



[특별세션 12]

GOCI-II를 활용한 인도네시아 해양현안 관리

- 인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용기반 구축
- GOCI-II 전구 관측 자료를 이용한 2023년 필리핀 해상 유출유 탐지
- 위성영상 기반 산호 환경 스트레스지수 지도제작 기술 개발
- TanDEM-X DEM과 GEDI 데이터 융합을 통한 Sundarbans 망그로브 숲 높이 지도 제작
- 인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용시스템 구축

인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용기반 구축

최종국^{1,*,#}, 최준오², 방상호³, 이정익⁴

¹ 한국해양과학기술원

² 주식회사 그린블루

³ 주식회사 문소프트

⁴ 국립해양조사원

#교신저자: jkchoi@kiost.ac.kr

세계최초 정지궤도 위성(천리안위성)인 GOCI-II 는 하루 1 회 전구 관측을 하며, 이를 통해 인도네시아 해역에서도 매일 위성자료를 획득 가능하다. GOCI-II 전구 관측자료를 이용한 활용시스템 구축을 통하여, 인도네시아 해양 현안문제인 해양환경, 해양재해, 기후변화 등의 지원 및 인니 연안 거주민들 삶의 질 개선을 위한 ODA 과제가 2022 년부터 수행되어 오고 있다. “인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용기반 구축” 과제를 통해 인니 해역에 최적화된 해양위성자료를 생산하고 있다. 이 과제의 주요 목표는 인도네시아 정기 해양관측 체계 구축 및 운영을 통한 해양위성 전문인력 양성 및 역량 강화이며, 그 세부 내용은 다음과 같다.

첫 번째, 인도네시아 해양 현안사안 대응 지원에서는 해수환경 자료 4 종(원격반사도, 엽록소 농도, 총부유물질, 용존유기물 등) 생산 알고리즘 개선, 신규 해양연안 문제 지원을 위한 2 종(일차생산력, 해상유출유) 생산방안 연구, 생태환경 분석 및 탐지기술(망그로브, 산호초 등) 연구 및 개발을 수행한다. 두 번째, 위성정보 검증체계 구축에서는 한-인니 간 정기 공동해양관측 수행, 전구(FD) 산출물 품질 검증 표준절차 마련 및 검증 수행을 실시한다. 마지막으로, 위성 관련 인력 양성 교육, 초청 연수에서는 해양 원격탐사 전공 석사 급 역량강화 프로그램 운영, 한-인니 양국 간 위성 관련 기술 교류 등을 위한 공동 워크숍을 실시한다.

GOCI-II 전구 관측 자료를 이용한 2023 년 필리핀 해상 유출유 탐지

백원경^{1,*}, 안재현¹, 배수정¹, 최종국^{1,#}

¹ 한국해양과학기술원 해양위성센터

#교신저자: jkchoi@kiost.ac.kr

해상 유출유 탐지와 공간적 변화는 환경, 생태, 경제적으로 매우 중요하며, 방재 계획을 결정하는 데 중요한 근거자료로 활용될 수 있다. 2023 년 필리핀 민도로 섬 부근 해역에서 산업용 기름 80 만 리터를 운반하던 선박이 침몰하였다. 이로 인해 2 개월 이상 장기적인 기름 유출이 발생하였으며, 그로 인해 주변의 매우 넓은 영역에 있는 산호초와 맹그로브, 그리고 수중 식물 서식지가 오염되었다. 해상 유출유의 확산 범위를 산정하고 피해를 저감하기 위해 많은 위성 활용 기관에서는 다양한 위성자료를 활용하여 각각 연구 결과를 도출하였다. Sentinel-1, -2, Worldview-3, RADARSAT-2, GaoFen-3, IceEye, Landsat-9, Skysat, TanDEM-X 등을 활용하여 각각의 탐지 결과가 도출되었다. 이들 위성을 활용하여 비교적 짧은 간격으로 해상 유출유 확산 범위를 확인할 수 있었다. 하지만 이들은 모두 개별적인 위성으로 다종의 위성을 활용하여 장기적인 확산의 변동성을 파악하는 데 어려움이 있으며, 극궤도 위성의 특성상 적절한 관측이 어려운 시기가 존재하여 시계열적인 분석에 한계가 있다. 한편, GOCI-II 자료는 저해상 광학위성 자료로 다른 고해상 위성 자료에 비해 세밀한 확산 분포를 분석하는 데 한계가 있지만, 매일 거의 동일한 기하로 한 장의 자료를 취득할 수 있어 해상 유출유 확산과 관련된 시계열 분석에 적합한 자료이다. 본 연구에서는 이와 관련하여 GOCI-II 전구 자료를 활용한 해상 유출유 탐지 방법과 그 활용 가능성을 최초로 제안하고자 한다.

위성영상 기반 산호 환경 스트레스지수 지도제작 기술 개발

김원국^{1,*,#}, 니 푸투 프라자 신티아¹, 백승일¹

¹부산대학교 사회환경시스템공학과

#교신저자: wonkook@pusan.ac.kr

산호는 인도네시아의 주요한 자연자원으로 관광업, 양식업 등의 경제활동에 크게 기여하고 있을뿐만 아니라, 연안 생태계에서 어류나 조류의 서식처 및 먹이자원으로서 중요한 역할을 담당하고 있다. 지난 수십년간에 걸쳐 발생하고 있는 수온상승과 연안의 인간활동의 증가로 인하여, 산호백화(coral bleaching)현상이 증가하고 전반적인 산호 건강이 훼손되어 산호 황폐화(coral degradation)이 진행되고 있다. 이러한 산호황폐화의 주요원인은 강한 일사량과 얕은 수심, 수온 상승, 바람의 감소에 기인하는 과도한 열스트레스로 꼽히고 있고, 이와 더불어 육상으로부터 유입되는 오염물질의 직접적인 영향과, 동반되어 나타나는 염록소 및 부유물의 농도 변화로 인한 광차폐효과 역시 산호건강에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다.

산호가 받는 스트레스를 정량화하여 지도로 나타내기 위하여 미해양대기청(NOAA)에서는 위성기반 해수면온도자료를 이용하여 Coral Heat Stress Index 를 제안하여 심각도별 위험도를 웹상에 제공하여 서비스하고 있다 (coralreefwatch.noaa.gov). 하지만, 열스트레스지수는 해수면온도만을 고려하기 때문에, 온도 외의 환경적 요소 즉 일사량, 풍속, 해수 투명도 등을 고려하지 못하여 연안해역에서의 보다 실제적인 산호 스트레스를 모의하지 못한다는 단점이 있다. 이에 본 연구는 위성에서 가용한 환경 변수인 염록소 농도, 부유물 농도 자료와 재분석자료인 수온, 풍속자료 그리고 고해상도 수심자료를 이용하여 육상 인접 해역에서의 산호 스트레스 정도를 보다 정밀하게 지수화하는 기술을 개발하려고 한다.

본 연구에서는 산호가 받는 열 및 환경적 스트레스를 지수화하기 위하여 우선 인도네시아 해역에 대한 환경변수 자료를 확보하고, Allen's Coral Atlas 에서 최근 5 년간에 발생한 산호백화 이력 자료를 수집하였다. 인도네시아 정부가 설정한 산호 관리 구역 내에서 최근 산호 백화 구역에 대하여, 백화전 안정기를 기준으로 열 및 환경변수의 영향과 산호 백화 심각도간의 관계를 기계학습으로 학습하여, 각 변수가 백화에 미치는 영향을 모델링하였다. 해수 수질변수를 위해서는 VIIRS 와 GOCI-II 에서 산출되는 염록소농도, 부유물 자료, 일사량(PAR)자료를 사용하였고, 해수온과 바람장 자료는 재분석자료를, 그리고 수심자료는 인도네시아 정부기관에서 제공하는 고해상도 수심자료를 활용하였다. 본 발표에서는 2020~2024 년 기간에 인도네시아 발리 해역에서 발생한 백화현상에 대한 수질 변수와 일사량, 풍속, 수심과 위치별 백화 심각도간의 상관관계에 대해서 분석하고, 1 차적인 기계학습의 결과를 제시한다.

TanDEM-X DEM 과 GEDI 데이터 융합을 통한 Sundarbans 망그로브 숲 높이 지도 제작

이진형^{1,*}, 최종국², 이승국^{3,#}

¹부경대학교 지구환경시스템과학부

²한국해양과학기술원 해양위성센터

³부경대학교 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공

#교신저자: seungkuk.lee@pknu.ac.kr

망그로브 숲은 열대 및 아열대 연안 생태계에서 중요한 역할을 하며 탄소 저장, 해안선 보호, 생물 다양성 유지에 기여한다. 방글라데시와 인도의 국경 인근에 위치한 Sundarbans 지역은 세계에서 가장 큰 망그로브 숲으로 생태적 가치가 매우 크며 이 지역 식생량 연구는 기후 변화 예측을 위해 중요하다. 망그로브 식생 높이는 망그로브 생체량 평가에서 매우 중요한 지표로 사용된다. 식생 높이는 식생 생체량을 직접적으로 반영하며, 이는 탄소 저장 능력, 해양 생태계의 생산성 등을 평가하는 데 필수적이다. 단순 면적만으로는 망그로브 생태계의 건강 상태나 탄소 저장량을 정확히 파악할 수 없기 때문에, 이를 정량적으로 파악할 수 있는 식생 높이 측정이 중요하다.

TanDEM-X 미션은 독일항공우주센터(DLR)가 주도하는 InSAR 기반의 고해상도 디지털 표고 모델(DEM) 제작 미션으로, 전 세계 고해상도 Global DEM 을 제공한다. TanDEM-X SAR 시스템은 X-Band 마이크로파를 사용하여 지구관측을 수행하며 산림 수관에서 산란된 신호를 기록한다. 그러므로 TanDEM-X DEM 은 지면의 높이와 식생 수관 일정 높이를 포함하고 있으나 최고 높이는 나타내지 못한다. GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation)미션은 NASA 가 주도하는 Full Waveform Lidar 기반으로, 식생의 3D 구조를 측정하는 데 특화되어 있다. GEDI 는 레이저 펄스를 통해 식생의 높이, 구조, biomass 등을 정확하게 측정할 수 있다. GEDI L2A 자료에 Top Canopy Height 정보가 포함되어 있지만 포인트 형태로 관측을 수행하기 때문에 넓은 지역의 연속적인 2D 그리드 영상을 만들 시 해상도가 낮아 공간적 분포를 정확히 나타내기 어렵다.

본 연구에서는 TanDEM-X DEM 과 GEDI 두 가지 위성 데이터를 융합하여 Sundarbans 지역의 망그로브 Top Canopy Height 지도를 제작하는 것을 목표로 한다. TanDEM-X 30 m DEM 과 식생 높이 정보를 포함하는 GEDI Level 2 데이터 사이의 상관관계식을 도출하여 최적화된 상관관계식을 Copernicus DEM 보정에 활용함으로써 정밀하고 포괄적인 Sundarbans 지역의 망그로브 Top Canopy Height 지도를 제작하고자 한다.

사사

본 연구는 국립해양조사원의 (3 차년도)인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용기반 구축(ODA) 과제의 지원을 받아 수행된 연구임

인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용시스템 구축

방상호^{1,*,#}, 김병길¹, 정상민¹, 김동수², 복진광², 이정익²

¹문소프트(주)

²국립해양조사원 국가해양위성센터

#교신저자: sambang@moonsoftinc.com

인도네시아는 세계에서 가장 큰 해양국가로, 수많은 섬들로 이루어진 지리적 특성으로 인해 기후변화에 따른 해양재해 취약성이 높다. 이에 국립해양조사원 국가해양위성센터는 천리안 2B 호 GOCI-II 위성영상과 해외위성 자료를 기반으로 인도네시아 연안재해 대응 및 피해 저감을 위한 위성정보활용 시스템을 구축하고 해양 모니터링 기술을 지원하는 공적개발원조(ODA, Official Development Assistance) 사업을 진행하고 있다. 해당 사업은 2022년부터 2026년까지 5년간 진행되는 “한국 정지궤도위성(천리안 2B 호) 활용시스템” 사업으로 위성정보 수집/연계 서브시스템, 위성정보 관리 서브시스템, 위성정보 분석/처리 서브시스템, 위성정보 활용 서브시스템 총 4 개의 서브시스템으로 구성되며 주요 기능은 다음과 같다.

- 위성정보 수집/연계 서브시스템: 국가해양위성센터의 GOCI-II 데이터를 OPeNDAP(Open-source Project for Network Data Access Protocol)를 통해 수집하며, 보조 위성영상인 Sentinel 위성영상도 함께 수집하여, 위성정보 관리 서브시스템에 저장 및 등록
- 위성정보 관리 서브시스템: 수집된 GOCI-II Level 1, Level 2 자료, Sentinel 위성영상과 분석/처리 서브시스템에서 처리된 해양쓰레기, 망그로브, 산호초 등 연안문제와 생태환경 분석영상 등을 저장관리
- 위성정보 분석/처리 서브시스템: KIOST 주관으로 개발한 알고리즘을 시스템화하여 운영하고, 기본적인 영상처리(채널 합성, 영상 모자이킹, 이미지 생성 등)를 포함
- 위성정보 활용 서브시스템: GOCI-II Level 1, Level 2 자료, 연안문제 및 생태환경 분석 자료를 연구자 및 분석가가 해양 분석 업무를 수행할 수 있도록, 위성영상 분석 도구를 지원하며, 처리된 자료를 유관기관으로 배포할 수 있는 업무를 수행

이러한 노력을 통해 인도네시아 해양환경 분석 및 해양재해 대응능력을 향상시키고, 연안문제와 생태환경 문제에 대한 효과적인 대응이 가능해질 것을 기대한다.

사사

본 연구는 국립해양조사원의 (3 차년도)인니 국가해양관리를 위한 한국 정지궤도위성 활용시스템 구축(ODA) 과제의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

국가해양위성센터, <https://www.nosc.go.kr/board/actionBoardListBoard0009.do>