

# 해외출장 보고서

---

2020. 3.

해양연구본부 해양공간연구실

## 1. 출장목적

- 2020년 2월 16일~21일 기간 동안 미국 샌디에고에서 개최되는 Ocean Sciences Meeting 2020 참석 및 포스터 발표
  - 발표주제
    - 인공위성을 통한 북한의 육지-해양 상호작용 분석(임종서): Land-ocean interaction Interpretation through remote sensing image analysis in North Korean coastal area
    - 기후변화를 고려한 양식장의 공간적 재배치 방향(박재영): Re-location of Aquaculture Farms for Sustainable Seafood Provision in Korea's Coastal Waters under the Accelerated Climate Change
- 미국 캘리포니아 대학교 산타바바라 캠퍼스 지리학과 방문 및 업무협의 개최
  - 빅데이터 기반 해양이용 현황 조사 및 해양공간관리 적용 관련 연구 성과 공유 및 방법론 고도화 방안 구상(Alan Murray 교수 - 입지선정 및 공간최적화 전공)
- 체계적 해양공간의사결정 지원도구의 생태계 기반 해양공간관리 적용방안 관련 전문가 자문회의 개최
  - 해양생태계서비스 규모 산정 및 가치 평가 결과 자료와 Marxan with Zones를 활용한 생태계 기반의 해양용도구역 시범적 도출 및 현행 해양용도구역과의 비교를 통한 적용가능성 분석 연구 설계 및 협력체계 구상 (미국 오레건대학교 지리학과 송인상 박사과정 - Marxan with Zones 관련 국내 특허 보유)

## 2. 출장자 및 출장기간

- 출장자: 해양연구본부 해양공간연구실 임종서 전문연구원, 박재영 연구원
- 일 시: 2020.2.16.(일)~22.(토), 5박 7일

직급	성명	출장기간	출장지
전문연구원	임종서	2020.2.16.(일)~2.22.(토) (5박 7일)	미국 샌디에고 등 (기내 1박)
연구원	박재영		

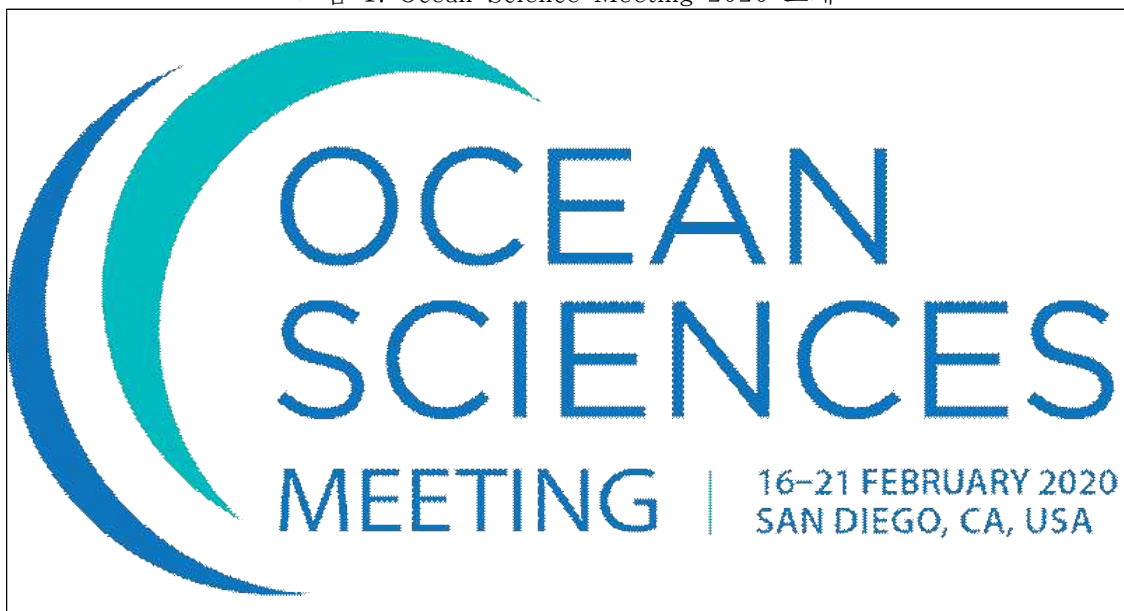
### 3. 출장일정 및 세부 내용

구분	출장지	주요 내용	비고
2.16	이동	○ 인천 → 로스앤젤레스 (14:30 ~ 08:30) ○ 로스앤젤레스 → 샌디에고 (11:39 ~ 12:33)	KE0017 KE7211
2.17 ~ 2.18	학회 참석	○ Ocean Sciences Meeting 2020	
2.19	학회 참석 및 이동	○ Ocean Sciences Meeting 2020 ○ 샌디에고 → 산타바바라	차량렌트
2.20	업무협의 자문회의	○ 미국 캘리포니아 대학교 산타바바라 캠퍼스 ○ 체계적 해양공간의사결정 지원도구의 생태계 기반 해양공간관리 적용방안 ○ 산타바바라 → 로스앤젤레스	차량렌트
2.21 ~ 2.22	이동	○ 로스앤젤레스 → 인천 (10:50 ~ 17:40+1)	KE0018

### 4. 출장결과

#### 1) Ocean Science Meeting 2020 - 미국 샌디에고

그림 1. Ocean Science Meeting 2020 소개



출처: Ocean Science Meeting 2020 홈페이지(<https://www.agu.org/ocean-sciences-meeting>)

## □ 회의 개요

- 회의명: Ocean Science Meeting (OSM) 2020 - For a Resilient Planet
- 일시 및 장소: 2020. 2. 16.(일) - 21.(금) 미국 샌디에고 컨벤션 센터
- 주최: American Geophysical Union (AGU)

## □ 배경

- OSM은 해양과학 관련 분야의 대표적인 회의로, 2021년부터 시작되는 지속가능발전을 위한 UN 해양과학 10개년 사업의 성공적인 이행을 위해, 세계적인 차원의 해양 관련 인식을 높이고 환경문제를 해결하는 동시에 지구의 회복력을 유지하는 방안을 다루기 위해 포괄적인 분야가 모이는 자리를 마련함.
- OSM 2020은 AGU, ASLO (미국 내륙수및해양학협회; Association of Limnology and Oceanography), TOS (미국 해양학회; The Oceanography Society)가 공동으로 후원하며, 이를 통해 다양한 학문분야와 학계가 협력하는 기회의 장을 만들고자 함.

## □ 발표 세션: What's My Hazard? Meaningful and Actionable Coastal Science for Property Owners, Planners, and Practitioners I

- Lessons from the field ? translating sea-level rise science into coastal decision making in the northern Gulf of Mexico (Renee Collini)
  - 서론
    - 해수면 상승과 관련된 과학적인 연구가 우리의 삶에 도움을 주기 위해서는 두 가지 분야가 유기적으로 결합할 필요가 있으며, 이는 각각 1) 정확한 관측과 예측, 2)전자의 결과를 활용한 적응전략 수립 분야임.
    - 특히 전자의 연구를 통해 정확한 결과를 도출하였더라도, 올바른 적응 전략이 수립되고 이행되기 위해서는 일반인의 적극적인 참여가 필수적이며, 이를 위해서는 전자의 결과를 일반인이 이해하고 활용할 수 있게 전달하는 과정이 매우 중요함.
  - 연구방법
    - 이 연구는 지역적 해수면 상승에 대한 요약본, 분석을 위한 기초자료,

방법론과 메타데이터 등을 제작한 뒤, 사례지역의 해수면 상승에 대한 적응계획을 수립하는 과정에서 이 자료들이 어떤 이해관계자와 의사결정 단계에서 활용되는지를 조사함.

- 연구결과 및 시사점

- 해수면 상승에 대한 요약자료는 현지인을 포함하여 다양한 이해관계자들이 계획 수립과 관련된 논의를 시작하기에 앞서 현재와 미래의 상태에 대해 비슷한 수준의 사전 정보를 공유할 수 있는 핵심 자료로 활용됨.
- 요약자료 외에 분석에 필요한 기초자료나 메타데이터는 실제 공학자나 자문가, 연구자 등이 참여하여 해안복원계획을 수립하는 데 활용됨.
- 이해관계자들이 요약자료 외의 부가적인 자료들을 활발하게 사용하지 않더라도, 이러한 자료를 함께 준비하는 것은 이들의 신뢰도와 의사결정 과정에 대한 투명성을 확보하는 데 도움이 됨.
- 계획 수립 과정에서 이해관계자의 활발한 참여가 보장되지 않은 경우 해당 계획은 순조롭게 이행되기 어렵다는 점을 고려할 때, 이해관계자와의 지속적인 소통과 이를 통한 계획의 수정 보완 과정은 필연적임. 이 연구는 사례 연구를 통해 이 과정에 소요되는 예산과 시간을 단축시킬 수 있는 방안 가운데 하나를 제시했다고 볼 수 있음.

○ User needs in hazard mitigation planning: Examples from coastal South Carolina (Nicole Elko)

- 서론

- 이 연구는 해수면 상승과 관련된 정보를 수집하고 의사결정에 반영하는 과정에서 기존의, 과학자들의 모니터링에 기반을 둔 방법 외에 시민들의 참여를 통한 정보 수집 방법의 활용가능성을 중점적으로 다룸.

- 연구방법

- 허리케인 Joaquin이 피해를 준 이후, 미국 사우스캐롤라이나 주의 해안 관리계획 수립과 관련된 의사결정 과정 전반에 걸쳐 지역주민으로부터 다양한 정보를 수집하기 위해 스마트폰 어플리케이션을 개발함.

- 연구결과 및 시사점

- Folly Beach의 장기해안관리계획 수립 과정을 사례로 지역주민의 참여에 기반을 둔 의사결정 결과를 살펴보면, 지역주민들은 전체 해안지역 가운데 어느 지역에서 집중적으로 홍수피해가 발생하고, 그 피해가 어느 정도인지 등 위험 및 취약성에 대한 포괄적인 정보를 다수 보유함.

- 정책적 의사결정이 이해관계자의 참여를 전제로 해야 한다는 점에서 볼 때, 지역민으로부터 충분한 정보를 수집할 수 있다면 추가적인 시간과 예산을 통한 모니터링 자료의 수집은 필수적인 것이 아닐 수 있음.
- The NASA Sea Level Change Team and Challenges of Generating Useful Sea Level Information (Benjamin Hamlington)
- 서론
    - NASA에는 기후변화와 이에 따른 자연현상의 변화를 연구하는 다양한 팀이 존재하며, 이 가운데 하나인 N-SLCT(해수면변화과학팀)는 해수면 변화와 관련된 보다 심층적인 정보의 생산과 제공을 목적으로 함.
    - N-SLCT의 주요 연구주제는 크게 두 가지로, 이는 각각 1)지역차원의 해수면 변화에 대한 보다 정확한 정보 생산과 2)이를 토대로 계획수립자와 정책결정자에게 유용한 정보를 전달하는 것임.
    - N-SLCT의 첫 번째 연구주제에 해당하는 연구가 원활하게 수행되기 위해서는 전 세계 또는 광역 차원의 해수면 상승 관련 정보를 지역 차원으로 분해하는 방법이 필요함.
    - 두 번째 연구주제의 경우 의사결정 과정에서 중요성과 필요성이 높은 정보를 파악하고, 후자의 정보를 효율적으로 만들어내고 제공하기 위해 필요한 방법을 고안할 필요가 있음.
  - 방법론
    - 이 연구는 해안관리계획 수립을 주도하는 계획수립자와 정책결정자를 대상으로 한 워크숍을 통해 N-SLCT의 두 번째 연구주제와 관련된 정보를 수집함.
  - 연구결과 및 시사점
    - 지금까지 해수면상승과 관련된 연구가 주로 제공한 정보는 해수면 상승량이지만, 지역 차원에서 필요한 정보는 해수면상승과 파랑 및 조석운동이 복합적으로 작용한 결과인, 해안지역의 위험과 피해량에 대한 정보임.
    - 지역 규모의 의사결정에 필요한 “유용한 정보”를 적절하게 파악하고 제공하기 위해서는 지속적인 소통을 통해 계획수립자와 정책결정자가 적극적으로 참여할 수 있도록 유도하는 것이 중요함.
    - 지역 규모의 의사결정에 활용할 수 있는 해수면상승 평가 도구(SLR assessment tool)의 개발이 곧 마무리될 예정이며, 이후 온라인을 통해 무료로 공개될 예정임.

그림 2. 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.17.)

## □ 발표 세션: From Catchments to Open Ocean: Advances in Remote Sensing for Supporting Sustainable Oceans I

### ○ The great Atlantic Sargassum belt (Chuanmin Hu)

#### - 서론

- Sargassum은 대형조류의 하나로, 여름철에 아프리카대륙 서해안부터 카리브해 연안까지 광범위한 해역에 번성하며, 특히 2011년부터 분포 범위와 밀도가 급격하게 증가함.
- 이 연구는 원격탐사를 통해 Sargassum의 분포와 밀도를 추적하는 동시에 변화 원인 파악을 목적으로 함.

- 연구방법

- MODIS와 VIIRS 위성영상을 Sargassum 분포와 밀도의 시공간적 변화 추적에 활용하였으며, 바람과 해류 순환 모형을 활용한 예측 결과와 원격탐사 결과를 비교하여 시공간적 변화 요인을 파악하고자 함.

- 연구결과 및 시사점

- 이 연구는 북대서양 남부에 거대한 띠를 형성하는 Sargassum의 정확한 분포와 시공간적 변화에 대한 정량적인 정보를 제공했다는 점에서 의의를 지니지만, 아직까지 그 원인은 명확히 규명하지 못함.
- 초기에는 2011년 이후 급격하게 증가한 Sargassum의 분포와 밀도에 해수면 상승과 수온변화 등 기후변화가 영향을 준 것으로 가정하였으나, 실제 기후변화 양상과는 다소 차이를 보여 추가적인 연구를 수행함.
- 특히 기후변화가 직접적인 영향을 주진 않지만 이로 인한 바람과 해류의 변화는 일정부분 영향을 준 것으로 파악됨.
- 후속 연구에서는 아마존의 삼림파괴에 따른 영양염 유입량 증가와의 연관성을 파악하고자 함. 실제로 대서양 연안의 다양한 생태계 변화와 아마존의 삼림파괴의 직간접적 상관성에 주목하는 연구들이 다수 존재함.

○ Overcoming Dimensionality Barriers in Satellite Data to Elucidate Spectral-Spatial-Temporal Trends in the Ocean (Ryan Vandermeulen)

- 서론

- 지표와 해수면은 파장대역에 따라 반사도와 방사도 특성에 큰 차이가 있지만, 기존의 원격탐사 연구는 일부 대표적인 파장대역 또는 이들을 조합한 지수(NDVI 등)만을 주로 활용함.
- 이 연구는 파장대역별 분광특성에 기반을 둔 변환식을 통해 지표와 해수면의 종합적인 특성을 단일 지표인 AVW (Anisotropic Variable Window)로 나타내는 방법을 소개함.

- 방법론

- 이 연구에서 소개한 AVW는 전체 파장대역의 반사도/방사도 특성을 단일 차원으로 나타내는 방법으로, 파장대역별 강도가 나타내는 곡선을 지수로 변환한 것임.

- 연구결과 및 시사점

- AVW는 다양한 파장대역의 영상을 통합하여 나타낼 수 있을 뿐만 아니라, 파장대역 구성이 상이한 위성영상들을 동일한 지표로 나타낼 수



있어 자료의 통합에도 크게 기여함.

- 이를 통해 장기 시계열 자료의 분석을 통해 인위적이거나 자연적인 이유로 지표나 해수면의 특성이 변화하는 것을 파악할 수 있음.

○ Bio-Optical Variability in Tropical Peatland-Influenced Coastal Waters of South-East Asia, and Implications for Remote Sensing of CDOM and DOC (Patrick Martin)

- 서론

- 이 연구는 동남아시아 해안지역을 사례로 하천 프로세스에 의해 육상에 위치한 이탄지로부터 유입된 부유하중과 용해하중(영양염)이 연안 해역에 미치는 영향을 추적함으로써 육상과 연안의 연결성(Land-Sae Connection)을 파악하는 것을 목적으로 함.

- 연구방법

- 이 연구에서 주로 활용한 것은 MODIS와 VIIRS 위성영상으로, 이를 통해 계절변화에 따른 유기물 농도(CDOM; colored dissolved organic matters), 부유물질 농도(TSS; total suspended solids), 그리고 엽록소(chlorophyll-a) 농도를 산정함.

- 연구결과 및 시사점

- 육상에서 하천을 통해 해안으로 유입된, 유기물과 퇴적물을 포함한 유량과 연안해역의 유기물 농도, 부유물질 농도 및 엽록소 농도는 거시적인 차원에서 높은 상관관계를 나타내는 것을 확인함.
- 싱가포르의 경우 유량 변화에 따라 연안해역의 유기물 농도는 큰 폭으로 변화하는 반면, 엽록소 농도는 연중 큰 차이가 없는 것으로 나타남. 이러한 지역적 특성을 해석하기 위해 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단됨.

○ Towards a Method for Detecting Macroplastics Floating in Coastal Waters using Sentinel-2 Earth Observation Data. (Lauren Biermann)

- 서론

- 오늘날 플라스틱은 다양한 프로세스를 통해 해양생태계에 영향을 미치며, 해양으로 유입되는 플라스틱의 양이 급증함에 따라 그 영향력 또한 막대해지고 있음.
- 자료가용성이 높은 위성영상은 시공간해상도가 비교적 낮아 부유플라스틱 탐지에 활용하기에는 한계가 많다고 지적되어 왔으나, 이 연구는 실험적 차원에서 비교적 규모가 큰 부유플라스틱 군집을 대상으로 위

성영상의 활용가능성을 파악하는 것을 목적으로 수행됨.

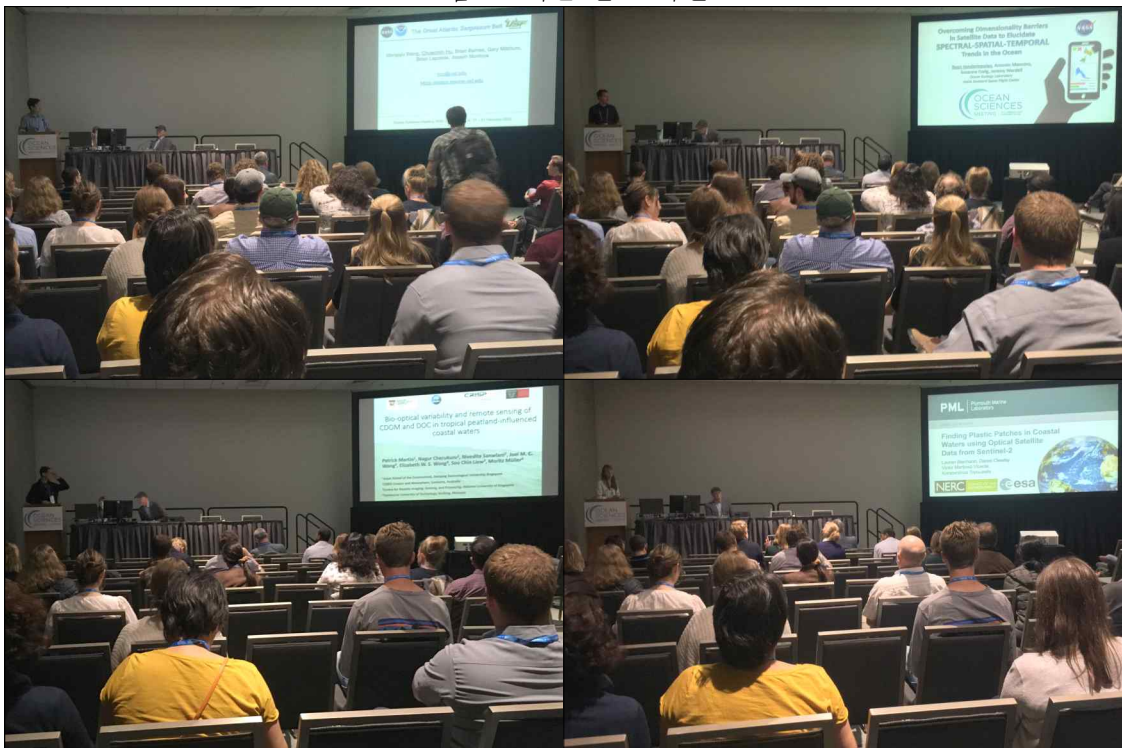
- 방법론

- 무료로 공개된 위성영상 가운데 공간해상도가 10m 수준으로 높은 Sentinel 2호 위성영상을 활용하여 부유플라스틱 군집 탐지를 시도함.
- 부유플라스틱 군집의 탐지는 근적외선과 중적외선 파장대역의 반사도 특성을 이용하였으며, 이는 해수면과 (식생이 아닌) 부유물질이 지닌 분광특성에 큰 차이가 있는 것에 기반을 둠.
- 녹조, 유기물 등과 구분하기 위해 NDVI(식생지수)를 보조자료로 활용함.

- 연구결과 및 시사점

- 이 연구는 아직 발전단계에 있는 실험적 연구로, 현재 단계에서는 양식장이나 선박 등의 물체가 플라스틱 군집으로 오탐지될 수 있음. 이를 적절히 제거하기 위해서는 향후 추가적인 알고리즘을 통해 연구방법을 보완할 필요가 있음.
- 상기한 한계점에도 불구하고, 해안지역에 대한 접근성이 매우 낮고 항공사진 등 대안적인 방법론의 활용이 어려운 지역에서는 비용효율적인 해양플라스틱 파악 및 관리수단으로 활용할 수 있을 것으로 판단됨.

그림 3. 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.17.)

## □ 발표 세션: Sustainable Food from the Sea: Challenges and Solutions I

### ○ The Geography of Climate Challenges and Solutions for National Food Systems (Steven Gaines)

#### - 서론

- 육상 및 해양에 기반을 둔 식품 체계(food system)가 기후변화로 인해 다양한 영향을 받을 것이라는 연구들이 다수 존재함.
- 대부분의 연구에서 보여주는, 전 세계에 미치는 평균적인 영향들은 각 국가별 서로 다른 양상들을 충분히 반영하지 못함.
- 여기서 문제는, 각 지역에 걸쳐 나타나는 영향들의 변동성이 굉장히 크다는 것임.

#### - 방법론

- 기후변화로 인한 다양한 부문의 시너지 효과를 분석하여, 긍정적 영향이 부정적 영향을 상쇄시켜주는 일부 국가 및 상대적으로 부정적 영향에 취약한 국가 등을 식별함.
- 기후변화로 인한 식량안전보장에 대한 과제를 효과적이고 공정하게 해결하기 위해 다양한 권고안을 제시함.

#### - 연구결과 및 시사점

- 이 연구는 육상 농업에 대한 예측 및 미래의 식량 수요에 대한 예측에 필적할 만한 해양 식량(어획 및 양식)의 새로운 국가 수준 예측 분석을 제시함.
- 다른 국가들의 잠재적 이득으로 인해 일부 국가들의 막대한 피해가 가려지는 현상을 파악하여 보다 현실적인 정책 설정을 가능케 함.

### ○ A call to reframe the sustainable seafood narrative to maximize contributions to food systems (Michael Tlusty)

#### - 서론

- 현재 지배적인 지속가능한 해산물 관리 정책은 선진 세계 시장이 해양 건강을 향상시키도록 어업 및 양식업 종사자의 실무 개선을 촉진하는 것임.
- 이러한 좁은 틀에서의 관리 정책은 전 세계 식량 체계의 지속가능성에 대한 논의에서 해산물에 대한 내용을 배제하게끔 하였는데, 이는 문제가 있음.

- 방법론

- 해산물이 지속가능한 식품 체계에 기여할 수 있는 긍정적 효과를 높이기 위해, ‘해양 건강’을 증진시키는 데 해산물의 역할을 우선시하는 기존의 주장을 재구성하고 보다 광범위한 환경 및 사회적 차원의 지속가능성을 포괄할 필요가 있음을 제시함.
- 초점을 생산자 중심에서 ‘전체 사슬’ 관점으로 옮겨야 함.
- 식량 폐기물, 부산물 활용 및 소비에 중점을 둔 후기 단계가 더 많이 포함되어야 함.
- 지속가능성 평가 시 해산물은 단일 집계 항목으로 취급되어서는 안되며, 그보다는 다양한 생태적 영향, 식용 산출물, 영양 성분 등을 갖고있는 하나의 집합으로 인식하여야 함.

- 연구결과

- 지속가능한 해산물 관리 정책을 재구성하기 위해 다음을 수행해야 함.
  - ① 전 세계 식량 체계의 지속가능성에 대한 논의에 어업 및 양식을 포함
  - ② 해양 지속가능성에 대한 시련의 장이 아닌 “식량으로서의 물고기”에 재초점
  - ③ 단지 생산만을 강조했던 기존에서 전체 가치 사슬에 보다 주목
  - ④ 다양한 종 및 생산 기법을 반영하여 영향 평가

○ Temporal Patterns of Mariculture Production: Implications for Sustainable Development (Rebecca Gentry)

- 서론

- 바다 양식은 많은 국가에서 확장되어 왔으며 지속가능한 세계 식량 체계의 중요한 요소가 될 잠재력을 갖고 있음.
- 하지만, 일부 지역은 최소한의 개발을 진행하는 반면 다른 지역은 지속가능성을 위협할 정도로 활성화되는 등 전 세계에서 일관되지 않은 방식으로 양식업이 시행됨.
- 개발 패턴이 전 세계에 걸쳐 다른 이유 혹은 이러한 패턴이 지속가능한 식량 생산과 어떠한 관계가 있는지에 대한 이해도는 제한적임.

- 방법론

- 이러한 지식 격차를 해소하기 위해, 전 세계 해양 양식 개발 동향을 국가 차원에서 분석하고, 대부분의 국가들이 주요 경제 및 거버넌스 지

표와 관련하여 예측 가능한 개발 패턴을 따르고 있음을 보여줌.

- 연구결과 및 시사점

- 결과를 종합해 보면, 정책이 활성화되면 양식업의 성장 기회가 열릴 수 있고, 다양한 종의 생산을 권장하는 전략이 더욱 생산적이고 안정적으로 해양 산업에 기여할 수 있을 것임.
- 생산 잠재력과 관련하여 각국의 양식업 발전 궤적을 평가함으로써, 향후 양식업 성장이 지속가능한 식량 체계에 기여할 수 있는 한계와 기회를 고려함.

그림 3. 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.17.)

## □ 발표 세션: Hyperspectral Sensing of Coastal Aquatic Environments I

### ○ Hyperspectral Remote Sensing of Coral Reef Condition: COral Reef Airborne Laboratory (Eric J Hochberg)

#### - 서론

- 지금까지 산호초의 분포와 밀도에 대한 정보는 현지조사에 의존해왔으며, 인력과 예산 및 시간의 제약으로 인해 실제 산호초에 대한 정량적 조사는 전체 해역의 0.01~0.1%만을 대상으로 이루어짐.
- 상기한 한계로 인해 기후변화 또는 인위적인 요인에 의한 산호초의 반응은 연구자와 자료에 따라 차이가 매우 크게 나타나며, 전체적인 경향성을 파악하는 데 어려움이 있음.
- 이 연구는 초분광영상을 활용하여 기존의 원격탐사자료로는 불가능한 산호초의 정량적 정보 산출을 시도함.

#### - 방법론

- 연구의 대상지역은 하와이, 괌, 사이판, 팔라우 주변의 75,000km<sup>2</sup> 해역으로, 항공기로 촬영한 초분광영상을 통해 수심과 서식지 피복을 조사함.
- 조사 결과의 검증을 위해 현지조사자료를 추가로 확보

#### - 연구결과 및 시사점

- 초분광영상을 통해 제작한 수심과 서식지 피복 조사 자료를 활용하여 3차원 공간의 산호초 밀도를 추정한 뒤, 현지조사 결과와 비교 검증함.
- 비교 검증을 거친 산호초 밀도자료를 활용하여 현지조사에 의존하지 않고 다른 해역의 산호초 밀도를 추정하기 위해 태양광, 수온, 염도 등 환경조건을 활용하여 산호초 밀도 추정모델을 제작함.
- 산호초 밀도 추정모델은 변수간 다중공선성의 문제가 다소 있으나 지속적인 보완을 통해 예측력을 향상시킬 예정임.

### ○ Hyperspectral retrievals of phytoplankton abundance and absorption properties in optically complex waters (Nima Pahlevan)

#### - 서론

- 식물성플랑크톤에 의한 일차생산량은 해양생태계를 지지하는 중요한 요소일뿐만 아니라 기후변화 대응 측면에서도 중요성이 높음.
- 이 연구는 기존 원격탐사자료 기반 일차생산량 추정기법에 비해 정확도가 높은 방법론으로 초분광영상과 머신러닝기법 기반의 일차생산량



추정기법을 개발하는 것을 목적으로 수행됨.

- 방법론

- 이 연구는 자료 주도적 추정기법을 개발하기 위해 머신러닝 기법 가운데 MDN (Mixture Density Networks)를 활용하였으며, 이는 파장대역별 밝기값을 조합하여 NN (Neural Networks)를 형성하고, 이를 통해 일차생산량을 추정하는 2단계 구조로 이루어짐.
- 구체적으로 409-787nm 사이의 67개 파장대역 자료를 활용하였으며, 전체 해역 가운데 30%를 현지조사자료와 결합하여 머신러닝에 활용함.
- 이후 나머지 70% 해역에 추정기법을 적용하여 일차생산량을 산정한 뒤, Blend, OC6 등 기존의 일차생산량 추정기법들과 정확도를 비교함.

- 연구결과 및 시사점

- 이 연구에서 제시한 방법론의 오차율은 대략 25~30% 수준으로, 기존 일차생산량 추정 기법들에 비해 정확도가 높은 것으로 나타남.
- 그러나 특정 해역은 정확도가 80% 이상인 반면, 다른 해역은 65% 수준으로 차이가 비교적 크게 나타남. 따라서 다양한 환경의 해역에 대한 후속 연구를 통해 정확도를 안정화시킬 필요가 있음.

그림 . 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.18.)

□ 발표 세션: Advances in Coupled Physical-Biogeochemical Modeling: Regional to Global Scales I

○ Detecting and attributing change in net primary production using carbon and nitrogen isotopes (Pearse Buchanan)

- 서론

- 일차순생산량(NPP)은 어업 생산 및 탄소 배출과 같은 해양의 기본 생태계서비스의 토대를 설정함.
- 온난화가 열대 NPP를 감소시키고 극지 NPP를 높일 것으로 예측되는 반면, 미래의 바다에서 NPP의 진화는 변화의 다른 동인들로 인한 다양한 영향 때문에 매우 불확실하고 감지하기가 어려움.

- 연구방법

- 최첨단 해양 일반 순환 및 생지화학 모델 내에서 시뮬레이션 된 탄소 및 질소 동위원소( $\delta^{13}\text{C}$  및  $\delta^{15}\text{N}$ )의 렌즈를 통해 RCP8.5 기후 변화 시나리오에 따라 NPP를 검토함.
- 인위적 탄소와 질소의 침입은 고유한 동위 원소 신호를 갖고있음.
- 탄소 및 질소가 해양을 순환하는 방식의 변화는 용해 및 유기 물질의  $\delta^{13}\text{C}$ 과  $\delta^{15}\text{N}$ 에 강하게 각인됨.
- $\delta^{13}\text{C}$  및  $\delta^{15}\text{N}$ 을 사용하여 NPP의 변화를 감지하고 이러한 변화를 탄소 및 질소 순환의 변화에 기여함.

- 연구결과 및 시사점

- 이 결과는  $\delta^{13}\text{C}$ 과  $\delta^{15}\text{N}$ 의 측정치가 향후 수십 년간 해양 생태계와 NPP의 중요한 변화를 감지하는 데 유용하리라는 것을 보여줌.

○ Light Induced Physical-biogeochemical Implications in the Arctic Ocean: a Coupled Sea-ice - Ocean - Ecological Modeling Study (Vasileios Pefanis)

- 서론

- 현재 북극에서는 해빙 농도가 낮아지는 등 지표에 가까운 공기 온도가 가장 빠르게 상승하고 있음.
- 이에 따라 해빙이 사라지는 상황에서 수중 단파 복사가 변화하여 그 결과 식물성 플랑크톤의 양과 종류가 달라질 수 있음.

- 방법론

- 이 연구에서 북극의 확장에 대응하기 위해, 6가지 식물성 플랑크톤 기



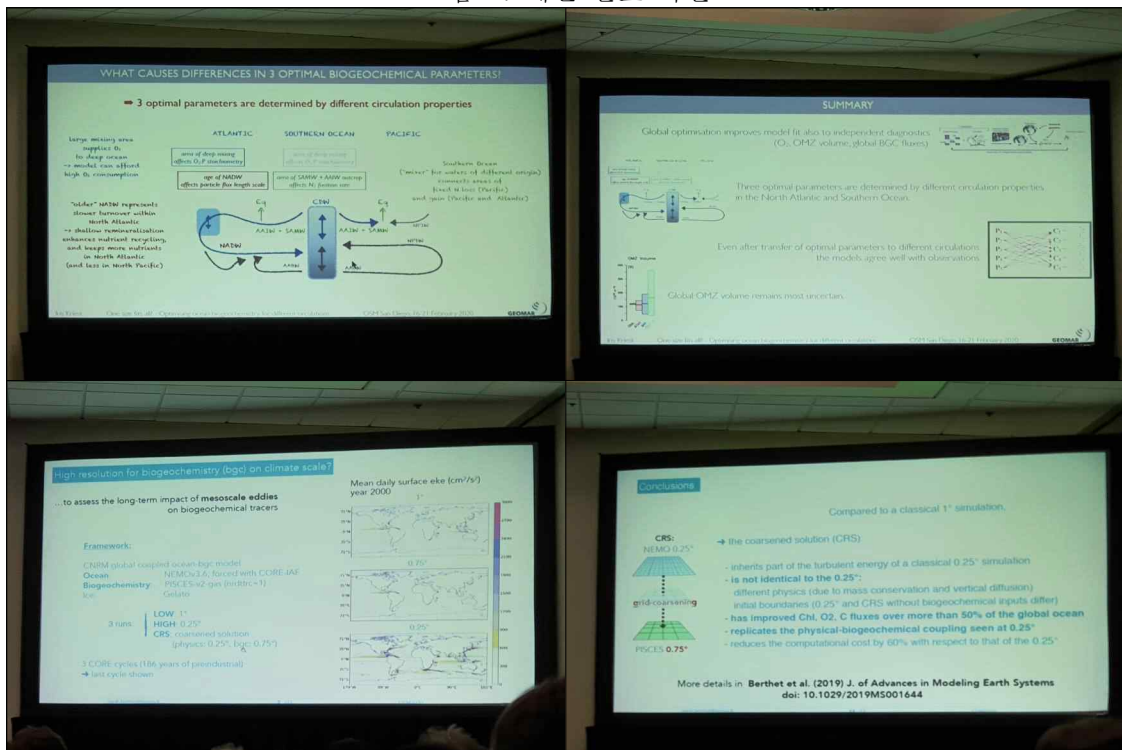
능성 유형(PFTs)과 착색 용존 유기 물질(CDOM)로 구성된 해양 주요 광학 활성 성분의 가변성을 시뮬레이션하기 위해 바다 얼음 - 해양 - 생태 모델(Darwin-MITgcm)을 사용함.

- 또한, 빛의 감쇠 관점에서 생지화학적 과정을 설명하기 위해 일반 순환 모델을 설정하여 북극해의 물리적 및 생지화학적 특성에 대한 그들의 피드백을 평가할 수 있도록 함.

#### - 연구결과 및 시사점

- 빛의 수직 분포를 조정함으로써, CDOM과 식물성 플랑크톤이 표층의 해양열 구조에 큰 영향을 준다는 것을 발견함.
- 이러한 변화는 해양 상층의 층화에 영향을 미치며 영양분 공급뿐만 아니라 총 PFTs 엽록소-a의 변화도 동반하게 됨.

그림 5. 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.17.)

## □ 발표 세션: Ocean-Based Solutions to Address Local to Global Human Impacts I

- California's Ocean Acidification Action Plan: A Roadmap for Science-informed Management and Decision Making (Justine Kimball)

- 서론

- 10여 년 전, 캘리포니아 해양보호위원회(OPC)는 해양산성화(Ocean acidization, OA)가 해당 주를 위협하는 우선적 기후 영향임을 확인했음.
- 그 이후, OPC는 해양산성화와 그 영향의 이면에 있는 과학적 사실을 이해하고 주·지역·연방·국제 정책을 진전시키기 위해 협력하기 위한 전략적 투자를 해왔음.
- OPC는 이후 해양과학신탁(Ocean Science Trust)과 협력하여 2018년 캘리포니아 해양산성화 실천 계획(2018 California Ocean Acidification Action Plan)을 수립하여 발표했음.

- 실천 계획(Action Plan)

- 실천 계획은 전체 범위의 위험과 영향을 파악 및 대비하고, 해양산성화의 원인을 줄이고, 피해에 취약한 집단의 회복력을 향상시키며, 유해성을 최소화하기 위한 6가지 전략과 관련 조치를 제시함.

- 연구 결과

- 이 세션에서는 관리와 정책에 우선순위를 두어 해양산성화 및 그 영향을 이해한 캘리포니아 실천 계획의 성과와 그 영향을 소개함.

○ Changing Ocean Chemistry on the US West Coast: From Knowledge to Action (Tessa M Hill)

- 서론

- 최근의 연구는 해양 pH의 감소(해양산성화)로 인해 해양 생물에 미치는 수많은 영향을 보여줌.
- pH의 감소와 해수의 탄산염 화학에 대한 동시적인 변화는 많은 생물군에서 성장, 석회화, 생식 및 생존을 감소시킴.
- 영향을 받는 유기체 중 가장 중요한 것은 미국 서해안을 따라 경제, 생태 및 문화적으로 중요한 종임.
- 미 서해안의 주들은 관리를 위해 과학 기반의 도구들을 개발하는 데 앞장서고 있지만, 의사결정이 어디에서 행해지고, 어떠한 종에 영향을 미치며, 어떤 정책이나 경영상의 반응을 불러일으킬지 알아야 함.

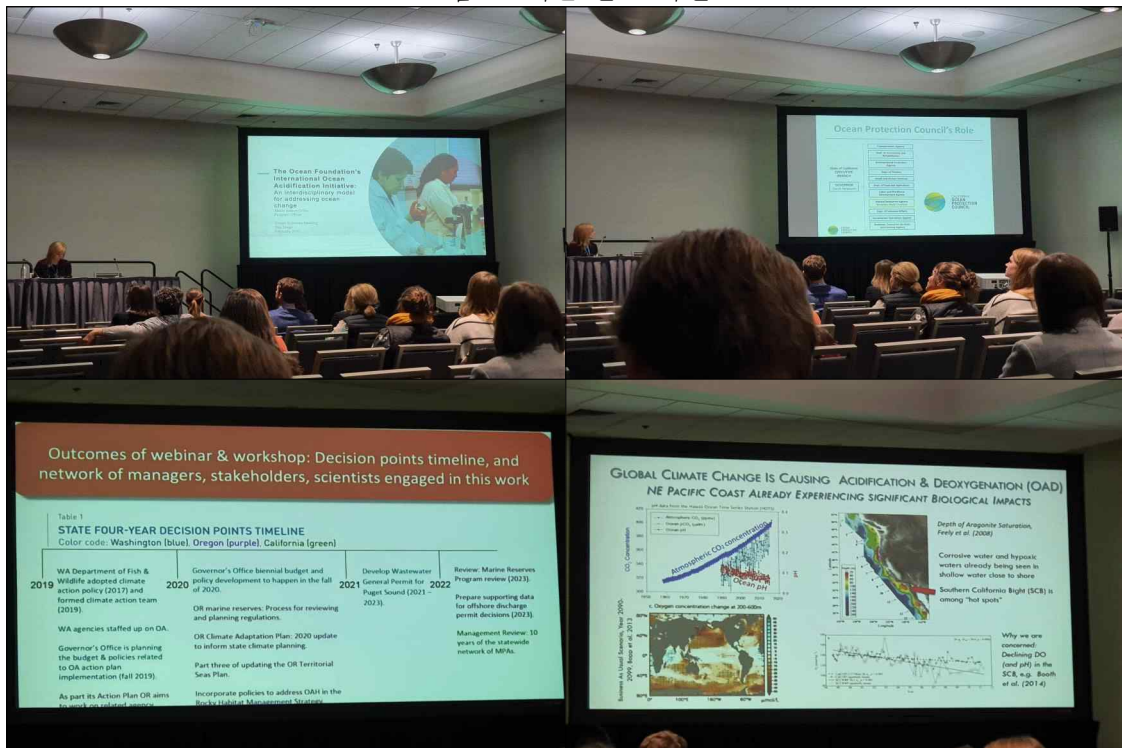
- 방법론

- 이 연구에서 미국 서해안의 생물들이 해양산성화 및 관련 스트레스 요인에 가장 취약한 곳을 식별하는 새로운 프로젝트를 살펴봄.
- 해양 화학 변화에 대한 기존 해양 데이터의 종합과 해양 종의 반응에

대한 메타 분석을 통해, 환경 스트레스 요인의 공간 패턴을 문화적, 경제적, 생태학적으로 분석함.

- 연구의 한 목적으로, 산업과 보존, 주, 연방, 부족 대표자들 간의 피드백을 이 연구에 통합시키기 위해, 온라인 웨비나 및 워크숍을 실시함.
- 연구결과 및 시사점
  - 프로젝트 시작부터 종료까지 커뮤니케이션의 우선순위를 정하고 파트너십을 구축하는 데 있어, 연구 결과를 경영·정책 등에 최대한 유용하게 활용되도록 하는 것을 목표로 함.

그림 7. 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.18.)

□ 타운홀 세션: The NASA Surface Biology and Geology (SBG) mission and the observation of coastal and inland waters from space

○ 세션 소개

- 이 세션은 NASA에서 추후 개발 예정인 SBG (Surface Biology and Geology) 센서의 활용을 증진하기 위한 목적으로, 다양한 분야에서 활동하는 과학자들의 수요를 파악하기 위해 개최됨.

- 특히 OSM 2020에 참여하는 과학자들 가운데 해안지역과 내륙수면에서 이루어지는 프로세스와 현상과 관련된 연구를 수행하는 연구자의 자료 수요 파악에 집중함.

#### ○ 주요 내용

- 첫 번째 발표는 SBG 센서의 개발방향 설정과 관련된 연구 및 의사결정 그룹의 구성과 현재까지의 진척상황을 공유하는 내용으로 구성됨.
- 상기한 그룹들은 분야별 전문가 및 연구자들의 참여를 독려하기 위해 다양한 워크숍과 공청회에 대한 실시계획을 세우고 진행 중임.
- 기술개발과 관련된 내용은 아직까지 공개할만한 내용이 많지 않지만, 분광대역의 수와 구성 등 연구수요와 관련된 다양한 부분을 종합적으로 검토하고 있으며, Landsat이나 Sentinel 등 기존에 활발하게 사용되고 있는 센서들이 지닌 단점을 보완하는 것을 기본적인 목표로 진행 중임.

그림 4. 세션 발표 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.17.)

#### □ 포스터 세션

##### ○ Degradation of terrigenous organic matter from tropical peatlands and coastal ocean acidification in Southeast Asia

- 서론
  - 이 연구는 여름철 몬순과 같은 대규모 기상현상이 육상과 연안의 환경 및 생태계에 미치는 영향을 파악한 연구 가운데 하나로, 이탄지로부터 하천을 통해 해양으로 유입된 유기물이 연안지역의 산성화에 미치는 영향에 집중함.
- 연구방법

- 현지조사를 통해 수집한 해수표본과 지역규모의 해수순환모형 결과를 비교하여 인도네시아 보르네오 섬으로부터 유입된 육상기인 유기물이 싱가포르 연안해역에 미치는 영향에 대한 정량적인 분석을 시도함.

- 연구결과 및 시사점

- 육상과 연안해양의 연결성 또는 상호작용에 집중한 연구는 지금까지 제한적으로만 이루어져 왔으며 해양에서의 기후변화 관련 논의는 주로 해수위 상승, 수온 변화 및 염도 변화에 주로 집중되어 왔음.
- 기후변화에 따라 동아시아 여름철 몬순이 강화될 것으로 예상되는 만큼, 육상 기인 유기물의 증가는 해양산성화 등 지역차원의 연안환경 변화에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되며, 이에 대한 후속 연구가 다각적으로 이루어질 필요가 있다고 판단됨.

○ Phytoplankton distribution in the Mediterranean sea based on satellite ocean color data

- 서론

- 이 연구는 기후변화와 인위적 요인이 연안해양의 식물성플랑크톤에 의한 일차생산량에 준 영향을 파악하기 위해 장기 시계열 변화를 분석

- 연구방법

- 이 연구는 SeaWiFS와 MODIS 두 가지 위성영상을 활용하여 일차생산량의 장기 시계열 변화를 추적함.
- 일차생산량 변화 추적과 함께, 위성영상의 차이로 인한 오차를 보정하는 방법론의 적용 여부에 따른 변화를 추가적으로 분석함.

- 연구결과 및 시사점

- 연구 결과 위성영상의 차이로 인한 오차를 보정한 경우 일차생산량의 시계열 변화가 보정 전에 비해 더욱 명료하게 나타남. 이는 일차생산량의 시계열 변화 조사에 상이한 위성영상을 혼용할 경우 오차상관을 조심해야한다는 점을 정량적으로 재조명한 것으로 볼 수 있음.
- 한편, 사례연구를 통해 파악한 일차생산량의 장기 시계열 변화량은 오차 보정 여부와 상관없이 큰 것으로 나타나, 거시적인 규모의 일차생산량 변화 조사 시 오차 보정 여부가 미치는 영향은 그리 크지 않다는 점을 알 수 있음.

○ Using machine learning to predict oceanic wind forcing errors

- 서론

- 지구물리상의 수치로 오차 규모를 정량화하는 것은 시계열 예측, 수치 모델링 및 데이터 이해를 위해 매우 중요한 작업임.

#### - 연구방법

- 해수면 근처에서 풍속의 공간적 오차 규모를 동적으로 예측하기 위해, 관리된 머신 러닝 접근법을 이용함.
- 순환신경망(RNN)은 2012-2016년 기간 동안 재분석 된 10m 풍속 및 사전에 계산된 오차 규모 추정치를 이용하여 교육됨.
- 해당 신경망의 성능은 그 이듬해인 2017년 오류 예측을 분석하여 검사됨.

#### - 연구결과 및 시사점

- 이 실험에 따르면, 순환신경망은 기본적인 물리학에 대한 지식 없이도 전 세계적으로 널리 분포된 바람 형태를 포착하고 풍속 기반으로 풍속 오차 추정치를 도출하는 방법을 배울 수 있음.
- 제시된 접근방식은 비용 효율적인 모의실험 진행을 위해 수치 모델 결과 혹은 실측 데이터와 결합하여 일정한 오차 공분산 정보를 동적으로 생성할 수 있음.

### ○ Sediment depth and accumulation constrain belowground carbon stocks across northern New World mangroves

#### - 서론

- 맹그로브 숲의 토양에는 다량의 탄소가 함유되어 있으며, 이 탄소를 보존함으로써 대기 중의 이산화탄소 양을 줄이는 데 도움이 됨.
- 하지만, 우리는 전 세계에 퍼져있는 맹그로브들이 지역마다 다른 양의 탄소를 저장하는 이유를 충분히 이해하지 못하고 있음.

#### - 연구방법

- 화산지형의 갈라파고스, 바하 반도의 건조한 석호, 그리고 환경적으로 뚜렷한 차이를 보이는 파나마의 카리브해와 태평양 연안의 다양한 맹그로브 환경을 고려함.
- 토양 표면으로부터 암반까지 다양한 깊이에서 토양 코어 표본을 채취한 후, 탄소 함량을 파악하기 위해 표본을 건조시켜 무게를 재고, 분석하였음.

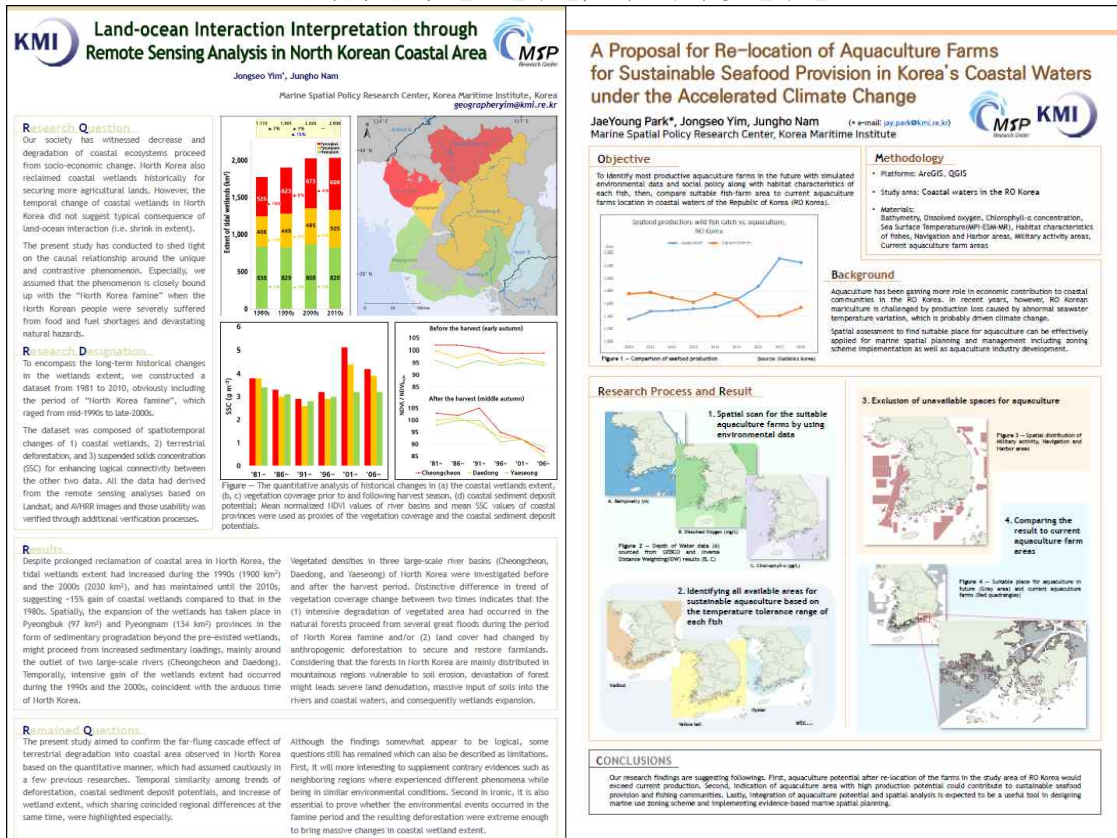
#### - 연구결과 및 시사점

- 탄소의 양은 전 세계에서 수행 된 다른 연구들과는 달리 비가 많이 오는 지역에서 높게 나타나지 않았음.
- 과거 해당 지역의 해수면 상승 속도가 총 탄소량에 더 큰 영향을 미쳤음.



## □ 연구진 포스터 발표

그림 . 연구진 포스터 발표 사진  
(좌)임종서 전문연구원, (우)박재영 연구원



## ○ Land-ocean interaction interpretation through Remote Sensing Analysis in North Korean Coastal Area

### - 서론

- 이 연구는 육상과 해양의 연결성 또는 상호작용을 이해하고 적절한 관리 방안을 모색하기 위한 연구의 일환으로 육상의 토지피복변화, 특히 산림황폐화가 연안생태계에 미치는 영향을 파악하는 것을 목적으로 함.
- 연구 대상은 비교적 짧은 기간에 인위적인 산림제거 및 경작지 개발이 광범위하게 발생한 1990년대부터 2000년대까지의 북한 지역임. 해당 기간은 이른바 ‘고난의 행군’ 시기로 북한 지역에서 대규모 홍수와 이에 따른 기근이 빈번하게 발생한 것으로 알려져 있음.

### - 연구방법

- 접근성이 제한된 연구지역의 특성으로 인해 이 연구는 원격탐사자료를

통해 시계열 변화에 따라 북한의 육상과 해안지역에서 발생한 현상을 조사함.

- 조사 대상은 육상지역의 식생피복면적과 연안해역의 부유물질 농도 및 간석지 면적으로, 조사를 위해 AVHRR과 Landsat 위성영상을 활용함. 또한 우리나라 접경지역의 관측자료 및 공간자료를 활용하여 조사 결과의 신뢰도를 검증함.

- 연구결과 및 시사점

- 고난의 행군 시기에 북한의 갯벌 면적은 지속적으로 증가하였으며, 특히 대동강과 청천강 하구로부터 퇴적물이 유입되는 평안도 해안지역의 갯벌 면적 증가가 두드러짐. 이에 반해 우리나라와의 접경지역에 위치한 황해도 해안지역은 갯벌 면적의 변화가 거의 없었음.
- 해당 시기에 북한의 산림 면적 또한 감소하였으며, 특히 1990년대 중반 이후 청천강 유역과 대동강 유역의 산림 면적이 크게 감소함. 이러한 감소 경향성은 2000년대 후반까지 지속됨.
- 산림 면적의 감소와 갯벌 면적 변화의 상관관계로부터 인과성을 보다 명확하게 드러내기 위해 해안지역의 부유물질 농도 변화를 조사한 결과, 1990년대 초반까지만 해도 감소하던 부유물질 농도가 1990년대 후반부터 증가세로 전환하였으며, 2000년대에는 큰 폭으로 증가함. 특히 압록강과 청천강 및 대동강의 영향을 크게 받는 평안도 해안지역의 부유물질 농도 변화가 두드러지게 나타남.
- 상기한 연구 결과는 육상지역의 토지피복 및 이용 변화가 해안지역의 환경 및 생태계에 큰 영향을 줄 수 있음을 단적으로 보여주는 예시로, 연안해양의 적정 관리를 위해 육상지역을 통합적으로 관리할 필요가 있음을 다시 한 번 강조한다는 점에서 의의가 있음.

○ A Proposal for Re-location of Aquaculture Farms for Sustainable Seafood Provision in Korea's Coastal Waters under the Accelerated Climate Change

- 서론

- 2010년대 이후, 양식 생산량이 어획량을 넘어서면서 대한민국 연안 지역사회에 대한 양식업의 경제 기여도가 높아지고 있음.
- 최근 몇 년 사이, 대한민국의 양식업은 해수온 변동에 의한 생산량 손실로 어려움을 겪고 있는데, 이는 기후변화에 따른 것으로 보임.



- 기후 변화로 인한 수산물 생산 손실은 더욱 악화될 것으로 보이며, 이는 지역 경제에 지속적인 피해를 줄 것임.
- 연구방법
  - 수심, 용존산소량 및 엽록소- $a$  농도와 같은 환경 데이터를 사용하여 양식 잠재력에 대한 공간 매핑을 수행함.
  - 각 어종별 생태 조건을 바탕으로 수온 예측 모델 결과를 활용하여 양식을 위한 모든 가용 영역을 확인함.
  - 항행과 군사 활동 등이 있는 공간을 제외하여 양식장에 적절한 구역을 확인한 후, 항공 이미지 분석을 통해 획득한 현재의 실제 시설 위치와 비교함.
- 연구결과 및 시사점
  - 양식 잠재력을 바탕으로 양식장의 재배치가 이뤄질 경우 현재의 양식 생산량을 초과함.
  - 양식 잠재력이 높은 지역을 선별함으로써 지속적인 해산물 공급을 통한 어업 공동체에 기여가 가능함.
  - 양식 잠재력과 공간 분석의 통합은 해양을 올바르게 구획하고 과학적 증거 기반의 해양공간계획을 수행하는 데 유용한 도구가 될 것임.

## □ 국내 양식 적지선정 및 기후변화 대응 방안 관련 업무협약

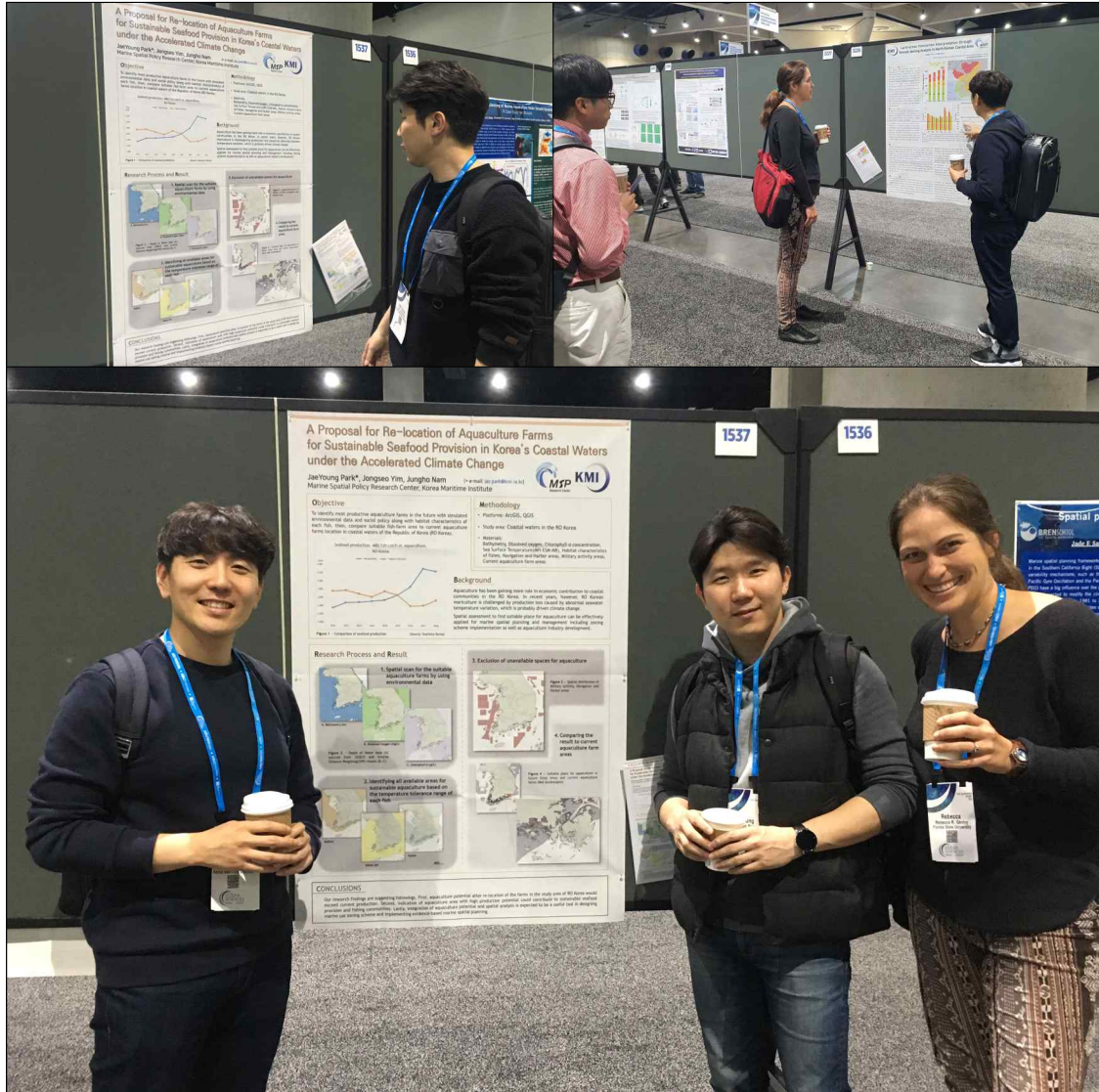
### ○ 회의 개요

- AGU 및 관련 분야 연구자들을 대상으로 포스터 지정 발표 시간(18일 오후 4시부터 6시)을 이용하여 연구 내용에 대한 발표 및 토의 진행
- 양식잠재력 산정 및 적합지 선정 관련 연구분야의 전문가인 Rebecca Gentry 박사(미국 플로리다 주립대학교 지리학과 박사후연구원)와 사전 연락 후 별도의 시간(19일 오전 8시부터 11시)을 이용하여 연구 내용 발전 및 향후 협동연구 진행 방안 관련 협의 진행

### ○ 회의 내용

- 전 세계 해역을 대상으로 한 양식 잠재력 연구의 지역적 적용(scaling down) 방법론 개발 및 적용 방안에 대한 논의
- 국내 가용 자료 중 양식 적합지 선정을 위해 고려할 수 있는 추가적인 환경 데이터들에 대한 논의
- 향후 기후변화를 고려한 양식 잠재력 산정을 위해 연구 지원 및 협력 합의

그림 . 국내 양식 적지선정 및 기후변화 대응 방안 관련 업무협의 사진



출처: 출장자 촬영(2020.2.18-19.)

## 2) 캘리포니아 대학교 산타바바라 캠퍼스(UCSB) 업무협의

### □ 회의 개요

- 회의목적: “생태계기반 해양공간분석 및 활용기술 개발” 사업의 전년도 연구성과 발전 및 연구협력 관계 구축 방안 논의
- 일시: 2020. 2. 19.(수) 오후 5-7시

### □ 회의 내용

- 전년도 연구성과 발전 및 연구협력 방안

- UCSB 지리학과와 KMI 해양공간연구실의 전년도 연구 성과 공유
- 2020년도 대표 연구프로젝트 계획 공유 후 UCSB의 향후 공동연구 및 자료 협조 가능성 논의
- UCSB 지리학과와 해양관련 연구 프로젝트 현황 공유
  - UCSB 지리학과는 해양학과와 IGPMS (Interdepartmental Graduate Program in Marine Science)라는 협동 학위과정을 운영
    - 특히 원격탐사와 GIS를 포함한 공간분석 측면에서 다양한 협력연구를 수행 중임.
  - UCSB 지리학과에서 해양관련 연구를 수행하는 교수는 4인으로, 특히 David Siegel 교수가 다양한 연구를 주도적으로 수행해온 바 있음.
    - 대표적으로 NASA와 함께 수행하는 원격탐사 기반의 전세계 해양 일차 생산량 및 탄소순환 추정 연구 수행
    - 최근 태평양 연안의 양식업과 관련된 연구제안서를 통해 예산을 확보하여, 태평양 북동부 연안을 중심으로 연구 수행 예정
    - 특히 미국 태평양 연안에서 주로 이루어지는 giant kelp (대형 갈조류로 주로 식용 또는 사료용으로 재배하며, 바이오연료나 각종 화학물질 개발에도 이용) 양식을 포함하여 다양한 양식업 관련 세부 연구들을 계획 중
    - 향후 우리나라와의 공동 관심사를 대상으로 협업 연구를 추진할 수 있을 것으로 판단됨.

### 3) Marxan with Zones 전문가 자문회의

#### □ 회의 개요

- 회의목적: 우리나라의 생태계 기반 해양공간관리체제에 체계적 해양공간 의사결정 지원도구(Marxan with Zones)의 적용가능성 및 구체적인 적용 방안 논의
- 일시: 2020. 2. 20.(목) 오전 8-12시, 오후 1-3시

#### □ 회의 내용

- Marxan with Zones를 활용한 생태계 기반 해양공간계획(안) 산출

- 부산-경남 해역의 해양공간계획 시범 적용을 위한 자료 가공 방법 논의
- 생태계서비스 가치 관련, 세부 항목들을 중분류에 따라 통합 관리하는 방식으로 모형에 반영하는 방안 토의

- 주요 도구인 Marxan with Zones의 수식 구성과 모형 매개변수의 의미, 그리고 모형에 미치는 영향 등에 관한 탐색과 중간 결과 공유

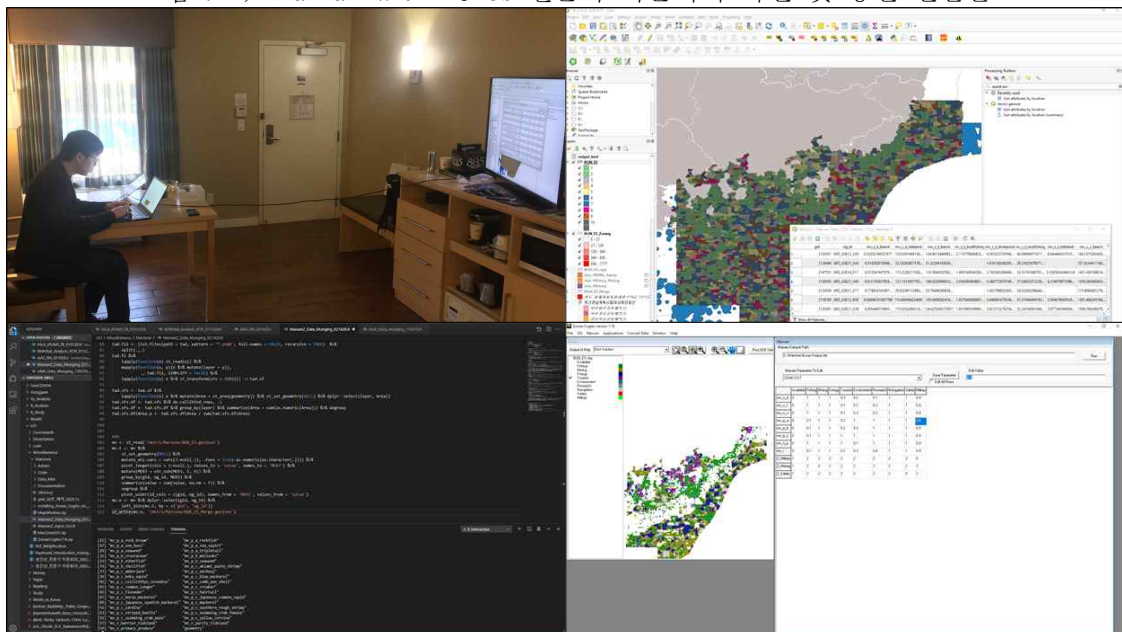
#### ○ Marxan with Zones의 활용가능성 증대를 위한 개선 필요 사항

- 군사활동구역, 안전관리구역, 골재광물자원개발구역, 에너지개발구역 등 4개 구역의 지정에 반영할 수 있는 기초자료 및 표준화 필요
  - 안전관리구역 지정을 위한 해상시설물 분포 공간자료, 골재광물자원개발구역 및 에너지개발구역 지정을 위한 자원분포 등

#### ○ 후속 논의 예정사항

- 시나리오 별 구역 간 전환지수, 비용지수 등 세부 사항
- 기존 계획구역 간 중첩지역에 대한 고려 방안
- 용도구역별 보호 특성의 목표치 설정 및 적용을 위한 과학적, 논리적 근거 확보 방안

그림 . 1) Marxan with Zones 전문가 자문회의 사진 및 중간 산출물



출처: 출장자 촬영(2020.2.18-19.)

## 5. 기대효과 및 시사점

- 글로벌 해양환경 및 생태계서비스 연구 동향, 관리 정책, 인류 활동으로 인한 해양환경 및 생태계 영향 등에 대한 최신의 자료 수집
  - Ocean Science Meeting 2020 국제 컨퍼런스 참여를 통해 최신의 연구 성과 및 수집 자료는 생태계기반 해양공간분석 및 활용기술개발 추진과정에 활용
- 생태계서비스 분야에서 국제적으로 명망 있는 전문가 및 선진 연구자들과 교류협력을 통해 전년도 연구 성과물의 발전 및 연구 네트워크 구축
  - 전년도 연구 성과물의 우수 국제학술지(SCI(E), SCOPUS 등) 게재를 위한 보완 필요사항 논의 및 새로운 연구 주제에 대한 연구 네트워크 운영 및 협력 방안 구상
  - 향후 연구개발 추진과정에서 기술적 도움이 필요한 사항에 대한 원활한 자문 및 관련 자료 수집을 위한 협력 체계 논의