

천리안 해양 관측 위성(GOCI)의 개발 및 활용

유 주 형

한국해양연구원

해양위성센터

I. 천리안 해양 관측 위성(GOCI)의 개발

국토 면적의 약 4.5배에 달하는 영해로 삼면이 둘러싸인 우리나라의 지리적 환경을 고려할 때, 우리나라 영해 전 지역을 실시간으로 감시하는 체계적인 해양 환경 모니터링 시스템은 해양 연구자와 정책 관리자들의 염원이었다. 특히 근래에 이르러 유해 적조 및 유류 유출 등으로 인한 해양 오염 등 다양한 이상 해양 현상에 효과적으로 대응하고, 해양 기후변화 연구에 효과적인 해양 환경 모니터링 시스템의 필요성이 대두되고 있다. 이와 같은 측면에서 정지 궤도 해양 관측 위성 개발은 1990년대 후반부터 한국해양연구원을 중심으로 한 국내 연구진들 및 관련 기관으로부터 그 필요성이 지속적으로 제기되어 왔다.

실시간 첨단 국가 해양 관측망 구축이라는 국가적 필요성에 의해 개발된 천리안 해양 관측 위성(GOCI, Geostationary Ocean Color Imager)은 부처 간 공동 개발 위성으로 추진된 통신 해양 기상 위성(현 천리안 위성)의 해양 탑재체로 2003년부터 2010년까지 약 8년에 걸쳐 개발되었다. 국가 해양 관측망의 핵심 시스템의 하나로 국토해양부의 예산 지원으로 개발된 천리안 해양 관측 위성은 위성 활용을 주관하고, 주관 운영을 담당하는 한국해양연구원 해양위성센터의 사용자 요구사항에 의거하여, 한국항공우주연구원과 프랑스의 위성 개발 회사인 아스트리움(EADS Astrium)사가 공동 개발하였다. 천리안 해양 관측 위성은 세계 최초의 정지 궤도 해색 위성으로서 해양 활용에 있어 새로운 패러다임을 제시하였다는 점에서 성공의 의미가 매우 크며, 국내 우주 개발 역사상

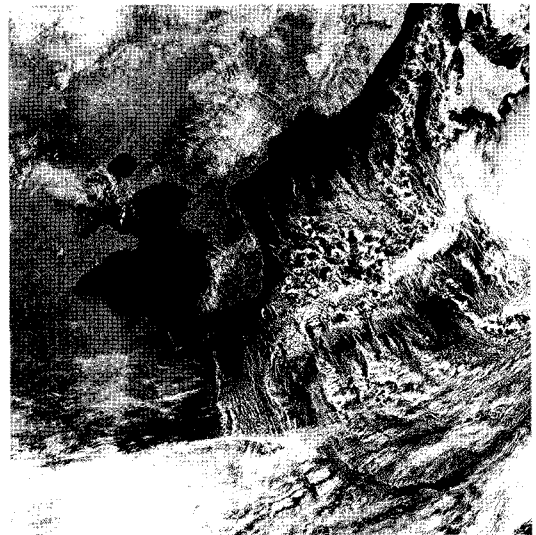
처음으로 실제 위성을 이용하고 활용하는 사용자 중심의 선진국형 개발 추진 체계가 처음으로 도입되었다는 점에서도 국내 위성 사업의 선진화 측면에서도 큰 의미를 갖는다. 지난 2010년 6월 27일(한국시간) 남미 프랑스령 기이아나에 위치한 쿠루 우주 기지에서 발사된 천리안 해양 관측 위성은 약 10개월간의 궤도상 시험 운영을 성공적으로 마쳤다^[1].

인공위성 또는 항공기에 탑재된 가시광 영역의 센서를 이용하여 해수 색을 관측함으로써 해수 중의 성분인 엽록소, 부유 퇴적물과 용존 유기물의 농도를 분석하고, 해양 환경의 변화를 연구하는 것을 해색 원격 탐사라 한다. 1970년대에 Clarke와 Yentsch가 세계에서 처음으로 비행기에 분광 복사 휘도계(spectroradiometer)를 장착하고 해수의 가시광 스펙트럼 관측에 성공함으로써, 식물성 플랑크톤의 광합성 색소인 클로로필(chlorophyll)에 대한 연구를 중심으로 한 해색 원격 탐사가 시작되었다. 이후 해색 원격 탐사의 중요성 및 활용 파급 효과를 인식한 미국에 의해 해색 원격 탐사가 본격적으로 추진되었으며, 마침내 1978년 미항공우주국에서 개발한 Nimbus-7 위성의 해양 관측 탑재체인 CZCS(Coastal Zone Color Scanner)의 발사 성공으로 인해, 인공위성을 이용한 본격적인 해색 원격 탐사 시대가 개막되었다. 현재에는 우리나라의 천리안 해양 관측 위성을 중심으로, 미국의 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)와 SeaWiFS(Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor), 유럽우주기구의 MERIS(Medium Resolution Imaging Spectrometer), 인도의 OCM-2(Ocean Colour Monitor-2) 등 다양한 해양 관측 위성들이 운용되고 있

으며, 이를 활용한 해양광학, 해양생물·생태학, 지화학, 장기 기후 변화 등 해양과 관련된 여러 분야에서 활발한 연구와 활용이 이루어지고 있다.

고도 약 700 km의 극궤도에 위치한 기존 해양 관측 위성들은 약 1~2일에 1회 지구 전체를 관측한 전 지구 영상을 얻을 수 있는 장점이 있다. 하지만, 동일 지역을 하루에 한 번 밖에 관측할 수 없는 한계로 인해 적적 및 부유 퇴적물의 이동과 확산, 조류에 의한 연안 해양 환경의 변화 등 매시간 단위로 급변하는 우리나라 해양 환경의 일 변화 현상(diurnal variation)을 효과적으로 관측할 수 없는 한계가 있었다. 뿐만 아니라, 관측 지역 상공의 구름이나 안개 혹은 짙은 농도의 에어로졸로 인해 해당 지역의 관측 자료를 얻을 수 없어 위성 자료의 활용도가 낮아지는 단점도 있었다. 기존 극궤도 해양 관측 위성의 이러한 기술적 한계를 극복하기 위한 최적의 방안으로 지구상의 특정 지역을 24시간 내내 상시 관측할 수 있는 정지 궤도의 특성을 이용한 해양 관측 위성 개발의 필요성이 국제 해색 원격 탐사 연구자 그룹인 IOCCG(International Ocean-Colour Coordinating Group)를 중심으로 꾸준히 제기되어 왔다(Morel, 1998). 특히 우리나라의 경우, 조석간만의 차가 큰 서해 및 민물과 바닷물이

교차하는 4대강 유역의 하구역 등 다양하고 풍부한 해양 일 변화 현상을 보이고 있을 뿐만 아니라, 봄철 황사 및 한·중·일 지역의 활발한 산업 활동 등으로 인한 대기의 특성으로 인해 정지 궤도 해양 관측 위성 개발의 필요성과 활용 가능성이 일찍부터 한국해양연구원을 중심으로 관련 연구가 이루어졌다^{[2],[3]}.



[그림 1] 천리안 해양 관측 위성 천연색 표준 자료 (2011년 3월 26일 오후 12시 16분 영상)

<표 1> 천리안 해양 관측 위성의 각 밴드별 특성 및 활용 분야

Band	Central wavelength	Band width	Type	SNR	Primary Application
B1	412 nm	20 nm	Visible	1,000	Yellow substance and turbidity
B2	443 nm	20 nm	Visible	1,090	Chlorophyll absorption maximum
B3	490 nm	20 nm	Visible	1,170	Chlorophyll and other pigments
B4	555 nm	20 nm	Visible	1,070	Turbidity, suspended sediment
B5	660 nm	20 nm	Visible	1,010	Baseline of fluorescence signal, chlorophyll, suspended sediment
B6	680 nm	10 nm	Visible	870	Atmospheric correction and fluorescence signal
B7	745 nm	20 nm	NIR	860	Atmospheric correction and baseline of fluorescence signal
B8	865 nm	40 nm	NIR	750	Aerosol optical thickness, vegetation, water vapor reference over the ocean

II. 천리안 해양 관측 위성 주요 제원

천리안 해양 관측 위성의 관측 밴드는 가시광 영역을 중심으로 해수의 색깔로 해양 환경을 분석하는 해수 관측 밴드와 정확도 높은 한 해수 관측을 위한 근적외선 영역의 대기 보정 밴드로 구분할 수 있다. 일반적으로 각 관측 밴드의 밴드폭이 넓을수록 넓은 파장 대역의 빛을 받을 수 있기 때문에 신호 대 잡음비(SNR, Signal to Noise Ratio)가 우수하고 공간 해상도가 좋아지나, 밴드 폭이 넓을수록 해수의 흡수와 산란의 효과를 정밀 분석하는 것이 어려워지게 된다. 천리안 해양 관측 위성의 경우, 기존 해양 원격 탐사 자료와의 호환성과 한반도 주변 해양 환경의 특성을 고려하여 기존 해양 관측 위성에서 주로 이용되는 관측 밴드의 중심 파장 및 밴드 폭을 기준으로 우리나라 해양 환경에 특화된 관측 밴드를 추가하는 방향으로 관측 밴드를 설계하였다. 한국해양연구원서 독자 개발한 형광법 등 새로운 해양 환경 분석 기술을 적용하기 위하여 새롭게 설계된 밴드5(660 nm)와 밴드6(680 nm)이 그 예라고 할 수 있다.

천리안 해양 관측 위성의 신호 대 잡음비 값은 평균 입사되는 광세기를 센서의 Noise Equivalent Radiance (NE Δ R)로 나누어 준 값으로 정의된다(SNR=Nominal Radiance/NE Δ R). 해상 센서의 최저 NE Δ R의 값은 파장에 따라 감소될 수 있으나, 현재의 우주용 가시광 검출기 기술 수준상 대체로 $0.05W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1} \cdot sr^{-1}$ 에서 $0.02W \cdot m^{-2} \cdot \mu m^{-1} \cdot sr^{-1}$ 정도로 구현이 가능하다. 기존 해양 관측 위성들의 SNR 성능을 살펴보면, 세계 최초로 개발되었던 CZCS의 SNR은 150~270 정도였으나, 이후 80년대 개발된 일본의 해양 관측 위성인 OCTS(Ocean Color Temperature Scanner)의 경우 640~1,450으로 SNR 성능이 급격히 향상된다. 1997년에 발사된 미국의 SeaWiFS(Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor)의 경우 730~1,170 정도로 OCTS와 유사하며, 1999년과 2002년 각각 발사된 MODIS

Terra와 Aqua의 SNR 성능은 520~1,090정도이다. 1999년에 발사된 한국의 다목적 실용위성1호에 탑재되었던 OSMI(Ocean Scanning Multispectral Imager)는 SNR 이 350~450으로 기존의 해양 관측 위성과 비교시 중간 수준의 SNR 성능을 보이고 있다. 천리안 해양 관측 위성 SNR 사용자 요구 사양은 900~1,100으로서, 이는 기존 극 궤도보다 약 30~40배 높은 약 35,687 km 상공에 위치한 정지 궤도의 특성을 고려할 때 기술적으로 높은 수준의 SNR 요구 사양이다. 천리안 위성 발사 후 궤도상 시험에 의한 분석 결과, 천리안 해양 관측 위성의 SNR 성능이 요구 사양을 충분히 만족함을 확인함으로써 기술적 우수성을 다시 한 번 입증하였다^{[4],[5],[8]}.

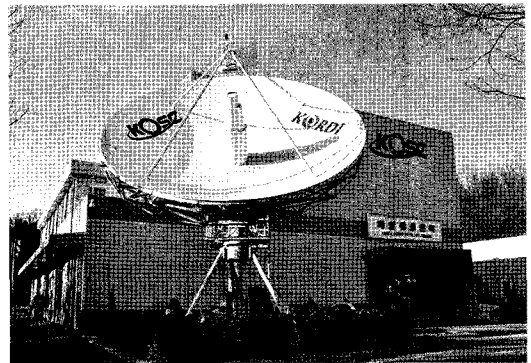
전 지구 영역의 거시적인 해양 현상을 관측하는 것이 주목적인 경우 공간해상도가 1 km인 경우에도 충분히 임무 수행이 가능하나, 연안 지역의 해양 현상을 보다 정밀하게 관측하기 위해서는 250 m 이상의 높은 공간 해상도가 요구된다^[10]. 천리안 해양 관측 위성은 한반도 주변의 동해, 남해, 서해 그리고 동중국해와 일본 연안 전 해역을 포함하는 동북아시아 지역의 해수 환경, 생태 변화, 수리 환경 등의 중규모 해양 현상 관측을 주요 임무로 하고 있다. 아울러 기존 극궤도에 비해 50배 이상 높은 고도에 위치한 정지 궤도의 특성에 따른 기술적 구현 가능성을 고려하여, 500 m의 공간 해상도를 요구 사양으로 결정하였다. 천리안 해양 관측 위성의 관측 영역은 지구 상공에서 항상 동일한 지역에 위치한 정지 궤도의 특성을 고려하여 우리나라 포항의 인근해인 동경 130도, 북위 36도를 중심으로 남북 2,500 km, 동서 2,500 km의 지역이다. 관측 영역 중심을 기준으로 500 m 공간 해상도를 가지는 천리안 해양 관측 위성의 특성으로 인해, 저위도 지역에서는 500 m보다 우수한 공간 해상도를 가지며, 고위도 지역에서는 500 m 이상의 낮은 공간 해상도를 가진다. 이러한 특성을 고려한 천리안 해양 관측 위성의 공간 해상도 요구 사

양은 전체 관측 영역 기준으로 500 m±100 m이다. 천리안 해양 관측 위성은 이러한 사용자 요구 사양을 구현하기 위해, 실제 탑재된 2D 광검출기의 순간 관측 범위(Instantaneous Field of View)에 해당하는 슬롯영상을 16개(4×4)를 조합하여 전체 관측 영역 영상을 획득하도록 설계하였다.

천리안 해양 관측 위성은 오전 9시부터 오후 4시까지 1시간 간격으로 하루 8회 해양 관측을 수행한다. 한반도 중심 동북아 지역의 2,500 km×2,500 km 관측 영역 영상을 획득하기 위해 2축 지향 거울을 이용한 16개의 슬롯 영상을 지상국의 전처리 시스템에서 조합하여 기하 보정이 완료된 관측 영상을 생산한다. 각 슬롯 영상은 8개의 밴드 영상 및 암흑 보정을 위한 2개의 암흑 영상으로 구성되어 있으며, 하나의 슬롯 영상 촬영 시 필터 휠을 회전함으로써 각 밴드별 영상을 획득한다. 천리안 해양 관측 위성의 경우, 1시간 간격으로 연속적인 촬영이 가능하도록 하게 한 요구 사양을 만족하기 위해 16개의 슬롯 영상 촬영 및 전송이 각각 30분 내로 이루어지도록 설계되었으며, 한 슬롯의 촬영이 끝남과 동시에 처리된 자료가 바로 지상으로 전송된다.

천리안 해양 관측 위성의 제작이 완료된 이후, 수행된 지상 시험의 결과 밴드 2, 밴드 3에서 탑재체

내에서의 산란 및 반사로 인한 떠돌이 빛(straylight)이 발생하는 것을 확인하였으나, 전체 신호 대비 0.2~0.3 % 수준으로 다른 해양 위성 및 광학 위성 대비 매우 양호한 수준임을 확인하였다. 광학 필터 및 검출기 보호창 등 투과형 광학계의 내부 반사로 인해 생성되는 허상인 고스트(ghost)도 지상 성능 시험을 통해 확인하였다. 천리안 해양 관측 위성의 경우, 밴드 6과 밴드 8을 제외한 모든 밴드에서 신호 대비 고스트 비율이 0.3 % 이하로, 기존 해양 위성 및 광학 위성 대비 우수한 성능을 보여주고 있음을 확인하였다. 한국해양연구원 해양위성센터에서 요청한 주요



[그림 2] 천리안 해양 관측 위성의 주관 운영 기관인 한국해양연구원 해양위성센터 전경

<표 2> 지상 시험 및 발사 후 궤도상 시험으로 확인된 천리안 해양 관측 위성 주요 성능

Performance criteria	Units	Spec.	Performance
Signal to noise ratio	None	>1,000	1397
Modulation transfer function	None	>0.3	0.3
Absolute radiometric accuracy	None	<4 %	3.80 %
Pixel to pixel response non-uniformity	None	<1%	1%
No. of pixels not meeting rad req.	None	<0.10 %	0.05 %
Image navigation	μ rad	<28	8.3
Image registration within frame	μ rad	<28	2.1
Registration accuracy between repeated images	μ rad	28	12.3
Band to band co-registration	μ rad	7	4.2

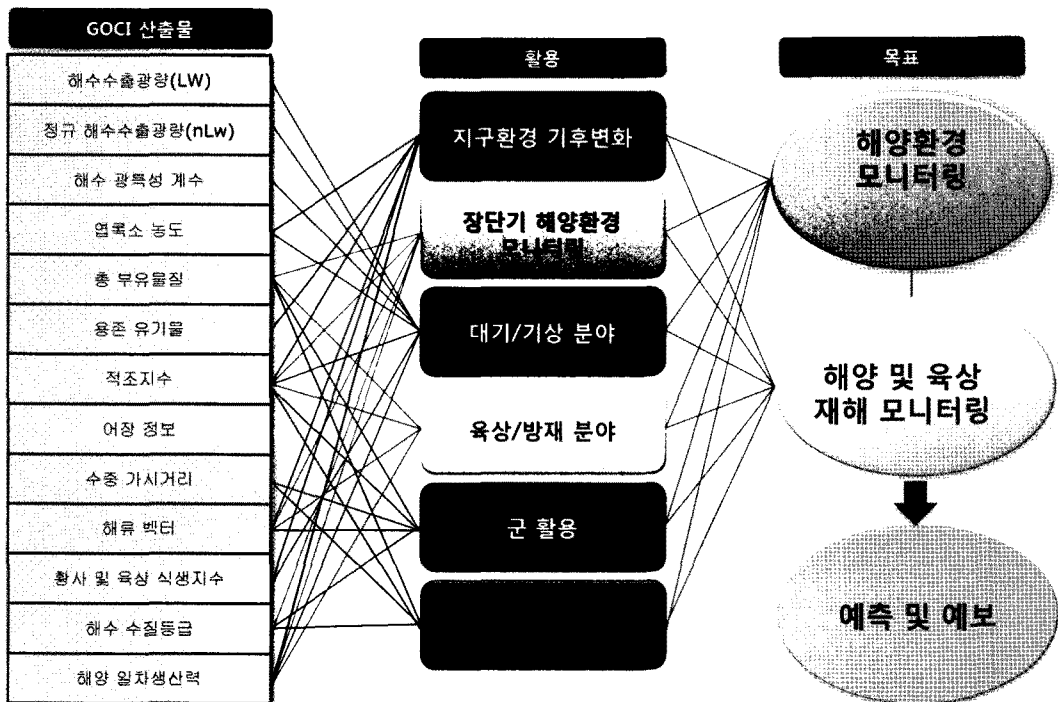
성능 요구 사양도 지상 시험과 궤도상 시험 결과, 모두 만족하는 것으로 확인되었다.

Ⅲ. 천리안 해양 관측 위성 주관 운영

천리안 해양 관측 위성은 주관 운영 기관인 한국해양연구원 해양위성센터에서 관측 자료의 수신·처리·분석·배포를 수행한다. 위성에서 수신된 원시 자료는 전처리 시스템을 통해 줄무늬 노이즈 제거와 복사 휘도 산출을 위한 전처리 복사 보정과 원시 영상의 기하학적 왜곡 및 16개 슬롯을 하나의 모자이크 영상으로 합성하기 위한 전처리 기하 보정을 수행한다. 복사 보정과 기하 보정이 완료된 천리안 해양 관측 위성의 전처리 표준 자료는 한국해양연구원에서 순수 국내 기술로 독자 개발한 해양 자료 처리 시스템(GDPS, GOCI Data Processing System)을 통

해 해수의 광특성 및 해양 환경 정보를 추출하여, 해수의 엽록소 농도, 부유 퇴적물 농도, 용존 유기물 농도, 적조 지수, 해양 일차 생산력, 어장 정보 등 총 13종의 다양한 해양 환경 분석 자료를 생산한다.

해양위성센터에서는 위성 자료의 수신·처리를 통한 해양 환경 분석 자료의 생산뿐만 아니라, 해양 관측 위성의 활용 극대화를 위한 다양한 연구 활동을 수행하고 있다. 특히 국내외 유관기관과의 검보정 협의체 구축을 통하여, 정확도 높은 해양 환경 분석 자료의 생산을 위해 선박을 이용한 현장 관측, 이어도 및 가거초 해양 과학 기지 내의 현장 관측 시스템 운영과 위성 간 자료 분석을 통한 지속적인 해양 관측 위성 검·보정을 수행하고 있다^{[6][7]}. 아울러 해양 관측 위성 저변 확대를 위한 국내·외 이용자 교육, 워크숍 개최, 전문가 그룹 운영과 해양 관측 위성 활용 연구를 수행하고 있으며, 국외 주요 기관과의 공



[그림 3] 천리안 해양 관측 위성의 산출물 및 활용 분야

동 연구 등 다양한 협력 활동을 통해 국제적인 정지 궤도 해양 관측 위성 개발·활용을 주도하고 있다.

IV. 천리안 해양 관측 위성 주요 임무 및 활용

기존의 선박 및 부이에 기반한 현장 관측의 경우, 협소한 관측 지역 및 관측 시간의 제약으로 인해, 우리나라 주변 해양의 전지역을 24시간 내내 실시간으로 모니터링할 수 있는 해양 관측 시스템의 개발이 지속적으로 요구되었다. 이러한 국가적 요구에 의해 개발된 천리안 해양 관측 위성은 매일 주간(晝間) 8회 한반도 중심 동북아 지역의 동일한 관측 지역을 1시간의 동일한 시간 간격으로 생산하는 관측 자료를 바탕으로 적조 및 녹조 등 이상 해황을 관측하고, 연안 해양 환경 모니터링 및 우리나라 주변 해양 영토 및 해양 환경 변화를 실시간으로 감시하는 임무를 수행할 예정이다. 또한 해양 수치 모델과 연계되어 해양 예보·예측의 정밀도를 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

1시간 간격으로 생산되는 천리안 해양 관측 위성의 관측 자료의 주요 산출물인 해류 벡터 및 해색 등 수산 관련 첨단 관측 정보를 어민 등 관계자들에게 실시간 제공함으로써 어획량을 증대시키고 동시에 효율적인 어족 자원 관리를 통해 궁극적으로 어민의 소득 향상을 가능하게 할 것으로 기대하고 있다.

천리안 해양 관측 위성으로부터 얻어지는 관측 자료는 한반도 주변의 부유 퇴적물 이동 혹은 오염물 현황, 해류 순환 및 해양 생태계 감시 등에도 유용하게 활용될 수 있으며, 국가 간 자료 교환 및 공동 연구에 의한 해양 장기 기후 변화 연구에 활용함으로써 현재 국제적으로 추진하고 있는 “전지구적 지구 관측 시스템들의 시스템”인 GEOSS(Global Earth Observation System of Systems) 구축에 크게 기여할 전망이다. 천리안 해양 관측 위성에서 매일 주간 8회 생산하는 해양 관측 위성 자료는 주관 운영 기관인 한

국해양연구원 해양위성센터에서 직수신하여, 각종 해양 환경 표준 자료를 생산·저장·관리한다. 또한 지속적인 해양 환경 모니터링을 위한 후속 위성으로 차세대 정지궤도 해양 관측 위성인 정지 궤도 복합 위성 개발 및 새로운 해양 환경 분석 알고리즘에 대한 연구 개발도 지속적으로 수행하고 있다.

지난 6월 발사 이후 현재까지의 운영을 통해, 천리안 해양 관측 위성 자료를 이용하여 해류의 순환, 해색, 탁수의 분포 등 첨단 해양 환경 정보를 실시간 제공함으로써 적조와 녹조 등 급변하는 해양의 이상 현상에 의한 해양 재해 예측을 통한 피해 저감이 가능함을 확인하였다. 특히 지난 3월 11일 발생한 일본 동북 지역의 쓰나미 발생 전후의 해양 환경 변화를 매시간 관측하는 데 성공함으로써, 전 세계에서 유일하게 실시간 해양 환경 변화 모니터링이 가능한 천리안 해양 관측 위성의 능력을 유감없이 발휘하였다. 아울러 해양 관측 위성 자료로부터 산출된 어장 정보를 이용하여, 효율적인 어족 자원 관리 및 어민 소득 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 뿐만 아니라 천리안 해양 관측 위성에서 산출된 해양의 일차 생산력 자료는 해양 탄소 순환 연구의 핵심 연구 자료로서, 해양의 기후 변화를 연구하는 데 유용하게 활용될 수 있다⁹⁾. 또한, 가시광 영역 1개의 밴드로 공간 해상도 1 km 수준의 흑백 영상을 주로 생산해왔던 기존 정지 궤도 지구 관측 위성 대비 4배 향상된 공간 해상도 500 m의 8개 밴드를 활용한 컬러 영상 및 다양한 분석 영상 산출이 가능한 천리안 해양 관측 위성의 특성으로 인해 태풍, 해빙, 산불, 황사 등 육상 및 대기 원격 탐사 분야에서도 다양한 활용이 가능할 것으로 기대되고 있다.

V. 결 론

클로로필, 부유 퇴적물과 용존 유기물의 이동과 확산 및 조류에 의한 연안 해양 환경 변화 등 일 변화



[그림 4] 천리안 해양 관측 위성의 RGB 표준 영상(좌측) 및 동해 지역 해수 엽록소 농도 분석 결과(우측)

현상이 두드러진 한반도 주변 해양 환경의 효과적인 관측을 위하여, 국가 해양 관측망의 일환으로 천리안 해양 관측 위성이 개발되었다. 정지 궤도상의 세계 최초의 해상 위성으로서의 의의는 물론 개발 초기 단계부터 사용자 중심의 선진 우주 개발 체계를 도입하여 실제 위성을 이용하는 사용자의 요구 사항이 충실히 반영된 해양 관측 위성 개발이 이루어졌다는 점에서 국내 위성 개발에서의 의의도 매우 크다. 활용에 초점을 맞춘 해양 관측 위성 주관 운영 기관인 해양위성센터의 설립과 운영을 통해, 체계적인 해양 관측 위성 운영 및 자료 배포 서비스와 더불어, 지속적인 검·보정 연구와 국제 공동 연구 등을 통한 국제적인 정지 궤도 해양 관측 위성 분야를 우리나라가 주도적으로 이끌어 가는데 크게 기여하고

있다. 지난 6월말 발사 이후 약 10개월간의 궤도상 시험을 통해, 서남해 지역의 탁수 분포 변화, 쓰나미 발생 후 해양 환경 변화 분석, 황사 및 산불 관측, 해빙 및 해무의 이동과 확산 모니터링 등 해양 환경뿐만 아니라, 육상과 대기 분야에 이르기까지 다양한 분야에 있어 천리안 해양 관측 위성의 활용성과 우수한 성능을 입증하였다. 천리안 해양 관측 위성의 정규 운영이 지난 4월 20일부터 본격적으로 시작됨에 따라 공식 자료 배포 서비스는 주관 운영 기관인 한국해양연구원 해양위성센터 홈페이지(<http://kosc.kordi.re.kr>)에서 이루어지고 있으며, 이후 해양 위성 센터를 중심으로 한 이용자 교육 및 국내·외 사용자 워크샵 등 해양 관측 위성 활용 극대화를 위한 다양한 국제협력 활동 및 활용 연구가 이루어질 예정이다.

〈표 3〉 천리안 해양 관측 위성 활용 방안

기능	활용 방안
탄소 순환 감시	· 해양의 일차 생산력 분석 · 해양의 장기 기후 변화 연구 · 장기간 분석 자료 연구를 통한 기후 변화 연구 및 탄소 배출권 확보에 활용
적조 감시	· 적조의 발생 정도, 이동 및 확산 경로 예보를 통한 적조 관련 피해 저감에 기여
녹조 감시	· 녹조의 발생 정도, 이동 및 확산 경로 예보를 통한 녹조 관련 피해 저감에 기여
유류 오염 감시	· 유류 유출 및 오염 물질의 이동 및 확산 모니터링
투기 해역 환경 감시	· 해양 투기 해역에서 식물 플랑크톤에 포함된 엽록소 농도 및 해수에 녹아 있는 유기 물질의 양을 모니터링
탁도 감시	· 해수 환경 오염의 지표 · 해수에 포함된 총 부유 무기물질 관측을 통한 연안 해양 환경 분석 및 감시
저염수 감시	· 해수 염분 농도 추정에 활용(저염수 모니터링) · 중국으로부터 유입되는 오염 물질의 이동 경로 파악에 활용
어장 정보 제공	· 수산 및 어장 분포도 · 어장 환경 감시 및 수산업 생산성 향상에 기여
어장 및 양식장 관리	· 장기간 해양 생태계 모니터링을 통한 어족 자원의 효율적 관리
갯벌 생태 감시	· 해양 생물/생태 조사, 호소/강 등의 수계 환경에서의 생물의 생산성 예측 · 연안역 수산 자원 관리
태풍 감시	· 태풍의 발생 및 이동 경로 추적 · 태풍의 영향에 의한 해수의 유향, 유속 정보 생산
해빙 감시	· 해빙 지역 관측 및 발달 모니터링 · 어로 작업 지원
산불·화산 감시	· 육상 산림 자원 관리 및 산불·화산 모니터링에 활용
황사 감시	· 황사, 식생 등 대기 및 지구 환경 모니터링 정보 · 황사 예보 등 대기 환경 분석 및 예측에 활용
해류 감시	· 해수의 유향, 유속 정보 생산 · 연안 수질 관리 활용
엘니뇨, 라니냐 감시	· 해수 온도 및 생산성 추정을 이용한 장기 기후 변화 감시

참 고 문 헌

[1] 조성익, 안유환, 유주형, 강금실, 유형식, "정지 궤도 해상탐재체(GOCI)의 개발", 대한원격탐사학회지, 26(2), pp. 157-166, 2010년.
 [2] 안유환 외, "종합해양 관측 위성의 사전 조사 연구", 한국해양연구소, 58-59, 1999년.
 [3] 안유환 외, "천리안 해양 관측 위성 탑재체 선행

연구", 한국해양연구소, 19-22, 23, 35-41, 2002년.
 [4] 양성현, 조경록, "광대역의 동작 범위(Dynamic Range)를 갖는 CMOS 이미지 센서 설계", 전자공학회지, 38SC(3), pp. 31-39, 2001년.
 [5] 연정흠, 강금실, 유형식, "해양탐재체 스캔 미커니즘의 포인팅 안정성 연구", 대한원격탐사학회지, 22(6), pp. 595-600, 2006년.
 [6] 유주형, 문정언, 손영백, 조성익, 민지은, 양찬

- 수, 안유환, 심재설, "정지궤도 해색탐재체(GOCI) 자료 검정을 위한 사전 연구", 대한원격탐사학회지, 26(2), pp. 251-262, 2010년.
- [7] 한희정, 유주형, 안유환, "정지궤도 해색탐재체(GOCI) 해양자료처리시스템(GDPS)의 개발", 대한원격탐사학회지, 26(2), pp. 239-250, 2010년.
- [8] Seongick Cho, Y. Ahn, H. Han, and J. Ryu, "Pre-launch characterization of the geostationary ocean color imager", *SPIE Optics + Photonics 2009*, San Diego, USA, 2-6 Aug. 2009.
- [9] Janet Campbell, P. DiGiacomo, A. Bingham, C. Bruce, and M.-E. Carr, "Coastal Ocean Carbon Observations and Applications(COCOA) Mission", *NASA GEO-CAPE 2008 Workshop*, Chapel Hill, North Carolina, 18-20 Aug. 2008.
- [10] Andre Morel, "Minimum requirements for an operational, ocean-colour sensor for the open ocean", *IOCCG Report*, Number 1, 28-29, 1998.

≡ 필자소개 ≡

유 주 형



1993년 2월: 연세대학교 지질학과 (이학사)

1995년 8월: 연세대학교 지구시스템학과 (이학석사)

2001년 8월: 연세대학교 지구시스템학과 (이학박사)

2004년 9월~2007년 8월: 세종대학교 지구정보공학과 겸임교원

2003년 9월~현재: 한국해양연구원 해양위성센터 책임연구원/센터장, 대한원격탐사학회, 한국습지학회 편집위원