해수면 상승 모의

김용엽[1], 조양기[1], 김봉관[1], 이은일[2], 정광영[2] ([1]서울대학교 지구환경과학부/해양연구소, [2]국립해양조사원 해양조사연구실)

SB08 지역적 대기 변동에 의한 우리나라 주변 겨울철 해수면 경년 변동

한명희[1], 남성현[1], 조양기[1], 강현우[2], 정광영[3], 이은일[3] ([1]서울대학교 지구환경과학부, [2]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터, [3]국립해양조사원 해양과학 조사연구실)

(SC-I) 대학원생 연구 역량 강화를 위한 학술발표 1

10월31일(목) 15:00~16:00, 바부다홀 3, 4

좌장 (이희승 / 한국해양과학기술원)

SC01 Long-term variation of the Indian monsoon activity in the Andaman Sea and the Bay of Bengal since the Late Miocene

이종민[1], 김성한[2], 김부근[1] ([1]부산대학교 해양학과, [2]극지연구소 극지고환경연구부)

SC02 Ex-situ 실험을 통한 퇴적물 내 생물이용성농도 측정

정다영, 정해진, 장유리, 김기범(경상대학교 해양시스템공학과)

SC03 개선되어진 수동형채집기를 활용한 생물이용성 농도 측정

장유리, 정해진, 정다영, 김기범(경상대학교 해양시스템공학과)

SC04 How does oxygen isotope of seawater explain the water mass mixing in the western Indian Ocean?

김예슬[1,2], 강동진[1,2], 노태근[3] ([1]과학기술연합대학원대학교 해양과학과, [2]한국해양과학기술원 해양환경연구센터, [3]한국해양과학기술원 해양기기개발·운영센터)

(SC-II) 대학원생 연구 역량 강화를 위한 학술발표 2

10월31일(목) 16:15~17:15, 바부다홀 3, 4

좌장 (강동진 / 한국해양과학기술원)

SC05 해양환경 변화에 따른 유독와편모조류 Alexandrium pacificum의 마비성패독(PSP) 변화

남기택[1], 임월애[2], 박종우[2], 신현호[3], 오석진[1] ([1]부경대학교 해양학과, [2]국립수산과학원 기후변화연구과, [3]한국해양과학기술원 해양시료도서관)

SC06 Effect of Inorganic Micronutrients on Cell Growth and Biochemical Components of Arthrospira maxima

이원규[1,2], 유용균[1,2], 김태호[1], 강도형[1,2] ([1]한국해양과학기술원 제주연구소, [2]과학기술연합대학원대학교 해양과학(해양학))

SC07 Seasonal dynamics and diversity of marine microbial eukaryotes in the Jeju Strait, Korea

서효정[1], 박명길[2], 김선주[1] ([1]부경대학교 해양학과, [2]전남대학교 해양학과)

SC08 Ideal culture method and application for microalga, Haematococcus sp.

유용균[1,2], 이원규[1,2], 김태호[1], 강도형[1,2] ([1]한국해양과학기술원 제주연구소, [2]과학기술연합대학원대학교 해양과학(해양학))

구두발표

(SD-I) 해양과학기지(이어도 · 신안가거초 · 옹진소청초 기지)의 활용 성과와 향후 과제 1

10월31일(목) 15:00~16:15, 카리브홀 1

좌장 (정진용 / 한국해양과학기술원)

SD01 KHOA-led research activity based on Ieodo Ocean Research Station
변도성[1], 정광영[1], 이은일[1], 정진용[2] ([1]국립해양조사원, [2]한국해양과학기술원)

SD02 이어도 - 물속에 잠긴 해저 화산체?
장태수[1], 임세린[1], 최지연[1], 이영윤[1], 손창수[1], 이은일[2], 변도성[2], 정광영[2] ([1]한국해양대학교 해양환경학과, [2]국립해양조사원 해양과학조사연구실)

SD03 해양과학기지를 활용한 식물플랑크톤 군집, 다양성, 일차생산의 시공간적 변화 특성 연구
노재훈[1], 최동한[1], 안성민[1], 이호원[1], 양원석[1], 원종석[1], 김지훈[1], 이연정[1],정진용[2], 정종민[2], 이재익[2], 심재설[2] ([1]한국해양과학기술원 생태연구센터, [2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터)

SD04 이어도 해양과학기지 해역에서 이산화탄소 플럭스
이기택, 이경석(포항공과대학교 환경공학부)

SD05 해양과학기지 해역에 서식하는 저서동물 서식 특성 연구
김동성, 오제혁, 신아영, 강태욱(한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

(SD-II) 해양과학기지(이어도 · 신안가거초 · 옹진소청초 기지)의 활용 성과와 향후 과제 2

10월31일(목) 16:30~17:45, 카리브홀 1

좌장 (변도성 / 국립해양조사원)

SD06 인공신경망을 이용한 서울시 $PM_{2.5}$ 질량농도 예측 및 국내외 기여도 추정
길준수[1], 이미혜[1], 전한얼[1], 심재설[2] ([1]고려대학교 지구환경과학과, [2]한국해양과학기술원)

SD07 Temporal variations of airborne trace elements and Pb isotopic composition in aerosols ($PM_{2.5}$) at the Ieodo Ocean Research Station in the East China Sea
이상희[1,2], 신대철[1,3], 한창희[1,3], 노석현[1,3], 이아형[1,3], 허순도[3], 변도성[4], 홍성민[1] ([1]인하대학교 해양과학과, [2]국립환경과학원, [3]극지연구소, [4]국립해양조사원)

SD08 동중국해 북부해역에서 2015년 5월에 관측된 제1모드와 제2모드 비선형 단주기 내부파의 특성
이승우[1], 남성현[1,2] ([1]서울대학교 지구환경과학부, [2]서울대학교 해양연구소)

SD09 한국 주변해역에서의 해수 물성 기후평균장 구축
김용선[1], 김성대[1], 이재호[2] ([1]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터, [2]공주대학교 지구과학교육과)

SD10 해양과학기지 관측과 연구의 현재와 향후 비전
정진용[1], 심재설[1], 노재훈[1], 김용선[1], 변도성[2], 정광영[2] ([1]한국해양과학기술원, [2]국립해양조사원)

(SE-I) 연구선 공동활용 기반 대양 연구 활성화

10월31일(목) 15:00~17:15, 카리브홀 2

좌장 (이경은 / 한국해양대학교)

SE01 연구선 공동활용 대양연구를 위한 산학 협의체 결성
이경은[1], 장경일[2], 박재훈[3], 남성현[4] ([1]한국해양대학교 해양환경학과, [2]지오시스템리서치, [3]인하대학교 해양과학과, [4]서울대학교 지구환경과학부)

SE02 연구선 산·학·연 공동활용 연구사업의 체계적 운용 방안 제언
박재훈(인하대학교)

SE03 열대 서인도양 세이셸레스-차고스 수온약층 융기(Seychelles-Chagos Thermocline Ridge) 해역 2019년 파일럿 승선조사와 장기 비전
남성현[1,2], 박재형[3], 노수연[1], 이승우[1], 이호준[1], 최연[1], 김찬미[1], 나한나[1,2], 박경애[2,4] ([1]서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부, [2]서울대학교 자연과학대학 해양연구소, [3]한국해양과학기술원 해양순환기후연구센터, [4]서울대학교 사범대학 지구과학교육과)

SE04 다중지시자를 이용한 인도몬순의 계절적 변화
김부근(부산대학교)

SE05 리유니온 플룸과 중앙인도양해령의 상호작용에 의한 중앙해령 해저지형 및 암석지구화학적 변화 - 탐사 결과 및 향후 계획
박정우[1], Clément Vincent[1], 이상묵[1], 김종욱[2], 박상준[2] ([1]서울대학교 지구환경과학부, [2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터)

SE06 심해 근접 탐색용 잠수정의 주요기능 수요분석 결과
박요섭, 고지은, 정철훈(한국해양과학기술원)

SE07 한국 서·남해안 근·외해에서 생물이용성 PAHs 농도 측정을 위한 예인형 수동형 채집기(Towed Passive sampler) 개발
정해진[1], 장유리[1], 정다영[1], 이효진[2], 김기범[3] ([1]경상대학교 해양시스템공학과, [2]경상대학교 해양산업연구소, [3]경상대학교 해양환경공학과)

SE08 북극해 로모노소프해령 국제공동해저시추 및 아라온 참여
남승일[1], Ruediger Stein[2] (극지연구소[1], 독일 Alfred-Wegener 극지·해양연구소[2])

구두발표

(SF-I) 인도양 중앙해령대 열수분출공 생명시스템 이해 1

11월1일(금) 09:15~10:30, 안티구아홀 2

좌장 (김동성 / 한국해양과학기술원)

SF01 인도양 중앙해령 열수지대의 미생물 다양성 연구

권개경, 김윤재, 임재규, 양정안, 이정현(한국해양과학기술원 해양생명공학연구센터)

SF02 Distribution of mesozooplankton in the Indian Ridge hydrothermal vents

김민주[1,2], 강정훈[1,2] ([1]한국해양과학기술원 위해성연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교 해양과학과)

SF03 인도양 심해 열수분출공의 해양선형동물 생물다양성 연구

이희갑, 강태욱, 신아영, 김동성, 노현수(한국해양과학기술원)

SF04 인도양 열수분출공 ONNURI VENT FIELD에 서식하는 중형저서동물의 군집 특성

강태욱, 오제혁, 신아영, 김동성(한국해양과학기술원)

SF05 인도양 중앙해령에서 발견된 Onnuri vent field의 열수대형저서동물의 종 특성

유옥환[1,2], 이형곤[1], 강수민[1], 김상렬[1,2], 김동성[1] ([1]한국해양과학기술원, [2]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원)

(SF-II) 인도양 중앙해령대 열수분출공 생명시스템 이해 2

11월1일(금) 10:45~12:00, 안티구아홀 2

좌장 (유옥환 / 한국해양과학기술원)

SF06 Unique characteristics of the exoskeleton of Austinograea rodriguez in the Indian Ocean hydrothermal vent (Onnuri Vent Field)

조붕호[1], 김동성[2], 배현미[1], 김태원[1]* ([1]인하대학교, [2]한국해양과학기술원)

SF07 인도양 Onnuri Vent Field에서 발견된 Gigantidas속 (Bivalvia: Mytilidae)의 심해홍합 신종 후보종

장숙진[1], Phuong-Thao Ho[1], 김동성[2], 원용진[1,3] ([1]이화여자대학교 에코크리에이티브 협동과정, [2]한국해양과학기술원, [3]이화여자대학교 에코과학부)

SF08 Tracing energy source and flow of hydrothermal vent fauna from the Onnuri Vent Field at the Indian Ocean mid-ocean ridge

서연지[1], 주세종[1], 김민섭[2] ([1]한국해양과학기술원, 대양자원연구센터, [2]국립환경과학원, 환경측정분석센터)

SF09 Geochemical characters of hydrothermal sediments in the northern Central Indian Ridge (CIR) and their implications

김지훈[1,4], 임동일[1,4], 정도현[1], 김종욱[2], 김동성[3] ([1]한국해양과학기술원 해양시료도서관, [2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터, [3]한국해양과학기술원 해양생태연구센터, [4]과학기술연합대학원대학교 한국해양과학기술원 스쿨 해양과학)

SF10 중앙인도양해령 반려암질 암석에 기록된 멜트-암석 반응의 증거와 멜트-암석 반응이 중앙해령현무암 성분에 미치는 영향

최사랑[1], 박정우[1], 김종욱[2], 오지혜[2], 박창근[3] ([1]서울대학교 지구환경과학부, [2]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터, [3]극지연구소 극지지구시스템연구부)

(SG-I) 국가해양생태계 종합조사 성과 및 활용 1

11월1일(금) 09:15~10:15, 카리브홀 1

좌장 (박경수 / 안양대학교)

SG01 국가해양생태계종합조사의 현황 및 발전방향

김영남, 정회인, 우승, 김용희, 배호진, 전진영, 김상진, 권오종, 황인서 (해양환경공단 해양생태팀)

SG02 Biomass of plankton and macrobenthos and benthic species diversity in relation to environmental gradients in a nationwide coastal survey

최근형[1], 박경수[2] ([1]충남대학교, [2]안양대학교)

SG03 한국 연안 퇴적물 중 유기물 및 중금속 농도분포 특성

황동운[1], 이가람[1], 황현진[1], 김평중[2], 김성길[3], 선철인[3], 고병설[3], 류상옥[4]([1]국립수산과학원 어장환경과, [2]남해수산연구소, [3]해양환경공단, [4]연안관리기술연구소)

SG04 Coral Community & Diversity of Korean 6 Hot-Spots : its Zoogeographic distribution Pattern and Policy Utilization

이종락, 김학철, 김현진, 김사홍* (인더씨 해양생물다양성 연구소)

(SG-II) 국가해양생태계 종합조사 성과 및 활용 2

11월1일(금) 10:30~11:45, 카리브홀 1

좌장 (김영남 / 해양환경공단)

SG05 광역 해양생태계 자료의 합리적 분석 방법

박경수, 진병선, 류종성, 최만식, 이효진, 박종규, 서호영, 이강현, 임현식, 왕순영, 황인서, 김영남, 정회인(안양대학교, 충남대학교, 지오리서치시스템, 군산대학교, 전남대학교, 마린액트, 목포대학교, 이엔씨기술연구소, 해양환경공단)

SG06 동해 용승지역의 대형저서동물 시·공간분포

임현식[1], 이진영[1], 이정호[2], 신현출[3], 정양섭[1] ([1]목포대학교 해양수산자원학과, [2]안양대학교 해양바이오시스템공학과, [3]전남대학교 환경해양학전공)

SG07 국가해양생태계 중점조사지역의 염생식물 분포현황과 조사방법론 재검토

한동욱[1], 최민진[1,2] 김영은[1,2], 이은정[1], 이은주[1,2], 황인서[3], 김영남[3], 정회인[3] ([1](사) 에코코리아, [2]서울대학교 생명과학부, [3]해양환경공간)

SG08 한반도 해역 해양생태축의 필요성에 대한 고찰

손민호, 김현정, 김영남[1], 황인서[1] (해양생태기술연구소, [1]해양환경공단)

SG09 야생동물위치추적기(WT-300)를 이용한 바닷새의 장거리 이동패턴에 관한 연구 - 수면성 오리류를 중심으로 -

정상민*, 한승우, 박치영, 이시완(한국환경생태연구소)

구두발표

(SH) 장기해양생태계연구

11월1일(금) 10:00~12:15, 바부다홀 3, 4

좌장 (강윤호 / GIST)

SH01 Long-term variability in reproductive phenology of the temperate seagrass Zostera marina in response to regional sea warming

Le-Zheng Qin, Seung Hyeon Kim, Hwi-June Song, Hyegwang Kim, Kun-Seop Lee (Department of Biological Sciences, Pusan National University, Busan, Republic Korea)

SH02 Long-term changes in the composition and structure of macroalgal rocky intertidal community in Jeju Island

최선경, 박상률(제주대학교 해양생명과학과)

SH03 Responses of phytoplankton assemblages to environmental variability in Yeongil Bay on the southeastern coast of Korea

Yoonja Kang, Hyun-Jung Kim, Hee-Yoon Kang, Kwanghun Lee, Chang-Ho Moon, Chang-Keun Kang ([1]School of Earth Sciences and Environmental Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology, [2]Marine Eco-Technology Institute, [3]Department of Oceanography, Pukyong National University)

SH04 대게(Chionoecetes opilio)와 홍게(Chionoecetes japonicus)의 먹이원과 영양학적 지위 연구

박현제[1], 박태희[1], 주준하[1], 박준영[1], 이동녕[1], 이충일[1], 강창근[2] ([1]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [2]광주과학기술원 지구·환경공학부)

SH05 2010년대 중후반 살오징어 어획량 감소 원인분석

김윤하[1], 문창호[2], 최광호[3], 강창근[4], 이충일[1] ([1]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [2]부경대학교 해양학과, [3]국립수산과학원 독도수산연구센터, [4]광주과학기술원 지구·환경공학부)

SH06 기후변화에 따른 수산자원생물 서식지 변동

정석근(국립제주대학교)

SH07 How to Understand Long-term Variability of Chlorophyll-a Concentration from Satellite Observations?

박지은[1], 박경애[2] ([1]서울대학교 과학교육과, [2]서울대학교 지구과학교육과)

SH08 Utility of ecosystem modeling to understand marine ecosystem processes and variabilities based on recent case studies in Korean waters

강창근(광주과학기술원 지구환경공학부)

(SI) [수산실용화기술개발사업] 동해 해양환경과 명태

11월1일(금) 14:30~16:15, 바부다홀 3, 4

좌장 (박기영 / 강릉원주대학교)

SI01 안정동위원소 분석을 통한 명태 중심의 먹이연쇄 구조 연구

박현제[1], 박태희[1], 김동영[2], 이충일[1], 강창근[2], 박주면[3] ([1]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [2]광주과학기술원 지구·환경공학부, [3]한국해양과학기술원 동해연구소)

SI02 Dietary patterns of walleye pollock, Gadus chalcogramma inhabiting East Sea

Joo Myun Park[1], Hae Kun Jung[2], Hyun Je Park[2], Chung Il Lee[2], Chang-Keun Kang[3] ([1]Dokdo Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology,[2]Gangneung-Wonju National University, Gangneung Province, Korea,[3]School of Earth Sciences & Environmental Engineering, Gwangju Institute of Science and Technology, Gwangju, Republic of Korea)

SI03 Spatiotemporal distribution of Gadus chalcogrammus in East Sea by the quantitative PCR of the environmental DNA

김아란[1], 전아영[1], 이지현[2], 김은비[1], 이충일[3], 강창근[4], 김현우[1,5] ([1]부경대학교 의생명기계전기융합공학협동과정, [2]부경대학교 해양생명과학연구소, [3]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [4]광주과학기술원 지구환경공학부, [5]부경대학교 해양생물학과)

SI04 동해 명태 산란장 및 성육장의 환경변화 분석

김용엽[1], 조양기[1], 강유경[1], 이충일[2] ([1]서울대학교 지구환경과학부/해양연구소, [2]강릉원주대학교 해양자원육성학과)

SI05 겨울철 동한만의 해양환경 변화에 따른 명태 산란장의 시공간적 위치와 염록소 a의 변동 특성

정해근, 이충일(강릉원주대학교 해양자원육성학과)

SI06 Anisakid nematode parasites as biological marker: assessment of walleye pollock (Gadus chalcogrammus) population caught off Korea

셉티안토 위칸 누리다얏, 남우화, 김정호(강릉원주대학교 해양자원육성학과)

포스터 발표

· 포스터전시 : 10월 31일(목)~11월 1일(금) / 4층 로비
· 포스터발표 : 11월 1일(금) 오후 1시15분 ~ 2시30분 / 심사후 현장 시상

· 포스터 심사위원
물리 김윤배 / 한국해양과학기술원
김용선 / 한국해양과학기술원
생물 김선주 / 부경대학교
김 성 / 한국해양과학기술원
지질 장태수 / 한국해양대학교
이경은 / 한국해양대학교
화학 김태훈 / 제주대학교
김하련 / 국립해양생물자원관

물리해양학 포스터발표

PP01 Seasonal sea ice forecast and surface and sub-surface water mass properties around Chukchi Plateau: A case study focusing on the summer 2016 to 2018 using GloSea5
Byoung Woong An[1], Kyoung-Ho Cho[2], Hyeong-Jun Jo[1], Pil-Hun Chang[1], Jo Han Lee[1], Yoon Jae Kim[1] ([1]National Institute of Meteorological Sciences, [2]Korea Polar Research Institute)

PP02 2015~2019년 하계 현장관측을 통한 서북극해 수괴의 분류 및 분포 연구
조경호[1],김수빈[1,2],박태욱[1],최영석[2],Eri Yoshizawa[1],강성호[1],한수연[1] ([1]극지연구소 극지해양과학연구부,[2]인하대학교 해양과학과)

PP03 저기압 이동특성과 남해안 단주기 해수면 진동의 상관성
손영태[1], 이상준[1], 장성태[1], 이충호[2] ([1](주)지오시스템리서치, [2]국립해양조사원)

PP04 동해 중부연안 이안류 부이로부터 관측된 바람의 특성
손영태[1], 이상준[1], 장성태[1], 이충호[2] ([1](주)지오시스템리서치, [2]국립해양조사원)

PP05 위성기반 북극 지역 해빙 농도 자료 비교 분석
이은경[1], 한경수[2], 박영제[1] ([1] 한국해양과학기술원 해양위성센터, [2] 부경대학교 공간정보시스템공학과)

PP06 NEMO 기반 기상청 폭풍해일예측시스템 소개
라나리, 안병웅, 강기룡, 조형준, 김윤재(국립기상과학원)

PP07 Comparison of extreme wave analysis in the Northwest Pacific from altimeter data
우혜진[1], 박경애[2] ([1]서울대학교 과학교육과, [2]서울대학교 지구과학교육과)

PP08 초단기 파랑예측시스템 구축을 위한 예비 수치모의
노민, 라나리, 오상명, 김소연, 조형준, 강기룡, 김윤재(국립기상과학원)

PP09 울릉도(독도)해역 표층수온의 경년변동과 장기 변화 특성
김윤배(한국해양과학기술원 동해연구소 울릉도·독도해양연구기지)

PP10 기계학습을 활용한 가막만 북서내만역 저층 빈산소의 발생 및 소멸시기 예측
김영민[1], 박성은[1], 한진현[2], 김국진[2], 김형철[1], 김청숙[1], 엄기혁[1], 이원찬[1] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2](주)UST[21])

PP11 수치모델을 활용한 광양만 및 강진만 해역의 물질수송시간 공간분포 특성 분석
김영민[1], 박성은[1], 김진호[1], 곽경일[2], 김국진[2], 김청숙[1], 김종규[3] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2](주)UST[21], [3]전남대학교 해양기술학부)

PP12 실시간 해양환경 어장정보 모니터링시스템 운영
전찬웅[1], 전형석[1], 강소희[1], 배태일[1], 최한얼[1], 한인성[2] ([1](주)지오시스템리서치, [2]국립수산과학원)

PP13 태양광발전을 이용한 실시간 층별 자동관측 모니터링부이시스템 개발
전형석, 김무건, 이호영, 배태일, 김운갑, 강소희((주)지오시스템리서치)

PP14 시화조력발전소 전면해역에서 방류수에 의한 해수유동변화 특성
권효근[1], 장태현[1], 김영식[1], 권준호[1], 황미경[1], 문홍배[2], 강찬영[2] ([1]K-water 시화조력관리단,[2]오션테크(주))

PP15 연구조사선에 설치된 Thermosalinography 활용과 자료의 품질 검증
오경희, 민홍식, 이석, 황초롱(한국해양과학기술원)

PP16 Comparison of the ocean analysis data in the East China Sea and Northwestern Pacific during summer season in 2017-2019
Eun Jin Kim[1], Hyoun-Woo Kang[1], Sok Kuh Kang[1], Young Ho Kim[2], Hyunkeun Jin[1], Ok Hee Seo[1] ([1]Korea Institute Ocean Science and Technology, [2]Pukyong National University)

PP17 Argo 플로트를 활용한 지역해양 관측 및 특성 분석
조형준, 강기룡, 오상명, 김윤재(국립기상과학원)

PP18 Climatological characteristics of underwater acoustic environments around Korean Peninsula
김성용[1], 이근화[2], 김형수[1] ([1]한국과학기술원 기계공학과, [2]세종대학교 국방과학시스템공학과)

PP19 Observations of the interaction of surface gravity waves and submesoscale surface currents in a coastal region
Liu Ou[1], 김성용[2] ([1]Institut National des Sciences Appliquees de Rouen, [2]한국과학기술원 기계공학과)

PP20 머신러닝 기반 해무소산 예측 알고리즘 연구
한진현[1], 주현석[1], 김국진[1], 김영택[2], 권석재[2] ([1](주)유에스티21, [2]국립해양조사원)

포스터 발표

PP21 재분석자료를 통한 대한해협 통과 수송량 변동 특성 분석
김철호, 김민우, 임학수, 강석구(한국해양과학기술원)

PP22 제주 근해의 수온역전층 계절별 발생 특성에 관한 연구
김성현[1], 김응[1], 최복경[2] ([1]한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터, [2]해양영토연구본부)

PP23 남극 테라노바 만 고염대륙붕수 형성의 시공간적 변화
윤승태[1], 이원상[1], Craig Stevens[2,3], Stefan Jendersie[4], 남성현[5], 윤숙영[1], 황청연[1], 장광일[1], 이지연[1] ([1]극지연구소, [2]National Institute of Water and Atmospheric Research, New Zealand, [3]University of Auckland, New Zealand, [4]Victoria University of Wellington, New Zealand, [5]서울대학교)

PP24 수중글라이더를 활용한 동한난류 전선역 변동 관측
박종진(경북대학교 자연과학대학 지구시스템과학부)

PP25 수중글라이더로 관측한 북서태평양 중규모 소용돌이 내의 일주조 내부조석파 변동
박종진(경북대학교 자연과학대학 지구시스템과학부)

PP26 수치모형 결과에서 제주해협 영양염 플럭스의 변동성
서옥희, 강현우(한국해양과학기술원 해양순환기후연구센터)

PP27 해양레이더에서 관측된 광역 표층유동자료와 부유사 위성영상 매핑연구
황미경[1], 권효근[1], 장태현[1], 김영식[1], 권준호[1], 김대현[2], 문홍배[2], 강찬영[2] ([1]K-water시화조력관리단, [2]오션테크(주))

PP28 무인 수중글라이더를 활용한 2019년 춘계 울릉도-독도간 수온 염분 분포 연구
김윤배[1], 이정한[2], 고성협[2], 현종우[2] ([1]한국해양과학기술원 동해연구소 울릉도·독도해양연구기지, [2]한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터)

PP29 여름철 서해 천수만 수온의 변동 특성
양준용, 신규진, 최연경, 최용규, 허승(서해수산연구소 자원환경과)

PP30 표류부이를 활용한 고주파 레이더 관측수심 산정
송규민[1], 박준성[1], 권재일[2] ([1]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터, [2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터)

PP31 해무관측소 관측자료를 이용한 해무발생 심화분석
김현승[3], 김영택[1], 권석재[1], 강영승[3], 신현정[3], 김정원[3], 김영남[2] ([1]국립해양조사원, [2]기상청, [3](주)전략해양)

PP32 북서태평양 물리-생태 접합모형 구축
정희석, 장찬주(한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터)

PP33 동해연안 해상풍에 의한 표층수온 변화 양상
강소희[1], 김무건[1], 전형석[1], 한인성[2] ((주)지오시스템리서치[1], 국립수산연구원[2])

PP34 기상 입력자료에 따른 폭풍해일 예측결과 비교 : 태풍 링링(1913)
김호진, 권재일, 허기영, 최진용, 최정운, 정상훈, 권영연(한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터)

PP35 HF해양레이더를 이용한 광역 선박 탐지 연구
김정훈, 이철환, 장병선, 이지혜, 홍순철, 안지은(㈜에스이티시스템)

PP36 Change of annual water temperature amplitude due to climate change in the recent decade around the Korea Peninsula
한인성, 이준수, 박명희, 고우진(국립수산과학원 기후변화연구과)

PP37 Airborne and Ground Experiment of Hyperspectral Remote Sensing and Applications to Ship Detection
Jae-Jin Park[1], Sangwoo Oh[2], Kyung-Ae Park[3], Tae-Sung Kim[2], Moonjin Lee[2] ([1]Department of Science Education, Seoul National University, [2]Maritime Safety and Environmental Research Division, Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, [3]Department of Earth Science Education / Research Institute of Oceanography, Seoul National University)

PP38 남극 킹 조지섬 마리안 소만의 수직 순환 연구
김영기, 김태완(극지연구소)

PP39 대한해협 수송량의 장기변동과 동해 열용량 변화
장현준[1], 문재홍[1] ([1]제주대학교 지구해양과학과)

PP40 Intercomparison of the East Sea Ocean Circulation from HYCOM, Mercator, and ROMS in 2018
최재성, 명성관, 박주은, 권경만, 최병주, 김종규(전남대학교 해양학과)

PP41 서남극 아문젠 해 Dotson 빙붕으로의 열 유입과 용융에 대한 연구
양희원[1,2], 김태완[1], 김영기[1] ([1]극지연구소, [2]서울대학교 지구환경과학부)

PP42 동해에서의 표층 'Warming hiatus' 발생과정에 대한 연구
정유빈, 김덕수, 조영헌(부산대학교 해양학과)

PP43 태풍 담레이에 의해 2012년 8월 황해중동부해역에서 발생된 역풍류
김재엽[1], 이상호[1], 정영주[2], 정우진[3] ([1]군산대학교, [2]전남대학교, [3]한국해양조사협회)

PP44 Symmetric Instability and Ageostrophic Secondary Circulation in the East Korea Warm Current
Seongjung Kim[1], Young-Tae Son[2], SungHyun Nam[1] ([1]School of Earth and Environmental Science, CNS, SNU, [2]Geosystem Research Cooperation)

PP45 Observations of enhanced internal waves in an area of strong mesoscale variability in the southwestern East Sea
노수연[1], 남성현[1,2] ([1]서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부, [2]서울대학교 자연과학대학 해양연구소)

포스터 발표

PP46 해양데이터 시계열 예측 평가 : ARIMA vs. Bi-LSTM

최홍배[1], 최영진[1], 한명수[1], 박현희[1], 권석재[2], 김영택[2], 서광호[2], 김예솔[2] ([1](주)지오시스템리서치, [2]국립해양 조사원 해양예보과)

PP47 울릉 난수성 소용돌이와 독도냉수성 소용돌이의 물리적 특성 및 상관성

김인권[1], 신홍렬[1], 김대혁[1], 김철호[2], 강분순[3], 이은일[3] ([1]공주대학교, [2]한국해양과학기술원, [3]국립해양조사원)

PP48 동해연안 원전주변의 해양환경관측부이 운영을 통한 중·장기자료 분석

김운갑[1], 장성태[1], 김무건[1], 이호영[1], 문형태[2], 배재석[2] ([1](주)지오시스템리서치, [2](주)한국수력원자력)

PP49 동해에서 해양재분석 자료의 비교 분석

김대혁[1], 신홍렬[1], 김인권[1], 김철호[2], 강분순[3], 김호균[3] ([1]공주대학교 대기과학과, [2]한국해양과학기술원, [3]국립해양조사원)

PP50 위성 및 모델 기반 북극해 해빙/유빙 연구

박광섭[1], 손영백[1], 김경홍[2] ([1]제주특성연구센터, 한국해양과학기술원(KIOST), [2]심해저광물자원연구센터, 한국해양과학기술원(KIOST))

생물해양학 포스터발표

BP01 대한해협에서 초미소식물플랑크톤 군집구조 및 다양성의 계절적 변화

안성민[1], 원종석[2], 최동한[1,2], 장민철[3], 장풍국[3], 노재훈[1,2] ([1]한국해양과학기술원 생태기반연구센터, [2]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [3]한국해양과학기술원 선박평형수연구센터)

BP02 다빈도 장기조사를 통한 새만금 해역 적조발생 현황 및 원인 분석

김태훈, 서지호, 김원비, 채지홍, 김재성(㈜워터앤에코바이오)

BP03 Short and intensive microbial dynamics during Akashiwo sanguinea (Dinophyta) blooms

Seung Won Jung[1], JunSu Kang[1,2], Hyun-Jung Kim[1] ([1]Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje, Republic of Korea, [2]Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea)

BP04 Description of new vessel hull fouling diatom Olifantiella(Naviculales, Bacillariophyceae) from the northwest temperate Pacific region

Joon Sang Park[1], Seung Won Jung[2] ([1]Marine Biotechnology Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Busan, Republic of Korea, [2]Library of Marine Samples, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje, Republic of Korea)

BP05 남서해안 진도-해남 방사무늬김의 엽록소 형광에 의한 광합성 효율

김정배, 이원찬, 김형철, 홍석진(국립수산과학원 어장환경과)

BP06 Carbon and nitrogen incorporations in three Zostera marina meadows on the southern coast of Korea

김승현[1,2], Zhaxi Suonan[2], Le-Zheng Qin[2], 이주미[3], 이근섭[2] ([1]부산대학교 생명시스템연구소, [2]부산대학교 생명시스템학과, [3]인제대학교 의과대학 미생물학과)

BP07 지리정보시스템을 활용한 생태계서비스 기반 해양공간관리 의사결정지원 시스템 구축

손수진[1], 남정호[2], 윤훈주[1], 이다운[1] ([1](주)선도소프트, [2]한국해양수산개발원)

BP08 드론을 활용한 갯벌 생태계모니터링

오현주, 황재동, 오승열, 주희태, 김재근, 장성환, 안지숙(국립수산과학원 기후변화연구과)

BP09 동해 대마난류 영향권역 울릉도(독도), 오키섬, 대마도의 조하대 암반 생물상 비교

민원기[1], 명정구[2], 김윤배[1], 노현수[1], 우민수[1], 최동한[3] ([1] 한국해양과학기술원 동해연구소, [2] 한국해양과학기술원 해양생물자원연구단, [3] 한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

BP10 해상풍력사업 환경영향요인에 대한 생물영향 현장실험기법 마련 연구

이정석, 김병모, 김남현, 김재영, 권은미, 장 솔((주)네오엔비즈)

포스터 발표

BP11 ROV 해미래를 활용한 울릉도 주변 심해 서식지 영상 조사
민원기[1], 김윤배[1], 김동성[2], 우민수[1], 노현수[1], 김창환[1], 박찬홍[1]
([1]한국해양과학기술원 동해연구소, [2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

BP12 Accumulation of inorganic arsenic, and growth rate by changing of phosphate concentration in Hizikia fusiforme
황운기[1], 최민규[2], 김민섭[2], 허승[1], 이주욱[1] ([1]국립수산과학원 서해수산연구소 해양생태위해평가센터, [2]국립수산과학원 어장환경과)

BP13 Evaluation of health of tidal flat on the west coast using manila clam, Ruditapes Philippinarum
이윤[1], 최윤석[1], 강한승[2] ([1]국립수산과학원, [2] 바이오랩)

BP14 Spatial distribution of dominant phytoplankton species in association with the tidal front zone in the eastern Yellow Sea
이원호[1], 최병주[2], 유영두[1], 김형섭[1] ([1]군산대학교 해양생물공학과, [2]전남대학교 해양학과)

BP15 선박 관측을 이용한 엽록소 농도 변화에 따른 적조의 반사도 스펙트럼 모니터링: 초기 분석 결과
문정언, 박영제, 한태현, 안재현(한국해양과학기술원 해양위성센터)

BP16 남해 고성자란만 지역에 출현하는 보름달물해파리(Aurelia coerulea)의 유전적 다양성 분석
서요셉[1], 박현준[1], 이연수[1], 왕휘[1], 소피아 아바시[1], 기장서[1] ([1]상명대학교 생명공학과)

BP17 Significant reduction of photosynthesis in the harmful dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides by co-culturing with the green algae Tetraselmis suecica
Hansol Kim[1], Hui Wang[1], Yoseph Seo[1], Sofia Abbasi, Jang-Seu Ki[1] ([1]Dept. of Biotechnology, Sangmyung University)

BP18 선박 모사판을 통한 방오도료 친화성 박테리아 군집의 변화
류현덕, 김현정, 정승원(한국해양과학기술원 해양시료도서관)

BP19 보성 연안해역에서 꼬막과 새꼬막 부유유생 출현의 변화
김현정[1], 강준수[1,2], 정승원[1] ([1]한국해양과학기술원 해양시료도서관, [2]부경대학교 해양학과)

BP20 퇴적물 분급도에 따른 바지락(Ruditapes philippinarum) 준성패의 성장률 및 생존율 변화
주수빈, 배현미, 조경식, 김태원(인하대학교 해양과학과)

BP21 국내 저서에 출현하는 Amphoroid diatom
김소연[1], 최충현[1], 김병석[1], 박종규[2] ([1]군산대학교 해양학과, [2]군산대학교 해양생명응용과학부)

BP22 북서태평양 쿠로시오 확장역에서 원핵생물 군집의 위도에 따른 변동
양원석[1,2], 최동한[1,2], 노재훈[1,2], 원종석[1,2], 최기영[3], 노주철[4], 박영규[4]
([1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터, [2]한국해양대학교 (양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [3]한국해양과학기술원 해양환경연구센터, [4]한국해양과학기술원 해양순환 · 기후연구센터)

BP23 해양보호생물 남방방게 Pseudohelice subquadrata 조에아 유생의 수온과 염분에 따른 생존율
김지민[1], 김소연[1], 김민섭[1], 이원호[2], 김형섭[2] ([1]국립해양생물자원관 생태보전연구실, [2]군산대학교 해양생명응용과학부)

BP24 해양보호생물 두이빨사각게 Perisesarma bidens 유생의 수온과 염분에 따른 생존율
김소연[1], 김지민[1], 김민섭[1], 조수근[2], 김형섭[2] ([1]국립해양생물자원관 생태보전연구실, [2]군산대학교 해양생명응용과학부)

BP25 제주 중문색달해수욕장 조하대 해양쓰레기의 시공간적 분포
임지빈, 박병용, 박서정, 김태원(인하대학교)

BP26 Microbial transformation of mercury in the surface sediments of East Siberian Shelf and Chukchi Slope
전민경, 김지희, 한승희(광주과학기술원)

BP27 In situ study on the effects of salinity and pH on Antarctic limpet Nacella concinna
배현미, 조붕호, 임지빈, 김태원(인하대학교 해양과학과)

BP28 Effects of concentrated freshwater discharge on water column physics and plankton community in a dammed eutrophic estuary
안나[1], 김용희[2], 이상우[3], 서민호[4], 김정현[1], 최근형[1] ([1]충남대학교해양환경과학과, [2]해양환경관리공단, [3]서해안기후환경연구소, [4]해양생태연구소)

BP29 Shallow-water black corals (Anthozoa: Antipatharia) from Korea with notes on Myriopathes n. sp.
문혜원[1,2], 김형준[1], 강동원[1], 김하나[1], 윤문근[1] ([1] 국립해양생물자원관 분류연구실, [2] 과학기술연합대학원대학교)

BP30 천수만 대형저서동물군집의 여름철 담수방류에 따른 반응
김정현[1,2], 서진영[2], 백승호[2], 최진우[2] ([1]전남대학교 환경해양학과, [2]한국해양과학기술원 위해성분석연구센터)

BP31 Screening of Biological Activity and Amino Acid Analysis from a Halophyte Lathyrus japonicus
이상범[1,2], 김명석[2], 박윤경[1,3], 노정래[4] ([1]군산대학교 해양학과, [2]군산대학교 공동실험실습관, [3]국립해양생물자원관, [4]군산대학교 해양생물공학과)

BP32 The distribution, morphological variability and genetic structure of seagrass, Zostera marina in Jeju Island: Implications for seagrass management
문경림[1], 최선경[1], 김태현[1], 강지현[2], 변서연[3], 이혁제[3], 박상률[1] ([1]제주대학교 해양생명과학과, [2]고려대학교 부설 한국곤충연구소, [3]상지대학교 생명과학과)

포스터 발표

BP33 한국해역에서 분리한 모악동물의 미토콘드리아 유전자형 분석
사공현, 김은비, 박원규, 김현우(부경대학교 해양생물학과)

BP34 Seawater freshening may deteriorate food detection of the gammarid amphipod (Haustorioides koreanus) in the coastal regions of the Yellow Sea, South Korea
박서정, 임지빈, 이지은, 김태원(인하대학교 해양과학과)

BP35 Three new records of marine benthic Foraminifera from Korea
이소민, 이원철(한양대학교 생명과학과)

BP36 색소체 rbcL과 미토콘드리아 nad5, cob를 이용한 태안 근소만 저서돌말류 군집의 월간 변동성 모니터링
이하은[1,2],이의수[2],양은찬[2] ([1]부경대학교 해양학과, [2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

BP37 동중국해에서 채집된 동물플랑크톤 중 십각류 유생의 분포
이규현, 손영균, 이민욱, 윤석현(국립수산과학원 기후변화연구과)

BP38 The effect of mine tailing residue on marine microbial activities in Indian Ocean
유장연[1], 양원석[1], 최동한, 노재훈, 형기성, 유찬민[2] ([1]해양과학기술전문대학원, [2]KIOST)

BP39 독도 자생 돌기해삼(Stichopus japonicus)의 분자계통지리학적 연구
전시영, 원용진(이화여자대학교 에코과학부 에코과학(생태,환경), 이화여자대학교 에코과학부)

BP40 Benthic diatom assemblages under the most rapid temperature rise in the Antarctic
임아리[1], 김혜숙[2], 김봉호[1], 박진순[1] ([1]해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과 [2]한국해양대학교 해양생명환경학과)

BP41 Diversities of benthic diatoms of the Korean and Chinese sandflats
김혜숙[1], 임아리[2], 김봉호[2], 박진순[1] ([1]한국해양대학교 해양생명환경학과, [2]해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합과)

BP42 High-resolution whole-genome and transcriptome of the copepod Eurytemora pacifica
Chi-une Song[1], Donggu Jeon[1], Seung-Sue Lee[1], Min-Seong Jeon[1], Ho-young Soh[2], Seong-il Eyun[1] ([1]Department of Life Science Chung-Ang University, [2]Division of Marine Technology Chon-nam National University)

BP43 Microplastic screening on the shellfish farm in the West coastal zone
Choi hoon[1], Yun-ho Park[1], Seung Heo[1], Sang-ok Ryu[2], Young-suk Paek[2], Un-ki Hwang[1] ([1]National Institute of Fisheris Sciecnce, West Sea Fisheries Research institute, Marine Ecological Risk Assessment Center, [2]Institute of Coastal management and Technology)

BP44 Toxicity assessment of phenanthrene and zinc undecylenate using the population growth rates of marine diatom, Skeletonema costatum
이주욱, 최훈, 박윤호, 이윤, 황운기(국립수산과학원 서해수산연구소 해양생태위해평가센터)

BP45 Community structure of marine microbial eukayotes in an ammonium enriched coastal system
최호준, 김선주(부경대학교 해양학과)

BP46 Defining conservation units for effective management of the chum salmon (Oncorhynchus keta) along the coast of the East Sea
장지은[1], 김주경[2], 윤성민[3], 이황구[1], 이완옥[4], 이혁제[1] ([1]상지대학교 생명과학과 분자생태및진화학실험실, [2]한국수산자원관리공단 내수면생명자원센터, [3]경상북도 수산자원연구소 민물고기연구센터, [4]상지대학교 생명과학과 동물생태학실험실, [5]전남대학교 수산과학연구소)

BP47 A tentatively new species of benthic dinoflagellates collected from sand beaches in Jeju Island
Su-Min Kang, Joon-Baek Lee (제주대학교 지구해양과학과)

BP48 한반도 주변해 수온 상승에 따른 21세기 후반의 멸치 잠재 서식처 변화: 최대 엔트로피 접근
방민경[1,2], 장찬주[1,2], 강수경[3], 김창신[3] ([1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [2]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터, [3]국립수산과학원 연근해자원과)

BP49 A new role of hydrogenosome within a halophile Trimyema koreanum in ciliates
최재호, 성지연, 도혜림, 이현빈, 우상윤, 박종수(경북대학교 해양학과)

BP50 Morphology and taxonomy of the benthic diatoms with some first record species isolated from tidal flats in west coast of Korea
김지훈[1], 안성민[2], 노재훈[1,2] ([1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

BP51 Different growth responses of the marine heterotrophic flagellates to the dominant bacteria, SAR11 and Roseobacter, in the oceans
성지연[1], 최재호[1], 도혜림[1], 우상윤[1], 이현빈[1], 임연정[2], 조장천[2], 이원제[3], 박종수[1] ([1]경북대학교 해양학과, [2]인하대학교 생명과학과, [3]경남대학교 환경에너지공학과)

BP52 eDNA metabarcoding을 이용한 부산 연안의 어류 종조성 파악
김이정[1,2], 최재호[1,2], 김성[2], 김충곤[2] ([1]한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, [2]한국해양과학기술원 해양생태연구센터)

BP53 Temporal variation of microphytobenthic extracellular polymeric substances (EPS) in the tidal flat of Ganghwa and Sinan, Korea
김범기, 이종민, 노준성, 황규원, 이창근, 권봉오, 김종성(서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소)

포스터 발표

BP54 Bioluminescence inhibition assay for toxicity assessment of persistence of toxic substances in the sediment from Yellow Sea and Bohai Sea
황규원, 이정현, 윤서준, 김태우, 권봉오, 김종성* (서울대학교 지구환경과학부 및 해양연구소)

BP55 국내 저서에 출현한 미기록 종(Species)
김병석[1], 김소연[1], 박종규[2] ([1]군산대학교 해양학과, [2]군산대학교 해양생명응용과학부)

BP56 Toxicity Assessment of Antifouling Agent(Diuron, Irgarol) using the Population Growth Rate of Marine Diatom, Skeletonema costatum
박윤호[1], 최민규[2], 이윤[1], 허승[1], 황운기[1] ([1]국립수산과학원 서해수산연구소, [2]국립수산과학원 어장환경과)

BP57 남해 반폐쇄성 연안에서 연간 식물플랑크톤 군집 비교
강준수, 김현정, 정승원(한국해양과학기술원 해양시료도서관)

BP58 군산 비응도 조간대에 출현하는 기질별 저서 돌말류
국현근[1], 김병석[1], 박종규[2] ([1]군산대학교 해양학과, [2]군산대학교 해양생명응용과학부)

지질해양학 포스터발표

GP01 해양 과학시추 50년: 한국의 성과와 향후 방향
김길영(한국지질자원연구원)

GP02 해수유통에 따른 황도 갯벌 표층 퇴적물 특성
신우석, 윤영관, 이상우, 윤종주(충남연구원 서해안기후환경연구소)

GP03 동해 남부 연안지역의 사질-암반 생태계 환경 파악을 위한 Eco-mapping 기법 적용 및 해저환경 특성 분석
최순영, 박찬홍, 김창환, 김원혁, 이명훈(한국해양과학기술원)

GP04 동해 후포분지 및 울릉분지 코아퇴적물에서의 생체지표 변화
박유현[1], 김부근[1], 김성한[2], 야마모토 마사노부[3] ([1]부산대학교 해양학과, [2]극지연구소 극지고환경연구부, [3]홋카이도대학 환경지구과학과)

GP05 대형연구선 이사부호의 이동항해 자료를 이용한 벵갈 해저 수로의 지형학적 특성
고지은, 박요섭(한국해양과학기술원)

GP06 독도 연안 해저지형 변동 모니터링 분석 연구
이명훈[1], 김창환[1], 박찬홍[2], 김원혁[1], 최순영[1] ([1]한국해양과학기술원 독도전문연구센터, [2]한국해양과학기술원 동해연구소)

GP07 연안 드론사진측량을 위한 지상기준점용 부이 개발
정의영[1], 박준용[1], 방설희[1], 정의용[1], 유인영[2], 최태진[3] ([1]한국해양과학기술원, [2]리드오션, [3]군산대학교)

GP08 독도 화산체 정상부 중부 및 북부 해역에 나타나는 소형 분화구 지형 연구
김창환, 박찬홍, 이명훈, 김원혁, 최순영(한국해양과학기술원 동해연구소 독도전문연구센터)

GP09 울진 후정해변 침·퇴적 모니터링
김원혁, 김창환, 박찬홍, 도종대, 이명훈, 최순영(한국해양과학기술원)

GP10 가스하이드레이트 함유 퇴적물의 현장 지음향특성 파악을 위한 시스템 개량
박기주[1]*, 김길영[1], 이주용[1], 김임학[2] ([1]한국지질자원연구원 석유해저연구본부, [2]지마텍(주))

GP11 울릉분지 북서쪽 대륙주변부 해저 산사태의 퇴적상 특성과 발생 시기
강가은[1], 박장준[1], 엄인권[2] ([1]충남대학교 해양환경과학과,[2]한국지질자원연구원 석유해저연구본부)

GP12 Dynamics of sediment resuspension enhanced by long-period waves in Masan Bay
서준영[1], 최선민[1], 하호경[1], 박재훈[1], 김용훈[2], 류종성[3], 최병주[4] ([1]인하대학교, [2]Department of Earth and Space Sciences West Chester University of Pennsylvania USA, [3]안양대학교 강화캠퍼스 도시환경바이오공학부, [4]전남대학교 지구환경과학부)

GP13 Effects of Spartina anglica on the erosion rate of cohesive sediment in Gangwha intertidal flat: Preliminary results
최선민[1], 서준영[1], 정성운[1], 하호경[1] ([1]인하대학교 해양과학과)

GP14 대한해협 대륙붕 니질 퇴적체(KSSM)의 탄성파 층서 및 내부구조 특성
정은지[1], 박장준[1], 엄인권[2] ([1]충남대학교 해양환경과학과, [2]한국지질자원연구원 석유해저연구본부)

화학해양학 포스터발표

CP01 Spatio-temporal distribution of dimethylsulfide and $\Delta O_2/Ar$ in the Arctic Ocean during summer 2019
최정옥[1], 정진영[1], 김인태[2], 함도식[3], 박기홍[1] ([1]한국해양과학기술원 부설 극지연구소, [2]한국해양과학기술원 해양환경연구센터, [3]부산대학교 해양학과)

CP02 Sea surface temperature and salinity responses to freshwater discharge in the Nakdong River Estuary: results from mooring observation
문수연, 김상일, 윤석현, 오현주, 김봉주(국립수산과학원 기후변화연구과)

CP03 Water Quality Characteristics in the Cheonsu Bay of Yellow Sea, Korea
최윤석, 이윤, 이승민, 황운기, 허승(국립수산과학원 서해수산연구소)

CP04 한국 연안에서 부유미세플라스틱의 분포 특성
권오윤, 강정훈, 심원준, 홍상희(한국해양과학기술원 위해성분석연구센터)

CP05 Nutrient sources fueling Cochlodinium blooms along the coast of Korea
권형규[1], 김규범[1], 한용진[1], 서준형[1], 임월애[2], 박종우[2], 박태규[3], 한인성[2] ([1]서울대학교 지구환경과학부, [2]국립수산과학원 기후변화연구과, [3]국립수산과학원 남동해수산연구소)

CP06 육상양식장 배출수가 제주 연안 해역 탄소와 질소 수지 변화에 미치는 영향
이태희[1], 손영백[1], 박광섭[1], 문재홍[2], 김태훈[2], 박상률[3], 이재성[4], 김형직[5], 김경홍[5] ([1]한국해양과학기술원 제주특성연구센터, [2]제주대학교 지구해양과학과, [3]제주대학교 해양생명과학전공, [4]한국해양과학기술원 해양환경연구센터, [5]한국해양과학기술원 심해저광물자원연구센터)

CP07 Extracellular Enzyme Activities in the Solar Saltern Sediments
김하련[1], 정다운[2], 박효선[1], 김혜선[1], 양동우[1], 김종관[1] ([1]국립해양생물자원관 생태보전연구실, [2]국립해양생물자원관 응용연구실)

CP08 남서해 연안 수산자원보호구역 표층 퇴적물 중 유기물과 중금속 농도분포 및 오염평가
이가람[1], 구준호[1], 황현진[1], 심현지[1], 김정배[1], 김상수[2], 황동운[1] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 남해수산연구소)

CP09 남동해 연안 어류 가두리 양식장 표층 퇴적물내 유기물 및 중금속 오염현황
황현진[1], 이가람[1], 심현지[1], 윤상필[1], 정래홍[2], 황동운[1] ([1]국립수산과학원 어장환경과, [2]국립수산과학원 해역이용평가센터)

CP10 ^{18}O in Vitro 방법을 사용한 북서태평양의 총일차생산 측정
권소연, 이인희 , 함도식(부산대학교)

CP11 제주도 주변 연안 환경의 용존유기물의 계절적 특성
송진욱, 김태훈, 이민영, 송나영(제주대학교 지구해양과학과)

CP12 Isolation of secondary metabolites with Anti-inflammatory Effects from the brown alga Turbinaria ornata
지영광[1], 문승주[1], 정은주[2], 전유진[3], 노정래[1] ([1]군산대학교 해양학과, [2]경남과학기술대학교 농학·한약 자원학부, [3]제주대학교 해양의생명과학부)

CP13 Enhancement of Methylmercury Production in the Pacific-influenced East Siberian Shelf
김지희, 전민경, 한승희(광주과학기술원 지구환경공학부)

CP14 Marine heatwaves in the East Sea: Spatiotemporal variability and long-term trends
윤주은[1], 오현주[2], 황재동[2], 김주형[3], 김성수[1], 김효련[1], 엄상민[1], 허장무[1], 김일남[1] ([1]인천대학교 해양학과, [2]국립수산과학원 기후변화연구과, [3]군산대학교 해양생명응용과학부)

CP15 A Comparison Between CESM2 Model Output and MSA Measurement Data from Ship Observation at Antarctic Ocean
Jaemin Ju[1,2], Daeok Youn[2], Chang-Sin Kim[3], Joohong Kim[1], Keyhong Park[1] ([1]Korea Polar Research Institute, [2]Department of Earth Science Education, Chungbuk National University, [3]Department of Offshore Resources, National Institute of Fisheries Science)

CP16 서해상 반응성 기체 분포와 선박 배출 특성
박준형[1], 이미혜[1], 심범철[2], 류상범[2], 정진상[3], 김상우[4] ([1]고려대학교 지구환경과학과, [2]국립기상과학원, [3]한국표준과학연구원, [4]서울대학교 지구환경과학부)

CP17 The factors controlling the formation and growth of aerosol particles in the Antarctic.
장은호[1,2], 박기태[1], 윤영준[1] ([1]극지연구소, [2]과학기술연합대학원대학교)

CP18 평형기 주입식 질량분석기를 이용한 pCO_2 관측
이인희[1], 함도식[1], 강동진[2] ([1]부산대학교 해양학과, [2]한국해양과학기술원 해양환경연구센터)

CP19 Isolation of compounds with intestinal inflammatory responses from the marine sponge Stylissa sp.
이상범[1], 문승주[1], 정은주[2], 노정래[1] (군산대학교 해양학과[1], 경남과학기술대학교 농학·한약 자원학부)

CP20 A study on the carbonate system in the Western Indian Ocean
박소예나[1], 최상화[2], 노태근[2], 강동진[1] ([1]한국해양과학기술원 해양환경연구센터, [2]한국해양과학기술원해양기기개발운영센터)

포스터 발표

해양과학기지(이어도 · 신안가거초 · 옹진소청초 기지)의 활용 성과와 향후 과제 포스터발표

SDP01 춘계 식물플랑크톤 대증식에 악천후가 미치는 영향 연구

현명진[1,2], 이호원[1], 원종석[1,3], 양원석[1,3], 조성태[1], 노재훈[1,2,3]
([1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터, [2]과학기술연합대학원대학교 해양과학전공, [3]한국해양대학교 해양과학기술융합학과)

SDP02 이어도 과학기지를 활용한 제주남서해역의 광역표층해류관측

박준성[1], 송규민[1], 정진용[2], 심재설[2] ([1]한국해양과학기술원 해양순환·기후연구센터, [2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터)

SDP03 Air-sea fluxes of moisture, heat, and momentum at Socheongcho Ocean Research Station in the Yellow Sea

윤정희, 하경자(부산대학교)

SDP04 황해상 소청초 해양과학기지의 대기 중 $PM_{2.5}$ 측정

곽규일[1], 전한얼[1], 이호준[1], 이미혜[1], 정진용[2], 정종민[2], 심재설[2] ([1]고려대학교 지구환경학과, [2]한국해양과학기술원)

SDP05 해양과학기지간 관측선에서의 하계 환경 특성에 따른 식물플랑크톤 반응 연구

이호원[1], 현명진[1,3], 안성민[1], 최동한[1], 정진용[2], 노재훈[1,3] ([1]한국해양과학기술원 해양생태연구센터, [2]한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, [3]과학기술연합대학원대학교)

SDP06 NGS분석 기법을 이용한 소청초 해양과학기지 수역의 춘계 초미소식물플랑크톤의 다양성 연구

원종석, 최동한, 양원석, 안성민, 이호원, 김지훈, 현명진, 노재훈
(한국해양과학기술원 해양생태연구센터, 한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 해양과학기술융합학과, 과학기술연합대학원대학교)

장기해양생태계연구 포스터발표

SHP01 The dynamics of coral-algal interaction on subtidal benthic community in the coast of Jeju Island: A phase shift from seaweed to coral dominance

송병수[1], 최선경[1], 문경림[1], 김태현[1], 김상일[2], 박상률[1] ([1]제주대학교 해양생명과학과, [2]국립수산과학원 기후변화연구과)

SHP02 Different phytosynthetic characteristic by phytoplankton cell size in the East Sea during the spirng season in 2016

강재중[1], 이재형[1], 이다빈[1], 조나은[1], 장효근[1], 강창근[2], 이상헌[1] ([1]부산대학교 해양학과, [2]광주과학기술원 지구환경공학부)

SHP03 Response of bacterial communities associated with fish farming-induced environmental impact in coastal sediment

최아연[1], 이태권[2], 조혜연[1], 이현지[1], 이원찬[3], 현정호[1]* ([1]한양대학교 해양융합과학과, [2]연세대학교 환경공학과, [3]국립수산과학원 어장환경과)

SHP04 Transcriptome profiling reveals thousands of genes expressed differently between northern and southern populations of the subtropical coral from Jeju Island

강지현[1], 장지은[2†], 윤종환[3†], 변서연[2], 김상일[4], 박상율[5], 이민호[3]*, 이혁제[2]* ([1]고려대학교 곤충연구소, [2]상지대학교 생명과학과 분자생태및진화학실험실, [3]가톨릭대학교 가톨릭정밀의학연구센터, [4]국립수산과학원 기후변화연구과, [5]제주대학교 해양생명과학과 하구및연안생태학실험실)

SHP05 Expressions of floral homeotic genes, APETALA1 (AP1) and AGAMOUS (AG) in the annual and perennial Zostera marina populations

강선경, 김승현, 임제니퍼, 김혜광, 송휘준, 이근섭(부산대학교 생명시스템학과)

SHP06 갯끈풀 및 칠면초 군락의 저서군집구조

임현식, 이진영, 정양섭(목포대학교 해양수산자원학과)

SHP07 Spatio-Temporal Variability of the Habitat Suitability Index for the Todarodes pacificus (Japanese Common Squid) around South Korea

이다빈[1], Seunghyun Son[2], 이충일[3], 강창근[4], 이상헌[1] ([1]부산대학교 해양학과, [2]CIRA, Colorado State University, [3]강릉원주대학교 해양자원육성학과, [4]광주과학기술원 지구환경공학부)

SHP08 Long-term climate of zooplankton community in response to climate changes around Uleung basin in East Sea

박원규, 이소정, 이예지(부경대학교)

오시는 길

강원도 강릉 창해로 307(강문동 1-1번지)
대표 전화 : 033-660-9000, 팩스 : 033-660-9500

◉ 자가 이용

강릉 IC에서 강릉 방면으로 오시다가 강릉 시청 방면 우측방향으로 우회, 강릉대로를 따라 오시면 됩니다.

◉ 버스 이용

강릉 고속버스 터미널 하차 → 시내버스 206번/223번 탑승 → 초당분수공원 정류장 하차

◉ 기차(KTX) 이용

강릉역 → 200번/220번 버스 탑승 → 초당분수공원 정류장 하차

◉ 무료 셔틀

세인트존스호텔 출발 → 강릉역(경유) → 강릉터미널(회차) → 강릉역(경유) → 세인트존스호텔 도착 순으로 은행

승하차 장소

강릉 고속버스터미널 : 출구 앞 버스 정류장
KTX 강릉역 : 2번 출구 횡단보도 맞은 편

횟수	출발 (세인트존스호텔)	경유 (강릉역)	도착 (강릉터미널)	출발 (강릉터미널)	경유 (강릉역)	도착 (세인트존스호텔)
1회	9:45	10:00	10:08	10:10	10:20	10:33
2회	10:45	11:00	11:08	11:10	11:20	11:33
3회	11:35	11:50	터미널 경유하지 않음		11:52	12:05
4회	12:45	13:00	13:08	13:10	13:20	13:33
5회	13:45	14:00	14:08	14:10	14:20	14:33
6회	14:45	15:00	15:08	15:10	15:20	15:33

※ 셔틀버스는 세인트존스 호텔에서 무상으로 제공하는 서비스로 상황에 따라 만석 또는 운영 시간 변동으로 이용이 어려울 수도 있다는 점 참고 바랍니다.

MEMO

MEMO

modeling system

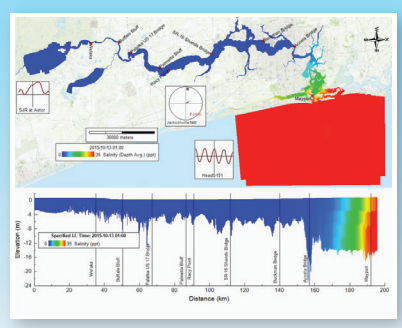
www.efdckorea.com efdckorea@gmail.com

EEMS(EFDC_Explorer Modeling System) **10.X 신 버전 출시!**

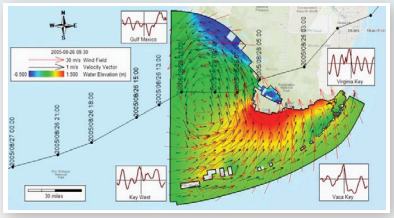
EFDC_Explorer / EFDC+ / CVLGrid / OMP · MPI

EEMS10.X 새로운 기능

- 'Model Control' 도구
- Harmonic Analysis
- 멀티 윈도우
- 타임 시리즈 및 2D Plot 동시 로드
- Geo-referencing
- 윈도우에서 모델 레이아웃 변경 및 로드



멀티 윈도우 기능 (해수침투 현상 분석)



시공간 가변 필드 분석 (허리케인 시뮬레이션)

EEMS 솔루션

- 조력 발전 모델링
- 부영양화 모의
- 해수침투 분석
- 유출유 현상 모델링
- 해수면 상승 현상 분석
- 해양 플랜트 모델링
- 해안선 변동 해석
- 생태 환경 분석

www.efdckorea.com
efdckorea@gmail.com
Tel. 042-483-6221
대전광역시 서구 둔산대로117번길 66 425호

소프트라인 시스템 SoftLine System

한 국 해 양 학 회

THE KOREAN SOCIETY OF OCEANOGRAPHY

이 발표논문집은 정부재원(과학기술진흥기금 및 복권기금)으로 한국과학기술단체총연합회의 지원을 받아 발간되었음

This work was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) Grant funded by the Korean Government

학회사무국

(우) 14348 : 경기도 광명시 일직로 72 국제무역센터
A동 501호 한국해양학회
Tel: 02-403-6590 / Fax: 02-403-6591
Homepage : http://www.ksocean.or.kr
E-mail: admin@ksocean.or.kr