

Editorial

## GOCI-II 발사 1년, 현재와 미래

최종국<sup>1)†</sup> · 박명숙<sup>1)</sup> · 한경수<sup>2)</sup> · 김현철<sup>3)</sup> · 임정호<sup>4)</sup>

### One Year of GOCI-II Launch Present and Future

Jong-kuk Choi<sup>1)†</sup> · Myung-sook Park<sup>1)</sup> · Kyung-soo Han<sup>2)</sup> · Hyun-cheol Kim<sup>3)</sup> · Jungho Im<sup>4)</sup>

**Abstract:** GOCI-II, which succeeded the mission of GOCI, was successfully launched in February 2020 and is in operation. GOCI-II is expected to be highly useful in a wide range of fields, including detailed changes in the coastal seawater environment using improved spatial and spectral resolution, increased number of observation and full disk observation mode. This special issue introduces the assessment of the current GOCI-II data quality and the studies on the accuracy improvement and applications at this time of one year after launch and data disclosure. We expect that this issue can be an opportunity for GOCI-II data to be actively utilized not only in the ocean but also in various fields of land and atmosphere.

**Key Words:** GOCI-II, Data quality assessment, Accuracy improvement, Applications

**요약:** GOCI의 임무를 승계한 GOCI-II가 2020년 2월 성공적으로 발사되어 운영 중에 있다. GOCI-II는 향상된 공간해상도 및 분광해상도, 늘어남 관측시간과 전구 관측 모드 추가 등을 통해 연안 해수환경의 미세한 변화를 포함하여 폭 넓은 분야에서 활용성이 클 것으로 기대된다. 본 특별호는 발사 및 자료공개 후 1년이 지난 현재의 GOCI-II 자료 품질을 점검하고, 정확도 향상 및 활용 방안 관련 연구결과를 소개한다. 이를 통해 GOCI-II 자료가 해양은 물론 육상, 기상의 다양한 분야에서 활발히 활용되는 계기가 되기를 기대한다.

세계 최초의 정지궤도 해색위성 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager)는 2010년 6월 성공적으로 발사되어 2021년 3월 임무 종료 시까지 우리나라 주변해역의 모

니터링에 활발히 활용되어 왔다. 연안 해수의 탁도, 해수면 흐름 및 냉수대의 단기 변화를 성공적으로 관측하였으며(Choi *et al.*, 2012; Choi *et al.*, 2014b; Park *et al.*, 2012;

Received October 20, 2021; Revised October 27, 2021; Accepted October 27, 2021; Published online October 29, 2021

<sup>1)</sup> 한국해양과학기술원 해양위성센터 책임연구원 (Principal Researcher, Korean Ocean Satellite Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology)

<sup>2)</sup> 부경대학교 지구환경시스템과학부 공간정보시스템공학과 정교수 (Professor, Major of Spatial Information Engineering, Division of Earth Environmental Science, Pukyong National University)

<sup>3)</sup> 극지연구소 원격탐사방권경보센터 책임연구원 (Principal Researcher, Center of Remote Sensing and GIS, Korea Polar Research Institute)

<sup>4)</sup> 울산과학기술원 도시환경공학과 정교수 (Professor, Department of Urban and Environmental Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology)

† Corresponding Author: Jong-kuk Choi (jkchoi@kiost.ac.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. GOCI-II specifications compared with GOCI

Category	GOCI-II	GOCI
Observation Mode	Local (2500 km × 2500 km) Full Disk (12,800 km × 12,800 km)	Local (2500 km × 2500 km) -
No. of slot	12 slots / Local 235 slots / Full Disk	16 slots / Local -
Spatial resolution	250 m	500 m
Time resolution	10 times / Local (23:15 UTC ~ 08:15 UTC) 1 time / Full Disk (20 UTC~ 10 UTC)	8 times / Local (00:15 UTC ~ 07:15 UTC) -
Spectral resolution	380 nm, 412 nm, 443 nm, 490 nm, 510 nm, 555 nm, 620 nm, 660 nm, 680 nm, 709 nm, 745 nm, 865 nm, Wide Band	412 nm, 443 nm, 490 nm, 555 nm, 660 nm, 680 nm, 745 nm, 865 nm,

Yang *et al.*, 2014; Yoon and Yang, 2016), 한반도 주변 해역에서 발생한 유해 적조 및 녹조의 시간별 모니터링(Choi *et al.*, 2014a; Kim *et al.*, 2016; Kim *et al.*, 2018a; Shin *et al.*, 2018) 및 연안의 염록소 농도 연구, 동해의 해양 일차생산량과 식물플랑크톤 군집 연구에도 활용된 바 있다(Choi *et al.*, 2020a; Choi *et al.*, 2020b; Shin *et al.*, 2020). 또한, 미세먼지의 관측(Kim *et al.*, 2018b), 화산재 퇴적지역의 분석(Sun *et al.*, 2018), 토지피복 분류(Jung and Lee, 2019; Son and Kim, 2019), 육상 활용을 위한 대기보정 방법 연구(Lee and Lee, 2018) 등 해양 뿐만 아니라 기상, 육상 등 다양한 분야의 연구에 활발히 적용되었다.

GOCI-II는 GOCI의 임무를 승계하여 2020년 2월, 천리안위성 2B호(Geo-KOMPSAT 2B)에 탑재되어(Fig. 1) 성공적으로 발사되었다(Lee *et al.*, 2021c). GOCI-II는 GOCI의 500 m에 비해 향상된 250 m 공간해상도와 8개 밴드에 비해 많아진 12개의 가시광 및 근적외선 영역 밴

드로 구성되어 있다. 또한 하루 8회의 한반도 주변 영역(Local Area, LA) 관측에서 하루 10회로 관측 횟수가 증가하였고, GOCI와 달리 전구 관측(Full-Disk, FD) 모드가 추가되었다(Table 1). 이에, 더욱 향상된 성능으로 해양환경의 효율적 관리, 실시간 해양재해 모니터링, 생태환경 분석을 통한 어장환경 제공 등 다양한 지역과 다양한 분야에서 더욱 폭 넓게 활용될 수 있을 것으로 기대된다(Yong *et al.*, 2021). GOCI-II 자료는 2020년 9월까지 궤도상 성능 시험(in-orbit test, IOT) 기간을 거쳐 2020년 10월부터 국립해양조사원 국가위성센터(<http://www.khoa.go.kr/nosc/intro/noticeList.do>) 홈페이지를 통해 일반에게 공개되고 있다.

이번 특별호는 GOCI-II 발사 및 자료공개 후 1년이 넘어선 현재 시점에서의 GOCI-II 자료의 품질을 점검하고, 향후 정확도 향상 및 활용 방안에 대한 연구 내용 및 관련 현황들을 공유하고자 기획되었으며, 총 9편의

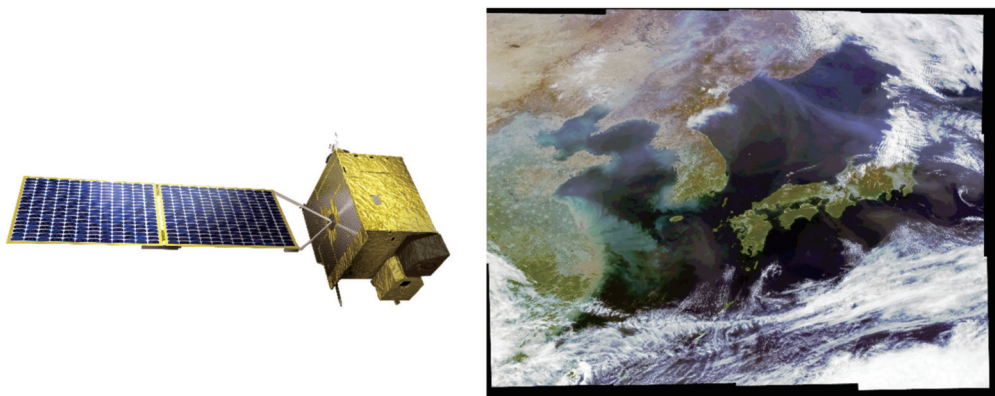


Fig. 1. Geo-KOMPSAT 2B Satellite (Left) and GOCI-II L1B image captured at 03:15 UTC on 19 May 2021 (Right).

논문이 소개된다. 먼저, GOCI-II가 발사 후 수행되었던 IOT, 복사보정과 영상기하보정의 방법 및 결과 분석 내용을 소개하며, 주요 해석 산출물의 알고리즘과 영상 관측 스케줄 및 검보정 계획에 대한 논의도 포함하고 있다. 또한, GOCI-II 대기보정 알고리즘 소개 및 초기 검증 결과를 소개하며, 분할촬영으로 인해 생기는 분할영상 간 상대 복사 편차를 정량화하는 연구내용과 결과를 소개한다. 임무 초기 주요 해석산출물에 대해 GOCI와 증첩되는 운용 기간의 자료를 활용하여 상호 비교 분석한 결과를 소개하여 GOCI와 GOCI-II 연속자료 구축을 위한 가능성 검토 내용을 공유한다. 활용 측면에서는, 천리안 위성 2A호와의 융합을 통한 GOCI-II 해석산출물의 정확도 개선 가능성 연구 결과를 소개하고, GOCI 기반의 동중국해 저염분수 산출 알고리즘을 분석 결과를 통해 GOCI-II 적용 가능성 연구결과를 소개한다. 또한, 해무 탐지 산출물의 광학적 특성 분석 및 초기 검증 결과, GOCI-II 자료를 활용한 연안지형 변화 연구 결과 등 활용연구 내용을 소개한다.

본 특별호에서는 먼저 GOCI-II 자료의 IOT 기간 중 시험내용과 복사보정 및 기하보정에 대하여 소개하였다. Yong *et al.* (2021)은 발사 이후 초기 점검시험(Initial Activation and Check-out, IAC) 단계에 모든 기능이 정상적으로 동작됨을 확인하고, IOT 단계에 성능·운행시험, 복사보정과 영상기하보정을 성공적으로 병행 진행하였음을 기술하였다. 온보드 태양광 보정시스템으로 수행되는 복사보정은 사전에 수립된 계획에 따라 주기적으로 진행하여 최종 Gain 과 offset 값을 설정, 적용하고 유효성을 확인하였으며, 영상기하보정(Image Navigation and Registration, INR)은 별영상 자료 기반의 네비게이션 필터링과 랜드마크 기반 보정 방식으로 요구규격을 모두 만족함을 확인하고 INR 프로세스를 검증하였다. Lee *et al.* (2021c)은 GOCI-II 정규 운영에서 사용되고 있는 엽록소농도, 총 부유물 농도, 용존유기물 농도 등 주요 해석 산출물의 알고리즘 상세 수식과 프로세스를 기술하였으며, FD 관측 스케줄을 재검토하여 신남방 국가의 해역을 포함한 태평양의 가능한 많은 해역에서 양질의 영상 획득이 가능한 방안을 연구하였다. 또한 LA 및 FD를 아우르는 국내외 다양한 해역의 고정 관측소를 최대한 활용한 영상 검보정 방안을 제시하였다. Ahn *et al.* (2021)은 GOCI에서 적용된 대기보정 알고리즘을

기본으로 GOCI-II에 새로 추가된 620, 790 nm 밴드를 활용하여 탁도가 높은 해역에서의 성능이 향상된 대기 보정 알고리즘을 개발하고, 대양에서의 선박관측 및 연안 해양의 관측 타워에서 얻어진 현장자료와 비교를 통해 초기단계 정확도 검증을 수행하였다. 대양에서는 장파장으로 갈수록 오차율이 커지는 경향을 보였으며, 연안에서는 단파장보다 장파장에서 오차율이 작아지는 경향을 보인 바, 지속적인 현장관측 자료의 수집과 이를 활용한 대기보정 알고리즘 개선을 통해 주기적인 GOCI-II 자료의 재처리 및 재배포가 필요할 것으로 분석하였다. Kim *et al.* (2021b)은 GOCI-II LA 관측 결과 12개의 Level 1B 분할영상 간 복사휘도 차이가 발생하는 현상을 분석하고, 각 분할영상의 경계에서 나타나는 불연속선이 2차 산출물에서 더 도드라지게 나타나는 바이에 대한 면밀한 분석과 교정이 필요함을 강조하였다. 촬영된 12개의 Level 1B 영상에 대한 통계를 도출함으로써 복사휘도 편차의 특성에 대해 이해하고 분산도 및 편위에 대한 전반적인 거동에 대한 분석을 수행하였는데, 각 밴드 별로 경계면에서 동-서 및 남-북 방향으로의 복사휘도 편차율을 계산하여 제시하였다. 이러한 연구 결과는, 추가적인 분석을 통해 향후 이의 교정을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. Park *et al.* (2021)은 GOCI와 GOCI-II 센서의 임무 중첩기간 동안 산출된 원격반사도, 엽록소 농도, 총 부유물질 농도, 용존 유기물 농도 등 위성 자료의 상호 비교 및 2차원 빈도분석을 통해 두 센서에서 산출된 독립된 자료의 일관성을 조사하고, MODIS 자료와도 추가적 비교를 수행하였다. 초기 GOCI-II 자료가 엽록소 농도, 용존 유기물의 정성적인 분포를 다른 위성과 일관되게 잘 잡아내고 있어, 기본적인 자료의 신뢰도를 확보한 것으로 분석하였다. 그러나, 위성 발사 이전에 타 센서 자료를 기반으로 개발된 알고리즘이 적용되고 있으므로, GOCI-II의 복사보정, 산출물 검보정, 알고리즘 개선 등을 통한 정량적인 정확도 향상이 필요함을 강조하였다. 특히, 황해와 남해에서 GOCI-II 443 nm 원격반사도가 GOCI 보다 과소 추정되어 결과적으로 엽록소 농도와 용존 유기물이 과다 추정되는 결과를 보였는데, 이는 대리교정이 적용되지 않은 NIR(near infra-red) 밴드의 원격반사도가 탁도가 높은 해역에서 과다 추정되어 대기보정에 적용됨으로써 단파장에서 과소 추정된 결과로 분석되었다.

이러한 결과는 부유물 입자의 농도 추정에도 영향을 주게 되므로 지속적인 검보정 활동을 통한 원격반사도 정확도 향상은 양질의 해색 산출물 생산에 필수적이다. GOCI-II 자료의 정확도 확보를 위해서는 천리안위성에서 함께 운영되는 타 센서와의 융합 활용도 좋은 방안이 될 수 있다. Lee *et al.* (2021b)은 복사전달모델 모의를 통해서 GOCI-II의 수증기 흡광 보정 모델을 개발하고, 천리안위성 2A호의 AMI(advanced meteorological imager) 센서로부터 산출되는 총가강수량 자료를 이용하여 이를 보정하였으며, 보정 전후의 자료 비교를 통해 오차를 제시하였다. 각 밴드별로 수증기 흡광 보정 모델은 복사전달모델의 모의결과와 낮은 RMSE(root-mean-square error)를 보여, 관측 조건에 따른 수증기 투과도를 잘 모의하는 것으로 분석되었다. 수증기 흡광 보정 전과 후의 최상층 대기반사도와 레일리 산란 보정 반사도 비교 결과 큰 오차를 보여, 해색 산출물의 정확도와 안정성을 확보하기 위해서는 높은 시공간해상도의 가강수량 자료를 사용하여야 한다는 것을 강조하였다.

지금까지 소개된 연구결과들은 GOCI-II의 기본 산출물의 정확도 확보를 위한 중요한 기술들이며, 이러한 연구를 기반으로 산출된 양질의 1차 산출물들을 기본으로 GOCI-II가 다양한 분야에서 활용될 수 있을 것이다. Kim *et al.* (2021a)은 매년 여름철 양자강에서 유출되어 한반도 주변의 어업 및 양식업에 큰 피해를 유발하는 저염분수 모니터링에 GOCI를 활용하였다. 동중국해 표층 염분 산출 알고리즘 개발을 위해 기계학습 기법인 MPNN(Multilayer Perceptron Neural Network)을 이용하였으며, 이 때 출력층의 자료로서 SMAP(Soil Moisture Active Passive) 위성의 표층 염분 자료를 활용하였다. 관측 결과는 2011년부터 2019년까지 동중국해에서 관측된 국립수산과학원의 정선조사자료와 비교 검증을 수행하였으며, 알고리즘 성능 검증 결과 양자강 저염분수의 영향을 받는 동중국해 중심부에서 알고리즘 성능이 높게 나타났고, 알고리즘 학습에 포함되지 않은 기간이 포함된 다년간의 자료에서도 알고리즘 적용이 가능함을 확인하였다. 이 결과는 GOCI-II의 표층 염분 산출 알고리즘 개발을 위한 기초 기술로 활용될 수 있을 것이다. Kim and Park (2021)은 GOCI-II를 활용하여 개발된 해무 탐지 알고리즘의 초기 성능 검토를 위해 GOCI와 GOCI-II가 중복으로 관측한 2020년 10월 - 2021년

3월 사이에 발생한 해무 사례에 대해 광학적 특성 분석을 실시하였다. 해무와 구름이 갖는 광학적 특성을 분석하기 위해 GOCI-II의 밴드별 레일리산란 보정 반사도값을 확인하였는데, 구름의 경우 전반적으로 넓고 높은 반사도를 보이는데 반해 해무의 경우 모든 밴드에서 구름에 비해 상대적으로 좁은 영역에서 낮은 반사도를 보임을 분석하였다. 실제 해무 사례에 대해 GOCI와 GOCI-II 해무 탐지 알고리즘을 비교한 결과 전반적인 해무 탐지 성능은 크게 차이가 없으나 높아진 공간 해상도의 영향으로 해무 경계면에서 공간적으로 더 세밀한 탐지가 가능했다. 이 연구의 결과 추후 충분한 샘플 확보로 인한 안정적인 성능 검증, 실시간 구름 정보 교환을 통한 후처리 과정 개선, 에어로졸 자료 추가로 해무 오탐지 감소를 통해 해무 탐지 알고리즘의 성능 향상이 가능할 것으로 분석하였다.

향상된 GOCI-II의 공간해상도는 연안지역, 특히 해양과 육상을 잇는 조건대에서 지형변화 등 연안환경의 장기적인 모니터링에도 효과적으로 활용될 수 있을 것이다. Lee *et al.* (2021a)은 GOCI-II 영상에서 NDWI(Normalized Difference Water Index)를 이용해 수륙경계선을 추출한 후 다양한 조위에 따른 경기만 일대 조건대 면적 변화를 파악하고 짧은 기간 동안 DEM 제작과 지형고도변화 관측의 유용성에 대해 살펴보았다. GOCI-II 영상 자료와 함께 Sentinel-2A/B, Landsat 8 OLI 자료를 활용하여 조건대 DEM 자료를 생성 및 비교하였는데, 타 영상자료와 달리 GOCI-II 자료는 높은 시간 해상도로 인해 단 하루의 자료를 이용해서 조위에 따른 조건대 DEM생성이 가능하였고 조건대 노출빈도 계산을 통해 지형고도변화도 관측할 수 있었다. 이를 통해, GOCI-II 위성을 활용해 연안지형변화를 관측 시 짧은 주기의 높은 시간해상도로 지형 변화를 조기 감지하고, 부족한 공간해상도는 고해상도의 다중복합 자료를 이용해 정밀하게 보간하여 활용하는 방안을 제시하였다. 이 연구 결과는 한반도 연안 뿐만 아니라 황해 전반에 걸쳐 연안 지형의 변화 모니터링 및 최신 지형도 제작에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

이 외에도, GOCI에서 개발된 산출물 알고리즘들을 기반으로 GOCI-II는 적조, 녹조, 해양전선, 일차생산 등 다양한 해양 분야는 물론 육상, 기상 분야에서 활용 폭이 커질 수 있을 것이다. 다만, GOCI-II 영상 자료의 성

공적인 운용과 활용을 위해서는 본 특별호의 논문들에서 모두 밝히고 있듯이, 충분하고 지속적인 현장관측 자료의 획득을 통한 알고리즘의 검보정과 개선, 그리고 이를 반영한 자료의 재처리와 재배포가 신속 정확하게 이루어져야 할 것이다.

## 사사

이 연구는 한국해양과학기술원의 “해양위성센터 운영” 사업의 지원으로 수행되었습니다. 본 특별호 발간을 위해 노력해주신 모든 저자, 심사위원들 및 대한원격탐사학회 관계자들께 깊이 감사드립니다. 또한 본 특별호의 진행을 아낌없이 도와주신 대한원격탐사학회 지 편집위원회에게 감사함을 전합니다.

## References

- Ahn, J.-H., K. Kim, E. Lee, S.-J. Bae, K.-S. Lee, J.-E. Moon, T.-H. Han, and Y.-J. Park, 2021. Introduction of GOCI-II Atmospheric Correction Algorithm and Its Initial Validations, *Korean Journal of Remote Sensing*, **37(5-2)**: 1259-1268 (in Korean with English abstract).
- Choi, J.K., J.H. Ahn, Y.B. Son, D.J. Hwang, and S.J. Lee, 2020a. Application of GOCI to the estimates of primary productivity in the coastal waters of the east sea, *Korean Journal of Remote Sensing*, **36(22)**: 237-247 (in Korean with English abstract).
- Choi, J.K., J.E. Min, J.H. Noh, T.H. Han, S. Yoon, Y.J. Park, J.E. Moon, J.H. Ahn, S.M. Ahn, and J.H. Park, 2014a. Harmful algal bloom (HAB) in the East Sea identified by the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI), *Harmful Algae*, **39**: 295-302.
- Choi, J.K., J.H. Noh, R.J. W. Brewin, X. Sun, and C.M. Lee, 2020b. A study on the application of GOCI to analyzing phytoplankton community distribution in the east sea, *Korean Journal of Remote Sensing*, **36(6-1)**: 1339-1348 (in Korean with English abstract).
- Choi, J.K., Y.J. Park, J.H. Ahn, H.S. Lim, J. Eom, and J.-H. Ryu, 2012. GOCI, the world's first geostationary ocean color observation satellite, for the monitoring of temporal variability in coastal water turbidity, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **117(9)**: 1-10.
- Choi, J.-K., Y.J. Park, B.R. Lee, J. Eom, J.-E. Moon, and J.-H. Ryu, 2014b. Application of the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) to mapping the temporal dynamics of coastal water turbidity, *Remote Sensing of Environment*, **146**: 24-35.
- Jung, M., and S.-H. Lee, 2019. Application of Multi-periodic Harmonic Model for Classification of Multi-temporal Satellite Data?: MODIS and GOCI Imagery, *Korean Journal of Remote Sensing*, **35(4)**: 573-587.
- Kim, D.-W., S.-H. Kim, and Y.-H. Jo, 2021a. A Development for Sea Surface Salinity Algorithm Using GOCI in the East China Sea, *Korean Journal of Remote Sensing*, **37(5-2)**: 1307-1315 (in Korean with English abstract).
- Kim, D.-W., Y.-H. Jo, J.-K. Choi, J.-G. Choi, and H. Bi, 2016. Physical processes leading to the development of an anomalously large *Cochlodinium polykrikoides* bloom in the East sea/Japan sea, *Harmful Algae*, **55**: 250-258.
- Kim, K., J. Shin, and J.-H. Ryu, 2018a. Application of Multi-satellite Sensors to Estimate the Green-tide Area, *Korean Journal of Remote Sensing*, **34(2-2)**: 339-349 (in Korean with English abstract).
- Kim, M. and M.-S. Park, 2021. The GOCI-II Early Mission Marine Fog Detection: Optical Characteristics and Verification, *Korean Journal of Remote Sensing*, **37(5-2)**: 1317-1328 (in Korean with English abstract).
- Kim, S., J. Yoon, K. Moon, D. Kim, J. Koo, M. Choi, K.N. Kim, and Y.G. Lee, 2018b. Empirical Estimation and Diurnal Patterns of Surface PM2.5

- Concentration in Seoul Using GOCI AOD, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(3): 451-463 (in Korean with English abstract).
- Kim, W., T. Lim, J.-H. Ahn, and J.-K. Choi, 2021b. A Preliminary Analysis on the Radiometric Difference Across the Level 1B Slot Images of GOCI-II, *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5-2): 1269-1279 (in Korean with English abstract).
- Lee, H. and K. Lee, 2018. Operational Atmospheric Correction Method over Land Surfaces for GOCI Images, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(1): 127-139.
- Lee, J., K. Kim, and J.-H. Ryu, 2021a. A Study on the Possibility of Short-term Monitoring of Coastal Topography Changes Using GOCI-II, Korea, *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5-2): 1329-1340 (in Korean with English abstract).
- Lee, K.-S., J.-H. Ahn, and M.-S. Park, 2021b. GOCI-II Capability of improving the accuracy of ocean color products through fusion with GK-2A/AMI, *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5-2): 1295-1305 (in Korean with English abstract).
- Lee, S.-J., K.-S. Lee, T.-H. Han, J.-E. Moon, S.-J. Bae, and J.-K. Choi, 2021c. Introduction on the products and the quality management plans for GOCI-II, *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5-2): 1245-1257 (in Korean with English abstract).
- Park, K.A., H.J. Woo, and J.H. Ryu, 2012. Spatial scales of mesoscale eddies from GOCI Chlorophyll-a concentration images in the East/Japan Sea, *Ocean Science Journal*, 47(3): 347-358.
- Park, M.-S., H.-C. Jung, S.-J. Lee, J.-H. Ahn, S.-J. Bae, and J.-K. Choi, 2021. The GOCI-II early mission ocean color products in comparison with the GOCI toward the continuity of Chollian multi-satellite ocean color data, *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5-2): 1281-1293 (in Korean with English abstract).
- Shin, J., K. Kim, J.-E. Min, and J.-H. Ryu, 2018. Red Tide Detection through Image Fusion of GOCI and Landsat OLI, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(2-2): 377-391 (in Korean with English abstract).
- Shin, J., K. Kim, and J.-H. Ryu, 2020. Comparative Study on Hyperspectral and Satellite Image for the Estimation of Chlorophyll a Concentration on Coastal Areas, *Korean Journal of Remote Sensing*, 36(2-2): 309-323 (in Korean with English abstract).
- Son, S. and J. Kim, 2019. Land Cover Classification Map of Northeast Asia Using GOCI Data, *Korean Journal of Remote Sensing*, 35(1): 83-92.
- Sun, J., W.-J. Lee, S.-C. Park, and D.K. Lee, 2018. Detection for Region of Volcanic Ash Fall Deposits Using NIR Channels of the GOCI, *Korean Journal of Remote Sensing*, 34(6): 1519-1529 (in Korean with English abstract).
- Yang, H., J.-K. Choi, Y.-J. Park, H.-J. Han, and J.-H. Ryu, 2014. Application of the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) to estimates of ocean surface currents, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(6): 3988-4000.
- Yong, S., G.-S. Kang, S. Huh, and S.-Y. Cha, 2021. Current status and results of In-orbit function, Radiometric Calibration and INR of GOCI-II (Geostationary Ocean Color Imager 2) on Geo-KOMPSAT-2B, *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5-2): 1235-1243 (in Korean with English abstract).
- Yoon, S. and H. Yang, 2016. Study on the temporal and spatial variation in cold water zone in the East Sea using satellite data, *Korean Journal of Remote Sensing*, 32(6): 703-719 (in Korean with English abstract).