기본연구 2025-06

해양 위성정보 활용 방안 연구

A Study on Application Strategies of Marine Satellite Information

조성진 · 이상혁 · 염재원 · 최희정



KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

기본연구 2025-06

해양 위성정보 활용 방안 연구

A Study on Application Strategies of Marine Satellite Information

조성진 · 이상혁 · 염재원 · 최희정

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	**조성진, 이상혁, 염재원, 최희정**
내부연구진	연구책임자 조성진 한국해양수산개발원 해양연구본부 부연구위원 공동연구원 이상혁 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 염재원 한국해양수산개발원 해양연구본부 전문연구원 공동연구원 최희정 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원

연구기간	2025. 1. 1. ~ 2025. 10. 31.

보고서 집필내역

연구책임자	조성진 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절, 제3장 제1절, 제4장 제1절, 제5장
내부연구진	이상혁 제2장 제3절, 제3장 제3절, 제4장 제4절 염재원 제2장 제2절, 제3장 제2절, 제4장 제3절 최희정 제3장 제1절, 제3장 제2절 일부, 제4장 제2절

산·학·연·정 연구자문위원	조영헌 부산대학교 교수 최재선 한국해양수산개발원 명예위원 최종국 한국해양과학기술원 해양위성센터 센터장 한인성 국립수산과학원 연구관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

최근 기후변화, 연안개발, 해양재해 등 복합적 해양문제가 심화되면서 광역 관측과 실시간 분석이 가능한 위성정보의 중요성이 커지고 있다. 특히 우리나라는 해양영토가 국토면적의 4.5배에 달하고, 해양산업이 국가경제에서 차지하는 비중이 지속적으로 증가하고 있어 과학적 해양관측과 정보 활용의 필요성이 더욱 절실하다. 또한 위성정보는 해양공간관리, 환경보전, 안전·방제 등 다양한 분야에서 과학적 의사결정의 핵심 도구로 자리 잡고 있다.

우리나라는 2010년 천리안 해양관측위성(GOCI)을 발사한 이후 세계적인 수준의 해양 관측 능력을 확보했다. 그러나 이렇게 축적된 위성정보의 실질적인 활용은 여전히 제한적이다. 제도적 기반의 미비, 기관 간의 협력 부족, 전문인력의 한계 등이 주요 원인으로 지적된다. 지속적으로 투자하고 있는 위성정보의 가치를 실현하고, 해양공간관리·환경보전·안전방제 분야의 정책 실효성을 높이기 위해서는 기술·제도·인프라를 아우르는 종합적 활용체계의 구축이 시급하다.

본 연구는 이러한 한계를 극복하기 위해 국내외 법·제도의 비교분석, 현장 전문가의 의견수렴, 시스템다이내믹스 기법을 활용한 인과관계의 분석을 통해 해양 위성정보 활용의 현황과 구조적 문제점을 진단했다. 그리고 공간관리·환경생태·안전방제 부문별로 구체적으로 적용할 수 있는 시나리오와 활용 가능한 모델을 제시하고, 데이터의 표준화·품질관리 체계, 거버넌스 구축, 전문인력 양성을 포함한 단계별 실행 로드맵을 마련했다. 특히 최근 급부상하고 있는 AI 기반의 분석기술, 다중센서 융합기술과의 접목 방안을 제시함으로써 해양 위성정보 활용을 고도화할 수 있는 방향을 모색했다.

본 연구가 해양수산부와 관계기관의 위성정보 통합 활용체계를 구축하기 위한 기초자료로 활용되고, 공공부문뿐만 아니라 민간·학계의 다양한 응용 연구와 산업 발전의 토대가 되어 우리나라가 글로벌 해양 위성정보 활용의 선도국으로 도약하는 데 기여할 수 있기를 기대한다.

본 연구는 우리 연구원의 조성진 부연구위원이 연구책임을 맡았고, 이상혁, 염재원 전문연구원, 최희정 연구위원이 공동으로 참여했다. 그리고 부산대학교 조영현 교수, 우리 연구원 최재선 명예연구위원, KIOST 해양위성센터 최종국 센터장, 국립수산과

학원 한인성 연구관이 연구 자문을 맡아주셨다. 바쁜 일정에도 불구하고 정책협의회와 간담회에 참석해 현장의 의견을 나누어주신 관계기관 및 업계의 모든 분께 연구진을 대신하여 감사의 말씀을 드린다.

한국해양수산개발원은 앞으로도 위성정보, AI, 디지털트윈 등 첨단기술을 활용한 과학적인 해양정책의 수립에 앞장서겠다. 본 보고서가 국가 해양정보체계 고도화와 지속가능한 해양 발전에 기여하기를 기대한다.

2025년 12월
한국해양수산개발원
원장 조 정 희

목차

정책제안 _ i

요약 _ iii

Executive Summary _ xi

01 서론 _1

제1절 연구의 배경 및 목적 1
1. 연구 배경 및 필요성 1
2. 연구 목적 5

제2절 연구의 내용 및 방법 7
1. 연구 범위 및 주요 내용 7
2. 연구 방법 12

제3절 선행연구와 본 연구의 차별성 검토 16
1. 선행연구 동향 16
2. 본 연구의 차별성 19

02 위성정보 활용의 이론적 배경 및 정책동향 _23

제1절 위성정보의 개념적 틀 23
1. 위성정보의 정의 및 유형 23
2. 위성정보의 특징 및 장점 29

제2절 국내 위성정보 활용 동향 34
1. 분야별 활용 실태 및 성과 34
2. 기술적·제도적 기반 40
3. 시사점 47

제3절 해외 위성정보 활용 동향 51
1. 주요국 정책 동향 51

2. 해양분야 활용 사례 91
3. 시사점 97

03 해양 위성정보 활용 수요 및 실태 _107

제1절 해양 관리 여건 107
1. 해양공간관리 패러다임 변화 107
2. 위성정보 활용의 필요성 117

제2절 해양 위성정보 활용 현황 121
1. 위성정보 운영기관 121
2. 부문별 활용 실태 127
3. 주요 현안 및 요구사항 140

제3절 위성정보 활용의 한계 및 과제 151
1. 기술적·제도적 한계점 152
2. 주요 도전과제 154

04 해양 위성정보 활용체계 구축 방안 _157

제1절 해양 위성정보 활용체계 구축의 기본 방향 157
1. 활용체계 구축의 필요성 및 목표 157
2. 활용체계의 주요 구성요소 160
3. 위성정보 활용의 파급효과 164
4. 업무 활용 시나리오 분석 개요 172

제2절 해양공간 이용·관리 부문 174
1. 업무 개요 174
2. 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오 176
3. 기술적·제도적 개선 사항 181
4. 주요 시사점 185

제3절 해양 환경·생태계 부문 186

1. 업무 개요 187
2. 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오 190
3. 기술적·제도적 개선 사항 195
4. 주요 시사점 198

제4절 해양 안전·방재제 부문 199
1. 업무 개요 200
2. 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오 203
3. 기술적·제도적 개선 사항 207
4. 주요 시사점 211

제5절 소결 212
1. 부문별 위성정보 활용의 공통 효과 212
2. 부문별 차별화된 위성 활용 전략 213
3. 기술적 기반 구축의 우선순위 214
4. 제도적 개선의 통합적 접근 214
5. 향후 발전 방향 215

05 결론 및 정책제언 _217

제1절 요약 및 결론 217
1. 연구의 요약 및 한계 217
2. 기대효과 220

제2절 정책제언 221
1. 기술적·제도적 개선 방안 223
2. 단계별 추진 전략 : 로드맵 237
3. 향후 연구과제 239

참고문헌 _243

부록 _263

표 목차

〈표 1-1〉 연구의 필요성 및 목적 ····· 7
〈표 1-2〉 자문위원 구성 및 내용 ····· 13
〈표 1-3〉 심층 인터뷰 대상 및 내용 ····· 14
〈표 1-4〉 활용 시나리오 분석을 위한 실무자 구성 ····· 15
〈표 1-5〉 선행연구와의 차별성 ····· 21
〈표 2-1〉 위성정보의 사전적 정의 ····· 24
〈표 2-2〉 해양 위성정보의 조작적 정의 ····· 24
〈표 2-3〉 위성정보의 특징 ····· 31
〈표 2-4〉 위성정보의 특징 및 장점 ····· 33
〈표 2-5〉 국토위성정보 활용분야 및 우선순위 ····· 35
〈표 2-6〉「우주개발 진흥법」제17조(위성정보의 보급 및 활용) ····· 43
〈표 2-7〉「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」 ····· 44
〈표 2-8〉「천리안위성 공동운영 규정」 ····· 45
〈표 2-9〉「위성정보 보안관리 규정」 ····· 46
〈표 2-10〉 코페르니쿠스 평가 지표(Performance Indicators) ····· 64
〈표 2-11〉 RESTEC의 주요 사업 내용 ····· 73
〈표 2-12〉 국가별 위성정보 활용 동향 요약 ····· 90
〈표 2-13〉 코페르니쿠스 프로그램과 국내 현황 비교 ····· 101
〈표 3-1〉 국가해양위성센터 생산자료 내역 및 활용 현황 ····· 124
〈표 3-2〉 국가해양생태계종합조사 개요 ····· 134
〈표 3-3〉 FGI 집단 구성 ····· 141
〈표 3-4〉 FGI 질문 구성 및 주요 내용 ····· 142
〈표 3-5〉 분야별 위성영상 활용 단계 ····· 146
〈표 3-6〉 분야별 위성정보 요구사항 및 추천 위성영상 ····· 147
〈표 3-7〉 분야별 위성정보 활용 현안 및 문제점 ····· 148
〈표 3-8〉 분야별 위성정보 활용 여건 ····· 149
〈표 4-1〉 해양 위성정보 활용체계의 주요 구성요소 ····· 160
〈표 4-2〉 인과지도 핵심 변수 목록 ····· 168
〈표 4-3〉 시나리오 A(공유수면 관리) 업무 프로세스 현황 ····· 175
〈표 4-4〉 시나리오 A(공유수면 관리) 업무 프로세스 개선안 ····· 178

〈표 4-5〉 시나리오 A(공유수면 관리) 업무 개선 효과 ····· 180
〈표 4-6〉 시나리오 B(적조 발생 모니터링 및 대응) 업무 프로세스 현황 ····· 188
〈표 4-7〉 시나리오 B(적조 발생 모니터링 및 대응) 업무 프로세스 개선안 ····· 192
〈표 4-8〉 시나리오 B(적조 발생 모니터링 및 대응) 업무 개선 효과 ····· 194
〈표 4-9〉 시나리오 C(해양오염 사고) 업무 프로세스 현황 ····· 201
〈표 4-10〉 시나리오 C(해양오염 사고) 업무 프로세스 개선안 ····· 205
〈표 4-11〉 시나리오 C(해양오염 사고) 업무 개선 효과 ····· 206
〈표 5-1〉 해양 위성정보 활용의 부문별 기대효과 ····· 221
〈표 5-2〉 해양 위성정보 표준화 체계(안) ····· 224
〈표 5-3〉 해양 위성정보 활용 고도화를 위한 R&D 과제(안) ····· 226
〈표 5-4〉「해양조사정보법」 개정(안) ····· 227
〈표 5-5〉「천리안위성 공동운영규정」 개정(안) ····· 228
〈표 5-6〉「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」 개정(안) ····· 229
〈표 5-7〉「위성정보 보안관리 규정」 개정(안) ····· 230
〈표 5-8〉 해양 위성정보 활용 협의체(안) ····· 234
〈표 5-9〉 해양 위성정보 전문인력 양성 및 산업육성 방안 ····· 236
〈표 5-10〉 해양 위성정보 활용 체계 구축 로드맵 ····· 237

그림 목차

〈그림 1-1〉 본 연구의 흐름도 ····· 11
〈그림 1-2〉 연구 추진체계 ····· 15
〈그림 2-1〉 해양 위성정보 활용에 관한 국내 동향 시사점 ····· 50
〈그림 2-2〉 USGS Landsat 위성데이터 접근 플랫폼 ····· 56
〈그림 2-3〉 EOS 관측 분야 및 대상 ····· 57
〈그림 2-4〉 NOAA CoastWatch의 주요 목적 및 운영 ····· 58
〈그림 2-5〉 NOAA CoastWatch Caribbean Node 및 Data Portal ····· 59
〈그림 2-6〉 CoastWatch ISOCO Database 웹사이트 ····· 59
〈그림 2-7〉 SNWG 수요관린 및 솔루션 도출 업무 과정 ····· 60
〈그림 2-8〉 Copernucus 운영을 위한 협력기관 ····· 65
〈그림 2-9〉 Copernicus Services ····· 66
〈그림 2-10〉 CMEMS 해양데이터 제공 체계 ····· 68
〈그림 2-11〉 CMEMS In-Situ Ocean TAC 관측망(대시보드) 예시 ····· 70
〈그림 2-12〉 Copernicus Marine Service 개요 ····· 72
〈그림 2-13〉 Copernicus Marine Service 사용자 피드백 중심 서비스 개선 절차 72
〈그림 2-14〉 일본의 MDA 협력 구조 ····· 76
〈그림 2-15〉 MSIL(Marine Safety Information Layer) 시스템 화면 ····· 77
〈그림 2-16〉 시키사이에 의해 관측된 일본 해역의 클로로필 a 농도분포(2019년 4월) 79
〈그림 2-17〉 DEA Maps 웹 플랫폼 ····· 86
〈그림 2-18〉 DEA Maps interactive map (DEA Coastlines) ····· 87
〈그림 2-19〉 AODN 데이터 다운로드 플랫폼 ····· 89
〈그림 2-20〉 IMOS Ocean Current 웹 플랫폼 ····· 90
〈그림 2-21〉 USGS 모니터링 보고서(Texas and Landsat) 및 Miami 해변 위성사진 92
〈그림 2-22〉 Marine Plan Spatial Assessment (항로 정보) ····· 93
〈그림 2-23〉 유류 유출 Heat map ····· 94
〈그림 2-24〉 Sentinel 이미지 활용 바닥 반사율 분석 결과 ····· 95
〈그림 2-25〉 CMS 위성정보 기반 선박 추적 사례 ····· 97
〈그림 2-26〉 해양 위성정보 활용에 관한 국외 동향 시사점 ····· 105
〈그림 3-1〉 전 세계 해양 경제 규모 및 전망 ····· 108
〈그림 3-2〉 서해 잠정조치수역에 설치된 구조물 ····· 109

〈그림 3-3〉 Global Fishing Watch 제공 정보 ····· 110
〈그림 3-4〉 바다와 함께하는 삶 개념도 ····· 112
〈그림 3-5〉 해양보호구역 정보 제공을 위한 GIS 시스템 ····· 114
〈그림 3-6〉 SDGs 14 달성을 위한 해양공간계획 기여 ····· 116
〈그림 3-7〉 해양공간 패러다임 변화와 위성정보 필요성 ····· 120
〈그림 3-8〉 국가해양위성센터 주요 추진전략 및 과제 ····· 122
〈그림 3-9〉 KIOST 해양위성센터 비전 및 임무 ····· 126
〈그림 3-10〉 공유수면 점·사용 허가 절차 ····· 129
〈그림 3-11〉 양식어장 판독사업 목적 및 내용 ····· 132
〈그림 3-12〉 위성영상 및 항공사진을 활용한 양식어장 판독 ····· 133
〈그림 3-13〉 해양경찰 위성활용시스템 운용 방안 ····· 139
〈그림 3-14〉 대규모 해상유출유 분포 정보 서비스 모식도 ····· 139
〈그림 3-15〉 FGI 인터뷰 장면 ····· 142
〈그림 4-1〉 데이터 가치사슬 분석 결과 ····· 165
〈그림 4-2〉 인과지도 분석 결과 ····· 170
〈그림 4-3〉 안산시 공간정보시스템(안마당공간정보시스템) 서비스 화면 ····· 177
〈그림 4-4〉 NOAA 적조 발생 예측 예보 시스템 ····· 197
〈그림 5-1〉 해양 위성정보 활용 고도화 종합 체계도(안) ····· 222

약어 목록

- AIS(선박자동식별장치): Automatic Identification System
- AOML(대서양해양기상연구소): Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory
- ASA(호주우주국): Australian Space Agency
- BoM(호주기상청): Bureau of Meteorology
- C3S(기후변화서비스): Copernicus Climate Change Service
- CAMS(대기모니터링서비스: Copernicus Atmosphere Monitoring Service
- CEMS(긴급관리서비스): Copernicus Emergency Management Service
- CLMS(육지모니터링서비스): Copernicus Land Monitoring Service
- CMEMS(해양환경모니터링서비스): Copernicus Marine Environment Monitoring Service
- CSIRO(호주과학산업연구기구): Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
- CSS(안보서비스): Copernicus Security Service
- DEFIS(국방산업·우주국): Defence Industry and Space
- ECFAS(유럽연안홍수인식시스템): European Coastal Flood Awareness System
- EMSA(유럽해사안전청): European Maritime Safety Agency
- ESA(유럽우주국): European Space Agency
- EUSPA(유럽우주계획기관): European Union Agency for the Space Programme
- GA(호주지질자원연구원): Geoscience Australia
- IMOS(호주연방해양관측시스템): Integrated Marine Observing System
- JAXA(일본우주항공연구개발기구): Japan Aerospace Exploration Agency
- MDA(해양상황인식체계): Maritime Domain Awareness
- NESDIS(국립환경위성자료·정보서비스): National Environmental Satellite, Data, and Information Service
- OSPO(미국위성운영국): Office of Satellite And Product Operations
- RESTEC(원격탐사기술센터): Remote Sensing Technology Center

정책제안

▌분석 내용 및 방법

1. (연구 범위·내용) 본 연구는 2010년에 GOCI를 발사한 이후 현재까지의 활용 현황을 분석하고, 2025~2035년까지의 활용 전략과 로드맵을 제시하는 것을 목적으로 함. 연구 범위는 한반도 주변 해역에서 동북아 및 전구의 관측 영역까지 확장하였으며, 중앙부처·지자체·연구기관·민간을 모두 포함함. 국내외 위성의 원시자료 및 가공자료의 범위를 규정하고, 활용 부문을 공간 이용·관리, 환경·생태, 안전·방제의 세 영역으로 구분하여 개선 방안과 단계별 이행 전략을 도출함.

2. (연구 방법) 연구 방법은 국내외의 법·계획·지침 및 해외 관련 프로그램의 문헌·사례 분석, 전문가의 자문과 유관기관의 방문, 데이터 가치사슬의 분석과 SD 인과지도의 작성, 수요기관 실무자의 FGI, 부문별로 활용 가능한 시나리오의 분석 등을 종합적으로 수행하였으며, 이를 통해 “현황조사→실태분석→개선방안”의 3단계 추진체계로 정리함.

▌정책제안

1. (기술·제도·생태계 기반 고도화) 데이터의 표준화와 품질관리 체계를 확립하고, 수요자 맞춤형 서비스 및 통합 플랫폼을 개발하며, AI·다중센서 융합의 분석 기술을 도입함. 아울러 위성정보의 보안·접근·공유를

위한 표준과 운영지침을 개정하고, 이를 뒷받침할 법·제도적인 근거를 정비함. 또한 전문인력의 양성과 기관 간 거버넌스의 구축, 국제적인 연계의 강화를 통해 지속가능한 활용 생태계를 마련함.

2. (단계별 추진전략 이행) 단기(2025~2027년)는 제도 및 표준화 기반을 정비하고 협의체를 구축하며 단기 교육과정을 운영함. 중기(2028~2030년)는 분석가 자격 제도와 민관협력(PPP)을 추진하고, 고해상도·다중센서에 기반한 해양 특화 서비스를 확산하며, 산업 육성과 공동연구센터 운영을 병행함. 장기(2031~2035년)는 국제 공동플랫폼과 데이터 허브에 참여하고, 규범의 정합성을 확보하며, 특화 서비스의 국제화와 공동연구를 통해 글로벌 리더십을 강화함.

요 약

해양 위성정보 활용 방안 연구

조성진 · 이상혁 · 염재원 · 최희정

1. 서론

1) 연구의 배경 및 목적

- 기후변화, 연안개발, 해양재해 등 복합적인 문제에 대응하기 위해 위성정보 활용에 대한 중요성이 증가하고 있으나 기술적·제도적 제약으로 인해 신속하고 효과적인 대응이 어려운 실정임.
- 본 연구의 목적은 위성정보를 활용하여 해양의 적조 및 환경 재난 대응 탐지의 정확성과 대응 효율성을 높이고, 이를 위해 체계적인 구축 방안을 도출하는 것을 목적으로 함.

2) 연구의 내용 및 방법

- 활용 부문을 해양공간 이용·관리, 환경·생태계, 안전·방제로 구분하고 국내외 법·제도 사례 분석, 전문가 자문, 데이터 가치사슬, FGI 분석,

업무 활용 시나리오 분석을 통해 연구를 수행함.

- “현황조사→실태분석→개선방안”의 3단계 접근으로 활용체계 및 정책 제언을 도출함.

3) 선행연구와 본 연구의 차별성 검토

- 기존 연구가 기술적 사례 분석에 국한된 데 반해 본 연구는 정책·제도·생태계까지 포함하는 종합적 활용체계 및 로드맵을 제시한다는 점에서 차별성을 가짐.

2. 위성정보 활용의 이론적 배경 및 정책동향

1) 위성정보의 개념적 틀

- 본 연구에서 위성정보는 해양관측위성(GOCI, GOCI-II 등)뿐만 아니라 국내외 위성(Sentinel, Landsat, MODIS 등)에서 수집된 원시데이터 및 이를 처리·가공한 정보를 모두 포함하며 해양 분야에서 활용 가능한 데이터를 의미함.
- 광역적·주기적 관측이 가능하여 장기적·지속적인 모니터링과 정책에 근거하여 제공하였다는 강점이 있음. 특히 해양 분야에서는 역동적인 환경 변화를 실시간으로 모니터링하고, 과학적 관리·정책 의사결정을 지원하는 효율적 수단으로 부상함.

2) 국내 위성정보 활용 동향

- 최근의 위성정보는 국토관리, 환경, 해양, 재난·재해 등 국가의 주요 정책 분야에서 활용 범위가 빠르게 확대되고 있으며, 이에 대응하기 위해 국가위성정보활용지원센터, 국토위성센터, 국가해양위성센터 등 전문 지원기관이 설립·운영되고 있음.
- 해양 분야에서는 천리안 해양관측위성(GOCI·GOCI-II)을 중심으로 해류, 적조, 부유조류, 어장환경 등 다양한 해양 현상을 종합적으로 관측하여 해양공간 관리, 환경·생태계 모니터링, 해양안전 및 방제 대응에 활용되고 있음.
- 그러나 법·제도적 근거의 부족, 전문인력 및 데이터 접근성의 한계, 기관 간 협력체계의 미비 등이 실질적인 활용을 제약하고 있어 향후에는 기술의 고도화, 제도 정비, 전문인력의 양성, 운영기관과의 연계 강화와 같은 개선 방안이 요구됨.

3) 해외 위성정보 활용 동향

- 미국 NOAA, 유럽 CMEMS, 일본 GCOM 등은 각기 전문기관과 제도를 기반으로 하여 데이터 통합·개방을 통해 다양한 응용 서비스를 확산하고 있으며, 국제협력 기반이 강화되는 추세임.
- AI·다중센서의 융합, 국제 데이터의 공유 및 표준화 등을 통해 활용의 효율성을 극대화하고 있으며, 이는 국내 제도의 기반 확립, 국제협력 강화, 기술 고도화의 필요성을 시사함.

3. 해양 위성정보 활용 수요 및 실태

1) 해양 관리 여건

- 해양에너지, 관광, 양식업 등 전통·신산업이 동시에 확장되고 있으며, 한편으로는 해양생태계 보전과 해양보호구역 확대에 대한 요구도 커져 개발과 보전의 균형을 위한 과학적 관리체계가 필요함.
- 위성정보는 해양환경 모니터링, 자원관리, 불법어업 단속 등 다양한 분야에서 통합적 모니터링이 가능한 핵심 수단으로 부상하고 있으며, 기존 제도와 결합할 때 과학적이고 실효성 있는 관리체계의 구축이 가능함.

2) 해양 위성정보 활용 현황

- 국내는 국가해양위성센터(국립해양조사원)와 해양위성센터(KIOST)를 중심으로 위성정보를 생산·운영하고 있으며, 천리안 해양관측위성(GOCI, GOCI-II)을 활용한 해양환경 관측체계를 구축하고 있음.
- FGI 분석 결과 해양공간 관리, 해양환경, 해양안전 전 분야에서 위성정보 활용의 수요와 잠재력이 높지만, 해상도·실시간성의 한계, 제도적 근거의 부족, 기관 간의 협력 미비 등의 문제로 실효성이 낮아 기술 고도화·법제 정비·전문인력 양성·국제 협력이 시급한 것으로 나타남.

3) 위성정보 활용의 한계 및 과제

- 기술적 한계로 해양 위성정보는 고해상도·실시간 모니터링과 AI·융합기술, 국내의 특화 알고리즘 및 현장 검증 체계가 부족하여 활용이

단편적이고 제한적임.

- 제도적 한계로 해양 관련 법·제도에서 위성정보 활용의 명확한 규정과 의무화가 미비하고 기관 간 협력과 전문인력의 기반이 부족하여 행정적·정책적 연계성이 낮음.

4. 해양 위성정보 활용체계 구축 방안

1) 해양 위성정보 활용체계 구축의 기본 방향

- 우리나라의 해양 위성정보 활용은 현재 기관별로 분산되어 있어 효율적 운영에 제약이 있으므로 국가 차원의 통합적 활용체계와 다기관 간 협력 거버넌스의 구축이 필요함.
- 이를 통해 해양 위성정보의 수집·처리·분석·유통을 체계적으로 지원하고, 해양공간 관리, 해양환경·생태계 보전, 해양안전·방제 등의 주요 정책 분야에서 과학적 의사결정을 뒷받침할 수 있는 기반을 마련해야 함.

2) 해양공간 이용·관리 부문

- 공유수면은 국민 공동의 자산으로서 체계적이고 효율적인 관리가 필요하지만, 현재의 민원 중심의 사후 대응 방식은 해안선의 변화, 해양이용에 대한 압력 증가, 불법 시설물의 은밀화 등으로 인해 한계가 뚜렷함.
- 따라서 위성정보를 활용해 불법 점·사용에 대한 감시, 해양시설물의 위치·규모 관리, 연안 변화에 대한 모니터링 등을 수행함으로써 과학적이고 선제적인 해양공간의 관리체계를 마련해야 함.

3) 해양 환경·생태계 부문

- 현재 적조에 대한 대응은 선박 조사와 육안 관찰에 의존해 발생 초기 단계에서의 조기 탐지와 광역적 확산 추적에 한계가 있으며, 실시간 모니터링 체계가 부족함.
- 위성정보와 AI에 기반한 분석을 결합해 적조 발생 지역과 확산 경향을 조기에 파악하고, 실시간 경보 및 대응 시스템을 구축하여 신속한 방제와 피해 최소화를 지원해야 함.

4) 해양 안전·방제 부문

- 유류유출 사고는 환경 오염뿐 아니라 경제·사회적 피해를 초래하므로 사고 초기의 신속한 대응이 필수적이나, 현행 대응은 현장 중심의 관측과 조치에 의존하여 방제 자원의 활용과 확산 추적에 한계가 있음.
- 위성정보를 활용하면 광역·실시간 관측이 가능하므로 오염물질 확산을 조기에 파악하고 해양경찰청 등 관계기관의 대응 효율성과 자원 운용을 크게 개선할 수 있음.

5) 소결

- 해양 위성정보는 해양공간 관리, 해양환경·생태계 보전, 해양안전·방제에 대한 대응 등 다양한 분야에서의 활용 가능성이 입증되었으나, 현행 제도적 기반과 기술적 여건의 한계로 인해 체계적 활용에는 제약이 존재함.
- 따라서 국가 차원의 통합 활용체계와 단계적 발전 전략을 마련하고

국제 협력과 표준화를 병행하여 글로벌 수준의 해양 위성정보 활용체계로 고도화할 필요가 있음.

5. 결론 및 정책제언

1) 요약 및 결론

- 본 연구는 국내외 위성정보의 활용 현황과 수요, 기술적·제도적 한계점을 분석하고, 해양공간 관리, 해양환경·생태계 보전, 해양안전·방제의 각 부문별 활용방안을 통해 체계적 전략을 도출함.

2) 정책제언

- 데이터의 표준화·품질관리, 법·제도 기반의 정비, 전문 인력의 양성, 기관 간 거버넌스의 구축, 국제협력의 확대를 통해 지속가능한 활용체계를 마련해야 함.
- 단계별 추진 전략(로드맵)으로 단기(2025~2027년)에는 제도·표준화의 기반 마련과 협의체 운영, 중기(2028~2030년)에는 분석가 자격제 및 PPP 도입과 다중센서 기반의 서비스 확산, 장기(2031~2035년)에는 국제 플랫폼 참여와 규범 정합성의 확보, 특화 서비스를 목표로 함.
- 또한 향후 연구과제로는 활용 기술의 고도화, 산업 생태계의 조성, 국제 협력 강화, 데이터 허브의 구축 등 지속적 발전을 위한 후속 연구 방향을 제안함.

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on Application Strategies of Marine Satellite Information

Sung-Jin Cho · Sang Hyeok Lee · Jae-Weon Yeom · Hee-Jung Choi

1. Introduction

1) Background and Purpose

- With increasing challenges posed by climate change, coastal development, and marine disasters, the importance of utilizing satellite information is growing; however, technical and institutional constraints hinder timely and effective responses.
- The purpose of this study is to enhance the accuracy of detection and the efficiency of response to marine red tides and environmental disasters through satellite information, and to propose a systematic framework for its application.

2) Scope and Methodology

- The study classifies utilization areas into marine spatial use

and management, environment and ecosystems, and safety and disaster prevention. Analytical methods include comparative legal and policy reviews, expert consultations, data value chain analysis, focus group interviews (FGI), and scenario analyses of operational use.

- A three-step approach—"status survey ▶ situation analysis ▶ improvement measures"—was adopted to derive an application framework and policy recommendations.

3) Differentiation from Previous Studies

- While previous studies were limited to technical case analyses, this study presents a comprehensive utilization framework incorporating policy, institutional, and ecosystem perspectives and proposes an implementation roadmap..

2. Theoretical Background and Policy Trends in Satellite Information Utilization

1) Conceptual Framework of Satellite Information

- In this study, satellite information encompasses not only data from ocean observation satellites (GOCI, GOCI-II) but also raw and processed data collected from international satellites (Sentinel, Landsat, MODIS, etc.), covering datasets

applicable to the marine domain.

- These datasets provide systematic advantages in wide-area coverage, periodic monitoring and long-term observation thus forming a scientific foundation for policy decisions. In particular, they are emerging as an effective tool for real-time monitoring of dynamic marine environments and for supporting evidence-based management.

2) Domestic Trends

- Recently, the use of satellite information has rapidly expanded across national policy areas such as land management, environment, marine affairs, and disaster response, supported by the establishment of specialized institutions including the National Satellite Information Utilization Support Center, the National Land Satellite Center, and the National Ocean Satellite Center.
- In the marine domain, GOCI and GOCI-II support observation of ocean currents, red tides, floating algae, and fishery environments, enabling functions across marine spatial management, environmental monitoring, and disaster response.
- However, practical utilization is constrained by insufficient legal and institutional frameworks, lack of specialized personnel, limited data accessibility, and weak inter-agency

collaboration. Improvements such as technological advancement, institutional reform, capacity-building, and strengthened cooperation are required.

3) International Trends

- Agencies such as NOAA (U.S.), CMEMS (EU), and GCOM (Japan) manage and operate satellite information systems based on established institutions and legal frameworks, expanding application services through data integration and openness.
- Operational efficiency is being advanced through AI and multi-sensor integration, international data sharing, and standardization, highlighting the structural requirement for strengthened institutional foundations, global collaboration capacity, and advanced technological capability.

3. Demand and Current Status of Marine Satellite Information Utilization

1) Marine Management Context

- The simultaneous expansion of marine energy, tourism, aquaculture, and other traditional and emerging industries, along with growing demands for ecosystem conservation and

marine protected areas, calls for scientific management systems capable of balancing development and conservation imperatives.

- Satellite information is emerging as a key tool for integrated monitoring across marine environmental observation, resource management, and illegal fishing surveillance, which can facilitate science-based and effective management systems when institutionally integrated.

2) Current Utilization

- In Korea, the National Ocean Satellite Center (under KHOA) and the KIOST Ocean Satellite Center are leading the production and operation of satellite information, primarily using GOCI and GOCI-II for marine environment monitoring.
- FGI findings indicate high demand and potential across marine spatial management, environmental monitoring, and safety, but limitations in resolution, real-time capability, legal frameworks, and inter-agency cooperation reduce practical effectiveness. Thus, technological advancement, legal and institutional reforms, capacity building, and international collaboration are urgently needed.

3) Limitations and Challenges

- Technical constraints: Lack of high-resolution and real-time

monitoring, insufficient AI and integration technologies, and limited domestic algorithms and field validation restrict the scope of utilization.

- Institutional constraints: Marine-related laws lack explicit provisions and mandates for satellite data use, while weak collaboration and limited human resource capacity reduce administrative and policy linkages.

4. Framework for Marine Satellite Information Utilization

1) Basic Direction

- Current utilization structures in Korea remain institutionally fragmented across agencies, generating systemic inefficiency; therefore, an integrated national system and inter-agency governance are needed.
- Such a framework should systematize the collection, processing, analysis, and distribution of marine satellite data, providing a solid foundation for evidence-based decision-making in marine spatial planning, environmental protection, and safety.

2) Marine Spatial Use and Management

- Public waters are a shared national asset requiring systematic

management; however, reactive and complaint- driven administrative approaches are inadequate given shoreline changes, rising use pressures, and covert illegal structures.

- Satellite information can enable proactive monitoring of illegal uses, infrastructure management, and coastal change detection, leading to a scientific and preventive management system.

3) Marine Environment and Ecosystems

- Current red tide response relies on vessel-based surveys and manual visual observation, making early detection and wide-area tracking difficult, with limited real-time monitoring capacity.
- By integrating satellite data with AI-based analysis, early detection and tracking of red tide occurrence and spread can be improved, enabling real-time alerts and more effective mitigation efforts.

4) Marine Safety and Disaster Prevention

- Oil spill incidents cause severe environmental, social, and economic damage, requiring immediate response; yet current measures rely heavily on field-based observation, limiting efficiency in resource deployment and tracking.

- Satellite monitoring enables wide-area, real-time tracking of pollutant dispersion, improving the effectiveness of agencies such as the Korea Coast Guard and optimizing resource allocation.

5) Interim Findings

- While the applicability of marine satellite information across spatial management, ecosystems, and safety is evident, institutional and technical barriers remain significant.
- Addressing these challenges requires an integrated national framework, phased development strategies, and formalized international standard alignment to achieve globally competitive operational capability.

5. Conclusion and Policy Recommendations

1) Summary and Conclusion

- This study analyzed domestic and international trends, current utilization, and limitations of marine satellite information, and derived systematic strategies for its application in spatial management, environment, and safety domains.

2) Policy Recommendations

- Sustainable national utilization capacity should be institutionalized through promoting data standardization and quality control, improving legal and institutional frameworks, training specialized personnel, building inter-agency governance, and enhancing international cooperation.
- Phased roadmap:
  - Short-term (2025–2027): Build institutional and standardization frameworks, launch inter-agency coordination councils.
  - Mid-term (2028–2030): Introduce analyst certification and public-private partnerships (PPPs), expand multi-sensor-based services.
  - Long-term (2031–2035): Participate in international platforms, ensure regulatory harmonization, and globalize specialized services.
- Future research agenda: Advance technical capabilities, foster industrial ecosystems, strengthen international collaboration, and establish data hubs for long-term sustainability.

01
서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

1) 위성정보 활용 범위의 확대

최근 위성정보는 기후변화에 대한 대응, 재난·재해의 예방, 국토에 대한 모니터링 등 국가정책을 수립·이행하는 데 있어 핵심 기반으로서 그 활용 범위가 급속히 확대되고 있다.[1] 국가적 차원에서 목적별로 맞춤형 위성을 운용 중이며, 다목적위성(KOMPSAT), 초소형군집위성, 정지궤도위성 등을 통해 국토계획·관리, 농림, 환경, 재난·재해 감시, 국가안보 등 다양한 분야에서 위성정보가 활용되고 있다.[2] 해양 분야에서도 천리안 해양관측위성 1호(GOCI, 2021년 임무종료)에 이어 천리안 2B호(GOCI-II, 2020년 운영 개시)를 통해 해양물리환경(해류, 해무, 부유조류, 적조, 어장환경 등)의 종합적 관측체계를 구축·운영하고 있다.[3][4][5]

1) 강민조·임용호(2017), pp. 65-72.
2) 이광재 외(2019). pp. 1313-1318.
3) 한국항공우주연구원 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)

위성정보의 활용은 특히 공공부문에서 빠르게 확산되고 있다. 국토교통부, 환경부, 해양수산부, 농림축산식품부, 기상청 등 중앙부처를 중심으로 다양한 정책 업무에 위성정보가 적극적으로 활용되고 있으며, 지방자치단체에서도 도시계획의 수립, 토지이용의 변화 탐지, 재해·재난의 모니터링 등에 위성정보를 활용하고자 하는 수요가 증가하고 있다.[6][7][8][9] 이러한 위성정보의 활용에 대한 수요가 증가함에 따라 (한국항공우주연구원) 국가위성정보활용지원센터, (국토지리정보원) 국토위성센터, (국립해양조사원) 국가해양위성센터 등 전문 지원기관이 설립되어 운영되고 있다.[10][11][12]

위성정보는 넓은 지역을 주기적으로 관측할 수 있다는 장점을 바탕으로 육상뿐만 아니라 해양 분야에서도 그 활용가치가 높게 평가되고 있다. 특히 광역적 접근성을 기반으로 역동적인 해양환경 변화와 자원 이용 현황을 실시간으로 모니터링하고, 장기적인 관점에서 일관된 평가가 가능한 효율적 수단으로 부상하고 있다.[13][14][15]

2) 해양공간 이용·개발 수요와 보호구역 확대에 따른 위성정보 활용 필요성

해양공간의 이용·개발에 대한 수요 증가와 보호구역 확대에 따라 위성정보의 전략적 활용이 시급한 상황이다. 해양에너지 개발, 해양관광, 양식업

4) 국가해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
5) 한국해양과학기술원 해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
6) 환경위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
7) 국토위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
8) 국립산림과학원 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
9) 국가기상위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
10) 국가위성정보활용지원센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
11) 국토위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
12) 국가해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
13) McCarthy et al.(2017), pp. 323-339.
14) Werdell et al.(2007, October), pp. 115-126.
15) Holzner et al.(2025), p. 7372.

등 전통적 해양산업의 확장과 함께 해상풍력, 해양바이오 등 신산업 발전으로 인해 해양공간에 대한 이용·개발 수요가 증가하고 있다.[16] 동시에 해양생태계 보전, 해양보호구역 지정, 해양환경 관리 등 해양환경 보호에 대한 요구도 확대되고 있어, 개발과 보전의 균형을 유지하는 과학적 관리체계가 요구되고 있다.[17][18]

이러한 상황에서 위성정보는 해양환경에 대한 모니터링, 수산자원의 관리, 해상교통의 지원, 해양재난에 대한 대응, 연안개발의 관리, 불법어업의 감시 등 해양 분야 전반에 걸친 통합 모니터링 체계 구축의 핵심 수단으로 부상하고 있다. 특히 다음과 같은 분야에서 위성정보의 활용이 두드러지고 있다.

- 해양공간 이용·관리 : 공유수면 불법점유 감시, 무허가 해상구조물 설치 단속, 불법어업 감시·단속, 연안해역 무단점유 감시 등[19][20]
- 해양환경·생태계 관측 : 해양폐기물 모니터링, 해양생물 서식지 관측, 해양보호구역 지정·관리 등[21][22]
- 해양 안전·방제 : 해양오염 감시, 해양재난 감지·대응, 선박 안전 및 해상교통, 해양기상 정보 제공 등[23][24]

16) Copernicus 홈페이지(검색일: 2024.4.24.)
17) McDonald et al.(2024), pp. 1-2.
18) Collie et al.(2013), pp. 1-11.
19) 김경신(2012), pp. 115-136.
20) Global Fishing Watch 홈페이지(검색일: 2025.4.21.)
21) e-바다연구 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
22) 유주형 외(2013), pp. 50-58.
23) 양찬수·오정환(2011), pp. 153-154.
24) 최현규·고성덕·최성락(2013), pp. 157-178.

해양공간계획 및 공유수면 관리 등 기존의 해양공간 관리제도와 위성정보에 기반한 모니터링시스템의 연계를 통해 과학적이고 실효성 있는 해양관리체계 구축이 가능하며, 이는 해양자원의 지속가능한 이용과 보호를 위한 정책을 실현하는 데 기반이 될 것으로 기대된다.

3) 위성정보 활용 한계 극복과 효율성 제고를 위한 체계적 접근 필요

현재 해양 위성정보의 실질적 활용을 제약하는 기술적·제도적 한계를 극복하고, 활용 효율성을 제고하기 위한 체계적 접근이 시급하다. 위성정보 활용을 위한 기술의 기반, 제도적 근거, 운영·관리 체계가 미비하여 해양공간을 관리하는 데 있어 실무에서의 실효적 활용에 한계가 있다.[25][26]

천리안 해양위성 운영규정(국립해양조사원예규)을 제외한 해양수산부 소관 법령에서 위성정보 활용에 관한 법적 근거가 부재한 상황(2024년 12월 기준)으로, 이에 대한 법·제도적인 기반을 구축하는 것이 필요하다. 또한 해양위성정보를 활용하기 위한 전문인력의 부족, 정보 접근성의 제한, 관련 기관 간 협력체계의 미흡 등의 문제가 존재한다.[27] 이에 따라 해양 위성정보의 활용 여건과 수요를 종합적으로 분석하고, 이를 토대로 다음과 같은 분야별 개선방안의 도출이 필요하다.

- 위성정보 처리·분석 기술 고도화 방안
- 위성정보 활용 촉진을 위한 법·제도 정비방안
- 위성정보 활용 산업 육성 및 전문인력 양성 방안

25) 조보현 외(2018), pp. 85-91.
26) Zhang, Zhang, & Yang(2024), pp. 2-4.
27) 해양수산부 보도자료(2023.9.12.)

국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터로 이원화된 위성정보 운영체계의 효율적 연계, 위성정보의 품질관리 방안, 수요자 맞춤형 서비스 제공 방안 등에 대한 체계적 연구가 필요하다. 또한 해양 위성정보의 활용을 통해 해양공간관리 업무의 효율성과 정확성을 높이고, 궁극적으로 해양 분야의 정책결정에 필요한 과학적 근거를 강화할 방안을 모색할 필요가 있다.

본 연구는 정부의 국정과제(76번) 「흔들림 없는 해양주권, 안전하고 청정한 우리바다」[28]의 이행을 뒷받침하기 위한 정책적 기반을 마련하는 데 목적이 있다. 동 과제는 해양주권을 강화하고 해양안전 확보와 청정해양 실현을 통해 지속가능한 해양국가로의 도약을 추진하는 것을 목표로 한다.

이러한 목표 달성을 위해서는 정밀한 해양관측과 신뢰성 있는 해양정보의 수집·분석·활용이 필수적이며, 특히 위성정보를 기반으로 한 해양 모니터링 체계의 구축이 주요한 실행 수단으로 부상하고 있다. 따라서 본 연구는 위성관측기술을 활용하여 해양공간의 관리, 해양환경 및 생태계의 보전, 해양안전·방제와 관련한 대응 부문에서의 과학적 데이터를 기반으로 한 의사결정체계를 제시함으로써 국정과제의 실현을 위한 구체적 정책·기술 로드맵을 제안하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구는 해양 위성정보를 체계적으로 활용하여 해양환경 및 해양공간의 이용에 대해 과학적 모니터링 체계를 구축하고, 이를 기반으로 실증적 정책 의사결정을 지원하는 것을 목적으로 한다. 특히 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양안전·방제의 세 부문을 주요 연구 대상으로 설정하여, 각 부문별 위성정보 활용 체계의 현황과 개선 방향을 종합적으로 검토

28) 이재명정부 123대 국정과제(검색일: 2025.9.20.)

하였다. 구체적인 연구 목적은 다음과 같다(표 1-1).

첫째, 해양 위성정보의 활용 현황을 종합적으로 진단하고 미래 수요를 분석한다. 국내외의 해양 위성정보 활용 실태와 제약요인을 분석하고, 해양정책·산업 분야의 잠재적 수요를 예측하여 활용가치를 평가한다. 특히 현재 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터로 이원화된 운영체계의 현황과 개선점을 검토하여, 효율적인 위성정보의 활용 기반을 마련하고자 한다.

둘째, 해양 위성정보의 효율적 활용을 위한 부문별 추진전략을 수립한다. 수요자 맞춤형 위성정보 처리·분석 기술의 고도화 방안, 위성정보 활용 촉진을 위한 법·제도의 개선방안, 위성정보에 기반한 해양공간 통합관리 모델의 개발 등 부문별 활용체계를 구축할 수 있는 방안을 제시한다. 이를 통해 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제 등 핵심 분야에서의 위성정보 활용 증진을 도모한다.

셋째, 위성정보 활용체계의 단계적 이행 전략과 로드맵을 수립한다. 해양 위성정보 활용의 중장기 비전과 목표를 설정하고, 단계별 추진과제와 이행방안을 도출한다. 특히 기관 간의 협력체계 구축, 전문인력의 양성, 활용 기술의 고도화, 서비스 플랫폼의 구축 등의 과제에 대한 체계적인 추진전략을 제시하여 지속가능한 위성정보 활용의 생태계를 조성하고자 한다.

본 연구를 통해 해양 위성정보의 활용 가치와 잠재력을 극대화하고, 해양공간을 과학적으로 관리하고 지속가능하게 이용할 수 있는 정책적 기반을 마련함으로써 궁극적으로 해양 국가경쟁력 향상에 기여하고자 한다.

〈표 1-1〉 연구의 필요성 및 목적

해양 위성정보 활용체계 구축 연구		
연구의 필요성		
위성정보 활용 범위 확대	해양공간 이용·개발 수요 및 보호구역 확대	위성정보 활용 한계 극복 및 효율성 제고
▼		
연구 목적		
• 해양 위성정보 활용 현황 진단 및 미래 수요 분석	• 해양 위성정보의 효율적 활용을 위한 부문별 추진전략 수립	• 위성정보 활용체계의 단계적 이행 전략과 로드맵 수립

자료: 저자 작성

제2절 연구의 내용 및 방법

1. 연구 범위 및 주요 내용

1) 연구 범위

(1) 시간적·공간적 범위

본 연구의 시간적 범위는 2025년을 기준으로, 과거 해양위성 운영 시점(2010년 천리안 해양관측위성 1호 발사)부터 현재까지의 위성정보 활용 현황을 분석하고, 향후 10년(2025~2035년)간의 활용 전략과 단계별 로드맵을 제시한다. 특히 천리안 해양관측위성 2호(GOCI-II)의 운영 기간(2020~2030년)을 고려하여 현 위성의 활용도를 극대화하는 단기 전략과 후속 위성 개발을 감안한 중장기 전략을 함께 제시한다.

공간적 범위는 크게 두 가지 측면에서 설정한다. 첫째, 위성정보 서비스 대상 지역으로는 한반도 주변 해역(동해, 서해, 남해)을 중심으로 동북아시아 해역 및 글로벌 해양까지 포함한다. 특히 천리안 해양관측위성의 관측 영역인 한반도 중심 2,500km×2,500km 영역과 전구 관측 영역을 기본 공간 범위로 설정한다. 둘째, 위성정보 활용 기관 및 주체의 공간적 범위로는 국내 중앙부처(해양수산부, 환경부, 기상청 등), 지방자치단체(연안 지자체), 유관 연구기관(한국해양과학기술원, 국립해양조사원 등) 및 해양수산 관련 민간기업을 포함한다.

(2) 내용적 범위

본 연구의 내용적 범위는 위성정보, 활용, 추진 전략으로 구분해서 다음과 같이 설정한다.

위성정보의 범위에 있어서 해양관측위성(GOCI, GOCI-II)뿐만 아니라 해양 분야에서 활용할 수 있는 모든 위성에서 수집된 원시데이터 및 이를 처리·가공한 정보를 포함한다. 여기에는 국내 개발 위성(천리안, 다목적실용위성 등)과 함께 외국 위성(Sentinel, Landsat, MODIS 등)에서 획득된 정보도 포함한다. 활용 부문은 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제의 세 부문을 중심으로 위성정보 활용체계를 분석한다. 추진 전략은 위성정보 활용을 위한 기술적, 제도적, 조직적 측면의 개선 방안과 단계별 이행 전략을 포함한다.

2) 주요 내용

본 연구의 주요 내용은 크게 위성정보를 활용한 동향 분석, 해양 위성정보의 활용 실태 및 수요 분석, 해양 위성정보의 활용체계 구축 방안의 세 부분으로 구성된다(그림 1-1).

(1) 위성정보 활용 동향 분석

위성정보 활용의 이론적 배경과 정책 동향을 분석한다. 위성정보의 개념, 유형, 특성 및 장점을 정리하고, 국내외 위성정보의 활용 동향을 체계적으로 조사한다.

- 위성정보의 개념적 틀 : 위성정보의 정의 및 유형, 위성정보의 특징 및 장점 분석
- 국내 위성정보 활용 현황 : 분야별 활용 실태 및 성과, 기술적·제도적 기반 현황, 시사점 도출
- 해외 위성정보 활용 사례 : 주요국(미국, 유럽, 일본 등) 정책 동향, 해양부문 활용 사례, 시사점 도출

주요 내용으로는 국내 위성정보의 활용 현황(국가해양위성센터, KIOST 해양위성센터 등 운영기관의 현황, 부처별 활용 현황), 해외 선진국의 해양 위성정보 활용 정책 및 사례(유럽의 코페르니쿠스 해양서비스, 미국 NOAA의 위성정보 활용체계 등), 위성정보 활용의 기술적·제도적 기반 현황 등을 포함한다.

(2) 해양 위성정보 활용 실태 및 수요 분석

해양 위성정보의 활용 실태를 진단하고 향후 수요를 분석한다. 해양공간의 관리 여건이 변화하면서 이에 따른 위성정보 활용의 필요성을 검토하고 현재의 활용 현황과 한계점을 도출한다.

- 해양공간 관리 여건 : 해양공간관리 패러다임 변화, 위성정보 활용 필요성
- 해양 위성정보 활용 현황 : 위성정보 운영기관 현황(국가해양위성센터 등), 부문별 활용 실태(해양 이용, 환경, 안전), 주요 현안 및 요구사항

- 위성정보 활용의 한계 및 과제 : 기술적·제도적 한계점, 주요 도전과제

특히 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터의 운영 체계, 위성정보의 활용을 위한 법·제도적 기반, 전문인력의 현황, 정보 접근성 및 활용성 측면의 문제점 등을 심층 분석한다. 또한 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제 분야의 실무자들을 대상으로 수요조사를 하여 위성정보 활용의 잠재적 수요를 파악하고 개선에 필요한 요구사항을 도출한다.

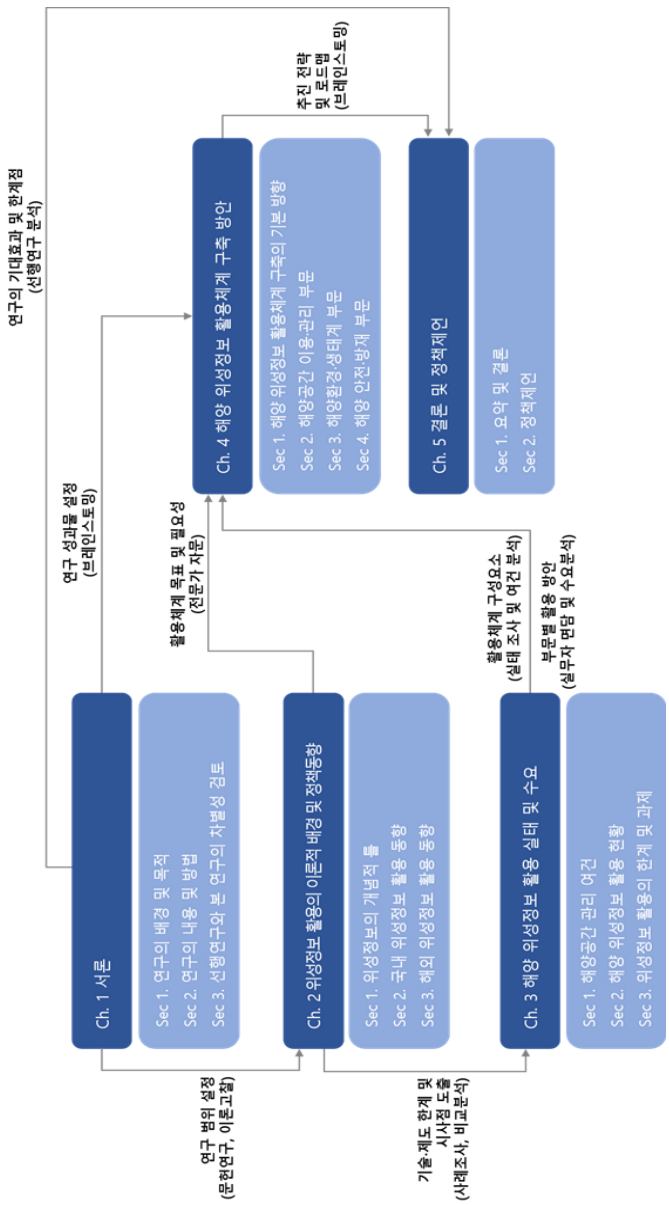
(3) 해양 위성정보 활용체계 구축방안

해양 위성정보의 효율적 활용을 위한 체계를 구축할 수 있는 방안을 제시한다. 활용체계 구축의 기본 방향을 설정하고, 부문별로 구체적인 활용 방안과 기술적·제도적 개선 사항을 도출한다.

- 활용체계 구축의 기본 방향 : 활용체계 구축의 필요성 및 목표, 활용체계의 주요 구성요소, 위성정보 활용의 파급효과 및 타당성
- 부문별 활용 방안 : 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계 모니터링, 해양 안전·방제 부문별 정책·제도 현황, 위성정보 적용 방안(활용 시나리오), 기술적·제도적 개선 사항
- 단계별 추진 전략 : 단기 전략(2025~2027), 중기 전략(2028~2030), 장기전략(2031~2035)의 로드맵 제시

특히 위성정보 처리·분석 기술의 고도화 방안, 법·제도의 개선방안, 국내외 기관 간 협력체계의 구축방안, 위성정보 서비스 플랫폼의 구축방안, 전문인력의 양성 방안 등을 구체적으로 제시한다. 또한 각 부문별로 활용할 수 있는 시나리오를 만들어 위성정보가 실제 해양 정책 및 업무에 어떻게 활용될 수 있는지 구체적인 사례를 제시한다.

〈그림 1-1〉 본 연구의 흐름도



자료: 저자 작성

2. 연구 방법

본 연구는 해양 위성정보의 활용 방안을 체계적으로 도출하기 위해 다음과 같은 연구 방법을 활용한다.

1) 문헌연구 및 사례분석

국내외 위성정보의 활용과 관련한 학술 문헌, 정책 보고서, 법령, 지침 등을 체계적으로 수집·분석한다. 특히 다음과 같은 문헌에 중점을 둔다. 먼저 해양 위성정보의 활용과 관련한 국내외의 학술논문, 연구보고서, 기술자료 등을 분석하여 이론적 기반과 최신 연구 동향을 파악한다. 특히 위성정보의 처리·분석 기술, 활용 사례, 효과성 평가 등과 관련된 문헌을 중점적으로 검토한다. 또한 국내 관련된 법령, 계획, 지침과 함께 주요 선진국(미국, 유럽, 일본 등)의 위성정보 활용 정책 및 전략을 분석한다. 특히 해양 위성정보의 활용과 관련한 법·제도적인 기반, 거버넌스 체계, 추진 전략 등을 비교 분석한다.

국내외 위성정보의 활용과 관련한 우수사례를 수집·분석하여 시사점을 도출한다. 특히 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제 부문에서의 활용 사례와 성과를 중점적으로 분석한다. 사례분석 대상으로는 유럽의 코페르니쿠스 해양서비스(Copernicus Marine Service), 미국 NOAA의 CoastWatch 프로그램, 일본의 해양지구관측탐사시스템(GCOM), 해외 주요국의 위성정보에 기반한 해양 모니터링 시스템 등을 포함한다.

2) 전문가 자문 및 실무자 인터뷰

해양 위성정보의 활용과 관련한 전문가 자문과 실무자 인터뷰를 통해 현

장의 수요와 문제점, 개선 방안 등을 도출한다. 자문 및 인터뷰의 세부사항은 다음과 같다. 해양 위성정보, 해양공간관리, 위성정보 처리·분석 기술 분야의 전문가로 구성된 자문위원회를 구성하여(표 1-2), 연구 방향과 주요 결과에 대한 자문을 실시한다. 특히 위성정보의 활용체계에 대한 구축 방안, 단계별 로드맵 등에 대한 전문가 의견을 수렴한다.

〈표 1-2〉 자문위원 구성 및 내용

구분	자문위원	내용
분야별 위성정보 활용 (2장 2절)	• (국토) 국토연 한반도·동아시아연구센터 • (우주) 항우연 국가위성정보활용지원센터 • (환경) KEI 환경계획연구실 • (지자체) 서울연구원 AI빅데이터랩	• 분야별 위성정보 활용 사례 발표 및 자문의견 수렴
위성정보 활용 관련 기술·정책 현황 (2장 2절)	• (기술) 인하대 공간정보공학과 • (제도) 항우연 정책연구부	• 국내 위성정보 활용 기술 및 정책·제도 현황 파악

자료: 저자 작성

국립해양조사원 국가해양위성센터, KIOST 해양위성센터 등 주요 위성정보의 생산·활용 기관을 방문하여 운영 현황, 기술적 여건, 인력 구성, 업무 프로세스 등을 조사한다. 이러한 조사를 통해 위성정보 활용의 현장 수요와 제약요인을 파악하고, 실효성 있는 개선 방안을 도출한다.

3) 효과 분석 : 데이터 가치사슬 및 인과지도

해양 위성정보 활용의 파급효과를 체계적으로 분석하기 위해 데이터 가치사슬의 분석과 시스템다이내믹스 방법론을 활용한다. 먼저 위성정보의 생성-가공-분석-활용-확산으로 이어지는 가치사슬을 분석하여 각 단계별로 가치 창출의 구조와 주요 이해관계자의 역할을 파악한다. 특히 가치사슬 내 병목 현상과 개선 지점을 식별하여 효율적인 가치 창출의 방안을 도출한다.

위성정보의 활용 체계를 하나의 복합적 시스템으로 인식하고 구성요소 간의 인과관계와 피드백 구조를 분석한다. 인과지도를 통해 위성정보 활용의 동태적 특성을 모델링하고 정책 개입의 효과와 파급효과를 예측한다. 이를 통해 해양 위성정보의 활용이 해양 정책의 결정, 해양산업의 발전, 해양환경의 보전 등에 미치는 직·간접적 영향을 정성적·정량적으로 평가하고, 장기적 관점에서의 사회·경제적 가치를 추정한다.

4) 사용자 대상 심층 인터뷰

해양 위성정보 수요기관(해양수산부, 지방자치단체, 관련 공공·연구기관 등)의 실무자 그룹(표 1-3)을 대상으로 심층 인터뷰(FGI)를 수행한다. 인터뷰를 통해서 위성정보 활용의 현안과 개선에 필요한 요구사항, 잠재적인 수요 등을 파악하고자 한다.

〈표 1-3〉 심층 인터뷰 대상 및 내용

구분	대상	내용
위성정보 수요자 대상 FGI 분석 (3장 2절)	• (부처) 해수부 해양공간정책과 • (공공) KOEM, 해양경찰청 • (지자체) 부산시 해양수도정책과 • (연구원) 수과원, KMI 수산관측센터	• 해양 위성정보 활용체계에 대한 요구사항 도출 및 사용자 의견 수렴

자료: 저자 작성

5) 해양 위성정보 활용 시나리오 분석

해양 분야의 위성정보를 실질적으로 활용할 수 있는 방안을 구체화하고 정책에 적용 가능한 부분을 검증하기 위해 활용 시나리오의 분석을 수행한다. 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제 분야로 구분하여 시나리오를 분석한 후 수요기관의 현업 수요와 활용 방안을 체계적으로 도출하였다(표 1-4).

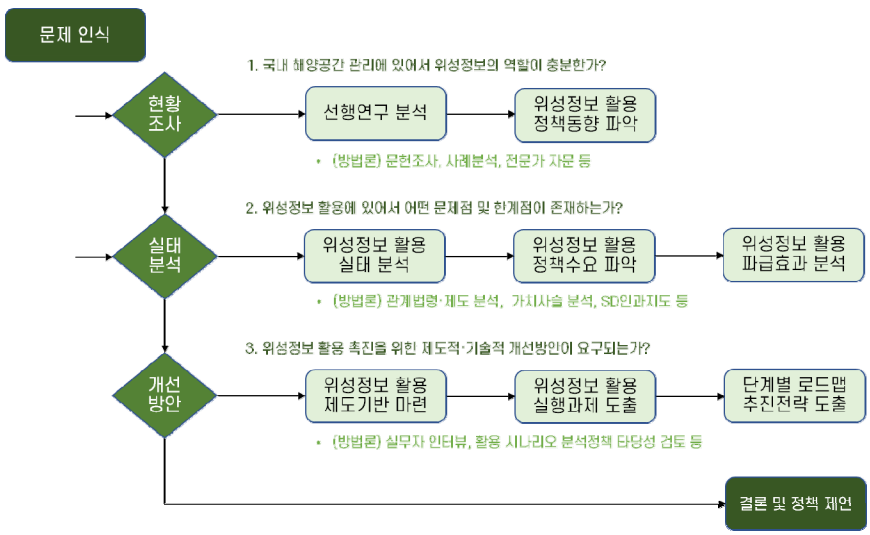
〈표 1-4〉 활용 시나리오 분석을 위한 실무자 구성

구분	실무자	내용
해양 위성정보 활용체계안 마련 (4장 2~4절)	• (공간관리) 안산시 해양수산과 • (환경·생태계) 수과원 기후변화연구과 • (안전·방제) 해경청 기동방제과	• 해양 위성정보 활용체계안 검토 및 실무자 의견 수렴

자료: 저자 작성

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 연구 내용과 방법을 종합하여 현황조사, 실태분석, 개선방안의 3단계 추진체계를 구성하였다(그림 1-2). 1단계 현황조사 단계에서는 관련 문헌을 검토하고 기초자료를 수집하여 현재 상황을 파악하고, 2단계 실태분석 단계에서 관련 제도의 분석, 가치사슬의 분석, 인과지도를 바탕으로 문제점과 이슈사항을 체계적으로 분석하며, 3단계 개선방안 단계에서는 앞서 분석한 결과를 토대로 한 활용 시나리오의 분석을 통해 활용 체계와 구체적인 정책 및 제도적 개선안을 도출한다.

〈그림 1-2〉 연구 추진체계



자료: 저자 작성

제3절 선행연구와 본 연구의 차별성 검토

1. 선행연구 동향

해양 위성정보의 활용과 관련된 국내외 선행연구는 크게 위성정보의 기술 개발 연구, 위성정보의 활용 사례 연구, 위성정보에 기반한 해양공간관리 연구, 위성정보와 관련한 정책 및 제도 연구로 구분할 수 있다.

1) 위성정보 기술 개발 연구

위성정보의 처리·분석 기술 개발에 관한 연구는 주로 천리안 해양관측위성의 개발 과정에서 이루어졌다. 한국해양과학기술원(KIOST)을 중심으로 해양위성센터가 구축되면서 해양관측위성 자료의 처리 알고리즘 개발, 검·보정 기술 개발, 위성영상을 활용한 해양환경 모니터링 기술 개발 등의 연구가 진행되었다.

양현 외(2014[29], 2017[30])는 천리안 해양관측위성 서비스에 관한 연구를 통해 해양관측위성 자료의 수신, 처리, 배포 체계와 각종 알고리즘 개발을 제안하였다. 유주형(2011)[31]은 천리안 해양관측위성 영상을 이용한 적조, 부유조류, 해무 등의 탐지 기술을 제안하였다. 해외에서는 미국 NOAA와 NASA를 중심으로 다양한 해양관측위성 자료 처리·분석 기술이 개발되었다. Johnson et al.(2024)[32]은 해색 위성자료 검·보정 기술의 최적화에 관한 연구를 통해 MODIS, VIIRS 등 해색위성 자료의 정확도를 향상시키는

29) 양현 외(2014), pp. 137-147.
30) 양현 외(2017), pp. 74-79.
31) 유주형 외(2013), pp. 50-58.
32) Johnson et al.(2024), pp. E394-E409.

방법을 제시하였다. Wang et al.(2023)[33]은 다중위성 자료의 융합을 통한 해양환경 모니터링 기술을 개발하여 다양한 위성자료의 통합적 활용 방안을 연구하였다.

2) 위성정보 활용 사례 연구

해양 위성정보의 활용 사례에 관한 연구는 국내외에서 다양하게 진행되었다. 국내에서는 주로 천리안 해양관측위성의 자료를 활용한 해양환경 모니터링, 적조 탐지, 해무 모니터링 등의 사례 연구가 이루어졌다.

손영백 외(2012)[34], 서형수 외(2006)[35], 김동규·유환희(2014)[36] 등은 천리안 해양관측위성을 이용하여 연안의 적조를 모니터링한 연구를 통해 위성영상에 기반한 적조 탐지 기법과 활용 사례를 제시하였다. 유주형 외(2008)[37], 이나경 외(2003)[38] 등은 천리안 해양관측위성 자료를 활용하여 동중국해 해양환경 변화를 모니터링하여 장기적인 해양환경의 변화를 관측할 수 있는 가능성에 대해 연구하였다. 해외에서는 유럽의 Copernicus 프로그램을 중심으로 한 다양한 위성정보 활용 사례가 연구되었다. Schuckmann et al.(2021)[39]은 Copernicus 해양 서비스를 활용하여 유럽 연안의 수질을 모니터링하였고 이를 통해 위성정보에 기반한 수질 관리 체계를 제시하였다. Le Traon et al.(2019)[40]은 Copernicus 해양 환경 모니터링의 서비스 구축 및 활용에 관한 연구를 통해 유럽의 위성정보 활용 체계와 사례를 분석하였다.

33) Wang et al.(2023), pp. 1-15.
34) 손영백·강윤향·유주형(2012), pp. 531-548.
35) 서형수·송인호·이칠우(2006), pp. 129-141.
36) 김동규·유환희(2014), pp. 129-136.
37) 유주형 외(2008, May), p. 258.
38) 이나경·서영상·김영섭(2003), pp. 151-161.
39) von Schuckmann et al.(2021), pp. 1-185.
40) Le Traon et al.(2019), pp. 1-22.

3) 위성정보 기반 해양공간관리 연구

위성정보를 해양공간 및 연안해역 관리에 활용하는 연구로 국내에서는 용도구역 설정과 연안 관리를 위한 위성정보 활용에 대해 연구되었으며 국제적으로는 보다 다양한 연구가 진행되었다.

국내의 연구로 장민철 외(2019)[41], 조성진·최희정(2018)[42] 등은 해양공간계획의 수립을 위한 위성정보의 활용 방안을 통해 해양공간의 용도구역 설정과 관리에 위성정보를 활용하는 방안을 제시하였다. 이문숙 외(2011)[43] 등은 연안해역의 용도해역 관리를 위해 위성정보의 활용체계에 대한 연구를 하였으며 이를 통해 연안용도해역 관리에 있어서 위성정보의 활용 가능성을 탐색하였다. 해외에서는 Ouellette et al.(2016)[44]이 해양공간계획을 위해 고해상도 위성영상을 활용하는 기법에 대해 연구하였고, 이를 통해 연안해역 관리에 위성정보를 활용하는 방법론을 제시하였다. Wang et al.(2020)[45]은 해양보호구역의 모니터링을 위해 필요한 위성영상 활용 체계에 관한 연구를 하였으며 이를 통해 보호구역 관리에 필요한 위성정보의 효과적 활용 방안을 연구하였다.

4) 위성정보 정책 및 제도 연구

위성정보의 활용을 위한 정책 및 제도에 관한 연구는 국내외에서 다양하게 진행되었다. 국내에서는 주로 위성정보의 활용 촉진을 위한 정책 방향과 제도적 기반에 관한 연구가 이루어졌다.

41) 장민철 외(2019), pp. 34-46.
42) 조성진·최희정(2018), pp. 270-280.
43) 이문숙·이미진·석태원(2011), pp. 1-68.
44) Ouellette & Getinet(2016), pp. 138-157.
45) Wang, Sheng, & Zhou(2020), pp. 1-18.

임병균·안오성(2013)[46], 김현옥 외(2020)[47], 이정호 외(2016)[48] 등은 위성정보 활용의 기술적·정책적 동향에 관한 연구를 통해서 위성정보 활용 현황과 정책 방향을 분석하였다. 사공호상(2015)[49], 염종민 외(2010)[50]는 위성영상정보 활용을 위한 국가정책의 방향에 관한 연구를 통해 국가 차원의 위성정보 활용에 대한 정책 방향을 제시하였다. 해외에서는 유럽의 Copernicus 프로그램과 관련된 정책 연구가 활발히 진행되었다. Jutz·Milagro-Perez(2020)[51]은 유럽 Copernicus 해양 서비스의 정책 및 제도 분석을 통해 유럽의 위성정보 활용 정책과 제도적 기반을 연구하였다. Harden-Davies·Snelgrove(2020)[52]는 위성정보 활용을 위한 국제협력 체계에 관해 연구하였고 이를 통해 위성정보의 공유 및 활용을 위한 국제적 협력 방안을 제시하였다.

2. 본 연구의 차별성

본 연구는 기존 선행연구와 비교하여 다음과 같은 차별성을 가진다.

1) 연구 목표의 차별성

본 연구는 해양 위성정보의 기술적 측면에 집중한 기존 연구와 달리 위성정보의 정책적·실무적 활용에 초점을 맞추고 있다. 특히 위성정보를 해양공간을 통합 관리하는 데 필요한 핵심 도구로 활용하기 위한 체계적 접

46) 임병균·안오성(2013), pp. 122-141.
47) 김현옥·이인건·김은정(2020), pp. 3-13.
48) 이정호 외(2016), pp. 728-740.
49) 사공호상(2015), pp. 6-12.
50) 염종민 외(2010), pp. 144-153.
51) Jutz, S& Milagro-Perez(2020), pp. V-XI.
52) Harden-Davies & Snelgrove(2020), pp. 1-14.

근 방안을 제시하는 데 중점을 두고 있다.

기존 연구들이 주로 위성정보의 기술 개발이나 특정 분야의 활용 사례에 집중했다면, 본 연구는 해양 위성정보의 생산부터 활용까지 전 과정을 아우르는 통합적 활용체계를 구축하고자 한다. 또한 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제라는 세 가지 핵심 부문에서의 체계적 활용 방안을 종합적으로 제시한다는 점에서 차별성을 가진다.

2) 연구 대상 및 범위의 차별성

본 연구는 천리안 해양관측위성뿐만 아니라 다양한 국내외 위성에서 획득된 정보를 포괄적으로 다룬다. 또한 해양 분야 전반에 걸친 위성정보 활용 방안을 연구한다는 점에서 특정 위성이나 특정 분야에 집중한 기존 연구와 차별성을 가진다. 특히 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터로 이원화된 위성정보 운영체계의 효율적인 연계 방안, 위성정보 활용을 위한 법·제도적 기반의 구축 방안, 해양 분야 실무에서의 위성정보 활용 확대 방안 등 기존 연구에서 깊이 다루지 않았던 영역을 포괄한다.

3) 연구 방법의 차별성

본 연구는 문헌연구, 사례분석, 전문가 자문, 실무자 인터뷰, 파급효과 분석, 타당성 분석 등 다양한 연구 방법을 종합적으로 활용한다. 특히 데이터 가치사슬의 분석과 시스템다이내믹스 기법을 활용한 파급효과에 대한 분석, 사업 중복성 검토와 편익 항목 도출을 통한 타당성 분석 등 체계적인 분석 방법을 적용한다는 점에서 차별성을 가진다. 또한 해양 위성정보의 생산·활용 기관과 수요기관의 실무자를 대상으로 한 심층 인터뷰를 통해 현장의 요구사항과 제약요인을 파악하고, 이를 바탕으로 실효성 있는 개선 방안을 도출한다는 점에서 현장 중심의 연구 접근법을 취하고 있다.

4) 연구 결과의 차별성

본 연구는 해양 위성정보의 활용체계를 구축하기 위한 구체적인 실행 전략과 로드맵을 제시한다(표 1-5). 특히 해양 위성정보 활용의 기술적, 제도적, 조직적 측면을 종합적으로 고려한 단계별 이행 전략을 제시한다는 점에서, 주로 기술적 측면이나 개념적 방향성에 집중한 기존 연구와 차별성을 가진다. 또한 해양 위성정보 활용의 파급효과를 체계적으로 분석하고, 경제적·사회적·환경적 타당성을 종합적으로 제시함으로써 정책 결정자와 실무자들에게 실질적인 정책 수립 및 이행의 근거를 제공한다는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

〈표 1-5〉 선행연구와의 차별성

구분	선행연구	본 연구
연구 목표	• 위성정보 활용 개선을 위한 개선 과제 모색 • 국토이용 모니터링 개념 정립 및 현황분석 기반 마련 • 해양자원 관리를 위한 원격탐사의 경제적 이점 평가 • 해양공간계획을 통한 갈등관리 방안 도출	• 해양 위성정보의 활용을 위한 부문별 추진방안 수립
연구 대상	• 국토 관련 정책지원 및 위성정보 활용 촉진 • 빅데이터 기반 해양수산정책모형 개발 방안 제안 • 해양 디지털트윈 연안관리 시뮬레이션 기술 개발 • 해양활동 및 자원 통합관리를 위한 정책지원기술 개발	• 해양 위성정보의 활용 현황 진단 및 미래 수요 분석 • 해양공간 통합관리를 위한 위성정보 활용체계, 해양공간 관리 제도와의 연계성 등
연구 범위	• 연안통합관리 이행체계 구축을 위한 법제도 분석 • 해상교통 상황의 재현 및 예측을 위한 항해사 행위 분석 • 위성정보를 이용한 해운활동 모니터링 방안 연구 • 위성정보를 이용한 생태계 접근방식의 어업관리 적용	• 위성정보 활용을 위한 실무자 심층조사 • 위성정보 활용의 사회경제적 파급효과에 대한 정량분석
연구 방법	• 해양 위성정보 연구 활동에 대한 계량서지분석 • 국내 위성개발 체계와 해양분야 활용에 관한 문헌조사 • SD와 GIS기반 공간분석방법 결합 시공간모형 개발 • 해양 분야 원격탐지 기술 활용에 관한 문헌분석	• 위성정보 실무자 심층분석 • 위성정보 활용의 사회경제적 파급효과에 대한 정량분석 • 정책-기술-현장을 연계한 통합적 연구방법 적용

자료: 저자 작성
주석: 선행연구의 목차 및 세부 내용은 보고서 부록을 참조

02
위성정보 활용의 이론적 배경 및 정책동향

제1절 위성정보의 개념적 틀

1. 위성정보의 정의 및 유형

1) 위성정보 정의

위성정보는 인공위성에 탑재된 센서를 통해 지구 표면, 대기, 해양 등을 관측하여 획득한 데이터와 이를 가공·처리한 정보를 의미한다. 우리나라의 「우주개발진흥법」 제2조 제5항에서는 위성정보를 “인공위성을 이용하여 획득한 영상·음성·음향·데이터 또는 이들의 조합으로 처리된 정보(그것을 가공·활용한 것을 포함)”로 정의하고 있다(표 2-1).

또한 「국가공간정보기본법」에서는 공간정보를 “지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 개체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보”로 정의하고 있으며, 위성정보 중 이 정의에 포함되는 정보는 국가공간정보기본법의 적용을 받는다.

〈표 2-1〉 위성정보의 사전적 정의

「우주개발 진흥법」 (2024.10.22. 개정)
제2조(정의) 5. "위성정보"란 인공위성을 이용하여 획득한 영상·음성·음향·데이터 또는 이들의 조합으로 처리된 정보(그것을 가공·활용한 것을 포함한다)를 말한다.
「국가공간정보 기본법」 (2014.6.3. 개정)
제2조(정의) 1. "공간정보"란 지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보를 말한다.

자료: 우주개발 진흥법, 국가공간정보 기본법

위의 사전적 정의를 토대로 본 연구에서는 '해양 위성정보'를 다음과 같이 보다 구체적인 조작적 정의를 적용하고자 한다(표 2-2).

〈표 2-2〉 해양 위성정보의 조작적 정의

해양 위성정보(Ocean-related Satellite Data)
해양관측위성뿐만 아니라 해양 분야에서 활용 가능한 모든 위성에서 수집된 원시데이터 및 이를 처리·가공한 정보를 의미한다. 여기에는 해면 온도, 해색, 파고, 해양 부유물질, 연안 지형 변화, 해양생태계 및 이용 정보 등이 포함된다. 해양 위성정보는 해양환경 모니터링, 해양자원 관리, 해양재난 대응, 연안개발 관리, 불법어업 감시 등 해양 분야 전반에 걸친 과학적 의사결정과 정책 수립의 기초 자료로 활용된다.

자료: 저자 작성

지구관측 위성은 태양복사에너지가 지표에 닿아 투과하거나 또는 흡수된 후 반사되어 인공위성에 탑재된 센서에 포착될 때 이를 기록한 값을 데이터로 획득한다. 이러한 위성정보는 위치정보(경도, 위도) 및 고도 정보 추출, 생체량, 온도 및 습도 등의 생물학적 정보 추출, 복합 모델링을 통한 자연현상 및 문화적 현상의 분석 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

2) 위성정보 유형

위성정보는 획득 방식, 관측 파장대, 위성 궤도, 위성의 크기 및 무게 등 다양한 기준에 따라 분류할 수 있다. 각 유형별 특성에 따라 적합한 활용 분야가 결정되며, 특히 해양 분야에서는 다양한 유형의 위성정보가 상호보완적으로 활용될 수 있다.

(1) 획득 방식에 따른 분류

위성정보는 센서가 데이터를 획득하는 방식에 따라 수동형 센서와 능동형 센서로 구분된다.[53] 수동형 센서(Passive Sensor)는 지표면으로부터 반사되거나 방사된 전자기 복사에너지를 기록하는 방식으로, 주로 태양광을 에너지원으로 사용한다. 이 방식은 구름을 투과하지 못해 기상 조건의 영향을 받으며 야간 촬영에 제한이 있다는 단점이 있다. 그러나 상대적으로 전력 소모가 적고 광범위한 영역의 정보를 수집할 수 있다는 장점이 있다. 아리랑 위성, 환경위성, 국토위성, 농림위성, 해양위성 등이 수동형 센서를 탑재하고 있으며, 해양 표면 온도, 해양 색, 해양 생물량, 연안 지형 등의 관측에 활용된다.

능동형 센서(Active Sensor)는 센서 자체에서 에너지를 방출하여 지표면으로 송신한 후 그 반사파를 측정하는 방식이다. 마이크로파와 레이저 원리를 이용한 SAR(Synthetic Aperture Radar) 센서, 라이다(LiDAR) 등이 대표적이다. 능동형 센서는 기상 조건에 영향을 적게 받고 야간 촬영이 가능하다는 장점이 있지만 전력 소모가 상대적으로 높다는 단점이 있다. 수자원 위성, 아리랑 5호, GEDI(Global Ecosystem Dynamics Investigation) 등이 능동형 센서를 탑재하고 있으며, 해양에서는 해수면 높이, 해빙 분포, 파고, 조류 등의 관측에 활용된다.

53) NASA 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)

(2) 관측 파장대에 따른 분류

위성정보는 관측에 사용되는 전자기파의 파장대에 따라 다양한 유형으로 분류된다. 가시광 및 근적외선 센서는 가장 보편적으로 사용되는 센서 유형으로, 인간의 눈으로 볼 수 있는 가시광선(0.40.7μm)과 근적외선(0.71.3μm) 영역의 파장을 감지한다.[54] 이러한 센서는 파장대에 따라 전정색(Panchromatic) 센서, 다중분광(Multispectral) 센서, 근적외선 센서로 세분화된다. 전정색 센서는 넓은 파장대를 하나의 밴드로 관측하여 고해상도 영상을 제공하고, 다중분광 센서는 여러 개의 좁은 파장대를 관측하여 물체의 분광 특성을 분석할 수 있게 한다. 아리랑 위성, 국토위성, 농림위성, 해양위성 등이 이러한 센서를 탑재하고 있으며, 해양에서는 수질, 해양 식물 플랑크톤, 적조, 연안 지형 등의 관측에 활용된다.

초분광 파장대 센서는 약 300~500개의 좁은 분광 밴드를 사용하여 지표면 물질의 상세한 분광 특성을 분석할 수 있다. 일반적으로 0.4~2.5μm 파장 범위에서 5~10nm 간격의 밴드를 사용한다.[55] 이러한 센서는 물질의 화학적 특성을 분석하고 미세한 차이를 구분하는 데 유용하며, 환경위성이 대표적으로 초분광 센서를 탑재하고 있다. 해양에서는 수질 오염 물질, 유해 적조, 해양 생태계 건강성 등의 상세한 분석에 활용된다.

마이크로웨이브 파장대 센서는 약 1mm~1m 파장대의 마이크로웨이브를 이용하여 지상의 정보를 기록한다. 주로 능동형 센서인 SAR(Synthetic Aperture Radar)과 라이다(LiDAR) 센서가 이 영역에서 작동한다.[56] 마이크로웨이브는 구름과 대기를 투과할 수 있어 기상 조건에 영향을 받지 않는다는 장점이 있다. 아리랑 5호, 수자원 위성 등이 마이크로웨이브 센서를 탑재하고 있으며, 해양에서는 해수면 높이, 해빙 면적, 파고, 조류, 해양

54) USGS 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
55) Ibid.
56) Ibid.

풍속 등의 관측에 활용된다.

(3) 위성 궤도에 따른 분류

위성정보는 인공위성의 궤도 특성에 따라 저궤도, 중궤도, 정지궤도 등 다양한 유형으로 분류된다. 저궤도 위성(태양동주기궤도)은 지구 상공 약 600~800km에서 운용되는 위성으로, 태양과 동기화된 궤도를 따라 지구를 공전한다.[57] 이러한 궤도 특성으로 인해 동일 지역을 동일 지방시에 촬영할 수 있어 그림자 효과나 대기 상태의 일관성을 유지할 수 있다. 저궤도 위성은 낮은 고도에서 운용되기 때문에 고해상도 영상 취득이 가능하고, 인공위성 서편현상을 이용하여 지구 대부분의 지역을 관측할 수 있다. 아리랑 위성, 수자원 위성, 국토위성, 농림위성 등이 저궤도에서 운용되고 있으며, 해양에서는 연안 지형, 해양 오염, 양식장 모니터링 등 상세한 관측이 필요한 분야에 활용된다.

정지궤도 위성은 지구 적도면 상공 약 36,000km에 위치하여 지구와 같은 속도로 공전함으로써 지구에서 볼 때 항상 같은 위치에 정지해 있는 것처럼 보이는 위성이다. 정지궤도 위성은 동일한 지역을 지속적으로 관측할 수 있어 실시간 모니터링에 적합하며 통신위성, 방송위성, 기상위성 등에 널리 활용된다. 그러나 지표면의 약 25~30%만 촬영할 수 있고 중위도 이상(55도) 지역은 실질적으로 촬영이 어렵다는 한계가 있다.[58] 천리안 위성 시리즈(해양위성, 환경위성 등)가 정지궤도에서 운용되고 있으며, 해양에서는 해양 표면 온도, 적조, 해무, 부유조류, 해빙 등의 지속적인 모니터링에 활용된다.

57) 한국항공우주연구원 홈페이지(검색일: 2025.4.25.)
58) Ibid.

(4) 위성의 크기 및 무게에 따른 분류

위성정보는 위성 플랫폼의 크기와 무게에 따라 다음과 같은 다양한 유형으로 분류된다. 대형위성(1,000kg 이상)은 복잡한 임무 수행과 다양한 센서를 탑재할 수 있는 대규모 위성 플랫폼이다.[59] 높은 해상도와 정확도를 제공하며 장기간 안정적인 운용이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 개발과 발사에 많은 비용과 시간이 소요되는 단점이 있다. 아리랑 위성, 환경위성, 해양위성 등이 대형위성에 속하며, 해양에서는 다양한 센서를 통합한 종합적인 해양 관측에 활용된다.

중형위성(500kg 이상, 1,000kg 미만)은 특정 임무에 특화된 센서를 탑재한 위성으로, 대형위성보다 개발 기간과 비용이 적게 소요된다.[60] 수자원 위성, 국토위성 등이 중형위성에 속하며, 해양에서는 특정 해양 현상이나 파라미터에 초점을 맞춘 관측에 활용된다.

소형위성(100kg 이상, 500kg 미만)은 비교적 단순한 임무와 제한된 센서를 탑재한 위성으로, 개발과 발사 비용이 상대적으로 낮고 개발 주기가 짧다는 장점이 있다.[61] 농림위성 등이 소형위성에 속하며, 해양에서는 특정 해역이나 특정 해양 현상에 대한 집중 관측에 활용된다.

초소형위성(100kg 미만)은 저비용으로 빠른 개발과 발사가 가능한 위성으로, 최근 군집 형태로 운영되어 관측 주기를 단축시키는 용도로 활용되고 있다.[62] Planet사의 PlanetScope, SkySat 등이 초소형위성의 대표적 예이며, 해양에서는 연안 지역의 변화 탐지, 선박 탐지, 해양 오염 모니터링 등에 활용되고 있다.

59) AS & Xavier Jr,(2019), pp. 57-73
60) Ibid.
61) Ibid.
62) Ibid.

이러한 다양한 유형의 위성정보는 해양, 환경, 국토, 농림, 재난·재해, 안보 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 유형별 특성에 따라 적합한 활용 분야가 달라진다. 특히 해양 분야에서는 광범위한 해역을 효율적으로 모니터링하기 위해 다양한 유형의 위성정보를 통합적으로 활용하는 접근이 중요하다.

2. 위성정보의 특징 및 장점

1) 위성정보 특징

위성정보는 항공 관측, 선박 기반의 관측, 해양관측의 부이 및 센서, 드론, 지상관측 등 다른 관측 수단과 비교하여 다음과 같은 고유한 특징을 가지고 있다(표 2-3).

(1) 광역성(Wide coverage)

위성정보의 특징 중 하나는 광범위한 지역을 한 번에 관측할 수 있는 광역성이다. 저궤도 위성은 한 번의 촬영으로 수백 km 폭의 지역을 관측할 수 있으며, 정지궤도 위성은 지구 표면의 약 1/3을 지속적으로 관측할 수 있다.[63] 이러한 광역성은 넓은 면적의 해양을 모니터링하는 해양 분야에서 특히 중요한 장점이다. 예를 들어, 천리안 해양관측위성 2호(GOCI-II)는 한반도 주변 2,500km×2,500km 영역과 전구를 관측할 수 있어 동아시아 해역 전체의 해양환경을 종합적으로 모니터링할 수 있다.[64]

63) GEOIMAGE 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)
64) 국가해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)

(2) 주기성(Periodicity)

위성은 일정한 궤도를 따라 지구를 공전하면서 동일 지역을 정기적으로 관측할 수 있는 주기성을 가진다. 저궤도 위성은 보통 수일에서 수주 간격으로 같은 지역을 재방문하며, 정지궤도 위성은 관측 영역을 지속적으로 모니터링할 수 있다. 이러한 주기성은 해양환경의 시계열적 변화를 파악하는 데 중요한 역할을 한다. 특히 천리안 해양관측위성 2호는 하루 10회의 관측 주기를 가지므로 해양환경의 일변화를 파악할 수 있다.

(3) 지속성(Continuity)

위성정보는 장기간에 걸쳐 일관된 방식으로 데이터를 수집할 수 있는 지속성을 가진다. 위성의 설계 수명은 일반적으로 5~15년으로, 이 기간 동안 동일한 센서로 지속적인 관측이 가능하다. 또한 후속 위성을 발사하여 관측 데이터의 연속성을 유지할 수 있다. 이러한 지속성은 해양환경의 장기적인 변화 추세와 기후변화의 영향을 분석하는 데 필수적이다. 예를 들어 천리안 해양관측위성 1호(2010~2021)와 2호(2020~현재)의 연속적인 운영을 통해 10년 이상의 장기 해양환경 데이터를 확보할 수 있다.

(4) 접근성(Accessibility)

위성정보는 물리적으로 접근하기 어려운 지역이나 국경을 초월한 지역에 대한 정보 수집이 가능하다는 접근성의 장점을 가진다. 특히 해양은 그 특성상 현장 관측이 제한적일 수밖에 없는데 위성정보는 공해, 극지방, 악천후 지역 등 접근이 어려운 해역에 대한 정보를 제공할 수 있다. 이는 전 지구적인 해양 환경에 대한 모니터링과 국제 협력에 있어 중요한 의미를 가진다.

(5) 다양한 분광 정보(Spectral Information)

위성 센서는 가시광선부터 적외선, 마이크로파에 이르는 다양한 파장대의 전자기파를 관측할 수 있어 인간의 눈으로는 볼 수 없는 다양한 정보를 제공한다. 특히 초분광 센서는 수백 개의 좁은 분광 밴드를 통해 지표면 물질의 세밀한 분광 특성을 분석할 수 있다. 이러한 다양한 분광 정보는 해양에서 수온, 클로로필, 용존유기물, 부유물질 등 다양한 해양 파라미터를 동시에 관측할 수 있게 한다.

〈표 2-3〉 위성정보의 특징

항목	설명	활용성 예시
광역성 (Wide coverage)	• 한 번의 관측으로 수백~수천 km^2 영역 관측 가능	• 동아시아 해역 전역의 해양환경 변화 모니터링
주기성 (Periodicity)	• 일정 궤도 따라 정기적·반복적 관측 가능	• 하루 10회 이상 관측 통한 일변화 감시(천리안 GOCI-II)
지속성 (Continuity)	• 수년간 동일 센서로 장기 관측 가능, 후속 위성으로 연속성 확보 가능	• 10년 이상 연속 자료 기반 기후변화 추세 분석
접근성 (Accessibility)	• 물리적 접근이 어려운 공해·극지·국경 등도 관측 가능	• 남극 해역, 해상 영해분쟁 지역 모니터링
분광 정보 다양성 (Spectral)	• 다양한 파장대로 다양한 해양 파라미터 동시 관측 가능	• 클로로필, 부유물질, 용존유기물, 해수면온도, 적조 등 탐지

자료: GEOIMAGE 홈페이지(검색일: 2025.4.24.) 자료를 참고하여 저자 재작성

2) 위성정보 장점

위성정보는 항공 관측, 선박 기반의 관측, 드론, 지상관측 등 다른 관측 수단과 비교하여 다음과 같은 장점을 가지고 있다(표 2-4).[65][66]

65) Burke et al.(2021), pp. 1-42.
66) 가민호(2000), pp. 261-279.

(1) 장기간 운영에 따른 경제적 효율성

위성정보는 초기 개발 및 발사 비용이 많이 들지만 일단 궤도에 올라가면 광범위한 지역에 대한 지속적인 관측이 가능하여 장기적 관점에서의 경제적 효율성을 제공한다. 특히 해양과 같이 넓은 면적을 모니터링해야할 때 선박이나 항공기를 이용한 관측에 비해 경제적이다. 예를 들어 한 번의 위성 발사 비용으로 수년간 전 세계 해양을 모니터링할 수 있지만, 동일한 범위를 선박으로 조사하려면 엄청난 비용과 시간이 소요된다.

(2) 전 지구적 규모의 데이터 객관성 및 균질성

위성정보는 동일한 센서로 전 지구적 규모의 데이터를 일관된 방식으로 수집하기 때문에 전 지구적 규모의 데이터 객관성 및 균질성이 높다. 이는 서로 다른 지역 간 비교 분석이나 전 지구적 현상을 연구하는 데 중요한 장점이다. 특히 해양 환경의 국제적 비교나 전 지구적 해양 현상(엘니뇨, 라니냐 등)을 연구하는 데 있어 동일한 기준으로 수집된 위성정보가 큰 역할을 한다.

(3) 준실시간 정보 제공 및 신속한 대응 지원

최근 위성 기술과 데이터 처리 기술이 발전하여 준실시간 정보를 제공하고 신속한 대응과 지원이 가능해졌다. 특히 정지궤도 위성은 지속적인 관측을 통해 실시간에 가까운 정보를 제공할 수 있다. 이러한 실시간성은 해양에서 적조, 유류 유출, 해무 등의 긴급 상황에 대한 모니터링과 대응에 크게 기여한다. 천리안 해양관측위성 2호는 1시간 간격의 관측 주기로 준실시간 해양 모니터링을 제공한다.

(4) 다양한 공간정보와의 융합 및 통합 분석 용이

위성정보는 이종의 공간정보 및 관측 데이터와 통합하여 분석할 수 있는 다양한 공간정보와의 융합 및 통합 분석의 용이성을 제공한다. 지리정보시스템(GIS)을 이용해 위성영상, 벡터 데이터, 현장 관측 데이터 등을 통합하여 종합적인 분석이 가능하다. 이는 해양공간계획 수립, 해양환경 평가, 재해 위험 분석 등 복합적인 의사결정에 필요한 다각적인 정보를 제공한다.

또한 위성정보는 처음부터 디지털 형태로 수집되므로 첨단 컴퓨팅 기술 적용을 통해 자동화된 분석 및 처리의 가능성이 높다. 인공지능, 기계학습 등 첨단 분석 기법을 적용하여 방대한 양의 위성 데이터에서 유용한 정보를 추출할 수 있다. 또한 클라우드 컴퓨팅 플랫폼을 통해 대용량 위성 데이터의 효율적인 처리와 공유가 가능하다.

이러한 위성정보의 특징과 장점은 해양 분야에서 특히 중요한 의미를 가진다. 해양은 면적이 광대하고 접근성이 제한되어 있어 전통적인 관측 방법만으로는 효과적인 모니터링이 어렵다. 위성정보는 이러한 한계를 극복하여 전 지구적 규모의 해양 환경을 지속적으로 관측할 수 있는 유일한 수단이다. 특히 해양의 위성정보는 향후 기후변화에 대한 연구, 해양생태계에 대한 모니터링, 수산자원의 관리, 해양 재해의 대응, 해양공간계획 수립 등 다양한 해양 정책의 수립 및 이행에 과학적 근거를 제공하는 핵심 도구로 활용될 수 있다.

〈표 2-4〉 위성정보의 특징 및 장점

항목	설명	활용성 예시
경제적 효율성	• 초기 투자비용은 높지만, 장기적·광역적 관측으로 단가 절감 효과	• 선박 대비 비용 절감(예: 수십억 원→수천만 원 수준)
데이터의 객관성·균질성	• 동일 센서 기준으로 전 지구적 일관된 데이터 수집 가능	• 엘니뇨·라니냐 등 글로벌 해양현상 비교 분석

항목	설명	활용성 예시
준실시간성 및 신속 대응	• 정지궤도 위성 등 활용 시 실시간에 가까운 데이터 제공 가능	• 적조, 유류 유출, 해무 등 재난 대응
통합 분석 용이성	• GIS 및 AI 기술과의 융합 용이, 디지털 원천 자료 기반 고속 처리 가능	• 해양공간계획, 재해위험 분석, 수산자원 예측 등에 종합 분석 활용

자료: 저자 작성

제2절 국내 위성정보 활용 동향

1. 분야별 활용 실태 및 성과

1) 국토 분야

(1) 위성정보 활용 필요성

국토 분야에서는 대규모 지역의 국토이용 및 환경 변화를 실시간으로 모니터링하기 위한 수단으로 위성정보를 지속적으로 활용해 왔다. 최근에는 북한 등 접근이 제한된 지역을 대상으로 공간정보를 구축하거나 정책을 수립하는 과정에 위성정보를 활용하는 사례가 증가하고 있다. 이러한 위성정보의 활용은 지형, 토지이용현황, 농경지 이용 현황 등과 같은 핵심 주제도를 작성하는 데 기여하며, 공간적 제약을 극복하고 실효성 있는 정책적 의사결정을 지원하는 역할을 수행하고 있다.

(2) 활용 사례

국토교통부 및 소속 산하기관을 대상으로 실시한 국토위성정보 수요조사 결과 16개 활용 분야 중 '북한지역 국토모니터링'과 '하천유역 변화 모니터

링' 분야가 높은 우선순위를 가진 것으로 나타났다(표 2-5).[67] 이에 따라 전문가에 대한 설문조사를 기반으로 '북한지역 국토모니터링' 분야에 대해 국토위성정보를 활용한 프로토타입이 구축되고 있다.

현재 국토교통부, 국토지리정보원, 통일부, 환경부, 통계청 등 중앙부처에서는 북한 지역을 대상으로 다양한 주제도 제작 사업을 추진하고 있다. 국토교통부는 북한의 국토이용 실태를 파악하기 위해 농지, 산지, 환경 자료를 구축하고 있으며, 국토지리정보원은 수치지형도 및 12개 주요 도시의 기본 공간정보를 구축하고 있다. 통일부는 인물, 산업인문정보, 통계정보 등의 자료를, 환경부는 시가화·건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역 등 대분류 토지피복도 자료를 구축하고 있으며, 통계청은 경지경계구획도를 작성하여 관련 정보를 제공하고 있다.

〈표 2-5〉 국토위성정보 활용분야 및 우선순위

우선순위	활용 분야	우선순위	활용 분야
1	북한지역 국토이용 모니터링	9	국토조사 및 공간정보 구축 활용
2	하천유역 변화 모니터링	10	해외 ODA 사업지역 공간정보 구축
3	도시녹지 모니터링	11	도로 및 교통시설물 계획 관리
4	불법시설물 및 건축물 탐지	12	3차원 공간정보 구축 및 공간정보 오픈플랫폼 운영지원
5	접근불능지역(북한 및 접경지역) 공간정보 구축	13	해외 토지이용 변화 모니터링
6	재난재해 대응 공간정보 구축	14	해외 건설인프라 개발 구상
7	토지이용 및 토지피복 모니터링	15	극지역 공간정보 구축
8	개발제한구역 관리	16	건설현장 관리 및 공정 모니터링

자료: 국토연구원(2016) 자료를 참고하여 저자 재작성

이와 함께 수집된 위성정보와 기존 자료를 융·복합하여 정책적 의사결정을 지원하는 체계도 마련되고 있다. 예를 들어 위성영상을 활용하여 북한 지

67) 국토연구원(2016), pp. 123.

역의 농경지 이용 현황을 분석하거나 산림 복구 상황을 추적함으로써 남북 교류 협력 및 대북 정책 수립에 필요한 기초자료로 활용하고 있다. 구체적으로는 경사도, 표고, 식생지수 등의 융합을 통해 행정 경계별 인구 분포를 추정하는 연구가 진행되고 있으며, 홍수 전후 위성영상의 분석을 통해 풍수해 재해 발생지역의 규모와 피해 구조를 분석하는 연구도 수행되고 있다.

'북한지역 국토모니터링' 프로토타입 사업 외에도 부처별로 국토위성영상의 활용이 활발히 이루어지고 있다. 통계청은 2012년부터 아리랑 3호·3A호, 국토위성 1호, PlanetScope 등 다양한 위성영상을 활용하여 표본 구역의 경지면적을 조사하고 있으며, 이를 통해 농업정책 수행에 필요한 국가승인통계인 농업면적조사 자료를 생산하고 있다.[68] 또한 한국자산관리공사는 2012년 국토지리정보원과 '국토위성 영상 및 공간정보 협력 확대를 위한 업무협약'을 체결하여 국유재산 총조사 및 일반재산의 특정 시점에 대한 현황 파악에 국토위성영상을 적극적으로 활용하고 있다.[69]

2) 환경 분야

(1) 위성정보 활용 필요성

환경 분야에서는 복잡한 원인과 영향으로 발생하는 다양한 환경 문제를 해결하기 위해 지구적 및 국지적 차원의 다차원적 접근이 요구되고 있다. 이러한 맥락에서 환경 분야에서 위성정보 활용의 필요성은 점차 확대되고 있다. 최근에는 항공영상뿐만 아니라 지구관측위성(아리랑), 환경위성, 수자원위성, 국토위성, 농림위성, 해양위성 및 위성라이더(GEDI) 등 다양한 형태의 위성영상이 환경 분야에서 활용되고 있으며, 이에 따라 위성정보의 이용 범위가 크게 확장되고 있다.

68) 통계청 보도자료(2025.02.27.)(검색일자: 2025.4.17.)
69) 한국자산관리공사 보도자료(2022.12.06.)(검색일자: 2025.4.17.)

특히 AI 및 공간 빅데이터 기술의 발전은 위성영상 분석 및 활용 기술의 고도화를 촉진하고 있으며, 이에 따라 차세대 위성 활용 체제로의 전환이 본격화되고 있다. 또한 우주항공청의 신설과 국내외 위성영상 활용의 확대에 힘입어 우주기술을 정책적으로 활용해야 할 필요성 역시 증대되고 있다. 이러한 변화는 환경 문제 해결을 위한 과학적이고 체계적인 접근을 가능하게 하는 기반이 되고 있다.

(2) 위성정보 활용 사례

환경 분야에서는 토지피복지도를 작성하여 환경정책 수립에 필요한 과학적 근거를 제공하기 위해 위성정보를 정책적으로 활용하기 시작하였다. 1998년 대분류 토지피복지도를 시작으로 2000년에는 중분류 토지피복지도가, 2010년부터는 세분류 토지피복지도가 작성되면서 위성정보에 기반한 정책자료의 구축이 점진적으로 고도화되었다.

최근에는 국내외에서 다양한 위성영상을 활용하는 사례가 증가하고 있으며, AI 및 빅데이터 기술을 융·복합하여 환경 분야에 적용하는 경향이 뚜렷해지고 있다. 특히 위성정보를 활용하여 시공간적 변화를 탐지하거나 정책 수립에 필요한 기초자료를 구축하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 주요 활용 사례는 다음과 같다.

- 다중시기 위성영상 분석 및 예측 : 킬리만자로 만년설의 시공간적 변화를 누적 분석하고 만년설 종설의 미래 시점 예측[70]
- AI 기술 활용 위성영상 분석 및 예측 : AI를 적용한 국내 산림훼손지 분석[71] 및 AI 학습 데이터를 활용한 토지피복 분류 연구 수행 중

70) Park, Lee, & Jung(2016), pp. 143, 37-46.
71) Lee & Lee(2020), pp. 1591-1604.

- 시계열 레이더 영상 활용 : 도심 대형구조물의 시계열적 변위 관측, 지하철 노선, 지반침하 등 넓은 지역 지표변화 모니터링[72] 및 폐기물 모니터링[73]
- 레이더 영상 및 AI 활용 : 지자체 신고 및 환경영향평가 대상인 태양광 패널 관리 방안 연구[74]
- 위성라이더 활용 : 지상부 탄소량(바이오매스) 맵과의 비교·분석을 통한 탄소중립 데이터 구축, 탄소흡수원 분석

3) 도시·지역 분야

(1) 위성정보 활용 필요성

도시·지역 분야에서도 위성정보의 활용에 대한 필요성이 증가하고 있다. 특히 공간정보의 구축 및 갱신 주기를 단축하고 정기적인 모니터링 데이터를 확보하기 위해 위성정보를 포함한 공간정보를 구축하기 시작했다. 이러한 노력은 도시공간 관리의 효율성과 정확성을 제고하는 데 기여하고 있다.

아울러 제4차 우주개발진흥 기본계획에 따라 2040년까지 초소형 및 소형 위성 140기가 발사될 예정이며, 이에 따라 위성정보의 관측 주기가 대폭 단축될 것으로 전망된다.[75] 향후 도시·지역 관리 분야에서 위성정보를 보다 정밀하고 빈번하게 활용할 수 있는 기반을 마련할 것으로 기대된다.

(2) 위성정보 활용 사례

도시·지역 분야에서는 기구축된 자료와 위성정보를 융·복합하여 도시 관리, 환경 모니터링, 재난 대응 등 다양한 분야에서 활용하고 있다. 우선 도

72) Kim et al.(2018), pp. 535-545.
73) 윤동현·유하은·이명진(2023), pp. 185-194.
74) 윤동현·이명진·이승국(2021), pp. 233-243.
75) 우주항공청(2025)

시 관리 측면에서는 위성정보를 건물 데이터, 수치표고자료 등과 융합하여 건물대장 및 공간정보의 정확성 검증과 갱신에 활용하고 있다. 또한 지적 및 건축과 관련된 사전 조사에서도 위성정보는 효율적인 공간계획을 수립하기 위한 기초자료로 활용되고 있다.

환경 모니터링 분야에서도 위성정보의 역할은 점차 확대되고 있다. 도시 지역의 식생 상태 및 변화를 지속적으로 추적하거나 가뭄, 산불, 산사태 등 재난 상황을 실시간으로 파악하는 데 위성정보가 중요한 수단으로 활용되고 있다. 도시 재건축 및 재개발 과정에서 발생하는 변화도 위성영상을 통해 신속히 감지하여 대응 전략 수립에 활용함으로써 도시·지역의 환경 변화에 대한 민감한 반응과 효과적인 관리를 가능하게 하고 있다.

재난 대응 측면에서도 위성영상은 중요한 도구로 활용되고 있다. 장기간의 지표면 변화를 관측하여 지반 침하나 도로 함몰 현상을 조기에 발견할 수 있으며, 산사태 발생 가능성을 예측하고 피해를 최소화하는 데 필요한 기초자료를 제공한다. 이를 통해 재난 발생 시 신속하고 정확한 대응을 가능하게 하여 도시 안전성을 제고하는 데 기여하고 있다.

4) 기타 분야

(1) 위성정보 활용 필요성

위성정보는 광범위성, 주기성 등 고유한 특성을 바탕으로 도시, 환경, 재난, 기후변화 등 다양한 분야에서의 활용이 지속적으로 확대되어 왔다. 특히 제4차 우주개발진흥 기본계획(2023~2027)에 따라 국가위성 계획이 재정립될 예정이며, 2031년까지 공공 목적의 위성 약 170여 기가 개발될 계획에 있어 향후 위성정보의 활용에 대한 필요성은 더욱 증대될 것으로 예상된다. 이러한 변화는 다양한 사회·환경 문제에 대해 신속하고 과학적인

대응을 가능하게 하여, 위성정보를 기반으로 한 정책 수립과 문제해결 능력을 강화하는 데 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

(2) 위성정보 활용 사례

우주·항공 분야는 기본 산출물과 분석 요청 산출물을 융·복합하여 환경, 재난, 도시 관리 등 다양한 분야에서 활용하고 있다. 이를 통해 위성정보의 가치와 응용 범위는 확대되고 있으며, 구체적인 활용 사례는 다음과 같다.

- 기본 산출물 : 대기보정 수행을 통해 지표반사도 산출
- 분석 요청 산출물 : 도시지역 내 관심정보 탐지 및 산불, 홍수, 산사태, 녹조 피해영역 모니터링
- 기본·분석 요청 산출물 : 식생지수를 활용한 식생 변화 모니터링

이와 같이 위성정보의 활용은 기존에 해오던 지상 기반의 관측 체계로는 파악하기 어려운 광범위한 지역의 변화탐지와 신속한 대응을 가능하게 하며, 특히 재난 대응, 도시계획, 환경 관측 등의 분야에서 실질적인 정책지원 도구로서 그 역할이 강화되고 있다.

2. 기술적·제도적 기반

1) 위성정보 활용 기술 현황

(1) 전처리 기술 : 정밀정사보정 및 상대기하보정

최근 위성영상의 활용도를 제고하고 다양한 공간정보와의 융·복합을 촉진하기 위해 위성정보의 정밀한 위치 보정 기술의 중요성이 부각되고 있다.

정밀정사보정과 상대기하보정은 위성정보를 다각적으로 활용하기 위한 핵심 전처리 기술로 활용된다.

정밀정사보정은 위성영상에서 지표면의 고도 차이에 의해 발생하는 왜곡을 보정하는 기술로, 특히 저궤도 위성영상에서는 지형 변화에 따른 영상 왜곡이 빈번하게 발생할 수 있어 필수적인 처리 과정이다. 이를 통해 영상의 왜곡을 최소화하고 정확한 지리적 위치를 확보한 뒤 정사 투영된 영상으로 변환함으로써 다종위성영상과 기존 구축 자료(통계자료, 공간정보 등)와의 융·복합 가능성을 높일 수 있다. 기상청은 위성정보의 정확성을 높이기 위해 기상자료개방포털에 관측 자료(대기복사)를 제공하고 있고,[76] 국가해양위성센터도 해양위성 산출물을 활용하거나 검증하는 과정에서 다양한 현장 관측자료를 활용하고 있다.[77] 상대기하보정은 다종위성 간 해상도 및 좌표체계 차이로 인해 발생할 수 있는 위치 오차를 보정하는 기술이다. 이 기술은 다양한 위성자료를 통합적으로 활용할 때 분석 정확도를 제고하는 데 필수적이며, 위성정보에 기반한 분석 및 응용의 신뢰성을 확보하는 데 핵심적인 역할을 한다.

(2) 수집 기술 : 다종 위성영상 자동수집

관심 지역에 대한 국내외의 위성정보를 자동으로 수집하는 기술이 최근 개발되고 있다. 사용자가 설정한 관심 지역에 대해 위성정보 수집 주기에 맞추어 자동으로 영상을 클립핑하고, 이를 원자료 형태로 저장하는 시스템이 구축되고 있다. 이러한 기술은 자료 수집의 효율성을 높이고 장기적인 모니터링 및 분석을 위한 안정적인 데이터 확보를 가능하게 하고 있다.

76) 기상자료개방포털(검색일: 2025.8.22.)
77) 국가해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)

(3) 활용 기술 : 변화탐지

위성정보의 광역성 및 주기성과 같은 특성을 활용하여 관심 지역의 변화를 지속적으로 모니터링하는 변화탐지 기술은 도시, 해양환경 등 다양한 분야에서 광범위하게 활용되고 있다. 기존의 현장 조사나 공간정보 기반의 접근 방식이 대규모 지역 분석에 한계를 보이는 반면, 위성영상은 광범위한 지역을 단기간에 데이터로 수집하고 변화를 시계열적으로 비교·분석할 수 있는 장점을 제공한다. 변화탐지 기술은 다음과 같은 분야에서 활용되고 있다.

- 도시 변화 모니터링 : 이상 점유물 및 변화를 탐지하여 행정 집행의 근거 및 갱신자료로 활용 가능
- 녹지 모니터링 : 식생 분포량 및 활동성을 파악하여 녹지 관련 정책 및 행정 의사결정 지원도구로 활용 가능
- 수표 모니터링 : 저수지 제원 및 실측 저수량 자료와 결합하여 수표면적 및 저수량 시계열 분석도구로 활용 가능
- 항만·선박 모니터링 : 항만의 복잡도, 선박의 위치 및 항로를 실시간으로 추적하여 해양교통 관리에 활용 가능
- 해양환경 모니터링 : 수온, 염분, 해양오염 등을 모니터링하여 해양생태계 보호에 활용 가능

최근에는 빅데이터 분석 기법을 통해 위성영상에 기반한 변화 양상을 다각적으로 분석하고 있으며, AI 및 머신러닝 기술과 융합하여 변동 원인을 과학적으로 추적하고 이를 정책 수립의 근거로 활용하는 사례가 증가하고 있다. 이와 같은 기술의 발전은 위성정보의 활용 가치를 한층 높이고 있으며, 다양한 정책 분야에서 위성정보에 기반한 의사결정 지원체계를 가능하게 한다.

2) 위성정보 활용 제도 현황

우리나라의 위성정보 활용 제도는 「우주개발진흥법」에 근거한 활용 관련 제도와 보안 제도로 구분할 수 있다.

(1) 위성정보 활용 제도

우리나라는 「우주개발진흥법」 및 우주항공청 훈령인 「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」에 따라 위성정보를 활용하기 위한 전담기구 설치 및 보급에 필요한 세부사항을 제도화하고 있다. 「우주개발진흥법」 제17조는 위성정보의 보급·활용을 촉진하기 위해 전담기구를 지정하고, 이에 필요한 경비를 지원할 수 있도록 규정하고 있다(표 2-6).

위성정보 전담기구는 「우주개발진흥법 시행령」 제19조의3에 따라 국가위성정보 데이터베이스의 통합적 관리, 범부처 위성정보 활용사업의 기획·조정·시행, 민간 위성정보 산업에 대한 지원, 위성정보의 제공 및 판매, 활용 현황 점검 및 지원 등의 업무를 수행하고 있다.

〈표 2-6〉 「우주개발 진흥법」제17조(위성정보의 보급 및 활용)

주요 내용
① 우주항공청장은 기본계획에 따라 개발된 인공위성에 의하여 획득한 **위성정보의 보급·활용을 촉진하기 위하여 전담기구의 지정·설립** 등 필요한 조치를 마련할 수 있다. 이 경우 「국가공간정보 기본법」에 따른 공간정보에 관하여는 국토교통부장관과 협의하고, 국가의 안전보장에 관한 정보는 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여야 한다.
④ 제1항에 따른 위성정보의 보급 및 활용을 효율적으로 처리하기 위하여 다음 각 호의 사항을 대통령령으로 정한다.
1. 위성정보의 보급·활용을 위한 통합체계의 구축
2. 위성정보의 수신, 처리 및 공개
3. 위성정보의 복제 및 판매
4. 위성정보의 활용 현황 점검
5. 위성정보의 보안업무
6. 그 밖에 위성정보의 보급 및 활용에 필요한 사항

자료: 「우주개발 진흥법」

또한 「위성정보의 보급 및 활용 규정」과 「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」에 따라 위성정보활용촉진위원회가 운영되고 있다. 이 위원회는 우주항공청, 국가정보원 등 주요 중앙기관이 참여하여 국가위성운영센터를 운영하고 위성정보를 이용하는 방안 등 위성정보 활용 및 운영에 관한 주요 사항을 심의·결정하는 역할을 담당하고 있다(표 2-7). 2024년 9월 기준 위성정보활용협의체는 중앙부처 21개 기관, 소속 및 산하기관 16개 기관, 지자체 2개 기관으로 구성되어 있다.[78)]

〈표 2-7〉 「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」

주요 내용
제4조(협의체 구성) ① 과학기술정보통신부장관은 국가적 수요 및 지방자치행정 수요를 목적으로 위성정보를 활용하기 위하여 「정부조직법」 제2조에 의한 중앙행정기관 및 그 소속기관(이하 "중앙행정기관"이라 한다)과 「지방자치법」 제2조에 의한 지방자치단체를 대상으로 협의체를 구성한다. 단 중앙행정기관은 현업 지원을 위해 협의체 가입이 필요한 현업지원기관의 협의체 가입을 과학기술정보통신부장관에게 신청할 수 있다. ② 제1항에 따라 협의체 가입을 희망하는 중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장은 [별지 제1호 서식]의 신청서를 과학기술정보통신부장관에게 제출하여야 한다.
제5조(전담기구의 의무) ① 전담기구는 협의체 소속기관이 **비영리 및 공공목적으로 신청한 위성정보를 제공**한다. ② 전담기구는 협의체의 효율적인 운영을 위하여 연 1회의 전체회의를 개최하며, 필요시 분과별 운영회의를 별도로 구성하여 개최할 수 있다. ③ 전담기구는 위성정보 처리·활용 지식 및 정보공유 등을 위하여 **연 1회 이상의 활용워크숍**을 개최한다.
제7조(제공대상 위성정보) ① 전담기구는 위성의 운영상태, 부가처리영상 제작현황 등을 고려하여 **국가 저궤도위성의 위성정보 및 국제협력 등을 통해 확보한 위성정보를 협의체에 제공**한다.
제8조(위성정보 제공의 공간적 범위) 협의체에 제공하는 위성정보는 한반도 지역을 대상으로 하나, 필요시 한반도 이외지역에 대해서도 제공할 수 있다.

자료: 「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」

정지궤도 위성인 천리안위성은 「천리안위성 공동운영 규정」에 따라 운용 및 관리되고 있다(표 2-8). 해당 규정에 따라 우주항공청이 주관부처로 지

78) 동아사이언스(2024.9.10.)(검색일: 2025.4.21.)

정되어 있으며, 다음과 같은 기관들이 참여부처 및 운용기관으로 참여하고 있다.

- 참여부처 : 환경부, 해양수산부, 기상청
- 위성운용기관 : 한국항공우주연구원
- 탑재체운용기관 : 국립환경과학원, 국가기상위성센터, 한국전자통신연구원, 국립해양조사원, 한국해양과학기술원

〈표 2-8〉「천리안위성 공동운영 규정」

주요 내용
제1조(목적) 이 규정은 우주개발진흥법 제5조에 근거한 우주개발진흥기본계획에 따라 개발된 천리안위성(이하 "위성"이라 한다)의 효율적 운용 및 위성정보의 보급·활용 촉진을 위해 필요한 세부사항을 규정함을 목적으로 한다.
제5조(운영위원회의 기능 및 운영) ① 운영위원회는 다음 각 호의 사항을 심의·조정·의결한다. 1. 천리안위성 운영 및 활용계획 2. 위성의 운영 및 탑재체 활용에 관한 공동사항 3. 위성탑재체의 임무수행 우선순위 조정에 관한 사항 4. 위성운영비용의 분담에 관한 사항 5. 위성궤도보험 가입방안 및 보험가입 소요비용의 분담에 관한 사항 6. 위성정보의 보급, 판매에 관한 사항 7. 위성정보수익금(또는 통신중계기 임대 수익금)의 배분에 관한 사항 8. 그 밖에 위성의 운영 및 활용을 위해 필요한 사항

자료:「천리안위성 공동운영 규정」

이렇듯 체계적인 제도 운영을 통해 우리나라는 위성정보의 활용 촉진과 통합적 관리를 지속적으로 강화하고 있으며 다양한 부처 및 기관 간 협력을 기반으로 위성정보 활용의 시너지를 높이고 있다.

(2) 위성정보 보안 제도

국가 공간정보에 해당하는 위성정보는 「국가공간정보 기본법」의 적용 대상에 포함되어 관리되고 있다. 이에 따라 「국가공간정보 보안관리 기본지침」의 기준을 준용하여 위성정보에 국가 보안시설과 관련된 정보가 포함된 경우 공개가 제한된다.

최근 공개제한 정보에 대한 개정 요청이 이루어지면서 일부 기준이 완화되었으며, 보안심사를 통해 비밀특례업체로 지정된 경우에는 공개제한 정보에 대한 접근이 가능하도록 제도가 개선되었다. 이러한 변화는 위성정보 활용성을 확대하는 데 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다. 그러나 위성정보는 여전히 「위성정보 보안관리 규정」(우주항공청)에 따라 비공개, 공개제한, 공개의 세 가지 등급으로 구분하여 엄격하게 관리되고 있다. 위성정보의 보안 등급 및 관리 기준의 세부 내용은 〈표 2-9〉에 제시되어 있다.

〈표 2-9〉 「위성정보 보안관리 규정」

주요 내용
제10조(위성정보의 분류) ① 위성정보의 "비공개", "공개제한" 및 "공개" 분류기준은 다음과 같다. 1. 비공개 가. 일반인 출입이 통제되는 국가보안목표시설 및 군사시설(휴전선 접경지역내 시설포함)이 노출된 3차원 위성정보 2. 공개제한 가. 정밀보정된 2차원좌표가 포함된 해상도 30m보다 정밀한 위성정보 나. 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설과 군사시설(휴전선 접경지역내 시설 포함)이 노출된 해상도 1.5m보다 정밀한 위성정보(레이더영상 제외) 다. 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설과 군사시설(휴전선 접경지역내 시설 포함)이 노출된 해상도 4m보다 정밀한 레이더영상 위성정보(다만, 촬영일로부터 7일이 경과한 해상도 3m 또는 그보다 정밀하지 않은 레이더영상은 제외) 라. 3차원좌표가 포함된 해상도 90m보다 정밀한 위성정보 3. 공개 가. "비공개" 및 "공개제한" 대상 이외의 위성정보 나. 공개 위성정보라 하더라도 불특정 다수의 사용자를 대상으로 하는 인터넷·내비게이션·휴대폰 등의 최종 서비스에는 좌표 표시 불가 다. 공개 위성정보 중 좌표가 포함되지 않은 위성정보 또는 정밀 보정되지 않은 2차원 좌표가 포함된 위성정보에 한하여 온라인 배포 가능

주요 내용
제11조(비공개 또는 공개제한 위성정보의 취급) ① “비공개” 또는 “공개제한” 위성정보는 그 위성정보와 업무상 관련이 있는 자에 한하여 취급할 수 있고 이를 일반에 공개하여서는 아니 된다. ② 비공개 위성정보는 적정등급의 비밀 또는 대외비로 분류·관리하여야 한다. ③ 소속기관 및 소속출연기관의 장은 비공개 또는 공개제한 위성정보의 누설·유출 등을 방지하기 위하여 보관책임자를 다음 각 호와 같이 지정한다. 1. 보관책임자 정 : 위성정보 관리부서의 장 2. 보관책임자 부 : 위성정보 관리 담당자

자료: 「위성정보 보안관리 규정」

3. 시사점

1) 수집 및 전처리 개선

위성정보의 분야별 활용 실태 및 성과, 활용 제도 현황을 종합적으로 검토한 결과 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다. 우선 수집 및 전처리 측면에서 위성정보를 표준화하기 위한 기술적 기반의 강화가 필요하다. 현재 위성정보는 다양한 센서, 해상도, 분석 방법에 따라 생산되고 있으며, 이로 인해 자료 간 일관성이 없고 통합 활용에 제약이 발생하고 있다. 위성정보의 활용성을 높이기 위해서는 데이터 포맷, 해상도, 분석 방법, 분석 범위 등에 대한 표준화가 필수적으로 요구된다. 표준화된 위성정보는 기구축 자료(통계, 공간정보 등)와의 융·복합 활용 가능성을 제고하며 AI 및 빅데이터 등 신기술의 적용 가능성도 확대할 수 있다. 또한 위성정보의 정확성을 높이기 위해 정밀정사보정 및 상대기하보정과 같은 기술적 기반을 강화할 필요가 있다. 이를 통해 해양 위성정보의 수집 효율성을 제고하고 다종 위성영상과의 융·복합 가능성을 향상시킬 수 있을 것이다.

2) 활용 및 융복합 확대

활용 측면에서 위성정보의 융·복합 확대를 위한 연구 및 활용·공유를 촉

진할 수 있는 플랫폼이 필요하다. 현재 해양환경에 대한 모니터링, 해양오염의 추적, 선박에 대한 모니터링 등 일부 분야에서 해양 위성정보가 활용되고 있으나 국토, 환경, 도시·지역 분야에 비해 여전히 활용도가 낮은 실정이다. 위성정보의 광역성, 주기성, 신속성 등의 특성을 활용하여 해양 분야에서의 활용성을 제고하기 위한 연구가 선행되어야 한다. 도시·지역 분야에서 건축물 정보와 위성정보를 결합하여 행정자료를 생산하는 사례처럼 해양 위성정보와 결합할 수 있는 기구축 자료를 발굴하고 AI 및 빅데이터 등 신기술과의 융합 방안을 마련할 필요가 있다. 이러한 신기술의 활용은 해양 위성정보 분석 및 예측에 대한 정확도를 향상시켜 활용성을 한층 높일 것으로 기대된다. 이를 위해 표준화된 위성정보를 공유하고 공개할 수 있는 전용 플랫폼의 구축이 필요하며 정보 공유 및 융·복합 활용을 촉진하는 체계를 마련해야 한다.

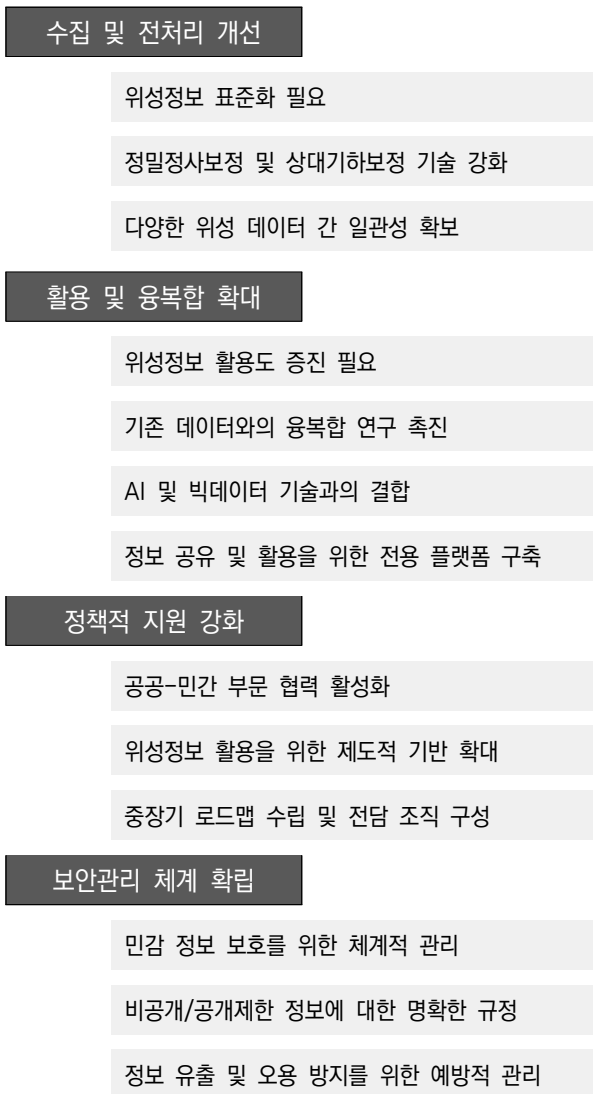
3) 정책적 지원 강화

위성정보의 활용을 촉진하기 위한 정책적 지원의 확대가 필요하다. 현재 해양 분야에서 위성정보를 활용하기 위한 제도적 기반은 일부 마련되어 있으나 데이터 활용 촉진과 민간 협력 활성화를 위한 법적 및 제도적 장치가 여전히 미흡하다. 위성정보 활용성을 제고하기 위해서는 공공과 민간 부문 간 협력을 강화하고 민간기업의 적극적인 참여를 유도할 수 있는 제도적인 기반 마련이 필요하다. 또한 위성정보 활용의 확대 및 효율적 관리를 위해 명확한 중장기 계획을 포함한 정책적 로드맵을 수립해야 한다. 이 로드맵은 해양 위성정보의 정책목표를 달성하기 위한 구체적인 전략과 실행 방안을 포함해야 하며, 부문 간 협력과 조정을 원활히 수행할 수 있는 전담 조직의 구성 기반을 마련하는 것도 중요하다.

4) 보안관리 체계 확립

위성정보에 대한 보안관리 체계의 확립이 필요하다. 위성정보는 국가 공간정보에 해당하는 핵심 자산으로, 국가안보와 직결될 수 있는 민감 정보를 포함할 수 있는 만큼 철저한 보안관리가 요구된다. 현재 위성정보는 「우주개발진흥법」 및 「국가공간정보 기본법」에 따라 비공개, 공개제한, 공개정보로 구분되어 관리되고 있으나 위성정보의 특성과 민감성을 반영한 구체적이고 체계적인 보안관리 체계를 구축할 필요가 있다. 특히 위성정보 중 비공개 및 공개제한 정보에 대한 취급 규정을 명확히 설정하고 정보 유출 및 오용을 방지할 수 있는 예방적 관리 체계를 강화해야 한다. 다음 〈그림 2-1〉은 위성정보 활용에 관한 국내 동향의 시사점을 요약한 것이다.

〈그림 2-1〉 해양 위성정보 활용에 관한 국내 동향 시사점



자료: 저자 작성

제3절 해외 위성정보 활용 동향

1. 주요국 정책 동향

1) 미국

(1) 위성정보 관련 운영기관

미국의 위성정보와 관련된 대표적인 기관들로는 항공우주국(NASA), 해양대기청(NOAA), 지질조사국(USGS) 등이 있다. 이들 기관은 서로 다른 법적 근거와 설립 목적을 가지고 운영되고 있으나 기관간 협력을 통해 미국의 위성정보 활용과 관련 정책에 기여하고 있다.

NASA는 미국 위성과 위성정보를 운영하는 가장 대표적인 기관으로 1958년 제정된 국가항공우주법(National Aeronautics and Space Act)에 근거해 설립된 이후 우주탐사 및 연구 분야에서 세계적 선도 기관으로 자리매김해 왔다.[79][80] NASA는 국가항공자문위원회(NACA)를 계승해 설립되었으며 우주과학 연구와 우주기술 개발 촉진을 목적으로 우주탐사 및 과학연구 총괄, 인공위성 및 우주선 개발·운영, 지구의 환경·해양·기후 관측을 위한 위성 운영 및 데이터 수집, 위성정보 및 우주과학 데이터 배포와 교육·홍보, 정책수립과 국제협력 추진, 우주기술 연구 및 기술의 민간 이전 지원 등 우주탐사와 위성 운영의 중심적인 역할을 하고 있다.[81] 주로 민간 분야의 인공위성 개발·발사와 우주탐사를 총괄하고 PACE, Aqua 등 기상위성·지구관측위성부터 유인 우주탐사까지 폭넓은 임무를 수행한다. 또한 NASA는 미국 내 위성 데이터의 연구개발 및 활용 촉진에 기여하기 위해

79) NASA 홈페이지, history(검색일: 2025.4.21.)
80) National Aeronautics and Space Act of 1958(1958)
81) NASA 홈페이지, Science(검색일: 2025.4.21.)

관측된 정보의 수집과 저장, 활용을 위한 배포의 역할도 하고 있으나 NASA가 운영하는 지구관측위성의 경우는 수집된 데이터의 장기간 보존 및 배포는 활용 기관인 USGS나 NOAA와의 협력을 통해 이루어지고 있다. NASA는 워싱턴 D.C.에 위치한 본부를 비롯해 산하에 약 20개의 연구 센터와 시설을 두고 있다.[82] 위성개발과 운영, 과학시각화 스튜디오를 운영하는 고다드 우주비행센터, 우주선 발사와 운영을 위한 케네디 우주센터, 로켓 및 추진체 연구를 위한 마셜 우주비행센터 등이 대표적이며 특징적으로 고다드 우주비행센터에서 운영 중인 NASA 과학시각화 스튜디오(Scientific Visualization Studio, SVS)는 위성정보에 기반한 시각화 자료 제작과 대중의 교육 및 홍보 역할을 하고 있다.[83][84]

NOAA는 1970년에 행정조직의 개편에 따라 해양 및 대기와 관련한 과학 연구 및 자원관리를 통합하기 위해 상무부 산하기관으로 기상청과 해양측량국, 상업어업국 등을 통합해 설립되었다.[85] NOAA는 해양과 대기와 관련한 종합적 연구·예보·자원관리를 목적으로 하고 있으며 기상위성 운영과 위성자료 처리도 주요 임무에 포함된다. NOAA는 산하에 위성정보를 운영·이용하는 주요 기관으로 국립환경위성자료 및 정보서비스(NESDIS), 위성운영국(OSPO), 대서양해양학기상연구소(AOML) 등을 두고 기상위성인 GOES 시리즈, NOAA(JPSS) 시리즈, POES 등을 운영하고 있다.[86][87] NESDIS와 OSPO는 GOES 및 NOAA 위성 시리즈의 운영과 함께 NASA에서 운영하는 PACE 위성 데이터를 통합하는 역할을 수행하고 있다. AOML에서는 해양 모니터링과 해양과학 연구를 수행하는 기관이며 동시에 위성정보에 기반한 해양 모니터링 생산 정보와 CoastWatch를 통한 위성

82) NASA Centers and Facilities(검색일: 2025.4.21.)
83) Ibid.
84) NASA SVS(검색일: 2025.4.21.)
85) NOAA our history(검색일: 2025.4.22.)
86) NOAA OSPO(검색일: 2025.4.22.)
87) NOAA our history(검색일: 2025.4.22.)

정보를 제공하고 있다.

지질조사국(USGS)은 Organic Act of 1879를 기반으로 내무부 산하에 미국영토의 지질, 지리 등을 종합적으로 조사·연구하기 위해 설립된 기관이다.[88] 설립 초기에는 광물자원조사나 공공토지 분류가 주목적이었으나 현재는 지질을 포함한 수자원, 생태계, 자연재해 등 종합 과학조사 기관으로 발전·확대되었다. 또한 USGS는 위성 원격탐사 데이터의 보관이나 제공에 중추적 역할을 하고 있으며, 특히 NASA와 공동운영하는 Landsat을 중심으로 하여 지구관측 분야로 확장하였다.[89] USGS는 1992년 원격탐사정책법(Land Remote Sensing Policy Act of 1992)과 공개 데이터 정책을 통해 위성영상을 과학 연구와 공공정책에 활용하도록 지원하고 있으며, 위성자료의 관리 집행기관으로도 기능하고 있다.[90] 위성정보의 수집과 공유를 위해 USGS 산하에 지구자원관측 및 과학센터(EROS)를 두고 전 세계에 Landsat 위성영상 데이터를 공개하고 있다.[91]

(2) 위성정보 관련 법·제도 현황

민간 부분에서는 위성 운영과 위성정보 배포에 대한 관리와 활성화를 위해 원격탐사정책과 관련된 법(Land Remote Sensing Policy Act of 1992)을 제정하였다. 동 법은 민간 부분에서 위성원격 탐사 분야의 리더십 유지와 상업화 촉진, 국가안보와 국제적 의무를 준수하며 위성정보를 효율적으로 활용하는 체계를 구축하는데 목적을 두고 있다.[92] 세부적으로는 Landsat 프로그램의 위성정보에 대한 연속성을 확보하는 것, 또한 민간 위성 운영에 대한 허가·감독 제도 마련과 위성정보의 원시자료에 대한 합리적

88) NOAA our history(검색일: 2025.4.22.)
89) USGS landsat mission(검색일: 2025.4.22.)
90) Landsat Advisory Group(2021), pp. 1-9.
91) USGS landsat mission- history(검색일: 2025.4.22.)
92) Land Remote Sensing Policy Act of 1992 (1992)

인 비용에 관한 내용을 포함하고 있다.[93] 특히 지속적인 위성영상의 수집·보존과 함께 원가 수준 또는 합리적인 비용으로 데이터를 제공하여 공공과 민간 모두에 과학적·공공적 활용 촉진을 권고하며, 또한 군사적 논란이 될 수 있는 영상에 대한 규제·관리 등에 대한 조항을 포함하고 있다. 위 법을 바탕으로 효율적인 운영을 위해 민간 위성데이터와 관련한 면허 심사·발급·감독은 NOAA의 CRSRA(Commercial Remote Sensing Regulatory Affairs)가 담당하고 있으며, Landsat과 같은 정부 위성은 프로그램을 구분하여 NASA와 USGS가 개발·발사와 운영·데이터 배포를 각각 주관하고 있다.[94][95]

2014년부터는 지구관측 전략과 정책 방향을 수립하는 범부처적 계획으로 「National Plan for Civil Earth Observation」을 수립하고 개정해 발간하였다. 2019년 국가계획에는 지구관측을 위한 파트너십 운영과 포트폴리오 유지, 지구관측기업의 참여 확대, 관측을 위한 인프라 및 데이터의 활용 강화를 중심으로 구성하였으며, 이를 바탕으로 2024년에는 기후변화, 환경악화, 인간 건강 및 안전에 대한 위협이라는 핵심과제에 대응하기 위한 전략을 담고 있다.[96][97] 위성정보의 구축 및 활용과 관련된 정책은 인프라 및 데이터의 활용 강화 분야에서 논의되고 있으며 관측 데이터의 수집·관리·활용을 위한 내용들을 포함하고 있다. 세부적으로는 정부주도 위성의 임무 확대와 상업용 위성정보의 구매와 통합, 데이터 관리와 기술혁신을 통한 위성정보 가공 및 장기 데이터 관리 방안을 제시하고 있다.[98] 국가계획 수립에는 위성수요 관리 프로세스(Satellite Needs Process)를 통해

93) NOAA Office of Space Commerce-U.S. Commercial Remote Sensing Space Policy(검색일: 2025.4.22.)
94) Ibid.
95) Landsat Advisory Group(2021), pp.1-9.
96) NSTC(2019), pp.vii , pp.3-24.
97) NSTC(2024), pp.1-3.
98) Ibid.

각 연방 부처 및 기관에서 필요로 하는 위성 기반의 지구관측 수요를 수집하고 평가해 국가계획에 반영하고 있다.[99]

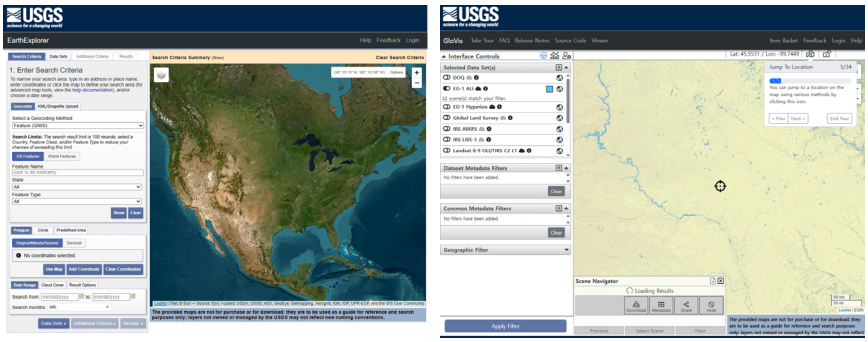
(3) 위성정보 관련 프로그램 현황

▪ Landsat

Landsat 프로그램은 NASA와 USGS가 공동으로 관리하는 지구관측위성의 임무로 지구 표면의 장기적·연속적 관측을 통해 자연자원의 관리, 환경 변화에 대한 모니터링, 정책 결정 및 연구, 농업·산림·도시계획 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.[100] NASA는 위성의 개발과 발사를 중심으로 운영에 참여하고 있으며, USGS는 지구자원관측과학센터(EROS)를 설립해 위성의 데이터 저장·배포를 위주로 도구나 애플리케이션 등을 개발하였다. 1972년 Landsat 1 발사 이후 50년 이상 지속적으로 운영되고 있으며, 2021년에 발사된 Landsat 9 등 최신 위성까지 포함하여 지속적으로 데이터를 확보하고 있다.[101] 조사·수집되는 모든 Landsat 데이터는 2008년부터 누구나 무료로 확인할 수 있도록 공개하고 있으며 EarthExplorer, GloVis 등 웹에 기반한 플랫폼을 통해 접근가능하다(그림 2-2).[102]

99) USGEO(2024), p. 6.
100) NASA Landsat Science – Satellites(검색일: 2025.4.23.)
101) Ibid.
102) NASA Landsat Science – Data Access(검색일: 2025.4.23.)

〈그림 2-2〉 USGS Landsat 위성데이터 접근 플랫폼



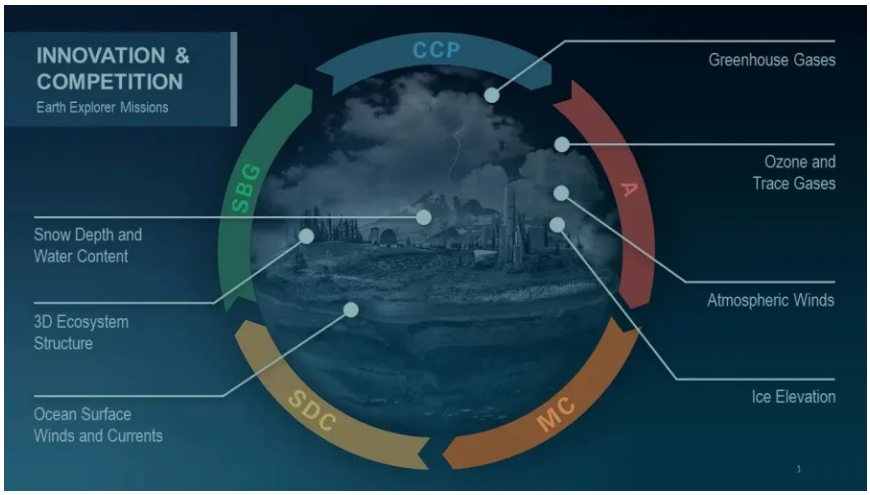
주: (좌측) EarthExplorer, (우측) GloVis
자료: USGS EarthExplorer, GloVIS(검색일: 2025.4.22.)

▪ NASA ESO

NASA ESO(Earth System Observatory) 프로그램은 기후변화와 지구 환경변화를 종합적으로 관측하기 위해 NASA가 2021년에 발표한 차세대 위성 프로그램이다. 해당 프로그램은 극한기상, 대형산불, 해수면 상승 등과 같은 기후변화의 영향 및 자연재해에 대응하기 위해 필수적인 과학 데이터를 제공하는 것을 목적으로 하며, 대기와 육지, 해양 전체를 대상으로 3차원적인 지구 종합 관측망을 구축하는 프로그램이다(그림 2-3).[103] 에어로졸, 구름·대류·강수, 질량변화(Mess Change), 지표생물 및 지질, 지표변동 및 변화를 중점적으로 관찰하고 있으며 해수면의 바람과 흐름, 해양생태계, 빙하의 질량변화, 극한 기상 등 해양의 다양한 정보를 함께 수집할 예정이다.[104] 현재 프로그램의 설계 및 시범 구현 중에 있으며, 수집되는 데이터는 지구정보센터를 통해 가공하거나 시각화하여 대중과 정책입안자에게 무상으로 제공할 예정이다.

103) Introduction: NASA Earth System Observatory(검색일: 2025.4.23.)
104) NASA Earth System Observatory(검색일: 2025.4.23.)

〈그림 2-3〉 EOS 관측 분야 및 대상



자료: USGS EarthExplorer, GloVIS(검색일: 2025.4.22)

▪ CoastWatch

NOAA의 CoastWatch는 해양·연안·내륙수역의 관리 및 기상·생태계 변화에 대한 모니터링, 해양 재해에 대한 대응 등 다양한 분야에서 위성관측자료를 활용하는 것을 목적으로 하는 프로그램이다(그림 2-4).[105] NOAA의 위성자료센터(NESDIS)를 중심으로 NOAA 내 여러 부서 협력에 기반하며 중앙운영팀과 응요연구팀, 교육홍보팀 그리고 지역별 CoastWatch Node의 4개 기둥으로 구성되어 있다.[106] 중앙에서는 전국적인 데이터의 인프라구축과 수집·가공·배포를 담당하고 있으며, 지역 노드에서는 수산·해양·기상 등 각 분야의 현장에서 필요한 정보 제공과 사용자들의 지원을 담당하고 있다.

105) NOAA CoastWatch Program(검색일: 2025.4.23.)
106) NOAA CoastWatch America Regional Node(검색일: 2025.4.23.)

〈그림 2-4〉 NOAA CoastWatch의 주요 목적 및 운영

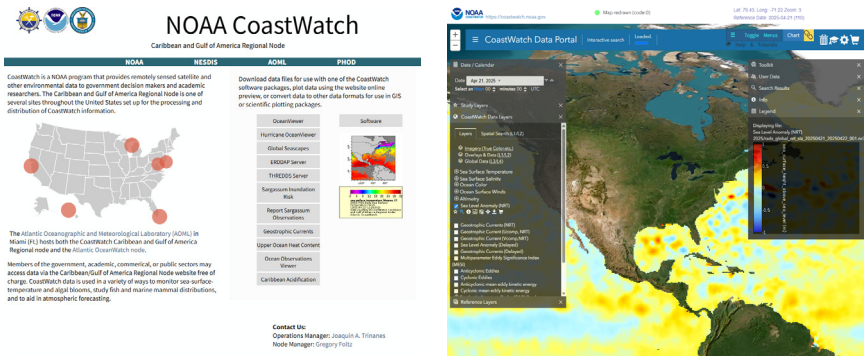


자료: NOAA Coastal Watch Program(검색일: 2025.4.23.)

CoastWatch에서는 다양한 위성데이터를 기반으로 해수면 온도, 해색(클로로필 농도), 산호 백화, 해양오염, 수질, 해빙분포 등 장기간 및 실시간 데이터를 제공하고 있다.[107] 수집 가공되는 위성정보는 미국에서 운영되는 다른 위성들과 마찬가지로 정부, 연구자, 민간, 일반인에게 모두 무료로 제공되고 있으며, 원활한 공급을 위해 웹을 기반으로 한 포털이나 플랫폼에서 원자료와 주제별 가공자료로 제공되고 있다. 또한 NOAA CoatWatch 웹에서는 수집 및 생산된 데이터를 제공할 뿐만 아니라 위성정보의 활용을 증대시키기 위해 사용자에 대한 교육, 맞춤형 데이터의 가공, 시각화 도구의 제공 등 다양한 서비스를 운용하고 있다(그림 2-5).

107) NOAA CoastWatch Data Portal(검색일: 2025.4.23.)

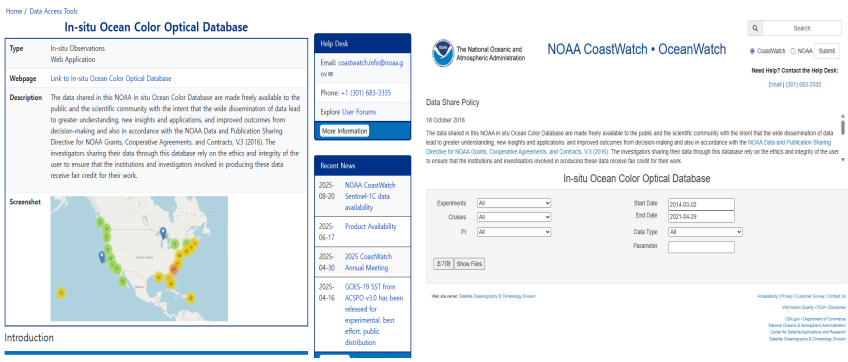
〈그림 2-5〉 NOAA CoastWatch Caribbean Node 및 Data Portal



자료: NOAA Caribbean of America Regional Node(검색일: 2025.4.23.)

또한 CoastWatch 프로그램은 위성정보의 수집·가공·제공뿐 아니라 NOAA가 지원하는 위성정보의 검증 및 보정, 정확도 개선 등을 위해 현장을 측정한 데이터를 제공하고 있다. 대표적으로 NOAA는 해색 보정·거증을 위해 현장 해색광학데이터베이스(ISOCO, In-Situ Ocean Color Optical Database)를 개발하고 웹을 통해 배포하고 있다(그림 2-6). 모든 자료는 공공, 민간, 과학계 등에 무료로 제공하고 있으며, 해당 자료의 활용을 통해 해양 위성정보의 활용성을 향상시키고자 노력하고 있다.

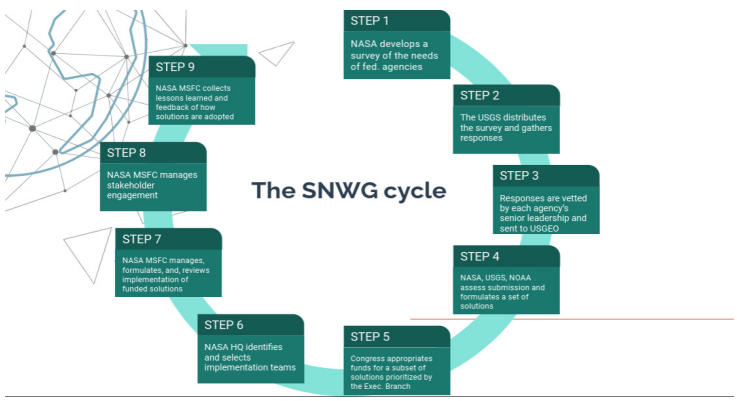
〈그림 2-6〉 CoastWatch ISOCO Database 웹사이트



자료: NOAA CoastWatch IOSCO(검색일: 2025.8.25.)

위성 수요관리 프로세스(Satellite Need Process)는 미국 연방정부 내에서 지구관측과 관련된 정책 및 활동을 조정하는 협의체인 USGEO[108]의 위성 수요 실무그룹(SNWG)을 통해 진행되는 수요조사 절차이다(그림 2-7). 주로 2년 주기로 진행되며 정부 전체의 위성수요를 종합하는 것을 목적으로 하고 있다. 2024년에는 98명의 인터뷰를 통해 25개 기관 150개 이상의 수요가 제출되었으며, 이는 NASA와 NOAA, USGS의 합동평가를 통해 2025년 6월에 제5차 수요조사 결과가 도출될 예정이다.[109] 해당 프로세스를 통해 농업, 국방, 환경, 에너지 등 비우주관련 기관들에서 필요로 하는 위성정보 수요를 공식적으로 제시할 수 있게 되었으며, 해당 전수조사는 연방 수준에서의 중복투자 방지, 중요 관측 분야에 대한 공백의 해소에도 도움이 되고 있다. 해당 수요들은 주로 국립연구소와 민간협력을 통해 솔루션을 도출하고 있으며 해양산성화 모니터링이나, 도시열섬효과 분석, 극지관측 강화 등의 프로젝트 형태로 진행되고 있다.

〈그림 2-7〉 SNWG 수요관린 및 솔루션 도출 업무 과정



자료: Olofsson(2023), p.3.

108) 국가과학기술위원회 산하 환경위원회 소속으로 NASA, NOAA, USGS, EPA 등 주요 학·환경부처가 참여하는 협의체로 연방 차원의 지구관측 정책 수립, 위성정보 수요조사 주관, 국가계획 작성 등의 역할을 수행. 신상우 외(2023), pp.58-79.

109) USGEO(2024), p. 6.

2) 유럽연합(EU)

(1) 위성정보 관련 운영기관

유럽연합은 위성항법과 지구관측 프로그램을 통합적으로 운영하고자 노력하고 있다. 이를 위해 유럽우주국(ESA), 유럽연합 우주프로그램청(EUSPA), 국방산업 및 우주국(DEFIS) 등 유관기관이 협력하고 있다.[110]

ESA는 22개 유럽 회원국(2025년 현재 23개)의 협력을 바탕으로 설립된 정부 간 기구로, 유럽 회원국의 우주개발 역량을 결집하고 우주의 평화적인 이용을 위한 연구·개발 및 산업육성을 목적으로 하는 기구이다.[111] ESA는 유럽의 우주관측 연구를 주도하고 있으며, 주로 지구관측위성(Sentinel 시리즈 등)의 개발과 운영, 위성정보의 처리와 배포, EU 우주프로그램 내 Copernicus 프로그램과 Galileo(항법) 등의 기술 파트너 및 위성 발사의 위탁기관 역할을 수행하고 있다.[112] ESA는 EU와는 별도의 성격을 가진 독립 기구로 운영되고 있으나 EU의 우주관련 정책과 긴밀하게 연계되어 있어 전술한 전 유럽을 대상으로 한 프로그램 및 항법 개발 등을 수행하고 있다.

EUSPA는 2021년 5월 EU 우주프로그램 규정에 따라 기존의 유럽 위성항법청인 GNSS Agency를 확대 개편하여 설립한 기관으로 EU 우주프로그램의 통합 운영 및 보안, 시장 활성화, 관련 서비스 개발 등을 수행하고 있다.[113] EU 우주프로그램에 대한 통합적 운영을 주요 목적으로 하며 항법 및 항법시스템의 운영과 서비스, 위성기반의 위치정보제공, 정부위성통신 프로그램 지원 등을 수행하고 있다. EUSPA는 EU 집행위원회인 DEFIS로부터 위임받아 프로그램을 운영하고 있다.[114]

110) EU Lex, EU space programme (2021-2027)(검색일: 2025.4.23.)
111) ESA facts(검색일: 2025.4.23.)
112) Ibid.
113) EUSPA About (검색일: 2025.4.23.)

DG DEFIS는 유럽연합 집행위원회 산하 부서로 EU 우주정책의 수립과 조정, 예산집행, Copernicus를 비롯한 EU 우주프로그램(Copernicus, Galileo, EGNOS 등)의 기획·관리, 회원국과 ESA, EUSPA 등과의 협력 프로그램 추진, 우주산업과 관련한 표준화 및 규범 마련 등 유럽 전반의 위성 및 우주산업 등에 관한 정책을 총괄하고 있다.[115] 세부적으로 Copernicus의 위성 개발은 위탁(ESA)과 EU 예산을 통한 운영 요청(EU 기상위성기구(EUMETSAT) 및 각국 기관)을 담당하며, DEFIS는 전체적인 프로그램 관리와 정책 조정을 하고 있다. 그 외에도 EU Space Strategy와 우주안보 정책의 연계를 통해 우주산업의 육성과 위성정보의 활용 촉진을 위한 규범·표준을 마련하고 있다.[116]

(2) 위성정보 관련 법·제도 현황

유럽연합은 EU 우주프로그램 규정(Regulation EU 2021/6696)의 제정을 통해 2021년부터 2027년까지 적용되는 EU 우주프로그램과 EUSPA의 설립과 관련된 법적 근거를 마련하였으며, Copernicus와 Galileo 등 개별 사업 및 프로젝트를 통합 프로그램으로 묶고 예산을 확충하였다.[117] 또한 이 규정은 EU 우주프로그램의 주요 목표와 예산, 거버넌스, 참여기관, 주요 프로젝트, 보안 및 데이터 정책 등을 포함하고 있다. 이 규정은 다음 내용을 주요 목표로 설정하고 있다.[118]

- Copernicus, Galileo, EGNOS 등 기존 우주 프로그램의 통합관리
- 새로운 보안과 통신 프로그램의 추가

114) EU Space Law – EUSPA(검색일: 2025.4.23.)
115) DG DEFIS EU Space(검색일: 2025.4.23.)
116) Ibid.
117) EU Lex, EU space programme (2021-2027)(검색일: 2025.4.23.)
118) EC, EU space policy(검색일: 2025.4.23.)

- 데이터 및 서비스의 품질·보안·접근성 강화
- EU의 전략적 자율성 및 산업 경쟁력 제고 등

또한 이 규정은 2021년부터 2027년까지 총 148억 유로(€14.8B)의 예산을 할당하고자 한다.[119] 유럽연합에서는 다층적 협력 거버넌스를 위해 유럽집행위원회(EC)가 EU 우주프로그램을 총괄하고, EUSPA가 운영·보안·시장활성화, ESA가 기술개발 및 위성발사, EUMETSAT가 일부 위성에 대한 운영 등 규정에 따라 기관별 역할을 수행하고 있다.[120] 규정에서는 위성정보의 활용과 관련된 사항도 포함되어 있으며, 가장 큰 특징은 데이터의 수집 및 개방과 관련된 정책이다. Copernicus 프로그램에서 생산되는 Sentinel 위성 데이터는 "완전하고, 자유롭게, 개방(Full, free, open)" 하는 것을 명시하고 있으며, 이에 따라 Copernicus Data 시스템을 통해 과거와 실시간 데이터를 검색하고 시각화 및 다운로드·가공할 수도 있다.[121] 규정에서는 또한 위성정보에 대한 수요조사 및 성과관리에 관한 내용도 포함하고 있다. 각 프로그램은 관리를 위해 서비스별 이용자 수, 지리적 분포, 부문별 활용도, 정조 제공량 등에 대한 정량적 성과지표를 설정하고 정기적으로 수요와 성과를 평가하도록 명시하고 있으며, Copernicus에서는 서비스별 정보제품의 수, 사용자 요청 건수, 데이터 신뢰도 지표 등을 관리해 보고서(예, Copernicus Marine Service-User Feedback Report)로 제시하고 있다(표 2-10).[122]

유럽연합은 이와 관련한 산업을 육성하기 위한 정책을 확대하기 위해서도 노력하고 있다. ESA는 Business Incubation Centres를 추가 설립할 예정이며, EU는 또한 유럽 내 우주 관련 스타트업과 중소기업에 투자하는

119) EU Lex, EU space programme (2021-2027)(검색일: 2025.4.23.)
120) Regulation(EU), pp. 69-148.
121) Copernicus Data Space, Terms and conditions(검색일: 2025.4.23.)
122) EC(2021), p. 35.

공식 이니셔티브인 CASSINI(2021년부터 2027년까지 10억 유로 규모)를 실행해 우주산업 전반의 활성화를 도모하고 있다.[123]

〈표 2-10〉 코페르니쿠스 평가 지표(Performance Indicators)

지표	측정 차원	출처
Copernicus 서비스, Copernicus 데이터, 데이터 및 정보 접근 시스템(DIAS) 이용자 수 ※ 가능할 경우 이용자 유형, 지리적 분포, 활동 분야 정보 포함	이용자 수	Copernicus 위임기관의 분기 및 반기 보고서, 데이터 배포 대시보드
Copernicus 서비스 요청 및 제공된 건수	서비스 요청 건수	관련 Copernicus 서비스의 분기/반기 보고서
Copernicus 서비스 및 DIAS에 대한 EU 이용자 만족도	이용자 만족도	연례 이용자 설문조사
Copernicus 서비스 및 Copernicus 데이터 스트림의 신뢰성, 가용성, 연속성	데이터 및 서비스 제공의 신뢰성, 가용성, 연속성	Copernicus 데이터 IT 대시보드, 분기/반기 이행 보고서
각 Copernicus 서비스 포트폴리오에서 제공된 정보제품 수	Copernicus 서비스별 이용자 대상 제품 총수	분기별 보고서 및 제품 배포 대시보드
Sentinel 위성에서 생성된 데이터 양	Sentinel 데이터 IT 볼륨	분기별 보고서 및 데이터 배포 대시보드

자료: EC(2021), p. 35.

(3) 위성정보 관련 프로그램 현황

▪ **코페르니쿠스**

코페르니쿠스(Copernicus) 프로그램은 유럽의 종합적인 지구관측 프로그램으로 지구환경과 기후변화, 재해관리, 안보 등의 다양한 도전과제에 대응하기 위해 만들어진 종합적인 데이터 제공 프로그램이다.[124] 코페르니쿠스 프로그램은 2014년 Sentinel 위성 발사를 시작으로 본격적으로 운영되

123) CASSINI initiative(검색일: 2025.4.23.)
124) DG DEFIS Copernicus-Earth Observation(검색일: 2025.4.25.)

기 시작했으며, 현재까지 가장 성공적인 지구관측 이니셔티브 중 하나로 평가된다. 프로그램의 전반적 운영은 EC와 ESA, EUMETSAT가 공동으로 수행하고 있으며, 각각 제공되는 서비스 분야별로 데이터의 수집과 관리, 배포에 대한 업무를 별도의 기관에 위탁하고 있다(그림 2-8). 코페르니쿠스의 주요 위성 체계는 Sentinel 위성을 중심으로 진행하고 있으며, 2024년 기준 Sentinel 위성은 8개가 운영 중이며 2030년까지 지속적으로 추가할 예정이다.[125]

〈그림 2-8〉 Copernucus 운영을 위한 협력기관



자료: Copernicus 홈페이지(검색일: 2025.4.26.)

2023년 12월 기준 코페르니쿠스의 일일 최대 데이터 생산량은 약 30TB, 온라인에 저장된 데이터는 약 68PB이며 시스템과 데이터에 등록된 사용자는 약 8만 5천명, 웹 플랫폼의 방문자는 60만 명 이상, 조회는 11만 건 이상을 기록하고 있다.[126] 제공되는 정보는 도시계획, 지속가능한 개발, 자연보호, 농업, 산림, 수산, 건강, 교통 등 매우 광범위한 분야에 응용되어 유럽 시민의 삶의 질을 개선하고 경제를 촉진하는 데에 활용되고 있다(그림 2-9).[127] 코페르니쿠스는 총 6개의 서비스 분야를 구분해 운영하고 있으며 세부적으로 대기, 해양, 토지, 기후변화, 안보, 긴급 분야로 구성된다.

125) Copernicus Programme(2024), p. 8.
126) Copernicus Programme(2024), pp. 6-7.
127) DG DEFIS Copernicus-Earth Observation(검색일: 2025.4.25.)

〈그림 2-9〉 Copernicus Services



자료: Copernicus, Copernicus services(검색일: 2025. 4. 26.)

대기모니터링서비스(CAMS)는 대기화학 조성(오존, 공기질, 온실가스, 에어로졸 등) 등 대기환경 정보를 모니터링하고 일기예보 등 기후 정책을 지원한다. 일일 대기질의 정보, 전지구의 온실가스 농도추적, 화산재 및 화산연기의 확산 모델링 등 정보를 제공하고 있으며, 이는 공중보건과 재생에너지, 기상청 등에서 활용되고 있다.[128] 해양환경모니터링서비스(CMEMS)는 해양의 물리적 상태, 해양 생지화학, 극지 해빙 등을 모니터링하고 정보를 생산하여 해양 정책, 해양 안전 및 블루 이코노미에 기여하고 있다. 실시간 해양예보, 기후변화의 영향분석 결과 등 해양에서의 모니터링 및 분석·예측 정보를 제공하고 있으며, 이는 어업 관리나 해양 안전, 연안재해 대응을 위한 자료들로 활용되고 있다.[129] 육지모니터링서비스(CLMS)는 토지의 이용·피복 변화, 생태계의 건강, 수자원 관리 등에 관한 지리정보를 제공하여 국토계획, 산림·농업 관리, 물 자원관리 등을 지원한다.[130] 기후변화서비스(C3S)는 기후변화 지표(대기, 육지, 해양, 빙하 등) 54개와 기후 예측 정보를 제공함으로써 국가별 온실가스 감축 목표의 이행

128) CAMS 홈페이지(검색일: 2025.4.25.)
129) CMEMS 홈페이지(검색일: 2025.4.25.)
130) CLMS 홈페이지(검색일: 2025.4.25.)

점검이나 기후적응 전략 수립 및 에너지·농업 분야의 의사결정 등에 활용되고 있다.[131] 긴급관리서비스(CEMS)는 자연재해를 비롯한 긴급한 위기가 발생할 시 위성지도 및 조기경보 정보를 신속하게 제공하여 재난에 대응하고 위기를 관리할 수 있도록 지원하고 있다. 홍수, 산불, 지진 등 피해지역의 지도와 홍수예경보시스템, 산불정보시스템 등을 통해 피해저감과 구조 및 복구를 지원한다.[132] 안보서비스(CSS)는 유럽 안보를 위한 위성정보 지원을 목적으로 하며 국경 감시, 해상 치안, 위기지역 정찰 등에 위성영상을 활용한다. 이민경로에 대한 모니터링, 해양 오염 및 불법 어업 정보 등 EU의 외부활동 및 치안유지 임무를 지원하고 있다.[133]

전술한 것처럼 코페르니쿠스 프로그램은 유럽연합 집행위원회가 전체 조정 및 관리를 담당하고 있으며, 다수의 유럽 및 국제기관들과 협력해 운영되고 있다. 이런 체계는 서비스 유형에 따라 다르게 적용되어 있어, 유럽중기예보센터(ECMWF)는 대기 모니터링 서비스(CAMS)와 기후변화 서비스(C3S)의 운영을 맡아 대기환경·기후 데이터 처리에 기여하고 있다. Mercator Ocean International(이하 MOi)는 해양환경에 대한 모니터링 서비스를 운영하고 있으며, 유럽환경청(EEA)은 육지의 모니터링 서비스를, 유럽연합 공동연구센터와 EU 위성센터 등도 보안 및 긴급대응 서비스를 운영하고 있다. 이처럼 Copernicus는 회원국 정부와 학계, 산업체 등 파트너십 기반의 거버넌스 구조를 잘 갖추고 있으며, 다기관의 전문성을 바탕으로 지구관측의 정보서비스 인프라를 성공적으로 운영하고 있다.

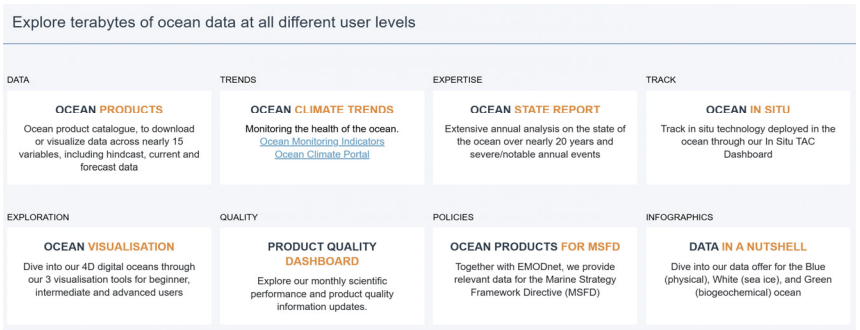
▪ 코페르니쿠스해양서비스

코페르니쿠스해양서비스(Copernicus Marine Environment Service)는

131) C3S 홈페이지(검색일: 2025.4.25.)
132) CEMS 홈페이지(검색일: 2025.4.25.)
133) Copernicus 홈페이지-CSS(검색일: 2025.4.25.)

앞서 소개한 코페르니쿠스 프로그램의 해양 분야 전문 서비스로, 전 지구 및 지역 해양의 상태를 모니터링하기 위해 설계되었다. CMEMS는 해양에 관한 신뢰성있는 정보를 제공하여 해양정책 집행과 블루 이코노미의 발전을 지원하고자 하며, 세부적으로는 해양정책 지원과 재해 예방 및 안전 확보, 블루 이코노미 촉진, 고학 연구와 혁신 유도, 국제협력과 해양관측 역량의 향상을 목표로 한다. 2015년 5월부터 운영을 시작한 비교적 신규 서비스로, 유럽연합 집행위원회(EC)의 위탁을 통해 MOi[134]이 총괄해서 운영하고 있다.[135] ESA와 EUMETSAT와의 협력으로 Sentinel-3와 Sentinel-6를 통한 위성 데이터를 CMEMS로 전달하거나 배포하고 있으며, 유럽환경청(EEA)과 해양안보청 등 유관기관들과도 협력을 통해 정보를 배포·활용하도록 지원하고 있다(그림 2-10).[136]

〈그림 2-10〉 CMEMS 해양데이터 제공 체계



자료: CMEMS Access data(검색일: 2025.4.26.)

134) Mercator Ocean International은 프랑스에 위치한 해양 과학 기반 국제기관으로, 해양 보전과 지속 가능한 이용을 위한 과학적 데이터, 예측, 서비스를 제공하는 것을 목적으로하고 있다. 전 세계 45만 명 이상의 사용자가 활용하는 해양데이터 플랫폼인 CMEMS의 운영을 지원하고 있다. MOI 홈페이지(검색일: 2025.4.24.).

135) Ibid.

136) EUMETSAT Copernicus Marine Service(검색일: 2025.4.24.)

유럽연합은 해양이 갖는 막대한 환경·경제적 중요성을 인식하여 코페르니쿠스 프로그램 내 해양 서비스를 핵심 서비스 중 하나로 포함시켰다. 그 결과 CMEMS는 전 지구 해양을 포괄하는 종합 해양 정보서비스로 유럽 및 전 세계 해역을 대상으로 위성정보를 포함해 연간 10,430TB의 정보량을 배포하고 있다.[137]

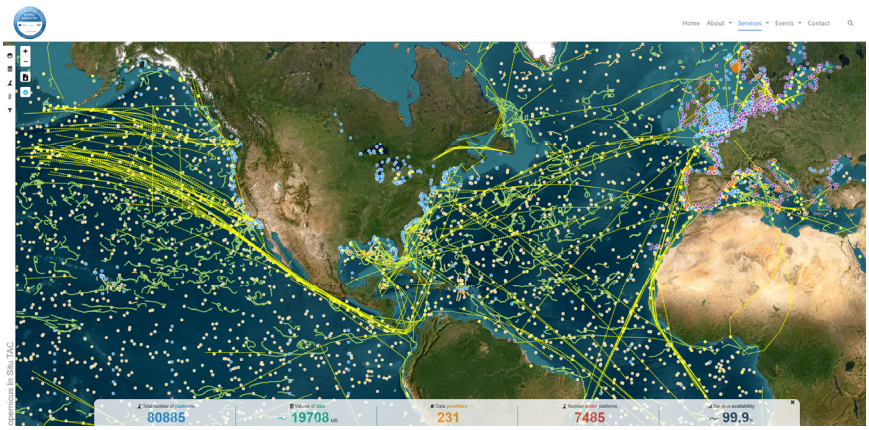
해양에 대해 제공하는 정보는 해수면 온도·높이, 염분, 해수면 높이, 파고 등의 물리 분야와 엽록소 농도, 영양염류, pH 등 생지화학 분야, 해빙의 범위 및 두께 등의 빙하 정보 등 약 200종 이상의 데이터 제품이다.[138] 데이터들은 30년 이상 과거의 해양 상태를 재구성한 데이터와 24시간~48시간 이내의 최신 관측 정보, 3일에서 수 주일까지의 예보 결과 등 다양한 시간대의 범위를 가진다.[139] 이러한 정보는 연 1회 발간되어 IPCC를 비롯한 국제기구 정책에 활용되는 Ocean State Report(OSR)의 주요 자료로 이용되고 있으며, 또한 시각화 도구(MyOcean)로도 제공되고 있다.[140]

CMEMS에서는 데이터 제공에 있어 위성정보만큼이나 현장 관측 데이터의 중요성도 강조하고 있다. 현장 관측은 우주 또는 위성정보에서는 관측할 수 없는 해양 내부 모니터링에서 필수인 자료로 위성정보와 함께 활용하는 것을 강조하고 있다.[141] 관측되는 현장 정보는 위성정보의 정확도 개선 및 신뢰성 확보와 해양의 다각적 관측에 활용되고 있다. 현장 데이터의 수집은 현장의 주제별 관측 센터(In Situ Thematic Assembly Centre)를 통해 수집되고 있으며, 관측센터는 다양한 플랫폼의 현장 관측 자료를 수집·제공하는 것을 목적으로 한다(그림 2-11). 현장조사는 온도, 염도, 해류, 해수면, 엽록소, 영양소, 탄소 등 다양한 항목으로 나뉘며 약 6만 개 이상

137) MOI(2024b), pp. 1-12.
138) Copernicus Marine Data Store(검색일: 2025.4.24.)
139) von Schuckmann et al.(2025), pp. 1-155.
140) von Schuckmann et al.(2024), pp. 1-272.
141) Copernicus, In Situ Thematic Center(검색일: 2025.8.24.)

의 플랫폼에서 정보를 저장하고, 320개 이상 데이터 제공업체와 약 7,000개 활성화된 관측 플랫폼에서 현장 관측 데이터를 정기적으로 수집·제공하고 있다.[142]

〈그림 2-11〉 CMEMS In-Situ Ocean TAC 관측망(대시보드) 예시



자료: CMEMS In-Situ TAC(검색일: 2025.8.24.)

MOI에서는 매년 해양 데이터 서비스의 개선을 위해 서비스의 성과 평가와 사용자 수요에 대한 사항을 조사하고 있다. 서비스 사용자의 활동, 커뮤니티의 성장, 서비스의 활용 성과 등을 정량 지표를 중심으로 분석한 연례 보고서를(Copernicus Marine User Uptake Report) 발간하고 있으며, 사용자의 요구사항을 체계적으로 분석해 서비스 개선방향을 제시하는 연례 보고서도 발간하고 있다.[143][144] User Uptake 보고서를 통해서는 CMEMS의 활용도가 매우 커진다는 것을 확인할 수 있는데, 2024년 기준 CMEMS의 이용자는 전 세계 230개 국가 대상 8만 8천 명의 구독자를 보

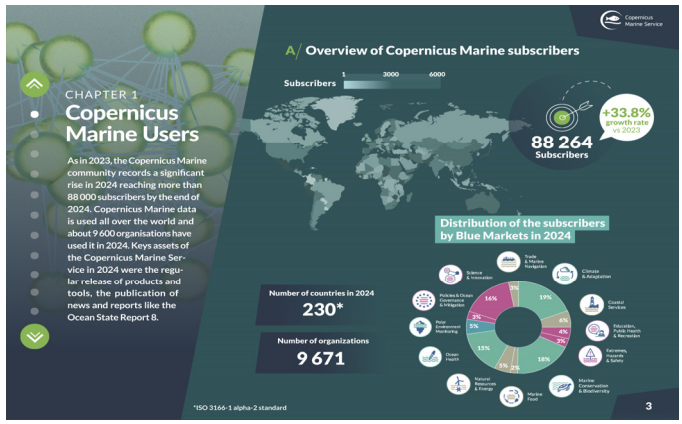
142) Copernicus, In Situ Thematic Center(검색일: 2025.8.24.)
143) MOI(2024a), pp. 1-50.
144) MOI(2024b), pp. 1-12.

유하고 있으며, 이는 2023년보다 33% 증가한 수치이다.[145] 또한 해양 데이터 다운로드 수가 84%로 증가했으며, 1만 번 이상의 해양 모니터링 지수에 대한 검색이 발생한 것으로 확인되었다.[146] 위성정보를 비롯해 지속적으로 개선되고 다양화되는 해양 데이터 생산물(products)의 수요와 활용도가 급격하게 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

CMEMS의 사용자 피드백 보고서는 제공되는 정보 및 서비스 개선을 위한 사용자 의견 수집과 분석을 목적으로 매년 발행되고 있다. 보고서는 사용자의 요구사항을 반영해 제품과 서비스를 지속적으로 개선하고, 해양 정책의 수립 및 이행에 필요한 데이터를 조사하고 제공하며, 향후 서비스 개발 방향을 설정하는 데 활용된다(그림 2-12).[147] 27,000명 이상의 등록 사용자를 대상으로 한 설문조사와 워크숍, 이벤트 등을 통해 다양한 커뮤니티의 사용자로부터 연안 공간, 데이터 제품, 서비스 등 전반에 대한 피드백을 수집하고 분석한다(그림 2-13). 보고서에는 수집된 피드백의 정량적 수치 분석과 함께 제품 및 서비스의 카테고리별 분류를 통한 분석과 분석 결과를 바탕으로 한 향후 개선 조치 및 개발계획을 포함하고 있다.[148] 2024년 보고서의 경우 데이터 부문에서는 해안 모니터링 정보의 고도화(고해상도 데이터의 확대), 예측 정보에 대한 기간 확대(1개월 이상의 장기 예측 정보), 예측 결과의 불확실성 정보에 대한 추가 등의 데이터 시각화 도구를 개선해야 한다는 등의 요구사항이 도출되었다. 또한 정책적으로는 EU 해양전략(MSFD)과 파리협정(NDC)의 이행을 지원하기 위한 요구 등의 내용을 포함해 실질적이고 적극적인 피드백이 제시되어 개선에 반영되고 있다.[149][150]

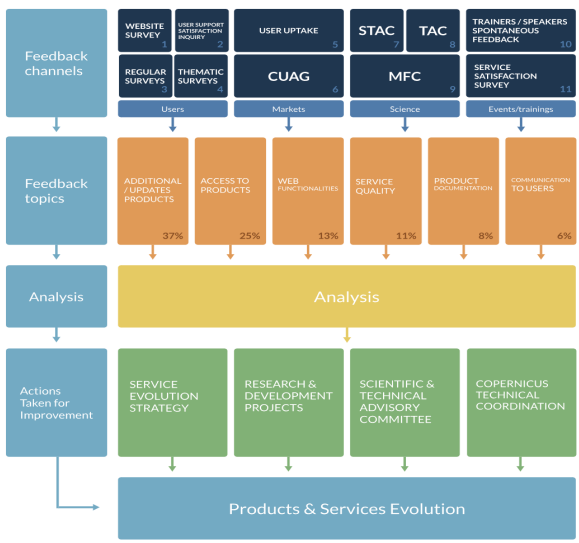
145) MOI(2024a), pp. 1-50.
146) MOI(2024b), p.3, p.7.
147) CMEM News(2025.3.14.)(검색일: 2025.4.26.)
148) Ibid.
149) CMEM News(2025.3.14.)(검색일: 2025.4.26.)
150) MOI(2024), pp.17-34.

〈그림 2-12〉 Copernicus Marine Service 개요



자료: MOI(2024b), p. 3.

〈그림 2-13〉 Copernicus Marine Service 사용자 피드백 중심 서비스 개선 절차



자료: CMEMS User-Driven Approach(검색일: 2025.4.27.)

3) 일본

(1) 위성활용 관련 기관 현황

일본 우주항공연구개발기구(JAXA)는 2003년에 설립된 일본의 핵심 우주 개발 실시기관으로 일본정부의 우주 개발을 기술적으로 지원하고 있다. 우주 항공 기초연구로부터 로켓과 인공위성 개발 및 우주산업에 이르기까지 하나의 조직으로서 일원화된 업무를 주도하고 있다.

2013년에는 "우주와 하늘을 이용하여 안전하고 풍요로운 사회를 실현한다"는 경영이념과 "Explore to Realize"라는 슬로건을 정하였으며, 2015년에는 국립연구개발법인으로 전환하여 일본 전체의 연구개발 성과를 극대화하는 것을 목표로 새로운 출발을 하였다. JAXA는 사람들의 행복과 창조적 사고, 책임과 프라이드를 중요시하는 행동 방침을 통해 경영이념을 실현하고자 노력하고 있다.

한편 리모트센싱기술센터(RESTEC)는 1975년에 설립되어 위성영상 판매 및 솔루션 제공을 주요 업무로 하고 있다. 위성 리모트 센싱에 관한 연구·개발부터 운용·이용에 이르는 종합적인 솔루션을 제공하며 환경, 재해, 국토관리, 농림수산 등 다양한 분야의 사회 현안을 해결하는 데에 기여하고 있다. RESTEC은 위성 지구관측 기술을 향상시키고, 다양한 분야에 도움이 되는 가치 있는 정보로 사회·생활·사람을 연결하며, 리모트 센싱 기술의 성과를 국내외 사회와 공유한다는 비전을 가지고 다음의 사업을 추진하고 있다(표 2-11).

〈표 2-11〉 RESTEC의 주요 사업 내용

구분	사업내용
위성지구관측 사업	• 우주개발이용을 지원하고 종합적인 위성 리모트 센싱 기술을 개발
연구개발 사업	• 리모트 센싱 기술의 새로운 가능성을 추구하고 해석연구를 선도

구분	사업내용
싱크탱크 사업	• 축적된 지식과 네트워크를 통해 지구 관측 관련 과제 해결과 정책 자문 제공
솔루션 사업	• 리모트 센싱 기술을 활용하여 사회와 시민의 문제 해결에 기여
인재 육성 사업	• 교육·연수 서비스와 네트워크 활용을 통해 리모트 센싱 기술의 보급 기반 조성
보급 촉진 사업	• 공공이익의 관점에서 리모트 센싱의 이용과 보급을 촉진

자료: RESTEC 홈페이지 참고하여 저자 작성(검색일: 2025.4.12.)

(2) 위성정보 관련 법·제도 현황

내각관방은 내각의 보조기관으로 내각총리대신을 직접 보좌하는 기관이며, 내각관방의 내각정보조사실 산하에 내각관방 위성정보센터[151]가 있다. 이 센터는 안전 보장, 재해 대응, 내각의 중요 정책에 관한 정보 수집을 목적으로 하는 인공위성 관련 업무를 담당하고 있다.

정보 수집 위성(IGS)은 1998년 12월 내각 결정에 의해 도입되었으며 외교·방위 등의 안전 보장 및 재해 대응을 위한 정보 수집이 목적이다. 광학 위성과 레이더 위성으로 구성되어 있으며 우주기본계획에 따라 10기 체제로 확장할 계획을 추진 중이다. 위성에서 수집된 정보는 정부 및 관계기관에 배포되어 정세 판단과 정책 의사결정에 활용되며, 대규모 재해가 발생했을 시에는 재해 상태에 대한 측정 지도와 가공처리 영상을 작성하여 관련 부처에 배포하고 있다.

일본은 해양기본계획[152]을 수립하여 추진하고 있다. 이 계획은 일본 해양정책의 기본 틀로서 기능하며 시간이 지남에 따라 위성 기술의 활용에 대한 인식이 점진적으로 발전해왔다. 제1차 해양기본계획(2008년)에서는 위성기술이 다뤄지지 않았으나, 제2차 해양기본계획(2013년)부터 “과학적 지견의 충실” 부분에서 위성정보 활용에 관한 내용이 포함되었다. 이는 해양정책에서 위성 기술의 잠재적 가치가 인식되기 시작했음을 의미한다.[153]

151) 일본 내각관방 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)
152) 일본은 2007년 해양기본법 제정 이후, 2008년부터 5년마다 해양기본계획을 수립·시행하고 있음.

제3차 해양기본계획(2018년)에서는 “과학적 지견의 충실” 항목에서 위성 정보 연구 및 검토의 필요성이 보다 구체적으로 강조되었다. 이는 위성 기술이 해양정책에서 점차 중요한 위치를 차지하기 시작했음을 보여준다.[154] 제4차 해양기본계획(2023년)[155]에서는 위성 기술의 중요성이 크게 부각되어, ‘착실하게 추진해야 할 7개의 주요 시책’ 중 하나로 위성을 활용한 다양한 사업이 구체적으로 언급되었다. 이 시기부터 해양관측, 해양자원 탐사, 해양안보 등 다양한 분야에서 위성 기술의 활용이 세부적으로 계획되기 시작했다.

2000년대 중반 이후 해양 분야에서 위성 정보의 중요성이 인식되기 시작하면서 해양 개발, 안전, 북극항로, 어업, 해양관리 등 다양한 분야에 위성 정보를 적극적으로 활용하는 전략이 추가되었다. 특히 제2차 해양기본계획에서는 위성 정보를 해양정책의 중요한 도구로 명시하며 해양과 우주 분야의 융·복합 정책이 본격적으로 추진되기 시작했다. 2010년대 들어서는 위성 기술이 해양 감시, 해양 자원 탐사, 해양 안보 등 실질적인 정책 실행의 핵심 수단으로 자리 잡았다. 일본 정부는 인공위성, 항공기, 선박 등에서 입수한 정보를 통합해 해양 감시 체제를 강화하고, 조기경계 위성 및 정밀 위치정보 위성(준텐초 위성) 등 첨단 위성의 개발과 운용을 확대하고 있다. 또한 북극해의 해빙 관측 등 국제적 과학 협력에도 위성의 활용을 확대하고 있다.

이와 같이 일본 해양기본계획에서 위성 기술의 활용은 초기에는 거의 고려되지 않았으나 점차 그 중요성이 부각되면서 해양정책의 핵심 도구로 자리 잡아 왔다. 이러한 변화는 일본 해양정책이 기술 발전과 함께 진화하고 있음을 보여준다. 현재는 해양과 우주 정책의 융합, 첨단 위성의 운용, 해양의 감

153) 김경신(2013.5.7.)(검색일: 2025.4.12.)
154) 채첩(2020), p. 201.
155) 일본 내각부 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)

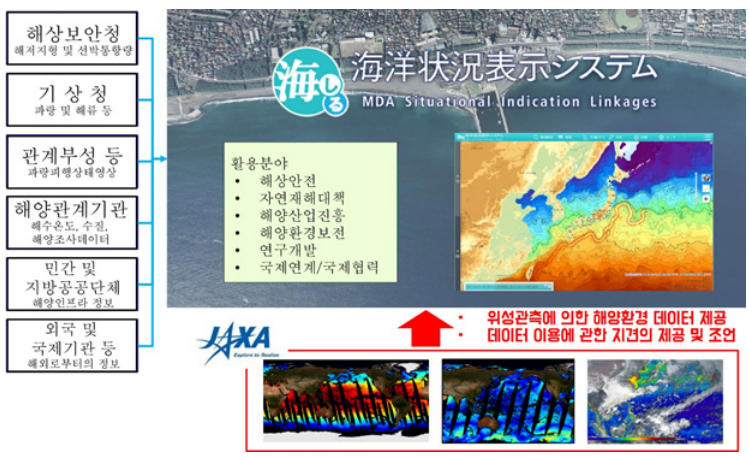
시 및 자원 개발 등 분야에서 위성 기술이 핵심적인 역할을 수행하고 있다.

(3) 위성정보 관련 프로그램 현황

▪ **해양상황인식체계**

JAXA는 2016년 종합해양정책본부 결정 및 2018년 제3차 해양기본계획에 기초하여 일본의 해양상황인식체계(MDA) 능력을 강화하기 위한 사업을 추진하고 있다(그림 2-14). MDA는 정보수집 위성과 통신 위성을 사용하여 외국함선이나 수상한 선박 등의 동향에 대한 정보를 수집하는 체계이다. MDA는 관계부처와 정부기관이 보유한 다양한 해양 정보를 집약하여 지도상에 표시하는 정보 서비스로 해상보안청이 운용하고 있다.

〈그림 2-14〉 일본의 MDA 협력 구조



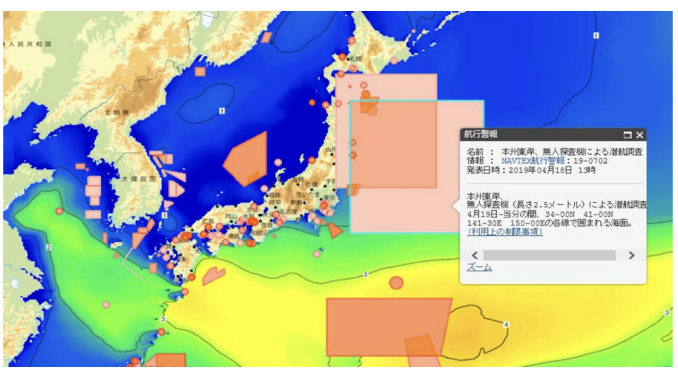
자료: JAXA 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)

일본은 최근 해양상황인식체계(MDA)에서 위성영상을 적극적으로 활용하며 그 역할과 기술이 빠르게 고도화되고 있다. 일본 해상보안청은 2019

년부터 MSIL(MDA Situational Indication Linkages) 시스템을 운영하여 위성영상, 해양기상, 선박 위치 등 다양한 해양정보를 통합하여 지도상에 실시간으로 표시하고 있다(그림 2-15).[156]

JAXA는 합성개구레이더(SAR), 선박자동식별장치(AIS)를 탑재한 위성, 해양환경을 관측하는 위성(GCOM-W, GCOM-C 등)을 통해 선박의 이동, 불법조업, 해양오염, 북극항로 등 다양한 분야의 데이터를 제공한다.[157] 특히 AIS 신호를 끈 그림자 선박 등 의심 선박을 탐지하기 위해 위성영상과 AI 기술을 결합한 감시체계를 개발하고 있다.[158] 2025년에는 AI를 탑재한 위성 AIRIS를 발사해 실시간으로 선박을 자동 식별·추적하는 실증 사업도 추진 중이다. 위성영상은 해양오염(예 : 모리셔스 유조선 사고)에 대한 대응, 어장 관리, 북극항로의 최적화, 해양재난의 감시 등 국가 해양안보와 경제안보 전반에 활용되고 있다.

〈그림 2-15〉 MSIL(Marine Safety Information Layer) 시스템 화면



주 : MSIL은 해상 안전 정보를 시각적으로 제공하는 시스템으로 여기서는 파도 지도(wave map) 위에 항행 경보 구역(navigational warning zones) 표시
자료: Tomohiko(2019), p. 4.

156) Tomohiko(2019), p. 4.
157) Jaxa 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)
158) Spectra 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)

일본은 2026년까지 7기, 2030년대에는 11기 규모의 독자적인 위성항법시스템(QZSS) 구축을 추진하며 정밀 위치정보와 연계한 해양 감시 역량도 강화하고 있다.[159] 이처럼 일본은 위성영상과 AI, 통합 정보시스템을 결합해 해양상황인식체계를 고도화하고 해양 안전, 자원 관리, 환경 보호, 안보 등 다양한 분야에서 위성영상을 핵심 도구로 적극 활용하고 있다.

▪ **해양환경 모니터링 프로그램**

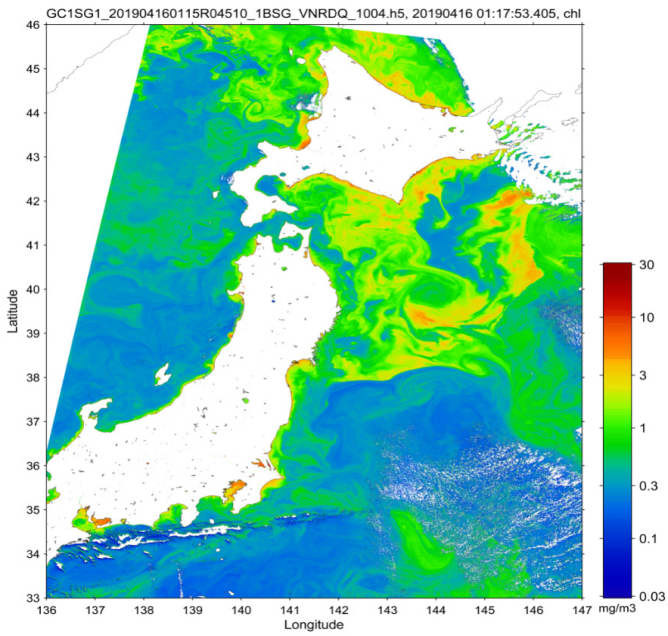
JAXA는 최근 다양한 위성 플랫폼을 활용해 해양 환경을 종합적으로 모니터링하는 시스템을 고도화하고 있다.

해양환경 감시 분야에서 GCOM-W (Shizuku) 위성은 해면 수온, 해상 풍속, 강우, 해빙 면적 등 해양환경과 관련된 데이터를 관측하고 있다. 이 데이터는 일본 내외 관계기관에 제공되어 해양환경에 대한 감시, 기후변화의 연구, 해양재난에 대한 대응 등에 활용되고 있다. 해빙 모니터링 분야에서는 GCOM-W와 GCOM-C 위성을 연계해 북극 및 남극의 해빙 변화, 해빙 분포, 계절별 변동을 정밀하게 관측한다. 특히 ALOS-2와 같은 합성개구레이더(SAR) 위성을 활용해 고해상도 해빙 관측이 가능하며 해빙 이동 및 두께 변화 등 세밀한 정보까지 파악할 수 있다.

해색(海色) 모니터링은 GCOM-C 위성의 SGLI(Successor Global Imager) 센서를 통해 전지구의 식물플랑크톤 분포, 해양의 클로로필 농도, 연안의 부유물질 흐름 등 생태계 변동을 파악한다(그림 2-16). 이 데이터는 해양 생물자원의 관리, 적조 감시, 해양환경의 변화 연구에 적극적으로 활용된다.

159) The Korea Times(2025.2.2.)(검색일: 2025.4.12.)

〈그림 2-16〉 시키사이에 의해 관측된 일본 해역의 클로로필 a 농도분포(2019년 4월)



자료: Jaxa 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)

최근에는 위성에서 획득한 대용량 데이터를 AI 및 빅데이터로 분석하여 해양환경 변화의 조기 탐지, 이상 징후의 자동 분석, 국제 공동 연구 등 활용 범위가 확대되고 있다. JAXA는 아시아·태평양 지역의 기후센터 등과 협력해 기후변화에 대한 대응, 해양생태계 보전, 해양재난 예방 등 글로벌 환경 이슈에 대응하는 첨단 해양관측체계를 강화하고 있다.

▪ **재해 및 방제 지원**

RESTEC은 SAR 위성을 활용하여 야간과 악천후 시에도 수해 피해 지역을 관측하고 침수 상황을 3차원으로 파악하여 복구 활동에 필요한 정보를 제공하고 있다. 2011년 동일본 대지진 당시에는 침수역 추출 영상을 정부

및 방제 관계기관에 제공하여 배수용 펌프 수를 산정하고 우선 복구 지역을 선정하는 데 기여한 바 있다.

최근 일본에서는 연안의 재해 및 방제를 지원하는 분야에서 위성 활용이 더욱 고도화되고 있다. 일본 정부는 대규모 재해와 빈발하게 발생하는 수해, 토사 재해 등에 대응하기 위해 SAR 등 다양한 관측 위성의 실시간 데이터를 기본 방제정보유통네트워크(SIP4D)와 연계하여 신속하게 피해 상황을 파악하고 관계기관에 정보를 공유하는 체계를 강화하고 있다.[160] 또한 정지위성을 포함한 최신 관측 기술을 도입하여 집중호우, 해일, 침수 등 연안 재해의 예측 정밀도를 높이고, AI 등 데이터 분석기술과 융합하여 자동화된 피해 분석과 신속한 의사결정 지원이 가능해졌다. 이러한 위성 데이터는 방제·감제뿐 아니라 지반 침하, 인프라 관리, 연안 지역의 취약성 평가 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 민간 영역에서도 보험, 스마트시티, 신재생에너지 등의 연계 서비스로 확장되고 있다. 일본은 앞으로도 위성 데이터와 첨단 ICT를 결합해 재해 대응과 복구, 연안의 방제 역량을 지속적으로 강화할 계획이다.

▪ **북극항로 개척 지원**

JAXA는 지구온난화로 인한 북극해 해빙 변화에 대응하여 국토교통성, 북해도 개발국, 대학 등과 협력해 위성을 탑재한 선박자동식별장치(SPAISE)와 해빙 관련 데이터를 활용한 북극항로의 항해 실태를 파악하고 최적 항로를 탐색하는 연구를 지속하고 있다.[161] 이는 일본이 북극항로 운영에 실제로 위성 데이터를 적용하고 있음을 보여준다. 최근에는 북극항로의 상업적 이용이 점차 확대되고 있으며, 2024년 7월부터 본격적인 북극해항로(NSR) 운항 시즌이 시작되어 유조선, 벌크선, 컨테이너선 등 다양한

160) 내각부(内閣府)(2023), p. 22.,(검색일: 2025.4.12.)
161) JAXA 홈페이지(검색일: 2025.4.12.)

선박이 북극항로를 이용하고 있다. 러시아는 쇄빙선과 항만 인프라를 대폭 확충해 연중 운항을 목표로 하고 있고, 북극항로의 해상운송 물동량도 빠르게 증가하고 있다. 각국은 북극항로 개척에 필요한 실시간의 해빙 정보, 최적의 항로 탐색, 위험 해역에 대한 예측 등에서 위성 데이터의 중요성을 더욱 강조하고 있다.

일본은 JAXA의 위성 관측 기술을 활용해 해빙의 분포, 해상의 기상, 선박의 위치 등 북극항로 운항에 필수적인 정보를 실시간으로 제공하고 있다. 이렇듯 위성에 기반한 정보는 북극항로의 안전한 운항과 상업적 활용의 확대에 기여하며, 최근에는 AI와 빅데이터 분석을 결합해 해빙의 변화 예측, 최적의 항로 탐색, 해양의 재해 위험에 대한 조기 경보 등 첨단 서비스로 발전하고 있다

▪ **해상안전 및 해운물류 관리**

JAXA는 인공위성을 탑재한 AIS와 합성개구 레이더를 통해 전 지구적인 선박 항해정보를 수집하고 있다. 특히 지상 AIS로는 수신이 어려운 외양해역의 선박 정보를 수집함으로써 해난사고에 대한 원인 규명, 개별 선박의 항해 실적 파악, 해상 교통량에 대한 분석 등에 활용하고 있다.

이처럼 일본은 JAXA와 RESTEC을 중심으로 한 위성정보를 해양 분야에 적극적으로 활용하여 환경 모니터링, 재해 대응, 자원 관리, 해상 안전 등 다양한 영역에서 첨단 해양 정책을 추진하고 있다.

4) 호주

(1) 위성정보 관련 운영 기관

호주 우주청(ASA)은 2018년 7월에 신설된 호주 민간 우주개발 전담 기

구로 산업과학자원부 산하 전문 조직이다. 국가의 우주활동을 총괄 조정하고 우주산업의 성장을 촉진하는 역할을 맡고 있다.[162] 특히 2030년까지 우주분야와 관련된 일자리 2만 개를 창출하고 산업규모를 12억 호주달러까지 달성한다는 정량적·경제적 목표를 설정하고, 위성 개발에서부터 정보의 이용까지 우주분야 전반에 걸친 전략을 수립·시행하고 있다.[163] 위성정보의 활용을 위해서는 국제 협력과 민관 참여를 장려하여 핵심 데이터를 확보하고 산업을 발전시킬 것을 강조하고 있다.[164]

호주 지질조사국(GA)은 호주 지질·지리공간정보를 담당하는 중앙기관으로, 정부 및 사회의 주요 과제를 지원하기 위해 지구관측 위성자료를 활용한 과학 정보를 생산·제공하고 있다.[165] GA는 비기상 분야의 지구관측(Earth Observation) 데이터의 주관 기관으로서 위성자료의 수집·보정·보관과 이에 기반한 인프라 운영을 총괄한다. 미국 등의 국제 위성운영기관들로부터 위성영상을 지속적으로 수신하여 국가 데이터 아카이브를 구축하고 있으며, 수신된 자료의 처리를 통해 산불·홍수 등 재해에 대응하기 위해 실시간 정보도 함께 제공하고 있다.[166]

연방기상청(BoM)은 호주의 국가 기상·기후·수문과 관련된 업무를 담당하는 기관으로 1955년 기상법에 의해 설립되었다.[167] 기상청은 기상위성을 이용한 대기·해양 감시가 핵심 임무이며, 일본·미국 등과 협력하여 정지궤도 기상위성(Himawari 등)의 자료를 실시간으로 수신·분석하여 일기예보와 기상·재해 예경보를 제공한다.[168] 기상청은 GA 및 과학산업연구기구

162) ASA about us, Australia's space regulation(검색일: 2025.4.15.)
163) Australian Space Agency(2019), pp.III-IV, p.8.
164) Australian Space Agency(2019), pp.III-IV, p.3. p.17.
165) ACIL ALLEN(2017), pp.5-6.
166) Geoscience Australia, Satellite imagery at work Emergency management (Emergency management)(검색일: 2025.4.15.)
167) Australian Space Agency(2020), pp.15-16.
168) Zeschke et al.(2019), p.2.

(CSIRO)와 함께 정부 차원의 기관인 '우주기반 지구관측워킹그룹'을 맡아 전국의 위성정보 수요에 대한 검토를 주도하고 표준화된 지구관측 데이터를 제공하는 체계의 구축을 이끌고 있다.[169]

CSIRO는 호주의 국책 과학연구기관으로 위성원격탐사의 연구개발 및 신규 위성임무의 참여를 통해 위성정보의 활용을 지원한다.[170][171] 매년 호주 전역에 걸쳐 80명 이상의 전문 인력이 지구관측과 관련된 연구를 수행하고 있으며, 영국과 협력한 NovaSAR-1 레이더위성 등 자체 위성 데이터를 획득하기 위한 프로젝트 등도 운영하고 있다.[172][173] 이러한 연구역량에 기반해 CSIRO는 위성을 활용한 정부의 정책에 대한 자문과 민간과의 기술협력을 통해 호주의 위성정보 활용 생태계를 발전시키는 역할을 수행하고 있다.[174]

(2) 위성정보 관련 법·제도 현황

관련된 법·제도적인 현황을 살펴보면, 먼저 호주의 민간 위성개발·운용 활성화는 2018년 「우주(발사 및 귀환)법」(Space (Launches and Returns) Act 2018)에 근거하고 있으며, 해당 법령은 기존 1998년에 제정되었던 「우주활동법」(Space Activities Act 1998)을 대체하였다는 것을 알 수 있다.[175] 이 법은 호주 내외에서 이루어지는 민간의 우주활동(위성 발사, 운용, 귀환)을 허가·감독하며, UN의 우주조약 등 국제의무의 이행을 국내법에 반영했다. 법의 주요 목적은 우주산업에 대한 참여를 장려하고 안전을 확보하는 사이에서 이 둘 간의 균형을 달성하는 것으로, 세부 규정

169) Australian Space Agency(2020), pp.15-16.
170) CSIRO about(검색일: 2025.4.17.)
171) CSIRO Earth observation data analytics(검색일: 2025.4.17.)
172) CSIRO Centre for Earth Observation, About NovaSAR-1(검색일: 2025.4.17.)
173) eoPortal NovaSAR-1(검색일: 2025.4.17.)
174) CSIRO Earth observation data analytics(검색일: 2025.4.17.)
175) ASA about us, Australia's space regulation(검색일: 2025.4.15)

은 2019년의 시행규칙(Space (Launches and Returns) Rules 2019)에 명시됐다.[176] 위성주파수 할당과 같은 부분은 전기통신과 관련된 법령(Radiocommunications Act 1992)에 따라 관리되며, 위성영상을 활용할 때는 별도의 제한을 두지 않고 미국과 유럽연합과 유사하게 개방성을 원칙으로 한다.[177]

2013년 호주 정부는 처음으로 국가의 우주정책인 위성활용정책(Australia's Satellite Utilisation Policy)을 발표해 국제협력과 함께 민간의 데이터를 활용할 수 있는 방향을 제시하였다.[178] 이후 2018년 우주청을 설립하고 호주의 민간 우주전략 2019~2028(Australian Civil Space Strategy)을 통해 우주산업 규모의 3배 성장(120억 호주달러) 달성 및 7대 우선분야를 선정하였다.[179] 2021년에는 80여개 이상의 산·학·연 기관이 참여해 지구관측 로드맵인 "Earth Observation from Space Roadmap"을 발간해 데이터 확보와 품질관리, 국제협력 등의 내용을 포함한 10년 계획을 수립하였으며 현재 정책에 적용하고 있다.[180]

호주 정부는 정부 간의 지구관측워킹그룹(AGEOSWG)을 통해 연방 기관별 위성정보 수요를 종합해 정기적으로 검토(Rolling Review of Requirements)를 수행한다. 예를 들어 기상청(BoM)은 기상·해양 위성 자료에 대한 요구사항을, 지질과학청(GA)은 토지·수자원 관리와 관련된 수요를 제출하며, CSIRO는 연구용 데이터의 우선순위를 관리한다. 민간의 수요는 우주청이 주관한 산업 협의회 및 로드맵을 수립하는 과정(지구관측 로드맵)에서 반영되고 있으며, 이를 통해 호주는 Landsat, Sentinel 등 국

176) Australia. Minister for Industry, Science and Technology. Space (Launches and Returns) (General) Rules 2019.
177) RADIOCOMMUNICATIONS ACT 1992
178) Australia Government(2013), p.11.
179) Australia Space Agency(2019), pp.III-IV, pp.12-13.
180) Space & Defense(2021.11.30.)(검색일: 2025.4.17.)

제의 위성데이터를 국가 차원에서 통합해 DEA 플랫폼을 통해 공개하는 등 위성영상을 기초자료로 포함시켜 활용도를 극대화하고 있다.[181]

(3) 위성정보 관련 프로그램 현황

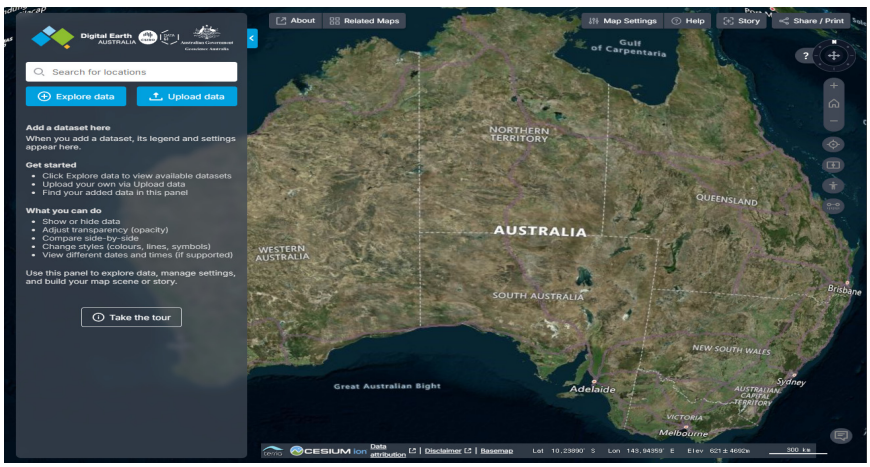
▪ Digital Earth Australia

Digital Earth Australia(이하 DEA)는 30년 이상의 Landsat, Sentinel 위성영상을 분석해 호주 전역의 환경 변화를 모니터링하는 오픈 플랫폼으로 데이터의 수집과 가공을 비롯한 전반적인 기획·운영·서비스는 GA에서 총괄해 담당하고 있다.[182] 2017년 1,530만 호주달러의 예산과 정부의 혁신정책 지원으로 출범한 DEA는 다양한 위성을 통해 경관 변화를 탐지하는 알고리즘과 데이터 큐브 기술을 활용해 토지피복변화, 수자원분포, 광산활동의 영향 등을 전국적인 규모로 모니터링하고 있다.[183][184] Water Observations from space 등 물관측 지도와 산불위험지도, 토지피복도 등 10개 이상의 분석 제품을 제공하고 있으며 이들 중 많은 부분을 GA에서 담당한다.

DEA 프로그램은 위성 원자료를 정규화하거나 보정하고 시계열 형태로 보완하여 누구에게나 제약 없이 이용하도록 공개하고 있으며, 지도 웹서비스인 DEA Maps를 통해 30년간의 위성사진을 무료로 공개하고 있다(그림 2-17).[185][186] 모든 데이터와 알고리즘은 오픈소스로서 개발자·연구자의 활용을 지원하고 있다.

181) GA Digital Earth Australia(검색일: 2025.4.17.)
182) GA about DEA(검색일: 2025.4.18.)
183) GA DEA(검색일: 2025.4.18.)
184) Space & Defense(2021.11.30.)(검색일: 2025.4.17.)
185) CC Australia, Digital Earth Australia's satellite imagery and data(검색일: 2025.4.17.)
186) GA DEA, Maps(검색일: 2025.4.17.)

〈그림 2-17〉 DEA Maps 웹 플랫폼



자료: GA DEA, Maps(검색일: 2025.4.17.)

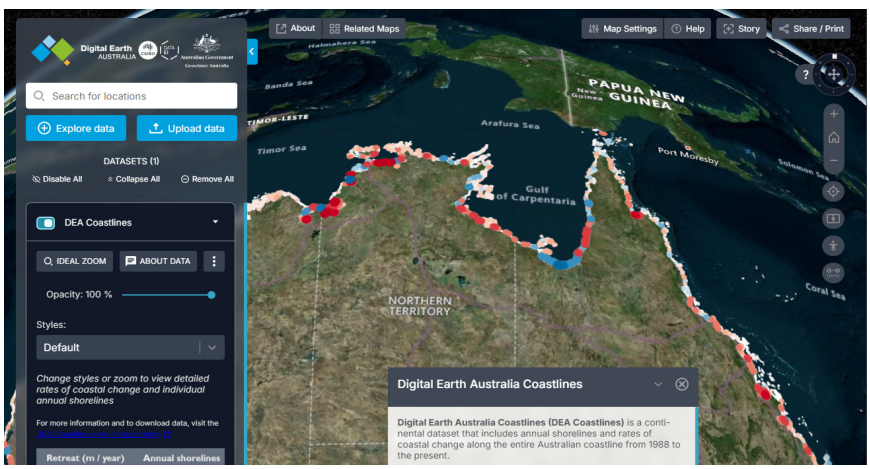
DEA는 다양한 제품들이 제공되고 있는데 대표적으로는 물관측, 해안침식, 토지피복, 응급서비스 등이 있다. 대부분의 위성정보에 기반한 생산 제품들은 GA에서 생산·관리·배포하고 있으며, 각 목적에 따라 정부기관, 민간 사업자, 교육계, 일반이용자 등에게 웹을 통해 공개되고 있다. 생산되는 대표적 제품을 살펴보면, 먼저 DEA water Observation이 있다. 물관리 자료는 Landsat 위성영상(1987년~현재)을 바탕으로 각 픽셀을 'wet', 'dry', 'invalid'로 구분한 데이터셋으로 연간·계절별 등 다양한 통계와 공간분포 지도로 제공된다.[187] 해당 자료는 홍수의 발생 이력 및 위험지역에 대한 분석이나 습지 및 수자원 관리, 가뭄 평가 등에도 활용되고 있으며, 수변 생태계 변화나 수면의 변화를 모니터링하여 정책 수립 및 연구 지원에도 활용되고 있다.

DEA Intertidal은 GA가 관리하는 해안-육상 경계의 조간대(Intertidal zone)를 정밀하게 모니터링한 데이터로 Landsat과 Sentinel-2 위성영상

187) Derived data product – DEA Water Observation(검색일: 2025.4.17.)

을 결합해 10m 해상도의 고도(표고) 모델과 침수 노출 빈도 지도를 제공한다(그림 2-18).[188] 매년 업데이트되는 DEA Intertidal은 호주 전역에 걸쳐 조간대 지형, 침수 및 노출 패턴, 조위 특성, 변화량, 불확실성 정보를 포함하고 GeoTIFF 등 표준 공간의 데이터 포맷 및 웹을 통해 지도 형태로 제공한다. DEA Intertidal에 포함된 정보는 해안선 변화와 침식·퇴적에 대한 모니터링, 연안재해(폭풍, 침수)에 대한 영향 평가, 조간대 서식지(갯벌, 모래톱 등) 및 철새 등의 연구에 활용되며 연안관리, 생태계 서비스(탄소 저장 등), 연안 개발계획 수립 등 다양한 분야에서 정책 수립의 근거 자료로도 활용되고 있다.[189] 특히나 DEA Intertidal의 생산 정보는 호주 전역을 10m 고해상도로 커버하며, 최신성과 정밀성을 갖춘 데이터로 연안 환경 변화의 이해와 대응에 핵심적인 역할하고 있다.[190]

〈그림 2-18〉 DEA Maps interactive map (DEA Coastlines)



자료: GA DEA, Maps(검색일: 2025.4.17.)

188) DEA Product – DEA Intertidal overview(검색일: 2025.4.17.)
189) Derived data product – DEA Intertidal(검색일: 2025.4.17.)
190) DEA Product – DEA Intertidal overview(검색일: 2025.4.17.)

DEA Coastline 제품군도 Geoscience Australia가 개발·관리하는 연안선의 변화 분석 데이터셋으로 1988년부터 현재까지 매년 호주 전역의 해안선 위치를 평균 해수면을 기준으로 한 공간정보(예, Shapefile) 형태로 제작한다.[191] 해당 데이터는 위성영상과 조위모델을 결합해 해안선의 연도별 위치, 변화율, 불확실성, 조위 기준 등 다양한 속성을 포함하며 전국 단위와 지역 단위 모두에서 활용 가능한 시계열 벡터 데이터를 제공한다.[192] 생산된 데이터는 Intertidal과 마찬가지로 해안침식 및 퇴적, 해수면 상승, 연안 도시계획, 재해 위험도 평가 등 연안관리 및 정책 수립에 필수적인 자료다. 연도별로 해안선의 변화를 추적해 과거 수십 년간의 변화와 현재 상황을 비교·분석할 수 있으며, 극한 기상, 해수면 상승, 인간의 활동 등 다양한 요인에 따른 해안선의 변동에 대한 연구와 실무적 의사결정에 폭넓게 활용된다.

▪ Integrated Marine Observing System (IMOS)

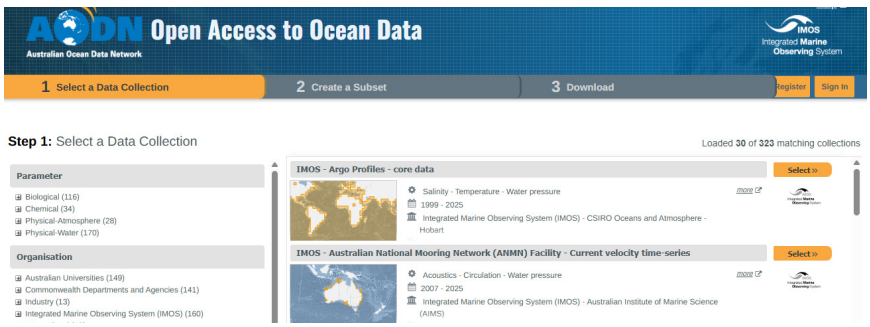
통합해양관측시스템(IMOS)은 2006년에 시작된 호주의 해양 관측 네트워크로, 호주의 해양환경을 모니터링하기 위한 국가연구기반 프로그램이다. 연간 2,400만 호주달러의 예산으로 운영되고 있으며, 태즈매니아대학이 주관하고 CSIRO, GA 등 10개 주요 기관이 참여하고 있다.[193]

IMOS는 호주의 연안 및 심해를 대상으로 해양의 물리(대기·해양), 화학, 생물 분야 데이터를 종합적으로 수집하고 있다. 물리적 데이터로 해수면 높이와 온도, 해류 및 표층유속 정보와 파랑·조석·염분 등을 조사·생산하고 있으며 해양 산소, 영양염, pH, 엽록소 농도, 해양산성화 등 화학 데이터도 생산하고 있다.[194] 수집된 자료들은 호주 AODN[195]에 모두 저장되며

191) DEA Product – DEA Coastline overview(검색일: 2025.4.17.)
192) Derived data product – DEA Coastline(검색일: 2025.4.17.)
193) IMOS about(검색일: 2025.4.17.)

AODN 웹포털을 통해 배포하고 있다(그림 2-19).

〈그림 2-19〉 AODN 데이터 다운로드 플랫폼

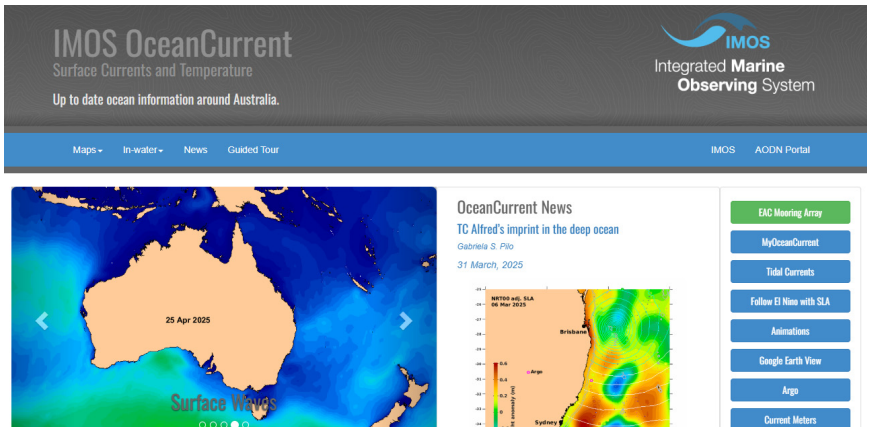


자료: AODN, OAOD(검색일: 2025.4.27.)

AODN에 저장된 자료는 정보를 지도화해 제공하는 IMOS OceanCurrent 플랫폼을 통해서도 제공받을 수 있다(그림 2-20). 해당 플랫폼은 IMOS가 운영하고 있으며, 호주 연안과 해양의 실시간·과거 해양 상태를 시각적으로 제공하고 있다. 플랫폼은 해수면 온도나 해색(海色), 표면의 파랑, 해수면 높이와 표층해류 등의 해양정보를 중점적으로 제공하고 있으며, 해역별 또는 지역별로 제공하고 시간대별로도 관측 정보를 세분화해서 보여주는 등 시공간적으로 고해상도의 정보를 제공하고 있다.[196] 특히 IMOS를 통해 수집되는 위성 고도계 및 해양색 정보에서는 현장 계측 장비를 운영하고 있으며, 장비를 통해 수집된 현장 관측자료를 기반으로 위성정보의 교정 및 검증에 활용하도록 하고 있다.[197]

194) AODN, OAOD(검색일: 2025.4.27.)
195) 호주 해양 데이터 네트워크(AODN)는 해양 및 기후 데이터 리소스를 위한 온라인 인프라를 운영. 대학, 정부 기관, 산업 및 기타 조직과 같은 다른 파트너 및 데이터 제공자의 데이터로 보강되는 IMOS 데이터 수집 프로그램을 관리하는 역할을 담당하고 있음.
196) IMOS OceanCurrent – Surface Currents and Temperature(검색일: 2025.4.17.)
197) IMOS Satellite Altimetry Calibration and Validation(검색일: 2025.8.25.)

〈그림 2-20〉 IMOS Ocean Current 웹 플랫폼



자료: IMOS OceanCurrent(검색일: 2025.4.27.)

데이터와 지도는 AODN과 연계되는 만큼 다운로드나 추가 분석이 자유로우며 누구나 무료로 접근해서 활용할 수 있도록 되어 있다. 이러한 장점들로 인해 IMOS를 통해 축적된 방대한 해양위성 자료는 호주의 기후변동 연구, 어업 및 해양산업에 대한 지원, 산호초 보호, 해양재난의 예측 등에 폭넓게 활용되고 있다. 특히 해양 예보 모델, 선박 운항 지원, 연안의 환경 평가 등 실용 분야에서 IMOS 데이터를 활용한 성과가 나타나고 있어 호주의 해양 분야 위성정보 활용의 대표 사례로 꼽힌다. 다음 〈표 2-12〉는 앞서 서술했던 주요국별의 위성정보 활용 동향을 요약한 것이다.

〈표 2-12〉 국가별 위성정보 활용 동향 요약

구분	주요 운영기관	관련 법제도	주요 프로그램
미국	NASA(항공우주국), NOAA(해양대기청), USGS(지질조사국) 등	원격탐사정책법(1992), 지구관측계획(2019)	Landsat 프로그램, NOAA CoastWatch, 통합 해양관측 시스템(IOOS) 등
EU	EU 집행위원회(DG DEFIS), ESA, EUMETSAT, EMSA 등	EU 우주프로그램법 (2021), Copernicus 데이터 정책	Copernicus 프로그램 (Sentinel 위성군 및 6개 서비스), CleanSeaNet

구분	주요 운영기관	관련 법제도	주요 프로그램
일본	JAXA(우주항공연구개발기구), 기상청(JMA), JAMSTEC 등	우주기본법(2008), 원격탐사위성데이터법(2016)	ALOS 위성시리즈(다목적 관측), GCOM 위성시리즈(해양·기후 관측), Sentinel Asia(재난위성정보 공유)
호주	호주우주청(ASA), GA(지질조사국), CSIRO 등	우주(발사·귀환)법(2018), 위성활용정책(2013)	Digital Earth Australia, IMOS(통합해양관측 시스템)

자료: 저자 작성

2. 해양분야 활용 사례

1) 해양공간 이용·관리

(1) 연안 관리 및 해안선 변화 모니터링

미국은 Landsat, Sentinel-2 등의 위성영상을 활용하여 해안선의 변화, 연안의 도시화, 침식 및 퇴적 현상 등 다양한 연안 공간의 관리에 위성정보를 활용하고 있다. USGS는 축적된 Landsat 위성영상을 통해 플로리다, 루이지애나, 텍사스 등지의 연안 침식, 도심 개발 및 환경 변화를 정량적으로 분석한다.[198][199] 이 데이터는 연방·주 정부가 연안 관리 정책을 수립하거나 해안복원사업, 기후변화 적응전략을 세울 때 근거자료로 활용된다(그림 2-21). 특히 USGS의 Digital Shoreline Analysis System은 시간 경과에 따른 해안선 변화율을 계산하는 독립형 애플리케이션으로 연안 관리에 중요한 역할을 한다. 특히 텍사스, 루이지애나, 미시시피 등 미걸프 연안 주에 대해 수년간 누적된 위성 기반의 해안선 데이터는 해안의 변화 연구에 핵심 자료로 활용되고 있다.[200]

198) U.S. Geological Survey(2022), pp.1-2.
199) U.S. Geological Survey(2021), pp.1-2.
200) USGS Science Data Catalog(검색일: 2025.4.13.)

〈그림 2-21〉 USGS 모니터링 보고서(Texas and Landsat) 및 Miami 해변 위성사진





자료: U.S. Geological Survey(2021), p.1, U.S. Geological Survey (2022) p.2.

(2) 해양공간계획(MSP) 수립 적용

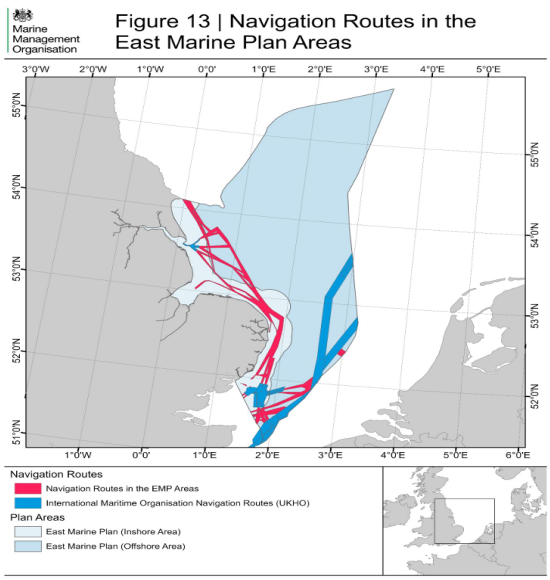
MMO와 영국 정부는 해양공간계획 및 해양관리 업무에서 ESA Sentinel-1/2, 상업용 SAR, RF(Amber-2 등) 위성 등 다양한 위성자료를 활용한다. 수집된 위성정보는 주로 불법어업 및 선박 감시, 공간분석 및 정책 지원, 자동화 및 AI 적용 등을 목적으로 이용되고 있다. 그 중 해양 공간분석이나 공간계획에도 적극 활용하고 있는데 위성자료로부터 해수면 온도, 해색(海色), 해양생태계, 해상풍력 등 주요 해양활동의 공간 분포와 변화를 모니터링하고, 이를 온라인 플랫폼에 통합하여 해양계획 정책의 수립과 누적된 영향 평가, 라이선스 심사, 정책의 충돌 분석 등에도 사용하고 있다.[201]

MMO는 해양공간계획의 수립과 이행을 위해 Explore Marine Plans (EMP)이라는 온라인 플랫폼을 적극 활용하고 있다(그림 2-22). EMP는 기존의 Marine Information System(MIS)을 계승·확장한 것으로 해양계획의 적용현황, 정책별 공간분포, 누적 영향, 관련 정보 등을 시각화해서 제공하며, 제공된 자료들은 해양계획과 관련한 의사결정, 환경영향평가, 실무분석 등에 폭넓게 쓰이고 있다. 특히 외부의 이해관계자들은 EMP를 통해 해양계획의 정책 및 공간정보를 직접 확인하고 해역별 개발·보호·활동에

201) MMO(2022a), pp.8-15.

대한 적합성 평가를 수행할 수 있는 등 실무적인 의사결정에 핵심적으로 이용되고 있다.[202]

〈그림 2-22〉 Marine Plan Spatial Assessment (항로 정보)



자료: MMO(2022b), p.65.

2) 해양 환경·생태계 분야

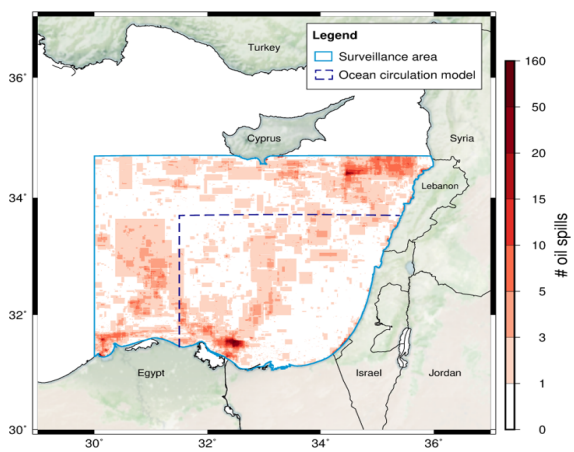
(1) 해양오염(유류유출, 해양쓰레기) 감시

유럽해사안전청(EMSA)은 CleanSeaNet이라는 유럽 위성 기반의 기름 유출 및 선박 감지 서비스를 운영하고 있다. 이 서비스는 합성개구레이더(SAR) 위성 이미지를 정기적으로 주문하여 주야간 구름이나 안개와 관계없이 해양 지역의 전 세계적 감시를 제공한다.[203] 독일·이스라엘 연구팀은

202) MMO(2023), pp.13-14.
203) EMSA Clean SeaNet Service(검색일: 2025.4.28.)

Copernicus Sentinel-1 데이터와 딥러닝을 활용하여 남동 지중해에서 심층 학습에 기반한 기름 유출 감지 시스템을 훈련했으며, 분석 결과는 초기 단계의 기름 오염 경보에 효과적인 것으로 나타났다(그림 2-23).[204] 해당 시스템은 석유 오염의 조기 감지뿐만 아니라 지중해와 같은 해상교통량이 많은 지역에서의 불법적이고 고의적인 유류 오염 등의 추적에도 유용하게 쓸 수 있다.

〈그림 2-23〉 유류 유출 Heat map



자료: Yang et al.(2022), p.4291.

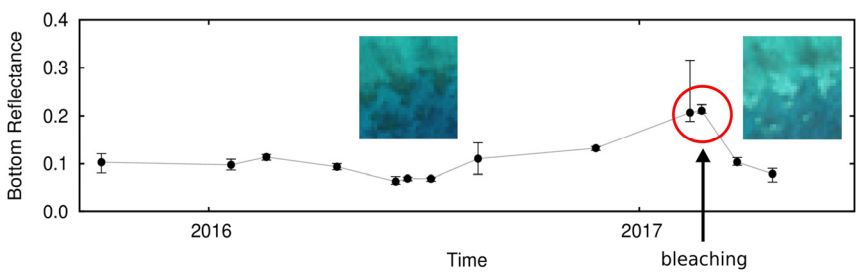
(2) 산호초 생태계 모니터링

호주에서는 Sentinel-2 위성 이미지를 사용하여 2017년 초 그레이트배리어리프의 산호 백화현상을 관측했다. 과거의 위성에서 이러한 현상을 포착하는 것은 어려웠으나 현재는 위성의 높은 촬영 빈도와 고해상도의 영상 기술로 인해 가능해졌다. 해당 연구인 ESA는 산호초 모니터링을 위한

204) Copernicus Sentinel-1 data enable oil spill detection in south-eastern Mediterranean Sea(검색일: 2025.4.28.)

Sen2Coral 프로젝트의 일환으로 진행되었다. 프로젝트는 Sentinel-2 위성 데이터를 이용해 산호초의 상태와 변화를 모니터링하기 위한 과학적 알고리즘과 도구를 개발·검증하는 연구 사업으로, 주요 목표는 Sentinel-2의 고해상도 이미지를 활용해 산호초의 서식지의 지도 제작, 수심(수중 지형) 산출, 수질 평가, 산호의 백화 및 변화 탐지 등 산호초의 건강 상태를 정량적으로 파악할 수 있는 알고리즘과 워크플로우를 개발하는 것이다.[205] 해당 Sen2Coral 프로젝트에 참여한 과학자들은 1월부터 4월까지 촬영된 Sentinel-2 이미지를 연구하여 산호가 밝은 흰색으로 변했다가 시간이 지나면서 다시 어두워지는 과정을 관찰했다(그림 2-24).[206] 이러한 위성 모니터링은 산호초 보호와 기후변화의 영향 평가에 중요한 데이터를 제공할 수 있다.

〈그림 2-24〉 Sentinel 이미지 활용 바닥 반사율 분석 결과



자료: ESA, Sentinel-2 captures coral bleaching of Great Barrier Reef(검색일: 2025.4.28.)

3) 해양 안전·방제 분야

(1) 해양 재해 실시간 예측 및 대응

유럽연합이 실시한 Horizon 2020 프로그램의 일환으로 연안의 홍수 조기경

205) Serco Italia SPA(2019). pp.1-5.
206) ESA, Sentinel-2 captures coral bleaching of Great Barrier Reef(검색일: 2025.4.28.)

보 시스템을 개발하기 위한 프로젝트인 ECFAS(European Coastal Flood Awareness System)가 2021년에 시작되었다. 프로젝트는 유럽의 해양 및 연안 지역에서 발생하는 폭풍해일, 극한 해수면 상승, 연안 침수 등 재난에 대응하기 위한 프로젝트로 해양을 기반으로 한 연안의 홍수 경보체계를 구축하여 유럽 연안 지역이 기후변화에 적응하기 위한 역량을 강화하는 것을 목표로 한다.[207]

ECFAS는 CMEMS의 해양·파랑 예측 데이터를 핵심 입력자료로 활용하였으며, 수위와 깊이를 이용한 연안 침수범위와 깊이 모델링, 수문모델을 통한 노출 및 피해 규모의 예측, AI와 위성영상을 융합해 예측정확도를 높이는 등 다양한 정보의 활용과 기술적 접근이 시도되었다. ECFAS에서는 궁극적으로 조기경보시스템과 신속 맵핑 서비스를 개발하고 있다. 조기경보시스템은 연안홍수 위험지역을 72시간 전까지 알리는 것을 목표로 하여 피해 예상지역에 대해 노출 수준에 따라 위험단계를 제시하고자 한다. 매핑서비스는 홍수 발생 후 Sentinel 위성영상을 활용해 침수지역을 실시간 매핑하고, 사전 사후 변화에 대한 지도와 침식량 등에 대한 지도를 제작하는 서비스가 개발될 예정이다.[208]

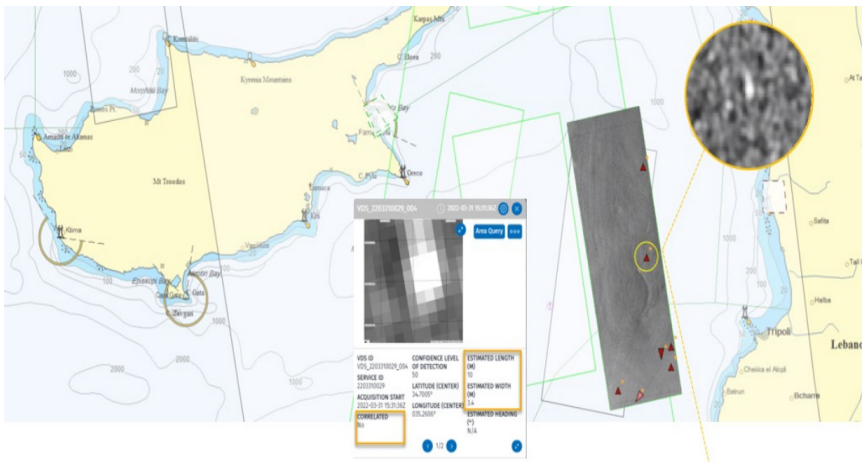
(2) 해양 선박 및 위험 감시

Copernicus Maritime Surveillance Service(CMS)는 유럽해사안전청(EMSA)이 운영하는 감시 서비스다. CMS는 위성에 기반한 지구관측(SAR, 광학영상)과 선박의 위치, 해양환경(파랑, 해류, 해수온 등) 등의 데이터를 통합해 해양에서의 인간 활동을 실시간으로 모니터링하고 다양한 방제·안

207) Copernicus News, OBSERVER: Towards a European Copernicus Coastal Flood Awareness System: the ECFAS project(검색일: 2025.4.28.)
208) WEkEO News, WEkEO to support a European Coastal Flood Awareness System, a proof-of-concept(검색일: 2025.4.28.)

전 임무를 지원한다.[209] 주로 선박의 탐지, 위험 선박의 위치, 해상사고, 해상구조·구난 지원에 활용되고 있으며 선박 충돌·화재 사고 등이 발생했을 때 CMS를 통해 즉시 위성 영상을 제공해 구조 및 조사에 활용할 수 있다(그림 2-25).[210] 또한 해양 범죄에 대한 추적이나 수색·구조 훈련 및 실제 사고에 대한 대응에 Copernicus 데이터를 활용해 해상 안전 역량을 높이는 데 활용된다.[211]

〈그림 2-25〉 CMS 위성정보 기반 선박 추적 사례



자료: EMSA(2023), p.2.

3. 시사점

1) 통합 관리 체계 구축

국외의 위성정보 활용 동향 분석을 통해 다음과 같은 시사점을 도출하였

209) EMSA(2024a), pp.1-2.
210) EMSA(2023), pp.1-2.
211) EMSA(2024b), pp.1-2.

다. 우선, 위성정보의 생산과 활용을 통합적으로 관리하기 위한 법적 근거와 지침을 마련하고 있다. 주요 국가들은 위성정보의 생산부터 활용까지 아우르는 통합적 관리체계를 법과 정책으로 뒷받침하고 있다. 미국은 1992년 「원격탐사정책법」을 제정하여 위성자료의 지속적 생산·보존과 공개 이용을 촉진하는 근거를 마련했다. 이 법에 따라 민간 위성운영에 대한 허가·감독 제도가 구축되고, Landsat와 같은 정부 위성은 개발·운영 주체를 명확히 구분하는 등 효율적 거버넌스를 갖추었다. 유럽연합도 2021년 「EU 우주프로그램 규정」을 통해 Copernicus 등 산재된 위성사업들을 하나의 프로그램으로 통합하고 예산을 확충하였으며 데이터 공유 원칙 등 일관된 지침을 마련하였다. 호주 또한 2018년 「우주(발사·귀환)법」을 제정하여 우주활동을 규율하고 위성정보의 활용에 개방원칙을 적용하였으며, 2013년의 위성활용정책 발표와 2019년의 우주전략 수립을 통해 위성정보의 활용 촉진 방향을 제시하고 있다. 이러한 법적 근거와 정책 지침들은 위성개발부터 데이터 공유까지 일관된 추진을 가능케 해 위성정보 활용을 제도적으로 뒷받침하고 있다.

2) 체계적 역할 분담

체계적이고 명확한 임무 분담(개발, 관측, 정보 보관, 배포 등)을 통한 운영이 이루어지고 있다. 위성정보의 생산에서 활용까지 각 단계별로 전문기관 간의 역할을 명확히 구분하여 운영하는 추세다. 미국은 정부 위성사업에서 개발·발사와 운영·데이터 배포를 담당하는 기관을 달리한다. Landsat 프로그램의 경우 NASA가 위성 개발·발사를, USGS가 운영 및 영상 데이터 보존·배포를 맡는 식으로 역할을 분담하고 있다. 또한 NOAA는 민간위성 데이터의 면허 발급과 상업위성 운영 규제를 담당하여 민간 부문의 역할을 관리한다. 유럽연합도 다기관 거버넌스를 구축하여 ESA는 위성 개발을, EUMETSAT 및 회원국 기관들은 위성 운영을 담당하고, EU 집행위

가 전체 프로그램을 조정한다. 코페르니쿠스 서비스별로도 해양은 Mercator Ocean, 육지는 유럽환경청(EEA), 긴급 대응은 공동연구센터(JRC) 등이 업무를 나누어 운영하고 있다. 호주에서는 신설된 우주청(ASA)이 국가의 우주활동을 총괄하고, 지질조사국(GA)이 비기상 분야의 위성 데이터의 수집·보정·보관과 인프라 운영을 전담하여 국내의 위성데이터 아카이브를 구축하고 있다. 이처럼 역할과 임무를 체계적으로 분담함으로써 기관 간 중복을 피하고 전문성을 극대화하여 위성정보를 효율적으로 운영·활용하고 있다.

3) 정기적 수요조사 실시

활용성 확대를 위한 정기적 수요조사를 수행하고 있다. 위성정보에 대한 활용을 늘리기 위해 이용자 수요를 정기적으로 파악하고 이를 정책에 반영하려는 노력이 두드러진다. 미국은 범정부 차원의 위성 수요 워킹그룹(SNWG)을 운영하면서 2년 주기로 각 부처의 위성정보 수요를 공식적으로 조사·취합하고 있다. 실제로 2024년에는 25개 기관으로부터 150여 개에 달하는 위성정보 수요사항을 접수하여 NASA·NOAA·USGS의 공동평가를 거친 뒤 신규 사업화 과제를 도출하고 있으며, 이 과정에서 농업·에너지 등 비우주 분야의 기관들도 자신들의 수요를 제출함으로써 정부 차원의 중복투자 방지와 관측 공백 식별 등에 기여하고 있다.

이렇게 파악된 수요를 바탕으로 해양 산성화에 대한 모니터링, 도시의 열섬 현상 분석, 극지 관측의 강화와 같은 솔루션들이 연구개발 형태로 추진되기도 한다. 유럽연합도 코페르니쿠스 프로그램을 운영하면서 정기적으로 회원국 및 주요 이용자들의 요구사항을 조사하고 있고 그 결과를 서비스 개선과 향후의 위성 개발계획에 반영한다. 호주 또한 80여 개 이상의 산·학·연 기관이 참여한 가운데 지구관측 로드맵(2021~2030)을 수립하여

국가 차원의 위성정보 수요와 활용전략을 체계적으로 도출하였다. 이처럼 정례적인 수요조사는 위성정보의 활용범위를 넓히고 서비스 공급자를 수요자 관점으로 움직이게 만드는 핵심 수단으로 작용하고 있다.

4) 평가 및 피드백 체계

위성정보의 활용성 향상을 위한 평가 및 피드백을 수행하고 있다. 운영 중인 위성정보 서비스에 대해 이용 현황을 평가하고 개선점을 환류하는 체계가 갖추어져 있다. 유럽의 코페르니쿠스 프로그램은 각 분야의 서비스에 대한 사용자의 평가보고서를 정기적으로 발간하여 서비스 품질을 점검한다. 특히 코페르니쿠스해양환경서비스(CMEMS)의 경우 2024년에 사용자 피드백을 통해 데이터의 시각화 도구에 대한 개선, 결과의 불확실성 정보 제공 등에 대한 구체적인 요구사항을 도출하였고, 해양환경정책(MSFD) 및 파리협정을 이행하기 위한 지원 강화와 같은 정책적 제언도 제시되어 서비스 개편에 반영되고 있다.

이렇게 이용자로부터 얻은 피드백을 적극 수용함으로써 서비스가 사용자 친화적으로 발달하고, 궁극적으로는 위성정보의 활용 효과가 개선되는 선순환을 만들고 있다. 미국도 2019년에 「National Plan for Civil Earth Observations」을 개정할 때 이전 계획의 추진성과를 평가하여 민간의 참여 확대, 데이터의 인프라 강화 등의 피드백을 반영하였고, NOAA의 위성을 활용한 프로그램들은 이용자 만족도 조사와 워크숍 등을 통해 지속적으로 개선을 모색하고 있다. 이처럼 평가·환류 절차를 제도화함으로써 위성정보를 활용할 때 발생할 수 있는 문제를 조기에 발견·개선하고 활용성을 높일 수 있다. 다음 〈표 2-13〉은 유럽의 코페르니쿠스 프로그램과 국내의 위성정보 활용 현황을 비교한 것이다.

〈표 2-13〉 코페르니쿠스 프로그램과 국내 현황 비교

구분	코페르니쿠스 프로그램	국내 현황
운영 체계	EU 집행위원회(총괄 운영), ESA(기술개발), EUMESAT(운영), 국가·민간 등 다기관 협력 운영	과기정통부·우주항공청 중심, 개별 부처별 운영(환경부, 해수부, 국토부 등)
법·제도 기반	EU 우주프로그램 규정, 장기적·통합적 근거 확보	「우주개발진흥법」, 「국가공간정보기본법」, 기관별·위성별 분산 근거
서비스/활용 분야	6개 서비스 분야(대기, 해양, 육상, 기후변화, 긴급대응, 안보 등)	해양·환경·국토 중심 개별 활용(재난대응·농업·도시 분야 높은 활용도)
데이터 접근성	"완전하고, 자유롭게, 개방" 원칙 기반 완전 무료 개방(Sentinel)	"비공개/공개 제한/공개" 3단계 보안 운영
예산	2021~2027년 총 148억 유로(우주프로그램 관련 전체 예산)	2025년 약 25억 원(위성정보활용협의체 운영 및 지원 예산)
국제협력	22개 유럽 회원국 중심, 전 지구 대상 서비스	양자 협력 중심 운영
산업육성	CASSINI(2021~2027) 이니셔티브 운영(우주 산업 관련 스타트업 및 중소기업 10억 유로 수준 투자)	2027년까지 총 1,000억 원 규모 우주펀드 운영 예정(민간 중소·벤처기업 투자)
사용자 참여	사용자 운영 정기 피드백 체계 구축·반영(해양 프로그램 기준 27,000여 명 등록자 피드백 조사·반영)	위성정보활용협의체(약 40개 기관) 운영

자료: Copernicus Programme(2024) 자료를 참고하여 저자 작성

5) 다양한 형태의 위성정보 활용

해양 분야에서 적극적이고 다양한 형태의 위성정보 활용을 보인다. 국외에서는 해양 분야의 위성정보에 대한 활용이 활발하며, 1차의 원천 위성영상뿐 아니라 2차·3차 가공을 통한 다양한 정보의 생산까지 이루어지고 있다. 유럽연합의 Copernicus 해양·해사 서비스들은 위성 영상과 함께 선박자동식별장치(AIS)의 위치정보, 해양 관측자료 등을 통합하여 해상 활동을 실시간 모니터링하고 다양한 해양 안전 임무를 지원한다. 예를 들어 EU의 유럽해사안전청(EMSA)은 CleanSeaNet을 통해 Sentinel-1 레이더위성으로 포착한 해상 유출유 흔적을 분석해 회원국에 경보를 전송하고 있으며, Copernicus Maritime Surveillance 서비스를 통해 불법어업의 단속, 선

박의 움직임 감시, 해상구조에 대한 지원 등에 위성정보를 활용하고 있다. 영국 해양관리기관(MMO)은 ESA의 Sentinel-1/2 위성영상에 더해 상업용 SAR위성, RF위성 자료까지 결합한 첨단 분석으로 자국 해역에서의 불법 어업 및 선박 동향을 감시하고 있다. 미국 NOAA 산하 CoastWatch 프로그램은 해양위성 데이터의 수집·제공을 전담할 뿐 아니라 이용자 맞춤형 데이터의 가공, 시각화 도구까지 제공하여 해양 분야의 사용자들이 쉽게 활용하도록 지원하고 있다. 나아가 ESA는 산호초 모니터링을 위해 Sentinel-2 위성영상의 분광정보를 활용한 알고리즘 개발 프로젝트(Sen2Coral)를 수행하여 산호 서식지 지도 작성, 산호의 백화현상 탐지 등 고차원적인 분석기법을 선보이기도 했다. 이처럼 해양 분야에서는 위성자료 원본에 각종 보조정보를 융합하거나 전문 분석기술을 적용하는 등 다양한 형태의 활용이 이루어지고 있으며, 부가가치가 높은 정보의 생산이 활발하다. 주요 위성정보 서비스의 현황은 부록(표 부록-3)에 수록하였다.

6) 해양 전담기관 운영

해양분야의 위성정보에 대한 수집·보관·제공을 담당하는 전담기관이 존재한다. 국외의 동향에서는 해양 분야 위성정보만을 집중적으로 다루는 전담 조직이나 플랫폼이 운영되는 특징을 보였다. 미국은 NOAA를 중심으로 해양관측위성을 운영하고 해양위성의 데이터센터(CoastWatch 등)를 구축하여 해양위성정보의 허브 역할을 수행하고 있다. 유럽연합은 전 지구의 해양 모니터링에 특화된 Copernicus 해양환경서비스(CMEMS)를 2015년부터 운영 중이며, 프랑스에 본부를 둔 MOi가 EU의 위탁을 받아 해양 위성정보 서비스를 총괄하고 있다. 또한 EMSA는 해양오염·해사안전과 관련한 위성정보 활용을 전담하여 회원국의 해양당국에 실시간 정보를 제공하는 역할을 맡고 있다. 일본은 JAXA와 해양연구개발기구(JAMSTEC)가 위성 해양관측 데이터 공유에 협력하고 해양분야의 연구에 활용하고 있으며,

해상보안청 등 관련 기관에서도 위성영상을 해도 제작이나 해양감시 등에 활용할 수 있도록 전문 인력을 두고 있다. 호주는 통합 해양관측 시스템(IMOS)을 통해 해양위성 자료와 각종 해양의 조사 데이터를 한데 모아 관리하고 있으며, 이를 위한 국가 해양데이터 네트워크(AODN)를 구축하여 방대한 해양 정보를 일원화된 창구에서 무료로 제공하고 있다. 이처럼 해양 분야별로 위성정보를 전문적으로 수집·관리하는 전담 시스템을 마련함으로써 이용자들은 필요한 해양정보를 신속히 얻을 수 있고 데이터 관리도 체계적으로 이루어지고 있다.

7) 글로벌 및 기관 협력 활성화

위성정보의 활용은 다양한 기관과, 또 국가 간 협력 강화와 함께 이루어져야 한다. 미국의 NASA·NOAA·USGS는 Landsat, GOES 등 다양한 위성을 공동으로 운영하며 상호 간 데이터 보존과 배포 협력을 통해 장기간의 관측 자료를 축적하고 있다. 특히 Landsat의 공동 운영은 데이터 연속성과 개방성을 보장하는 대표적 사례로, 다수의 국가 및 기관에서 이를 활용할 수 있도록 제공되고 있다. 유럽연합은 Copernicus 프로그램을 중심으로 ESA와 EC가 협력하여 22개 회원국 및 글로벌 파트너국에 Sentinel 데이터를 무상으로 제공하고 데이터셋의 국제 표준화를 추진함으로써 국제 연구와 정책 활용을 지원하고 있다. 일본은 JAXA를 중심으로 GOSAT, ALOS 등 다양한 임무 위성을 운영하며 아시아·태평양 지역 국가들과의 데이터 공유 및 역량 강화 협력을 적극 추진하고 있다. 주요국은 자국의 위성체계 운영을 넘어 양자·다자 협력과 국제 표준화 등 다양한 방안을 통해 글로벌 위성정보 활용도를 제고하고 있다. 우리나라도 일부의 글로벌 협력틀에 참여하고 있으나 앞으로는 그 범위와 수준을 더욱 확대해 나갈 필요가 있다.

8) 테마별 특화 활용

해양문제 해결을 위한 테마별 위성정보 활용이 높다. 앞서 제시한 것처럼 활발한 위성정보를 활용하고 있다는 내용의 연장선에서, 해양 분야의 다양한 현안에 대응하기 위해 주제별로 특화된 위성정보를 활용한 사례가 두드러진다. 각국에서는 해양환경, 자원, 재난, 안보 등 테마별로 위성 데이터를 적용하여 문제 해결에 기여하고 있다. 유럽연합은 연안역의 기후변화에 대응하기 위해 위성에 기반한 연안홍수 예측시스템(ECFAS)을 개발하고 해양환경지침(MSFD) 이행을 지원하는 등 정책적 목적의 활용을 확대하고 있다. 동시에 해상 범죄에 대한 단속이나 해상 사고에 대응하기 위한 노력을 위성으로 지원하는 해양안보 활용도 활발하다.

미국은 위성으로 수십 년간 연안의 지형 변화를 관측해 연안관리 정책수립의 과학적 근거로 활용하고 있으며, 해양생태를 보호하기 위해 위성에 기반한 산호초의 건강 평가나 유해 적조에 대한 모니터링 등에도 위성정보를 적용하고 있다. 호주는 IMOS를 통해 확보한 위성자료를 기후변동에 대한 연구, 어장에 대한 모니터링 및 어업 지원, 산호초 보호, 해양재난에 대한 예측 등에 폭넓게 활용하여 여러 분야에서 성과를 내고 있다. 이렇듯 해양과 관련된 개별 주제별로 위성정보를 적극 활용함으로써 정책 수립부터 산업 지원까지 다양한 목적을 달성하고 있으며 해양 분야에서 위성정보를 활용한 실효성이 높게 나타나고 있다. 다음 〈그림 2-26〉은 해양의 위성정보 활용에 관한 국외 동향의 시사점을 정리한 것이다.

〈그림 2-26〉 해양 위성정보 활용에 관한 국외 동향 시사점

통합 관리체계 구축

- 위성정보 생산부터 활용까지 포괄하는 법적 근거 마련
- 미국 「원격탐사정책법」, EU 「우주프로그램 규정」 등 제도화
- 일관된 정책 지침으로 위성정보 활용 촉진

다양한 형태의 위성정보 활용

- 원천 위성영상부터 고부가가치 가공정보까지 생산
- 위성데이터와 다른 정보(AIS 등)의 융합 활용
- 해양오염, 불법어업 감시 등 실시간 모니터링 서비스

체계적 역할 분담

- 개발, 운영, 데이터 배포 등 기관별 명확한 임무 구분
- 미국 NASA(개발·발사), USGS(운영·배포) 등 전문화
- 중복 방지와 전문성 극대화로 효율적 운영

해양 전담기관 및 프로그램 운영

- 해양 위성정보 전문 관리 조직 및 플랫폼 구축
- 미국 CoastWatch, EU CMEMS, 호주 IMOS 등
- 해양 특화 위성정보의 체계적 수집·관리·제공

정기적 수요조사 실시

- 범정부 차원의 위성정보 수요 정기 조사
- 이용자 요구사항을 서비스 개선과 위성 개발계획 반영
- 수요자 중심의 위성정보 활용범위 확대

글로벌 및 기관 협력 강화

- Landsat, Sentinel, GOSAT 등 위성정보 확보 및 무상 배포
- 양자·다자 협력, 국제 표준화 활동, 지역 협력 네트워크 운영 등
- 참여 중인 글로벌 협력 틀의 확대와 국제 프로젝트 활동 적극 참여

평가 및 피드백 체계

- 위성정보 서비스에 대한 이용 현황 평가와 개선점 환류
- EU Copernicus: 사용자 평가보고서 정기 발간
- 이용자 피드백을 통한 서비스 품질 개선 선순환

테마별 특화 활용

- 해양환경, 자원, 재난, 안보 등 주제별 맞춤형 활용
- 연안홍수 예측, 해양생태 보호, 해양안보 지원 등
- 정책 수립 및 산업 지원을 위한 실효성 높은 활용

자료: 저자 작성

03
해양 위성정보 활용 수요 및 실태

제1절 해양 관리 여건

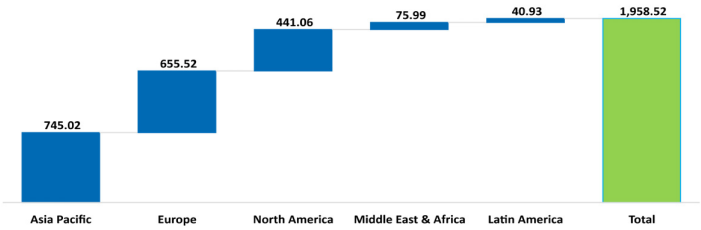
1. 해양공간관리 패러다임 변화

1) 해양경제 규모 증가와 해양공간 갈등 심화

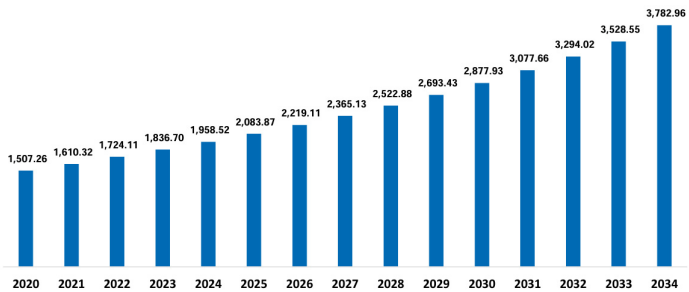
세계는 지금 바다에서 성장 동력을 찾고 있다. 2024년 기준 전 세계의 해양경제 규모는 약 1조 9,585억 달러이다.[212] 지역별로 아시아 태평양 지역이 7,450억 달러로 가장 큰 시장을 형성하고 있으며, 유럽이 6,555억 달러로 그 뒤를 잇고 있다. 2020년부터 2034년까지 해양 경제 시장의 성장 전망을 살펴보면 2020년에는 시장 규모가 1조 5,072억 달러였으며, 2024년에는 1조 9,585억 달러에 도달했다. 향후 10년간(2024~2034) 연평균 성장률(CAGR)은 약 6.8%로 예상된다(그림 3-1). 이러한 해양 경제 시장의 성장은 수산물의 소비 증가, 재생에너지의 수요, 해양생명공학의 혁신, 해양 관광 및 지속가능성의 실천 등 다양한 요인으로 인해 더욱 가속화되고 있는 실정이다.

212) Polaris market research(2024), p.11.

〈그림 3-1〉 전 세계 해양 경제 규모 및 전망



a. 지역별 시장(2024)(USD Billion)



b. 해양경제 시장규모(2020-2034)(USD Billion)

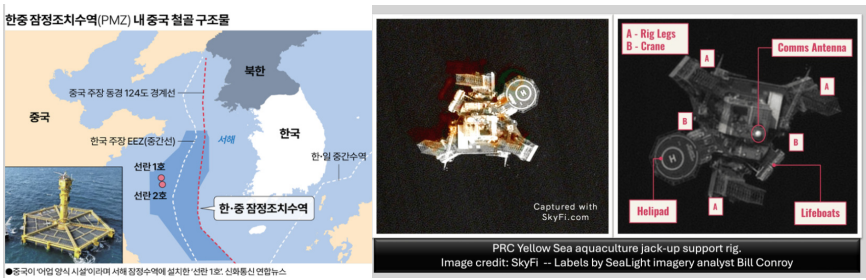
자료: Polaris market research(2024), p.21.

미국의 청색경제 전략과 EU의 청색 성장(Blue Growth) 전략 등의 주요 국들은 해양 경제 성장을 위한 체계적인 전략을 수립하고 있다. 이들 전략은 수산·해운 등 전통 해양수산업의 디지털·친환경화를 통한 고부가가치 전환과 해양바이오 등 신산업 육성을 위한 전략적 투자 확대에 초점을 맞추고 있다. 해양수산부도 해양수산신산업 육성을 본격적으로 추진하기 위해 2022년부터 해양수산의 신산업 육성 전략을 수립하고 친환경·첨단 선박, 스마트 블루푸드, 해양레저관광, 해양바이오, 해양에너지·자원 5대 신산업에 집중적인 지원을 제공하고 있다.[213]

213) 해양수산부 보도자료(2022.12.26.)(검색일: 2025.4.21.)

이처럼 세계 각국이 바다에서의 새로운 성장동력을 적극적으로 모색함에 따라 해양경제 규모가 빠르게 확대되고 있다. 이러한 성장은 해양공간을 활용하려는 다양한 산업 수요의 증가로 이어지고 있으며, 필연적으로 해양자원의 이용과 보전을 둘러싼 이해관계자 간의 갈등도 심화시키고 있다. 우리나라의 해양공간을 둘러싼 국가 간, 지역 간 해양공간 경쟁과 갈등도 잠재되어 있다. 이러한 갈등은 종종 인공섬 조성, 해양시설물 설치 등 물리적 행위로 표출되며, 이는 해양공간에서의 이해관계 충돌이 단순히 해양공간을 이용하는 것을 넘어 실질적인 영유권 문제로 발전할 수 있음을 보여준다. 최근 중국이 서해 한·중 잠정조치수역에 대형 철골 구조물을 무단으로 설치한 사례는 공간갈등이 얼마나 심각한 국제적 긴장과 외교적 마찰까지 초래할 수 있는지 단적으로 보여주는 사례라 할 수 있다(그림 3-2).

〈그림 3-2〉 서해 잠정조치수역에 설치된 구조물

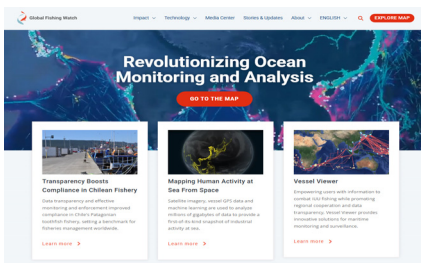


자료: 네이트뉴스(2025.4.21.)(검색일: 2025.4.21.), 조선일보(2025.4.26.)(검색일: 2025.4.30.)

이러한 변화와 갈등 상황에 대응하기 위해 해양공간의 이용 현황과 인간의 활동을 투명하게 파악하려는 노력이 강화되고 있다. 글로벌 피싱 워치(Global Fishing Watch)는 이러한 노력의 대표적 사례로 위성 데이터와 AI를 활용해 전 세계 해양에서의 인간 활동(특히, 어업, 선박 이동, 해상 인프라 등)에 대한 실시간 모니터링과 해양공간 이용의 투명성, 산업 활동의 변화에 초점을 둔다(그림 3-3). 이 매핑은 해양공간의 중첩적인 이용 현

황, 불법·비보고·비규제(IUU)에 해당하는 어업 감시, 해양보호구역(MPA)에 대한 관리, 정책 입안 및 과학 연구 지원에 핵심 역할을 한다. 초기에는 선박의 위치·경로 추적, 어업 활동 패턴 분석 기능이 주를 이루었으나 최근에는 해양공간에서의 산업 중첩·갈등에 대한 모니터링 등 다양한 분석 기능과 정보를 제공하고 있다. AI와 위성영상을 활용하여 해양에서의 인간 활동의 분포를 확인하고, 이전에는 확인할 수 없었던 해양의 산업적 이용과 그 변화를 보여주고 있다.[214] 이러한 정보를 통해 해양 거버넌스의 투명성과 책임성을 높이고 지속가능한 해양 이용과 보전에 기여하고 있다.

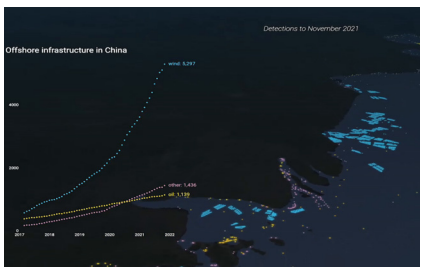
〈그림 3-3〉 Global Fishing Watch 제공 정보



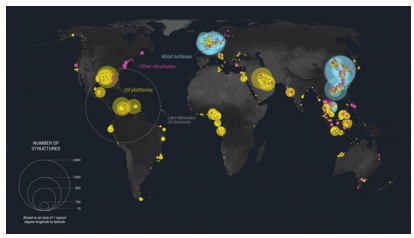
a. 홈페이지



b. 해양에너지 시설



c. 중국 해상풍력 시설



※ 노란색(석유 플랫폼), 파란색(양식장), 분홍색(기타)

d. 해양 구조물 분포

자료: Global Fishing Watch 홈페이지(검색일: 2025.4.21.)

214) Global Fishing Watch 홈페이지(검색일: 2025.4.21.)

해양공간의 이용에 대한 수요 증가로 인한 갈등은 새로운 방식으로 해양공간을 관리해야 할 필요성을 촉발하고 있으며, 데이터와 기술을 활용한 투명하고 효과적인 관리체계의 구축이 중요한 과제로 대두되고 있다.

2) 단일 목적 관리에서 통합적 관리 방식으로 전환

과거 우리나라의 해양공간 관리는 부처별로 분절된 형태로 이루어져 왔다. 환경 관련 부서는 해양보호구역 지정에, 수산 관련 부서는 어업자원 관리에, 항만 관련 부서는 물류 기능 강화에 각각 집중하는 등 각 부처가 담당 분야별로 해양공간을 관리하였다. 이러한 부문별 접근 방식은 해양공간에서 이루어지는 다양한 활동 간의 상호작용과 하나의 정책이 다른 분야에 미치는 영향을 충분히 고려하지 못하는 한계가 있었다. 예를 들어 어업 생산량을 증대하기 위한 정책이 해양생태계에 미치는 부정적 영향이나, 해양보호구역 지정이 지역 어민의 생계에 가져오는 변화, 수산 활동과 해상풍력의 공존 등의 문제 등을 통합적으로 고려하지 못했다.

그 결과 해양공간에 대한 난개발과 이용 주체 간의 갈등, 그리고 해양생태계의 훼손 등 복합적인 사회 문제가 발생하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 해양생태계의 건강성과 인간 활동 간의 균형을 맞추고, 해양과 인간의 상호작용을 전체 시스템으로 보는 관점으로의 전환이 필요하다. 이에 따라 정부는 해양공간의 통합적이고 체계적인 관리를 위해 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」을 제정하는 등 제도적 기반을 마련하고, 해양공간의 지속가능한 이용과 보전을 동시에 달성할 수 있는 통합적 관리체계로의 전환을 추진하고 있다.[215] 해양공간의 통합관리는 단순히 공간의 용도를 구분하는 차원을 넘어 다양한 해양활동의 상호작용과 누적영향, 그리고 생태계와 사회·경제적 연결성을 종합적으로 고려하는 것이 핵심이다.

215) 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」 제1조

해양공간에 대한 통합 관리의 실효성을 높이기 위해서는 다음의 요소가 필요하다. 첫째, 시스템적 접근을 통해 해양을 단일 목적의 개발 대상이 아닌 유기적 전체로 인식하며 해양과 인간의 상호작용을 고려해야 한다. 아래 그림에서와 같이 바다와 인간의 관계는 유기적으로 연결되어 있다. 해양은 다양한 생태계 서비스, 즉 영양염 순환, 기후 조절, 수산물 공급 등을 제공한다. 이에 따라 해양은 연안 지역사회의 경제 활동과 생계유지에 중요한 역할을 하며, 건강한 해양은 인간의 지속가능한 삶을 지원한다.[216] 인간은 해양이 제공하는 이러한 혜택을 받고 있으며 인간의 건강, 성장은 건강한 해양에 크게 의존한다. 수산자원의 남획, 서식지 훼손, 해양오염, 해수 온난화, 해양 산성화 등 인간 활동과 기후변화로 인해 해양생태계가 훼손되고 있다. 결국 지속가능성 관점에서 해양생태계, 해양생태계서비스, 사회 및 인적 자본, 정책·과학기술의 영역 간 상호연결성을 고려해야 한다.

이러한 통합적 관리 방식으로의 전환은 해양생태계의 건강성과 인간 활동 간의 균형을 맞추고, 해양과 인간의 상호작용을 전체 시스템으로 바라보는 관점의 변화를 의미한다. 궁극적으로 이러한 접근법은 현 세대와 미래 세대 모두를 위한 해양자원의 지속가능한 이용과 보전에 기여할 것이다. 아래 〈그림 3-4〉은 해양과 인간의 상호작용 체계를 잘 나타낸 개념도이다.

〈그림 3-4〉 바다와 함께하는 삶 개념도



자료: Visbeck(2018), p. 2.; Bahr et al.(2017), pp. 42-43. 재인용: 최희정 외(2024), p. 34.

216) 최희정 외(2024), p. 33.

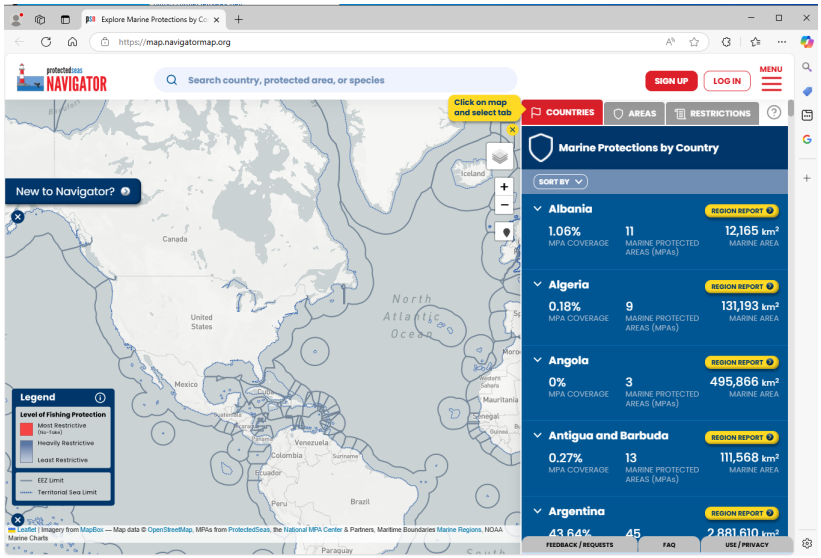
다. “30×30”, 그리고 나머지 70%[217)]

국제사회의 “30×30” 목표는 2030년까지 전 세계 육상과 해양의 최소 30%를 보호구역으로 지정해 생물다양성과 생태계 서비스를 보전하는 것을 목표로 하는 것이다. 이 정책은 2022년 유엔의 생물다양성협약 당사국총회(COP15)에서 196개국이 합의한 ‘쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크’에 의해 공식화되었다. “30×30” 목표는 훼손된 생태계의 복원, 생물 멸종률 감소 등과 함께 기후변화에 대한 대응과 해양생태계의 회복력 강화를 위한 핵심 전략으로 제시되고 있다. 그러나 2024년 현재 전 세계 해양의 보호구역 지정 속도는 매우 더딘 상황이다. 그린피스는 보호구역 지정 속도가 느려 2107년이 되어야 “30×30” 목표’를 달성할 수 있다고 분석했다.[218)] 현재 보호구역은 전체 해양의 약 8.4%에 불과하며, 인간 활동이 엄격히 제한되는 완전 보호구역은 2.7%, 공해 보호구역은 0.9%에 그친다.[219)]

“30×30” 목표는 정량 목표로 해양 공간 관리의 명확한 방향성과 성과를 나타낸다. 이 면적을 기반으로 한 목표는 필연적으로 공간적 접근을 요구한다. 해양보호구역의 지정, 경계 설정, 면적 계산, 그리고 이러한 보호구역이 전체 해양에서 차지하는 비율 산정 등 모든 과정에 정확한 공간정보가 필수적이다. 그러나 단순한 면적 확보를 넘어 해양보호구역의 질적 측면, 즉 보호의 효과성과 생태적 대표성이 함께 고려되어야 한다. 또한 해양보호구역 내외의 생태계 변화와 인간 활동의 영향을 모니터링하기 위해서도 공간정보에 기반한 분석이 요구된다(그림 3-5). 보호구역의 단순한 지정만으로는 실질적인 해양 보전 효과를 담보할 수 없으며 효과적인 관리와 모니터링이 병행되어야 한다.

217) Colegrove & Driedger(검색일: 2025.4.21.)
218) 경향신문(2024.10.21.)(검색일: 2025.4.21.)
219) 그린피스(2024.10.21.)(검색일: 2025.4.21.)

〈그림 3-5〉 해양보호구역 정보 제공을 위한 GIS 시스템



주 : ProtectedSeas는 MPA 경계와 규제에 관한 정보를 수집하여 제공하며, 여기에 Navigator 도구는 전 세계 MPA를 지도로 볼 수 있게 해주는 플랫폼임.
자료: ProtectedSeas, Navigator(검색일: 2025.4.21.)

특히 해양공간은 육상과 달리 접근성이 제한되고 직접적인 관찰이 어렵다는 특성을 가진다. 또한 해양환경은 끊임없이 변화하며 생태계의 연결성이 높아 광범위한 공간의 모니터링이 필요하다. 이러한 조건에서 공간정보는 해양 보전 정책의 계획, 실행, 모니터링 및 평가의 전 과정에 필수적인 과학적 기반을 제공한다. “30×30”이라는 정량적 목표 달성을 위해서는 정확하고 시의적절한 공간정보가 필수적이며, 공간 정보 중에서도 위성영상 정보는 광범위한 해양공간을 효율적으로 모니터링할 수 있는 핵심 도구이다. 위성영상은 접근이 제한된 해역에 대한 정보를 제공하고, 시계열적 변화를 추적하며, 다양한 환경 변수에 대한 통합적 관측을 통해 해양공간의 통합평가를 가능하게 한다. 이는 30%의 목표 달성뿐만 아니라 나머지 70% 해역의 지속가능한 관리에도 중요한 정보를 제공한다.

해양보호구역을 2030년까지 30%까지 지정하겠다는 “30×30” 목표는 단순한 수치적 목표 이상으로 해양공간관리 패러다임의 중요한 변화를 상징한다. 이는 해양 관리의 중심축이 ‘이용과 개발’에서 ‘보전과 균형’으로 전환되었다는 것을 의미한다. 과거의 해양공간은 주로 경제적 자원 추출과 개발에 초점을 맞추었으나, 30%의 보호구역 지정은 해양생태계의 건강성과 회복력을 우선시하는 가치관의 변화를 반영한다. 보호구역 30%의 목표는 ‘파편화된 관리’에서 ‘체계적 네트워크 구축’으로의 변화를 나타낸다. 개별적이고 고립된 소규모 보호구역들이 아닌 생태적으로 연결된 보호구역 네트워크를 구축함으로써 생물다양성과 생태계 기능을 효과적으로 보전하고자 하는 접근법이다. 이는 생태계 기반 관리의 실질적 구현이며, 통합적 관점에서 해양공간을 바라보는 새로운 시각을 반영한다. “30×30” 목표는 결국 부문별 관리에서 통합적 관리로의 변화를 나타낸다. 해양보호구역은 단순한 생태계 보전을 넘어 지속가능한 어업, 기후변화의 완화, 연안 지역사회의 회복력 강화 등 다양한 목표를 통합적으로 추구한다.

4) SDGs 14 목표 달성의 수단으로 해양공간관리 역할 확대

전 세계적으로 해양공간계획은 인간의 활동에 따른 해양생태계 영향을 최소화하고 해양의 지속가능한 발전을 실현할 수 있는 정책[220]으로 주목받고 있다. EU의 DG MARE[221]와 UNESCO-IOC는 기존 MSProadmap(2017-2021)의 성과와 한계를 검토한 후 공동의 로드맵 개정안(MSProadmap 2022-2027)을 발표하였다. 이 개정안은 해양의 생태적·경제적·사회적 연결성 강화를 핵심 목적으로 제시하고 있어 해양공간계획을 SDGs 14 달성에 중요한 기반으로 삼고 있음을 알 수 있다(그림 3-6).

220) Kirkfeldt & Santos(2021), p. 1.
221) 유럽연합(EU) 집행위원회 산하의 해양수산국Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries)

〈그림 3-6〉 SDGs 14 달성을 위한 해양공간계획 기여



자료: EC·IOC-UNESCO(2022), p. 12. (번역자료)

해양공간 관리는 다양한 해양 활동의 공간적·시간적 배치를 체계적으로 조정하여 해양생태계 보전과 경제적 이용 간의 균형을 도모한다. 이를 통해 SDG 14의 세부 목표, 즉 해양오염 저감(목표 14.1), 연안 및 해양생태계의 지속가능한 관리와 보호(목표 14.2), 해양산성화 대응(목표 14.3), 해양보호구역 확대(목표 14.5) 등을 달성하는 데 기여할 수 있다. 예를 들어 해양공간계획은 어업, 해상운송, 에너지 개발 등 다양한 활동의 중첩과 갈등을 조정하고 MPA 지정 및 효과적 관리의 과학적 근거를 제공한다. 또한 소규모 어업인의 접근권 보장(목표 14.b), 국제 해양법(UNCLOS)의 이행

(목표 14.c) 등 제도·사회적 목표 실현에도 기여한다. 첨단 데이터와 과학적 분석을 기반으로 누적영향평가, 위험분석, 이해관계자 간의 협의를 통합적으로 수행함으로써 정책결정의 신뢰성과 효율성을 높인다. SDG 14 달성을 위해서는 과학적 데이터와 증거에 기반한 정책의 결정이 필요하며, 이는 앞서 언급한 '과학 기반 의사결정'이라는 요소와 직접 연결된다. 이처럼 해양공간관리는 해양환경의 보전, 자원 이용의 지속가능성, 이해관계자 간의 조정 등 SDG 14의 다양한 세부목표를 실질적으로 뒷받침하는 핵심 도구로 자리매김하고 있다.[222)]

2. 위성정보 활용의 필요성

해양공간 관리의 패러다임이 단일한 목적의 관리에서 통합적 관리로 전환되고, "30×30"의 목표 달성과 SDGs 14의 이행이 중요해지면서 과학적이고 체계적인 해양공간에 대한 모니터링과 관리의 필요성이 더욱 증대되고 있다. 이러한 상황에서 위성정보는 다음과 같은 특성과 장점을 바탕으로 해양공간 관리의 핵심 도구로서 그 활용의 필요성이 높아지고 있다.

1) 광역적·주기적 해양 모니터링 수단으로서의 필요성

해양은 그 광대한 면적과 접근성의 제한으로 인해 전통적인 선박 기반의 관측만으로는 효과적인 모니터링이 어렵다. 위성정보는 한 번의 관측으로 수백~수천 km^2 영역을 포괄할 수 있는 광역성과 일정 주기에 따라 동일 지역을 반복 관측할 수 있는 주기성을 갖추고 있어 해양공간의 종합적 모니터링에 최적화된 수단이다. 특히 천리안 해양관측위성 2호(GOCI-II)는 한반도 주변 2,500km×2,500km 영역과 전구를 관측할 수 있으며, 하루

222) Gissi et al.(2022), p. 2.

10회의 관측이 가능해 해양환경의 일변화 파악에도 유용하다.

이러한 위성정보의 광역성과 주기성은 해양공간 이용·개발에 대한 수요가 증가하고 해양보호구역이 확대되면서 발생하는 해양공간에 대한 갈등 심화의 상황에서 더욱 중요한 의미를 갖는다. 넓은 해역에서 발생하는 다양한 이용 활동과 갈등 상황을 효율적으로 파악하고, 해양공간계획의 수립 및 이행을 관측하는 데 필요한 객관적 정보를 제공할 수 있다.

2) 통합적 해양공간관리를 위한 과학적 기반으로서의 필요성

단일한 목적의 관리에서 통합적 관리로 해양공간관리 패러다임이 전환하면서 해양생태계, 생태계서비스, 사회 및 인적 자본, 정책과 과학기술이라는 네 영역의 상호연결성을 고려하는 시스템적인 접근을 요구한다. 위성정보는 다양한 분광 정보를 통해 해양 수온, 클로로필, 용존유기물, 부유물질 등 다양한 해양 파라미터를 동시에 관측할 수 있어 해양환경과 인간 활동 간의 상호작용을 종합적으로 파악하는 데 필수적인 정보를 제공한다.

또한 위성정보는 장기간에 걸쳐 일관된 방식으로 데이터를 수집할 수 있는 지속성을 갖춰 해양환경의 장기적인 변화 추세와 기후변화의 영향을 분석하는 데 중요한 역할을 한다. 국가해양생태계종합조사 및 해양환경의 모니터링과 같은 종합적 해양환경평가, 해양공간특성평가(누적영향평가) 등 과학에 기반한 의사결정을 지원하는 핵심 정보로도 활용될 수 있다.

3) 해양환경·생태계 관측 및 보전을 위한 필요성

"30×30" 목표는 2030년까지 전 세계 해양의 최소 30%를 보호구역으로 지정해 생물다양성과 생태계 서비스를 보전하는 것을 목표로 한다. 이는 면적에 기반을 둔 목표로, 해양보호구역의 지정 및 관리, 경계 설정 및

면적 산정 등 전 과정에 정확한 공간정보가 필수적이다.

위성정보는 접근이 제한된 해역에 대한 정보를 제공하고, 시계열적인 변화를 추적하며, 다양한 환경의 변수에 대한 통합 관측을 가능하게 함으로써 해양공간의 통합평가를 가능하게 한다. 이는 30%의 목표 달성뿐만 아니라 나머지 70% 해역의 지속가능한 관리에도 중요한 정보를 제공한다. 또한 SDGs 14(해양생태계 보전)의 세부 목표를 달성하기 위해서도 위성정보의 활용이 필수적이다. 해양오염 저감(목표 14.1), 연안 및 해양 생태계의 지속가능한 관리와 보호(목표 14.2), 해양산성화에 대한 대응(목표 14.3), 해양보호구역의 확대(목표 14.5) 등의 달성 정도를 평가하고 모니터링하는데 위성정보가 중요한 역할을 한다.

4) 해양 안전·방제를 위한 필요성

기후변화로 인한 해양기상의 이변, 극한 기상현상의 증가, 해상교통량의 증가에 따라 해양 안전 및 재난·재해에 대한 대응의 중요성이 커지고 있다. 위성정보는 광범위한 해역에서 발생하는 해양재난을 실시간으로 탐지하고 모니터링할 수 있는 효과적인 수단으로 다음과 같은 측면에서 그 필요성이 증대되고 있다.

위성정보는 태풍, 해일, 파랑 등 해양기상 현상의 감시와 예측에 필수적인 정보를 제공한다. 특히 정지궤도 해양관측위성은 해수면 온도, 해류, 파고 등의 정보를 지속적으로 관측함으로써 해양기상 예보의 정확도를 높이고 재난이 발생했을 때 신속한 대응을 가능하게 한다. 또한 위성정보는 유류 유출, 적조, 해양쓰레기 등 해양오염 사고의 탐지와 확산 경로의 추적에도 활용될 수 있다. SAR(합성개구레이더) 위성은 날씨나 시간에 관계없이 해양 표면의 유류 유출을 탐지할 수 있으며, 광학 위성은 적조의 발생과 확산을 모니터링할 수 있다. 아울러 위성정보는 선박의 안전과 불법 어업

을 감시하는 데에 중요한 역할을 한다. AIS 데이터와 위성영상을 결합하면 선박의 위치와 이동 경로를 추적할 수 있으며, 이를 통해 불법 어업, 해적 행위, 해상 테러 등의 감시와 이에 대한 대응이 가능하다. 다음 〈그림 3-7〉은 해양공간 패러다임의 변화와 위성정보의 필요성을 나타낸 것이다.

〈그림 3-7〉 해양공간 패러다임 변화와 위성정보 필요성



자료: 저자 작성

제2절 해양 위성정보 활용 현황

1. 위성정보 운영기관

1) (국립해양조사원) 국가해양위성센터

(1) 개요

국립해양조사원 국가해양위성센터는 「천리안 해양위성 운영규정」에 따라 해양위성 운영 업무를 주관하는 국가기관으로, 국내 유일의 정지궤도 해양관측위성인 '천리안위성 2B호'를 운영하고 있다. '천리안위성 2B호'는 2010년부터 2021년까지 운영된 세계 최초의 정지궤도 해양관측위성인 천리안 1호의 임무를 승계 받은 후속 위성으로, 우리나라 주변 해역에 대한 모니터링을 수행하고 있다. 이를 통해 기후변화, 해양재난 등 다양한 해양 현안에 대응하고 해양 정책결정을 지원하기 위한 핵심자료를 제공하고 있다.

(2) 조직 및 역할

국가해양위성센터는 위성기획팀, 위성활용팀, 위성자료팀으로 구성되어 있으며, 해양위성정보의 활용 강화, 기술역량의 제고 및 대외협력 강화를 위한 다양한 업무를 수행하고 있다(그림 3-8). 팀별 주요 업무는 다음과 같다.[223]

- 위성기획팀 : 해양위성 개발 및 정책지원, 해양위성 지상시스템 운영, 해양위성 예산 및 법/규정 제정, 해양위성 관련 국제협력
- 위성활용팀 : 해양위성정보 활용계획 수립 및 시행, 해양위성 분석 및 활용, 해양위성 관련 신기술 연구개발, 해양재해재난 대응 지원

223) 국가해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)

- 위성자료팀 : 천리안위성 정확도 품질검증, 국가해양위성센터 누리집 운영, 국가해양위성센터 전산 및 통신망 관리, 위성자료 수집·관리·배포

〈그림 3-8〉 국가해양위성센터 주요 추진전략 및 과제



자료: 국가해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.4.24.)

국립해양조사원 국가해양위성센터는 이러한 조직 체계를 기반으로 국내 해양위성 운영의 핵심기관으로서의 역할을 수행하고 있으며, 해양위성정보의 활용성과 신뢰성 제고를 통해 국가의 해양정책 지원에 기여하고 있다.

(3) 해양 위성정보 서비스 현황

국립해양조사원 국가해양위성센터는 해양관측 위성정보의 원시자료를 가공하여 전처리 표준자료(L1B) 1종, 기본산출물(L2) 26종, 활용산출물(L3) 8종 등을 제공하고 있다. 구체적으로 해양관측 위성정보는 자료처리 과정에 따라 원시자료, 전처리 표준자료(L1B), 기본산출물(L2), 활용산출물(L3)로 구분된다.[224] 전처리 표준자료(L1B)는 원시자료에 대해 복사보정

224) 국가해양위성센터 내부자료(2025)

과 기하보정을 수행하여 생성된다. 복사보정은 위성 센서의 전기적 특성에 의해 발생하는 잡음을 제거하고, 센서 픽셀별 감도를 균일하게 조정하는 과정을 의미한다. 이후 기하보정을 통해 지리적 왜곡을 수정하여 자료를 위도 및 경도 기준에 정확히 맞추게 된다. 전처리 표준자료는 데이터파일 또는 이미지파일 형태로 제공된다.

기본산출물(L2)은 전처리 표준자료를 바탕으로 대기보정과 해색(海色) 알고리즘을 적용하여 생성된다. 대기보정은 대기 상층 복사휘도 중 90% 이상의 대기 신호를 제거하여 바다 신호만을 추출하는 과정을 의미하며, 이를 통해 보다 정확한 해양 정보를 확보할 수 있다. 기본산출물은 데이터파일 형태로 제공되며, 합성영상은 이미지파일 형태로 제공된다. 또한 활용산출물(L3)은 기본산출물을 활용 목적에 맞게 가공한 자료로, 이용자의 별도 요청이 있을 때는 물론 국가해양위성센터 누리집을 통해서도 제공되고 있다. 활용산출물은 분석 목적에 따라 다양한 형태로 제작되며 해양 정책 결정, 해양재해에 대한 대응 등 실질적인 활용을 지원하고 있다(표 3-1).

국립해양조사원 국가해양위성센터는 활용산출물을 기반으로 국민의 어업 및 해양 활동에 부정적 영향을 미치는 다양한 해양 현안에 대응하고 있으며, 해양위성영상 탐지의 정확도를 개선하기 위한 연구개발사업도 지속적으로 추진하고 있다. 구체적으로는 괭생이모자반, 저염분수, 적조, 해상유출유 등 주요 해양 현안과 관련된 정보를 주기적으로 유관기관에 제공하고 있으며, 이를 통해 신속하고 효과적인 대응을 지원하고 있다. 또한 무인도서 및 주변 해역에 대한 해양쓰레기 발생량 등을 모니터링하여 해양쓰레기의 발생 원인을 분석하고 있으며, 이를 기반으로 해양환경을 개선하기 위한 정책 지원 자료를 생산하고 있다. 아울러 국가해양위성센터는 국내외의 다양한 위성자료(국토위성, Sentinel-2 등)를 활용해 해양시설물 탐지 업무 및 불법 선박 감시 업무를 수행하고 있다. 이를 통해 관할 해역의 관리 및 선박의 안전사고 예방에 기여하고 있으며, 해양공간의 효율적 이용

과 안전 확보를 위하여 위성정보를 기반으로 한 감시체계를 강화하고 있다.

〈표 3-1〉 국가해양위성센터 생산자료 내역 및 활용 현황

구분	정보내역	제공형태	제공방식	비고
전처리 표준자료	표준자료	데이터파일 (NetCDF) 이미지파일 (JPG)	누리집, OPeNDAP, FTP	(FTP) 5개 정부기관 실시간 자료전송 * 해경, 해군, 공군기상단, 환경위성센터, 기상위성센터
기본 산출물	기본산출물 26종	데이터파일 (NetCDF)	누리집, OPeNDAP, FTP	
	합성영상 26종	이미지파일 (JPG)	누리집, OPeNDAP	12개 슬롯 개별영상 1개 영상으로 합성
활용 산출물	해양쓰레기	분석자료 (TIFF, PDF)	별도제공	인천·충청·경기 지역 절대보전·준보전 국·공유지 무인도서 63개 도서
	괭생이모자반	분석자료 (NetCDF, jpg)	별도제공 누리집	괭생이모자반 연안유입 비상대응 관계기관
	표층해류	이미지파일 (PDF)	누리집	동해, 동아시아, 북서태평양, 태평양, 아라비아, 아덴만
	해수면온도	데이터파일 (NetCDF) 이미지 파일 (PNG)	누리집	국내외 위성(5종), 국가해양관측망 등 자료 1일 합성장
	저염분수	분석자료 (NetCDF, jpg)	별도제공	수과원, 지자체 등 4개 기관
	적조	분석자료 (PDF)	별도제공	남해안
	해상유출유	분석자료 (PDF)	별도제공	본부 종합상황실, 해경, 지자체 등
	해양영상도	이미지파일 (shp, tiff)	별도제공	해양예보과

자료: 국가해양위성센터(2025) 내부자료를 토대로 재작성

2) (한국해양과학기술원) 해양위성센터

(1) 개요

한국해양과학기술원(KIOST) 해양위성센터는 「천리안 해양관측위성 운영 및 자료배포 규정」에 따라 천리안 해양관측위성 주관운영기관으로서의 역할을 수행하고 있다. 2020년부터는 국내 위성 지상시스템을 구축하여 천리안 해양위성 자료를 수신하고 있으며, 2021년부터는 국외 지상시스템을 구축하여 NOAA-20, Suomi-NPP, MODIS (Aqua, Terra) 등 다양한 국외의 위성자료를 수신하고 있다. 이를 통해 국내외 다양한 해양위성자료를 통합적으로 운용하고 해양관측 및 분석 역량을 강화하고 있다.

(2) 조직 및 역할

해양위성센터는 한국해양과학기술원 해양영토연구본부 소속 조직으로, 해양위성 활용 및 운영, 해양광학 기술개발, 해양위성 품질관리 관련 업무를 수행하고 있다(그림 3-9). 주요 업무별 세부 내용은 다음과 같다.[225]

- 해양위성 활용 : 광합성유효광량(PAR), 위성활용 해수표층 수질, 해수 생태환경, 저서식생 모니터링, 녹조/갈조 모니터링, 해빙 자료 분석, 해무, 태풍, 원격탐사, 머신러닝, 해양인공지능 등
- 해양위성 운영 : 해양원격탐사, 영상처리, 고성능 컴퓨팅, 지상국 시스템 운용 등
- 해양광학 기술개발 : 해양원격탐사, 해양광학, 위성 검보정
- 해양위성 품질관리 : 해양원격탐사, 해양광학관측

225) KIOST 해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.3.26.)

이와 같은 체계적 조직 운영을 통해 KIOST 해양위성센터는 국내 해양위성자료의 활용 및 연구개발을 주도하고 있으며, 해양관측에 대한 정확성을 제고하고 위성자료의 활용을 확대하기 위한 기반을 마련하는 데 기여하고 있다.

〈그림 3-9〉 KIOST 해양위성센터 비전 및 임무



자료: KIOST 해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.3.26.)

(3) 해양 위성정보 활용 현황

KIOST 해양위성센터는 NASA, NOAA, JAXA, Plymouth Marine Laboratory (PML) 등 주요 국제기관과 해양위성 알고리즘 및 기술, 활용 방안에 대한 국제협력 연구를 활발히 수행하고 있다. 주요 국제협력 연구 내용은 다음과 같다.[226]

- 해색위성 개발, 알고리즘, 활용 등의 분야 : NASA, NOAA와 기후변화 기반 마련을 위한 공동 연구를 수행 중

226) KIOST 해양위성센터 홈페이지(검색일: 2025.3.26.)

- 해색위성 대기보정 분야 : NOAA, JAXA와 기술 협력 연구 수행
- 해색위성 PAR 산출물 개발 : SCRIPPS와 GOCI PAR 개발 연구 수행
- NASA 차세대 정지궤도 해색위성 개발 : University of New Hampshire 대학과 생태계 모니터링 공동 연구 수행
- 해색위성 활용, 해양 모델링 분야 : PLM과 해양생태계 모니터링 협력 연구 수행

또한 KIOST 해양위성센터는 GOCI-II 자료를 활용하여 인도네시아의 해양위성정보 활용 시스템 구축을 지원하는 ODA 사업을 수행하고 있다. 이를 통해 개발도상국의 해양관측 역량을 강화하고 국제사회에서의 해양 데이터 활용을 확대하는 데 기여하고 있다. 아울러 KIOST 해양위성센터는 국제 해색연구 협력기구인 IOCGG[227]의 주요 구성원으로 활동하고 있으며, 해색 정보와 관련된 다양한 연구 및 협력 활동을 주도하고 있다. 주요 활동 내용은 다음과 같다.

- 연구 및 협력 : 시계열 데이터 융합 작업, 대기 보정 알고리즘 상호 비교 연구, 해색 시스템 교정 관련 작업 그룹으로 활동
- 교육 프로그램 : GOCI-II 자료 및 툴박스 사용 방법에 관한 교육세션 제공

2. 부문별 활용 실태

해양 위성정보의 활용은 해양공간의 체계적 관리와 해양 관련 정책을 수립하는 데 과학적 근거를 제공하는 핵심 수단으로 부상하고 있다. 여기서는 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계에 대한 관측, 해양 안전·방제

227) 국제해색위성정문가그룹(International Ocean Colour Coordinating Group)

라는 세 가지 핵심 부문에서 현재의 위성정보가 어떻게 활용되고 있는지 실태를 진단하고 각 부문별 특성과 현안을 분석한다. 특히 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터에서 제공하는 위성정보가 실제 해양 정책 및 업무에 어떻게 적용되고 있는지, 그리고 그 과정에서 나타나는 한계점과 개선이 필요한 사항이 무엇인지 체계적으로 파악한다. 이러한 부문별 활용 실태에 대한 분석은 제4장에서 제시할 해양 위성정보의 활용체계 구축에서 세부 방안을 도출하는 직접적인 근거가 되며, 부문별한 맞춤형 활용 시나리오와 기술적·제도적 개선 방안을 개발하는 기초 자료로 활용된다. 분석에는 정책과의 연계성, 업무의 효율성, 정보의 활용 수준, 사용자의 요구사항 등 다각적 관점이 포함되며, 이를 통해 현재의 활용 실태를 정확히 진단하고 미래의 발전 방향을 제시하고자 한다.

(1) 해양공간 이용·관리

가. 공유수면 점·사용 인허가

현재 공유수면의 점용·사용 인허가는 해양수산부(지방해양수산청장, 시·도지사 위임), 특별자치도지사, 시·군·구청장이 관리하고 있으며, 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 근거하여 행정적 절차와 서류를 통해 운영되고 있다. 공유수면 점사용 허가는 주로 서류 심사와 현장 조사를 통해 이루어지고 있다. 이러한 과정에서 위성영상이나 AI 기술을 활용하지 않고 담당자의 현장 방문을 통한 육안 조사와 사진 촬영 등의 방식으로 해양공간의 현황을 파악하고 있는 것으로 보인다.

공유수면 점사용 허가 심사는 서류 검토와 현장조사 단계로 진행된다. 서류 검토에서는 신청자의 자격에 대한 적합성, 서류의 법규 준수 여부, 공유수면 관리·운영상 지장이 발생할 가능성을 검토한다(그림 3-10). 또한 국가나 지자체의 중장기 계획과의 정합성을 확보하기 위해 해당 지역의 장래 개

발계획과의 연계 및 저촉 여부도 검토 대상이다.

〈그림 3-10〉 공유수면 점·사용 허가 절차



자료: 군산지방해양수산청(https://gunsan.mof.go.kr/ko/page.do?menuIdx=980) 홈페이지를 토대로 저자 재작성

현장조사에서는 신청 위치의 정확성을 확인하는 것이 우선시되며, 시설물이나 활동에 있어 주변 환경과의 조화 여부, 타 이용자들의 공유수면 접근 제한 여부, 해양생태계의 파괴나 오염을 유발할 수 있는 가능성 등 해양환경

영향을 평가한다. 현장조사는 공유수면관리청 담당자가 직접 현장을 방문하여 육안으로 확인하고 사진으로 촬영한 후 서면으로 조사서를 작성하는 방식으로 이루어진다. 이 방식은 인력·시간의 소요가 크고 넓은 해역이나 접근 제한 지역에서는 효과적인 조사가 어렵다는 한계가 있다. 특히 과거 데이터와의 비교가 제한적이어서 시계열적인 변화 추적이 어렵다. 또한 인력과 시간의 제약으로 인해 허가 이후에는 정기적인 사후 점검이 어렵고 허가 조건을 위반하거나 불법으로 점용한 것을 발견하기가 쉽지 않다. 이러한 한계는 공유수면의 효율적 관리와 지속가능한 이용을 저해하므로 위성영상, 드론, AI 기술 등을 활용한 조사 방식을 도입하는 것이 필요하다. 공유수면 관리를 위한 실제적인 정책 업무 및 의사결정 등의 지원에 활용하기 위한 구체적인 방안이 필요한 실정이다.

나. EEZ 해양시설물 관리 및 해양공간 이용 변화 모니터링

배타적 경제수역(EEZ)의 해양공간 및 시설물 관리는 해양수산부가 주관부처로서 전반적인 관리·감독 권한을 가지며 실무적인 업무는 각 지방해양수산청에서 담당하고 있다. 현재 해양공간 및 시설물 관리는 「해양환경관리법」, 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률(이하, 해양공간계획법)」, 「배타적 경제수역 및 대륙붕에 관한 법률(이하, 배타적경제수역법)」 등을 근거로 이루어진다. 특히 「해양공간계획법」에 따라 해양수산부는 해양공간관리계획을 수립하여 EEZ 내 해양공간과 시설물의 이용·개발·보전을 체계적으로 관리하고 있다. EEZ 내 해양시설물(저장시설, 하역시설, 해양과학기지 등)을 설치하려는 자는 「해양환경관리법」 따라 관할 지방해양수산청에 사전에 신고해야 한다.[228] 이 과정에서 시설물의 위치, 규모, 용도 등에 관한 상세

228) 해양시설이란 해역(「항만법」제2조제1호의 규정에 따른 항만을 포함)과 육지사이에 연속하여 설치·배치하거나 투입되는 시설 또는 구조물로서 해양수산부령(「해양환경관리법」 시행규칙 별표1)으로 정하는 해양시설은 관할 지방해양수산청에 신고(「해양환경관리법」 제33조 및 「해양환경관리법」 시행규칙 제17조)

한 정보와 환경영향평가 자료가 검토된다.

해양수산부는 정기적인 현장 점검과 모니터링을 통해 해양시설물의 안전과 환경영향을 관리하고 있다. 해양수산부는 해양시설물 관리에 있어 제한적으로 위성영상을 활용하고 있다. 주로 불법 시설물의 설치 감시 등에 위성영상이 사용되고 있으나, 체계적인 해양 시설물 관리를 위한 종합적인 위성영상의 활용 시스템은 아직 완전히 구축되지 않은 상태이다.

EEZ 해역의 관리에 있어서 현장 점검 인원과 장비의 부족, 해양 시설물의 실시간 모니터링 체계의 미비, 체계적인 위성영상 활용 시스템의 부재, 해양 시설물의 데이터에 대한 통합 관리의 미흡이 문제점으로 나타나고 있다. 국내외 사례에서 살펴본 바와 같이 시설물의 효과적인 관리를 위해 위성영상 활용의 필요성이 증가하고 있다. 위성영상은 넓은 해역을 주기적으로 관측할 수 있어 시설물의 위치 확인, 불법 시설물 탐지, 해양공간의 이용 변화에 대한 모니터링 등에 효과적이다. 접근이 어려운 원격 해역이나 분쟁 가능성이 있는 해역의 시설물 관리에 있어서도 위성영상은 중요한 정보를 제공할 수 있다. 위성영상을 통한 체계적인 해양 시설물 관리 시스템을 구축하는 일은 정부가 추진해야 할 중요한 과제로 인식되고 있다.

이와 더불어 국가해양위성센터는 국내외의 다양한 위성자료(국토위성, Sentinel-2 등)를 활용하여 해양시설물의 탐지 및 불법 선박의 감시 업무를 수행하고 있다. 이를 통해 관할 해역에 대한 관리 및 선박의 안전사고 예방에 기여하고 있으며, 해양공간의 효율적 이용과 안전 확보를 위해 위성정보에 기반한 감시체계를 강화하고 있다.

다. 양식어장 판독

양식어장의 영상판독 사업은 지속적인 판독 및 모니터링을 통해 양식장

의 생산량 전망과 어장관리를 수행하는 것이 목적이다.[229] 양식어장은 수산업의 중요한 기반이자 우리나라 해양공간 이용의 주요 요소이다. 양식어장의 분포 및 실태를 명확히 파악하여 어장을 관리하기 위한 기초 자료로 활용하고 있다(그림 3-11).[230]

〈그림 3-11〉 양식어장 판독사업 목적 및 내용



자료: KMI 수산업관측센터(검색일: 2025.4.21.)

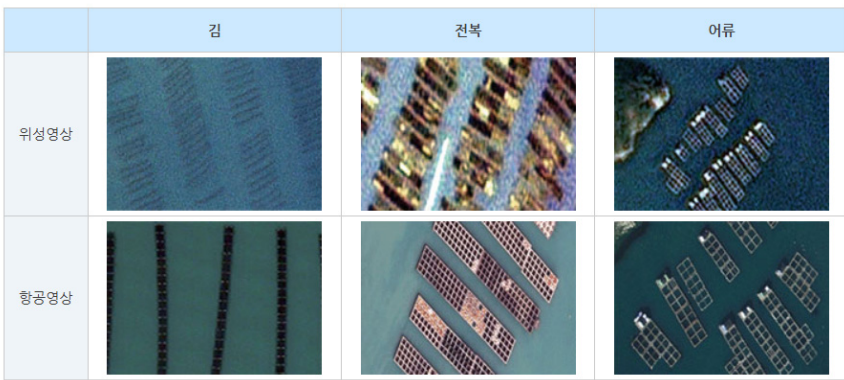
해양수산부와 한국해양수산개발원(수산업관측센터)은 양식 수산물에 대한 수급 조절 등을 위한 수산업관측사업의 일환으로 2004년부터 원격탐사의 방법을 활용하여 관측 품목을 대상으로 양식장 판독사업을 추진하고 있다. 사업 초기에는 위성영상(해상도 2~2.5m)을 이용하였으나 2011년부터는 더욱 정확하게 양식장 시설을 판독하기 위하여 해상도가 높은 항공영상(해상도 25cm)을 활용하고 있다.[231]

229) KMI 수산업관측센터(검색일: 2025.4.21.)
230) KMI 수산업관측센터(검색일: 2025.4.21.)
231) 한국해양수산개발원(2014), p. 20.

이 사업의 내용은 전국 연안에 있는 양식어장에 대한 공간정보의 자료 구축과 정기적인 판독, 변화 추세의 분석 등이다. 위성영상, 항공사진, 드론 촬영자료 등 다양한 원격탐사 기술을 활용하여 실제 양식어장의 설치 여부 및 규모를 분석하고, 이를 면허 자료와 연계하여 공간정보로 구축한다. 이와 함께 무단 양식시설의 설치 여부나 경계 초과 여부 등을 확인함으로 행정기관의 단속과 관리 업무를 지원하고 있다.

사업 수행 방법은 우선 연안 전역의 영상자료를 확보하고, 판독 대상 해역을 설정한 뒤, 영상분석 전문가가 어장 시설물의 유형과 형태, 위치 등을 해석한다(그림 3-12). 이후 현장조사 및 관련 행정자료와의 비교·검증 과정을 통해 정확성을 제고하며, 분석 결과는 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 전산화하여 관리한다. 이를 통해 해양수산 행정기관은 체계적이고 효율적인 양식어장의 관리가 가능해지며 나아가 해양환경에 대한 보전 및 이용 갈등을 해소하는 데에도 기여하고 있다.

〈그림 3-12〉 위성영상 및 항공사진을 활용한 양식어장 판독



자료: KMI 수산업관측센터(검색일: 2025.4.21.)

(2) 해양 환경·생태계

가. 해양 서식지(잘피) 변화 모니터링

국가해양생태계종합조사는 전국의 연안 및 갯벌생태계를 대상으로 우리나라 해양생태계의 상태와 변동을 신속히 파악하고 평가하는 사업이다.[232] 해양생태계법에 따르면 해양생태계의 현황과 변화를 파악하는 조사 방법으로 "항공기, 위성, 선박 등을 통한 원격탐사"가 명시적으로 언급되어 있어 위성영상을 활용한 조사가 법적으로 가능하도록 규정하고 있다(표 3-2).

〈표 3-2〉 국가해양생태계종합조사 개요

구분	내용
법적 근거	해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(이하, 해양생태계법)
내용 및 방법	제5조(국가해양생태계종합조사의 내용 및 방법 등) ① 법 제10조제1항에 따른 국가해양생태계종합조사(이하 "국가해양생태계종합조사"라 한다)의 내용은 다음 각 호와 같다. 1. 해양생태계, 해양환경 및 해양지형의 현황 및 특성 2. 해양보호생물, 우리나라 고유 해양생물 및 외래 해양생물의 서식 현황 3. 해양생물다양성의 구성요소 4. 해양생물다양성의 보전과 그 구성요소의 지속가능한 이용에 영향을 미칠 수 있는 개발행위 등의 현황 5. 연안습지의 생태계 현황, 오염 현황 및 사회적·경제적 현황 6. 그 밖에 해양생태계의 보전을 위하여 특히 조사할 필요가 있다고 인정되는 것으로서 해양수산부장관이 정하여 고시하는 사항 ② 국가해양생태계종합조사는 법 제13조에 따른 해양생태조사원이 직접 현지를 조사하는 것을 원칙으로 하되, 항공기·인공위성·선박 등을 통한 원격탐사 또는 질문·문헌조사 등을 통한 간접 조사의 방법에 의할 수 있다.

자료: 「해양생태계법」의 내용을 기반으로 저자 작성

하지만 법적으로 위성영상을 활용할 수 있다고 명시되어 있음에도 불구하고 국가해양생태계 종합조사에서 위성영상이 효과적으로 활용되지 못하고 있다. 연안 서식지와 탄소흡수원으로 중요한 역할을 하는 잘피를 모니

232) 해양환경정보포털(검색일: 2025.4.24.)

터링함에 있어 위성영상을 적극 활용하여 광범위한 지역의 변화를 주기적으로 관찰하고 있으나 우리나라는 이러한 기술의 활용이 미흡한 상황이다.

잘피는 특히 블루카본으로 인정받고 있다. 따라서 국가의 탄소 인벤토리 작성과 탄소중립의 목표를 달성하기 위해서는 잘피 분포와 변화에 대한 정확한 모니터링이 필수적이다. 최근 우주기술 벤처기업인 텔레픽스가 개발한 블루카본 모니터링 위성 '블루본'이 성공적으로 발사되었다.[233] 이 위성은 고해상도 멀티스펙트럼 이미징 기술을 활용해 수중 생태계까지 정밀하게 관측할 수 있다. 특히 수중에 위치한 블루카본 자원의 면적과 밀도를 측정할 수 있어 국가의 블루카본 인벤토리 구축에 필수적인 데이터를 제공할 수 있다. 갯벌과 잘피 등 연안 생태계에 대한 정확한 모니터링은 단순한 생태계 관리를 넘어 국가의 기후변화 대응 전략과 연결된다. 블루카본의 정확한 측정과 관리는 국가의 온실가스 감축목표(NDC) 달성과 탄소중립 실현에 중요한 기여를 할 수 있다. 국가해양생태계종합조사에서 위성영상을 활용하여 효율적인 모니터링 체계를 구축하는 것은 환경보전과 기후위기 대응이라는 두 가지 국가적 과제를 동시에 해결하는 데 기여할 것으로 판단된다.

나. 해양쓰레기 발생량 및 발생 원인 파악

국가해양위성센터는 무인도서 및 주변 해역에 대한 해양쓰레기 발생량 등을 모니터링하여 해양쓰레기 발생 원인을 분석하고 있으며, 이를 기반으로 해양환경을 개선하기 위한 발생 원인의 분석 및 정책 수립의 기초 자료를 생산하고 있다.

국가해양위성센터는 우리나라 무인도서의 해양쓰레기 문제를 해결하기 위해 위성기술을 활용한 무인도서의 해양쓰레기 모니터링 사업을 추진하고

233) 연합뉴스(2025.2.5.)(검색일: 2025.4.21.)

있다. 이 사업은 국립해양조사원이 주관하며 접근이 어려운 무인도서의 해양쓰레기 실태를 효율적으로 파악하기 위해 추진되고 있다. 고해상도 광학 위성(아리랑 3A호, 해상도 0.55m)과 드론 촬영 및 현장조사를 병행하여 위성영상의 해양쓰레기 탐지 성능을 확인한 결과 스티로폼의 경우 약 84%의 탐지율을 보이는 등 실제로 적용 가능하다는 것이 확인되었다.[234] 다만 목재나 폐어구 등 다양한 쓰레기의 종류별 분류에는 아직 한계가 있다. 이 사업은 인력을 투입하지 않고도 한 번의 위성 촬영으로 최대 4개의 무인도서(약 15km 범위)를 조사할 수 있어 기존 방식보다 경제성과 효율성이 크게 향상된다. 또한 위성영상 분석 결과가 지자체와 공유되어 실제 쓰레기 수거와 관리에 적극 활용되고 있다.

국가해양위성센터와 해양수산부는 무인도서에 대한 해양쓰레기 모니터링 사업의 범위를 점진적으로 확대할 계획이다. 작년인 2024년에는 해양쓰레기 수거 대상에 해당하는 무인도서의 수를 확대하고, 이미 수거한 도서에 대한 재유입 여부 등 지속적인 모니터링도 강화할 계획이다.[235] 또한 위성영상의 인프라 개선과 쓰레기 분류의 데이터베이스(DB) 구축 등 기술적 기반도 보강할 예정이다. 이러한 위성영상 분석 결과는 지방자치단체와 공유되어 실제 쓰레기 수거와 관리에 적극 활용되며, 범부처 협업을 통해 무인도서의 해양환경에 대한 보전 정책도 지속적으로 추진될 계획이다.

(3) 해양 시설 안전 및 재해 대응

가. 해양영역인식체계(MDA)

해양경찰청은 2020년부터 MDA 개념을 정책에 도입하여 해양에서 발생하는 모든 상황을 실시간으로 파악하고 국가 안보·안전·경제·환경에 미치

234) 해양수산부 보도자료(2020.12.24.)(검색일: 2025.4.25.)
235) 해양수산부 보도자료(2024.8.15.)(검색일: 2025.4.25.)

는 영향을 분석·예측하는 체계를 구축하고 있다. 2022년부터 5년간 연차적으로 '한국형 MDA 플랫폼' 구축 사업을 추진 중이며, 선박 위치, 해양상황 등 다양한 해양 정보를 표준화하고 해수부 등 관계기관과 정보시스템을 연계하는 기반을 마련하였다. 3년차 사업부터는 위성 데이터와 영상 데이터 등 소프트웨어 범주를 확장하고 AI에 기반한 정보 융합·분석을 수행하고 있다. MDA 플랫폼이 완성되면 연안 해역뿐 아니라 광역 해양에 대해서도 24시간 빈틈없는 상황감시 체계가 구축되어, 해양 재난 및 국가의 안보 위협을 조기에 감지하고 신속히 대응할 수 있게 될 것으로 기대한다.

해양경찰청은 위성영상을 포함한 첨단기술을 활용해 입체적으로 해양 감시체계를 구축하고 있다. 함정, 항공기, 드론, 위성 등으로 관할해역을 감시하며, 위성영상과 해양 빅데이터를 수집·분석하여 항공순찰과 불법행위 단속에 적극 활용하고 있다.[236] 위성영상정보, 선박 항적정보, 해양 사고정보 등 다양한 데이터를 융합 분석해 위험한 해역이나 불법행위가 발생할 가능성이 높은 지역을 선제적으로 순찰·관리하고 있다. 또한 해양경찰청은 위성통신망과 중궤도 위성을 이용한 조난 구조시스템을 운영하여 조난자의 위치를 정확하고 신속하게 탐지해 구조에 활용하고 있다.

나. 해양환경 변화 모니터링

해양환경의 변화에 대한 모니터링은 국가해양위성센터의 위성영상 정보를 활용하고 있다. 국가해양위성센터는 해양 현안과 관련된 위성영상 정보를 주기적으로 해양경찰청, 해군, 공군기상단, 환경위성센터, 기상위성센터 등 유관기관에 제공하고 있다.[237] 위성영상은 해양환경의 변화와 재해 상황을 광역적으로 실시간 감시하며, 현장 자료와 결합하여 예측 및 대응의

236) 해양경찰청(2024), p. 118.
237) 국립해양조사원 국립해양위성센터(2025)

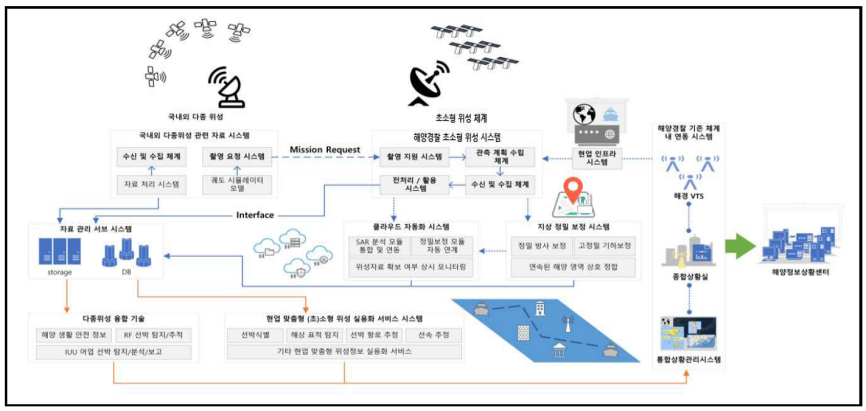
정확도를 향상시키는 데 필수적인 역할을 한다. 국가해양위성센터가 제공하는 해양위성을 활용한 주요 산출물은 해수면온도, 괭생이모자반, 클로로필-a 및 수온 정보, 해안쓰레기, 해상유출유, 적조, 표층 해류, 해양영상도 등 총 8종이다.[238] 이 중 해수면온도는 기상위성센터와 수산과학원에서 대국민 서비스로 제공하고 있으며, 괭생이모자반은 수산과학원에서 보도자료 형태로 배포하고 있다.

해안쓰레기는 2021년부터 4개 대상지역(인천시 옹진군 어평도, 인천시 옹진군 각흘도, 경남 하동군 대도, 전남 고흥군 시산도)의 위성영상 촬영 범위 내 무인도서 해안가에서 발견되는 백색스티로폼과 주황색 어장 부표의 위치 및 면적 정보를 결과보고서로 제공하고 있다. 한국해양경찰청은 해양오염사고에 대응하는 전문 기관으로서 2008년부터 해양오염방제지원시스템(KOSPS)과 2016년부터 지능형 해양오염 방제지원플랫폼(POSEIDON)을 운영하고 있다(그림 3-13). 이 시스템들은 선박해양플랜트연구소와 함께 개발한 유출유환산 예측 시스템을 도입하여 운용하고 있다. 현재 한국해양경찰청은 원격탐사를 기반으로 하여 해양경찰의 위성활용 시스템을 구축 중이며, 기존 시스템과 연계하여 위성자료를 활용한 해양의 유류유출, 오염, 해양조난사고, 불법 선박 탐지 등의 관련 기술개발을 진행하고 있다.

국립해양조사원 위성센터에서 구축한 대규모 해상유출유 분포정보시스템은 GOCI-II를 기반으로 한 해상유출유 탐지와 SAR을 기반으로 한 해상유출유 탐지 기능이 연계되어 구축되어 있다(그림 3-14). GOCI-II를 기반으로 한 해상유출유 탐지로 하루 10회의 연속성 있는 유출유 탐지 결과를 산출할 수 있으며, 이를 통해 유출유의 주요 위치에 대한 현황 및 유출유의 면적과 변화 등을 확인할 수 있다.

238) 국립해양조사원(2023), p. XI-1(475쪽)

〈그림 3-13〉 해양경찰 위성활용시스템 운용 방안



자료: 국립해양조사원(2023), p. XI-38.

현재 시스템은 해상 유출유를 탐지하는 것을 기반으로 설계되어 있어 해상사고가 발생했을 때 유류 유출뿐만 아니라 컨테이너나 원목 등 해상교통에 방해가 되는 사고 부유물이 발생할 가능성이 크다. 따라서 고해상도 위성영상을 활용하여 해상사고 부유물의 객체를 탐지하고 이를 통해 연계 사고에 대응하고 피해를 저감할 수 있는 기능을 개발하는 것이 필요하다.

〈그림 3-14〉 대규모 해상유출유 분포 정보서비스 모식도



자료: 국립해양조사원(2023), p. XI-39.

이에 GOCI-II, SAR, 그리고 가용한 고해상도 위성영상을 활용하여 해상사고에 따른 유류의 유출 및 사고 부유물 정보를 해양수산부, 해양경찰청, 해양환경공단 및 관련 지자체에 제공하기 위한 체계 구축이 요구된다.

3. 주요 현안 및 요구사항

1) 심층그룹면접(FGI) 개요

해양 위성영상의 현재 수요처를 확인하고 관련된 활용 현안을 파악할 필요가 있다. 본 연구에서는 해양 위성영상을 활용하고 있는 기관 혹은 조직을 확인하여 심층그룹면접을 통해 위성영상의 활용에 대한 현안 및 요구사항을 파악하였다.

심층그룹면접(Focus Group Interview, 이하 FGI)은 특정 주제에 대해 공통된 경험이나 전문성을 가진 소규모 집단을 대상으로 중립적인 진행자의 주도하에 자유로운 토론을 하며 이를 통해 다양한 의견을 심층적으로 수집하는 질적 조사 방법이다. FGI는 다양한 분야에서 활용되고 있는데 최근에는 정책을 수립하기 전에 다양한 이해관계자의 의견을 심층적으로 수렴하는 데 활용된다. 또한 기존에 시행 중인 정책이나 서비스의 문제점과 한계, 개선 방안을 도출하는 과정에서도 FGI가 효과적으로 활용된다.[239]

FGI의 절차는 연구 목적에 적합한 주제와 질문을 설계하는 것에서 시작한다. 이후 관련 경험이 있는 참여자를 모집하여 소규모의 집단을 구성하고 진행자가 논의를 이끌어간다. 참여자들은 자신의 경험과 의견을 자유롭게 개진하며, 토론 과정은 녹음 및 전사 과정을 거쳐 자료로 수집된다. 수집된 자료는 반복적 비교분석법 등 질적 분석 방법을 통해 주요 이슈와 경

239) 장안서·강동훈(2023), p. 32.

향을 도출하며, 필요시 추가 질의 방법 등을 실시하여 자료의 신뢰도를 개선하고자 한다.

2) FGI 설계 및 계획

FGI 대상은 해양공간의 이용 및 관리, 해양환경 및 생태계 관리, 해양안전 및 재해 대응의 3개 그룹으로 구분하였다(표 3-3). 참여자는 세 분야의 기능적 역할, 제도적 여건, 활용 기술, 관할기관 등을 고려하여 정하였다. 참여자 후보를 정한 후 사전에 참여 의사를 확인하여 대면 회의를 진행하였고, 참여자 일정을 고려하여 회상 회의 및 서면 자문을 병행하였다.

〈표 3-3〉 FGI 집단 구성

구분	내용	기관
(A 그룹) 해양공간 이용 및 관리	공유수면 점사용 인허가 제도 관리	해양수산부 해양공간정책과(정보계)
	양식어장 판독 및 관리	KMI 수산업관측센터
(B 그룹) 해양 환경 및 생태계	해양 서식지(잘피) 변화 모니터링	한국수산자원공단 블루카본실
	해양쓰레기 모니터링	부산시 해양수도정책과 해양환경팀
	해양생태계 종합조사	해양환경공단 해양생태처
(C 그룹) 해양 안전 및 재해 대응	해양영역인식체계(MDA) 운영	해양경찰청 경비국 미래경비기획과
	해양 오염 방제 지원시스템 운영	국립수산과학원 해양경찰청 기동방제과(해양오염방제)

자료: 저자 작성

연구진은 2025년 5월 26일부터 6월 10일까지 기관별 전문가를 대상으로 FGI를 진행하였다. 참가자들에게 FGI 참여의 취지를 설명하고 면담 질문지를 통해 면담을 진행하였다(그림 3-15).

〈그림 3-15〉 FGI 인터뷰 장면



공유수면 점사용 인허가 업무
(해양수산부)
('25.6.5., 해수부 회의실)



해양 서식지 모니터링
(한국수산자원공단·지오랩스)
('25.6.10., KMI 회의실)



양식어장 관리/해양오염방제
(KMI 수산업관측센터/국립수산과학원)
('25.5.29., KMI 회의실)



해양쓰레기 관리
(부산시 해양수도정책과 해양환경팀)
('25.5.29., KMI 회의실)

자료: 저자 작성

FGI 질문 구성 및 주요 내용은 다음 〈표 3-4〉와 같다. 질문은 위성영상의 활용 현황, 문제점 및 개선 사항, 발전 방향, 기타로 구분하여 제시하였다. 마지막 질문은 이와 관련한 기관별 참여 의사를 확인하기 위한 것이다.

〈표 3-4〉 FGI 질문 구성 및 주요 내용

구분	내용
현황 및 활용	• 귀하의 업무에서 위성영상을 어떻게 접하고 활용하고 계십니까? - 위성정보 활용 현황

구분	내용
	- 위성정보 활용 가능성 - 활용 확대를 위해 필요한 기술 또는 제도 • 업무상 위성영상 활용의 주요 장점과 한계점(시의성, 해상도, 정확성 등)은 무엇입니까?
문제점 및 개선 사항	• 위성영상 활용 시 가장 시급한 기술적(해상도, 실시간성 등) 및 운영적(접근성, 처리 과정 등) 문제점은 무엇입니까?
발전 방향	• 위성영상 활용 확대를 위해 필요한 정책적 지원이 무엇입니까? • 위성영상 활용 확대를 위해 필요한 기술과 서비스는 무엇입니까? • 위성영상 활용 활대를 위한 데이터 공유 또는 연계가 필요하다고 생각하십니까? • 향후 어떤 분야에서 위성영상이 더 효과적으로 활용되기를 기대하십니까?
기타	• 본 연구에서 도출된 위성정보 활용 방안의 현장 적용 가능성을 평가하기 위한 업무 시나리오 분석*을 수행하고자 합니다. 이에 참여 의사가 있으신지요? (* 특정 업무나 프로세스가 어떻게 수행되는지 체계적으로 검토하고 분석하는 방법)

자료: 저자 작성

3) FGI 결과

FGI 수행을 통해 확인한 위성영상의 활용 현황, 문제점 및 개선 사항, 발전 방향을 보면 다음과 같다.

(1) 분야별 활용 현황

해양공간의 효율적 이용과 관리를 위해 위성정보가 광범위하게 활용되고 있다. 수산업관측센터는 수산물의 관측, 가격 안정, 수급 및 생산 업무를 수행하고 있고 관련 정보를 종합적으로 분석하여 신속하게 제공하고 있다. 양식장 관리에서는 양식장의 면허 및 시설 현황을 파악하고 불법 시설을 조사하며 시설의 규모와 생산량을 추정하는데 위성영상의 활용 가능성이 높다. 이는 위성영상의 광역성으로 인해 연안뿐만 아니라 한·중·일 인접 해역에서도 가능하다. 공유수면 관리 측면에서는 공유수면의 점사용과 해양의 이용시설 등의 실태를 파악할 때 위성영상을 활용하는 방안을 추진하고 있다. 최

근에는 디지털트윈, 3D 공간정보 등을 적용하여 양식장 및 매립지의 변화를 탐지하려는 연구가 수행되고 있다. 위성영상과 공간정보 분석기술과 융합을 통해 공유수면 이용에 대한 점검과 관리 조치에 활용함으로써 행정 효율성을 높일 수 있다.

해양생태계 보전을 위해 국가 차원에서 조사·모니터링 체계를 운영하고 있다. 해양환경 및 생태계의 시계열 변화 및 광역적 패턴을 파악하기 위해 위성영상을 활용하고자 하는 수요는 많았으나 실제적인 활용은 미흡한 것으로 판단된다. 해양생태계를 조사하는 업무에서 위성영상은 직접적으로 활용되지는 않았고 제한적으로 사용되고 있었다. 예를 들어 위성영상이 해초류를 탐색할 때에는 위성영상으로 대략적인 존재 여부를 파악한 후 실제로 현장 조사를 수행하는 사전 조사 단계에서 활용되었다. KOEM은 해양위성센터와 국립수산과학원을 통해 가공된 위성영상을 받아 활용하고 있다.

수산자원의 조성 및 관리 업무를 담당하는 한국수산자원공단은 수산자원조사, 어장관리, 어업행위 분석에 위성영상 활용을 검토 중이다. 실제 해당 분야에서 위성영상을 활용한 적은 없고 주로 현장 조사 방식에 의존하고 있다. 하지만 위성영상의 시계열 분석에 대한 용이성, 광역성으로 수산자원과 관련한 다양한 업무(어촌계의 시설물 점검, 어장 이용에 대한 실태 파악, 해조류 블루카본(탄소량)의 분석, 어촌정주환경의 변화 및 시설물 관리 등)에서 위성정보 활용의 가능성은 높은 것으로 인식되고 있었다. 반면 지자체인 부산시(해양수도정책과)는 해양폐기물의 관리 및 위해생물에 대한 대응 업무에서 부분적으로 위성영상 활용을 시도하고 있다. 현재는 위성정보를 단독으로 활용하기보다 드론 영상 등과 결합하여 예측-감시체계를 구축하는 단계이다.

해양의 안전 및 방제 분야에서 해양의 감시 및 재해에 대한 예측 시스템의 운영은 필수적인 요소이다. 국립수산과학원은 적조, 해파리, 괭생이모자반 등 유해 해양생물의 발생 및 이동을 예측하는 업무를 수행하며 이 업무

에 위성영상을 활용하고 있다. 특히 괭생이모자반은 광역 해역에 불규칙하게 분포하므로 위성영상을 활용한 관측이 필요하다. 해양경찰청은 해양오염에 대응할 때 유류 확산 경로를 분석하여 신속한 방제 작업을 지원하는 업무를 하고 있다. 해양오염 방제 업무에서는 위성영상을 활용한 사례가 드물긴 하나 주로 대규모 해양오염 사고가 났을 때 제한적으로 활용되고 있다. 이와 함께 해양경찰청은 MDA와 관련한 업무에서 다양한 위성영상을 접하고 있으며 광학(EO) 및 레이더 위성영상과 VIRS(Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, 가시적외선영상), 야간조도영상(DNB, Day/Night Band, 주야간밴드)을 중점적으로 활용하고 있다. 최근 해양안보와 안전 확보를 위한 감시체계가 강화되고 있는 가운데 불법조업에 대한 모니터링과 해양구조물(EEZ 해역)의 설치 여부 등을 파악하는 데 위성정보를 활용할 가능성이 높아지고 있다.

다음 〈표 3-5〉는 FGI 결과를 토대로 해양 분야별의 위성영상 활용 수준을 실제 활용 중인 '활용', 도입을 추진하거나 검토 중인 '계획', 그리고 향후 활용 가능성이 높은 '희망' 단계로 구분하여 체계적으로 정리하였다.

FGI 결과에 따라 현재 업무에 적합한 위성영상 요구사항을 주기성, 해상도, 신속성(적시성) 측면에서 정리하면 다음과 같다. 공유수면, 양식장, 해양생태계, 해양 서식지와 관련한 업무는 위성영상의 주기성과 해상도가 높아야 활용할 수 있는 가능성이 높고, 반면에 해양오염, 유류유출, 해양쓰레기의 모니터링과 관련한 업무는 신속한 대응이 중요하여 실시간성이 중요하므로 실시간성이 높아야 할 것으로 나타났다.

〈표 3-5〉 분야별 위성영상 활용 단계

구분	활용	계획	희망
공유수면	-	공유수면 점사용과 해양이용 시설 실태 파악 활용 방안 추진	-
양식장	-	-	양식장 면허시설 현황 및 변화, 시설규모 및 생산량 추정 활용 가능성 높음
해양생태계	-	시계열 변화 및 광역적 패턴 파악을 위한 활용 수요 많음	-
해양서식지 (잘피)	해초류 탐색 시 사전 존재 유무 파악	-	시계열 변화
해양쓰레기 모니터링	-	드론 영상과 결합한 예측-감시 구축	-
MDA	-	광학·레이더 위성영상, VIRS, 야간조도영상 중점 활용	불법조업 모니터링, 해양구조물 설치 파악 등에 활용 가능성 증가
해양오염 (적조)	적조, 괭생이모자반, 해파리 예측(활용위성: 천리안 위성 등)	-	-
유류유출 (방제)	대규모 해양오염 사고 시 제한적으로 활용	-	-

주: 활용(현재 실제로 활용하고 있는 분야), 계획(활용 방안을 추진하거나 검토 중인 분야), 희망(활용 가능성이 높다고 인식되거나 잠재력이 있는 분야)
자료: FGI 결과를 토대로 연구진 작성

다음 〈표 3-6〉은 분야별 위성정보의 요구사항과 추천 위성영상을 정리한 것으로 공유수면, 양식장, 해양생태계, 해양오염, 해양쓰레기, MDA 등 각 분야별로 주기성·해상도·신속성의 요구 수준을 제시하고, 이에 적합한 위성·센서(GOCI-II, MODIS-Aqua, OLCI, MSI, OLI, WorldView-3 등)를 추천하였다. 이를 통해 분야별 활용 목적에 따라 적합한 위성정보를 선택·활용할 수 있도록 기준을 제시하였다.

〈표 3-6〉 분야별 위성정보 요구사항 및 추천 위성영상

구분	주기성	해상도	신속성	추천 위성영상
공유수면	상	중	하	GOCI, GOCI-II, MODIS-Aqua, MERIS, OLCI, HSI, OCI, OCX (환경변화 등), MSI, OLI, WORLDVIEW-3 (연안 관리 등)
양식장	상	상	하	WORLDVIEW-3, MSI, OLI
해양생태계	상	상	하	모든 해색위성 (해양생태계의 생산성 모니터링을 기준 추천)
해양서식지 (잘피)	상	상	하	WORLDVIEW-3, MSI, OLI (중·소규모) GOCI-II (대규모)
해양쓰레기 모니터링	하	상	상	MSI, OLI, WORLDVIEW-3
MDA	중	중	상	※ 위 공유수면 관리와 동일
해양오염 (적조)	상	중	상	GOCI, GOCI-II, MODIS-Aqua, MERIS, OLCI (대규모 적조), MSI, OLI, WORLDVIEW-3 (중·소모 적조 - 높은 공간해상도), HSI, OCI, OCX (대·중규모 적조- 높은 분광해상도)
유류유출 (방제)	하	중	상	GOCI, GOCI-II, MODIS-Aqua, MERIS, OLCI (대규모 유출), MSI, OLI, WORLDVIEW-3 (중·소규모 유출 - 높은 공간해상도)

주: 1) 주기성은 동일지역을 관측하는 시간 간격을 의미함. 해상도는 위성영상에서 구분할 수 있는 최소 공간 단위, 시의성은 관측부터 데이터 제공까지의 소요시간
2) 추천 위성영상은 분야별 요구사항을 만족시키는 영상을 우선 선별함
자료: FGI 결과 및 위성 전문가 자문을 토대로 저자 작성

(2) 현안 및 개선 사항

FGI 결과를 살펴보면 기술·운영 측면에서 공통적인 문제점을 확인할 수 있었다. 기술 측면에서는 해상도 부족으로 시설의 정확한 위치 및 형태 파악에 있어서의 한계, 위성 촬영의 간격으로 인한 실시간성의 부족, 연안 혼탁수와 부유물질 등 환경 요인으로 인한 영상 정확도의 저하, 외국 알고리즘에 대한 의존으로 인한 국내 해양 특화 분석의 한계가 지적되었다. 운영 측면에서는 고해상도 위성영상의 고비용과 복잡한 신청 절차로 인한 접근성의 제약, 위성영상 전문인력의 부족, 기관별 분산 관리로 인한 데이터 접근에 대한 어려움, 데이터 형식과 시간 기준 등의 표준화 미흡 등이 문제점

으로 나타났다.

〈표 3-7〉과 같이 분야별로 다양한 현안들을 확인할 수 있었다. 수산업관측센터는 항공영상에 대비하여 낮은 위성영상의 해상도를 위성정보 활용의 한계로 지적하였다. 해양환경공단은 위성영상을 활용한 교육 및 전문인력의 부족, 위성영상 활용에 대한 지침의 부재 등 문제를 언급하였다. 부산광역시는 위성 영상의 관측 간격이 길어서 쓰레기를 모니터링하는 것이 어렵고, 행정 대응의 근거로 사용하기에는 신뢰도가 부족하다고 언급하였다. 국립수산과학원은 국내에 적합한 알고리즘 부재로 인한 분석의 어려움과 검증 체계의 부재를 문제점으로 지적했다. 해양경찰청은 일상적이고 소규모인 오염사고에서 항공사진을 활용하고 있으며 실제 업무에서의 위성영상 활용도가 낮은 실정이다. 해양수산부(해양공간정책과)는 객체 식별의 자동화 기능이 미흡하고 원하는 시기의 영상 확보에 대한 어려움을 현안으로 지적하였다.

〈표 3-7〉 분야별 위성정보 활용 현안 및 문제점

구분	주요 현안
수산업관측센터 (KMI)	• 항공영상 대비 위성영상의 정밀도 부족으로 현장 조사 병행 필요 • 주기적 변화 감지 필요성 증가에 따른 위성 활용 재도입 검토 중
해양환경공단	• 원자료 활용 교육 및 전문인력 부족으로 최종 산출물만 활용 • 조사 지침서 내 위성정보 내용 부재
부산광역시	• 관측 주기 부족으로 인한 쓰레기 생성-소멸 타이밍 포착 어려움 • 행정 대응 근거로 사용하기에는 신뢰도 부족
국립수산과학원	• 국내 해역 특화 알고리즘 부재로 현장 검증 없는 부정확한 분석 • 위성과 현장 조사 체계 완전 분리로 인한 검증 체계 부재
해양경찰청	• 일상적 소규모 사고에는 항공사진을 활용하고 있어 위성영상 활용도 낮음 • 외부 기관 의존적 분석으로 자체 분석 역량 부족
해양수산부 (해양공간정책과)	• 객체 식별 자동화 가능하나 불법 여부 판단에는 전문가 판단 필요 • 원하는 시점의 영상 확보 어려움

자료: FGI 결과를 토대로 연구진 작성

다음 〈표 3-8〉은 분야별 위성정보의 활용 여건을 기술, 제도, 자원 측면에서 정리한 결과이다. 기술 측면에서 공유수면, 양식장, 해양생태계, 해양서식지 분야는 위성영상의 광역성과 주기성으로 인해 활용 가능성이 높아 양호로 분류하였다. 반면 실시간성이 중요한 해양쓰레기, MDA, 해양오염, 유류유출 분야는 기술적 제약으로 인해 보통에 해당한다. 제도 측면에서는 MDA와 해양오염 분야가 관련 업무 수행을 위한 제도적 기반이 구축되어 있는 반면 나머지 분야는 위성정보의 활용과 관련한 구체적 업무와 규정이 미흡하였다. 자원 측면에서는 MDA와 해양오염 분야에만 전문인력이 있고 대부분의 분야는 전문인력이 부족하여 협력이 부재한 것으로 보인다.

〈표 3-8〉 분야별 위성정보 활용 여건

구분	기술	제도	자원 (인력 및 협력)
공유수면	○	△	×
양식장	○	△	×
해양생태계	○	△	×
해양서식지(잘피)	○	△	×
해양쓰레기 모니터링	○	△	×
MDA	△	○	△
해양오염(적조)	△	○	△
유류유출(방제)	△	○	△

주: (기술) '활용 가능' 수준 ○, 기술적 제약 언급 △, 실질적 활용 기반 없음 × 표시
(제도) 제도·규정·표준 부재 강조 △, 제도 기반이 상대적으로 마련된 경우 ○
(자원) 대부분 인력·협력 기반 부족이 공통 문제로 지적되어 다수 X 또는 △ 처리
자료: FGI 결과를 토대로 연구진 작성

그 결과 공유수면의 이용 및 관리, 양식장, 해양생태계, 해양쓰레기의 모니터링과 관련한 분야는 기술적으로 활용할 수 있는 가능성이 높으나 제도적 기반과 자원 측면에서는 한계가 있는 것으로 나타났다. MDA, 해양오염, 유류유출과 관련하여 기술적 제약이 있지만 제도와 자원 면에서는 기반을 갖추려는 노력이 있었다. 전반적으로 모든 분야에서 인적 자원 및 협력체

계의 부족이 공통적인 한계로 지정되었으며, 기술과 제도 측면의 활용 여건은 업무 특성에 따라 차이를 보였다. 이는 위성정보를 효과적으로 활용하기 위해 기술 개발, 제도 정비, 전문 인력의 확보, 기관 간 협력체계의 구축이 필요함을 시사한다.

(3) FGI 결과 기반 요구사항

FGI 결과를 통해 해양 분야에서 위성정보의 활용을 확대하기 위해서는 정책적인 기반의 구축, 기술적인 역량의 강화, 품질관리 체계의 확립에서 체계적인 접근이 필요함을 확인할 수 있었다.

정책적인 기반의 구축 측면에서는 먼저 제도적 기반을 마련해야 한다. 주기적인 위성정보 분석과 활용을 의무화하는 규정을 강화하고, 위성정보를 활용하기 위한 데이터의 공유 및 연계 표준을 정립한다. 또한 위성정보를 검증하는 절차의 책임 주체를 명확히 하여 제도화함으로써 활용에 있어 법적 근거를 확고히 한다. 이와 함께 통합 관리 체계를 구축해야 한다. 관련 기관이 공통적으로 지적하는 위성정보로의 접근의 어려움을 해결하기 위해 국가 차원에서 위성영상 통합 플랫폼을 구축해야 한다. 민·관 공동의 활용 체계 및 다기관의 협력 거버넌스를 마련하고, 중앙-지자체-기관 간의 실시간 데이터 공유 체계를 구축한다. 아울러 비용 절감을 위하여 공공 목적의 영상 공동 구매 및 활용 체계를 마련하여 효율성을 극대화한다.

기술적 역량 강화 측면에서는 자동화 시스템 개발에 중점을 둔다. 객체 인식, 자동 분석, 자동 보고서 생성이 가능한 AI에 기반한 자동화 시스템을 개발하여 위성정보 처리의 효율성을 높인다. 동시에 위성-드론-센서 등 다원적 자료를 융합하여 분석할 수 있는 기술을 확보함으로써 보다 정확하고 신뢰성 있는 해양정보를 제공한다. 또한 인적 역량 개발을 통해 기술적 기반을 뒷받침한다. 위성정보의 활용 교육 프로그램과 매뉴얼을 개발하고, 전

문인력의 양성 및 확보를 통해 지속가능한 기술 발전의 기반을 구축한다.

품질관리 체계 측면에서는 정확도와 신뢰성 확보가 핵심이다. 국내 해역의 특성을 반영한 특화 알고리즘을 개발하고 현장 검증 체계를 구축하여 정확도를 개선한다. 위성정보의 행정 활용을 위한 신뢰성 보장 방안을 마련하여 정책 결정에 활용할 수 있는 수준의 신뢰성을 확보한다. 체계적인 정보 관리를 위해 영상정보의 메타데이터 관리 및 검색 시스템을 구축하고, 위성정보의 활용 결과에 대한 정기적 품질 평가 체계를 운영함으로써 지속적인 품질 개선을 도모한다. 이러한 종합적 접근을 통해 해양 분야에서 위성정보 활용의 실효성과 지속가능성을 확보할 수 있을 것이다.

제3절 위성정보 활용의 한계 및 과제

해양 위성정보는 광역적·주기적 관측을 가능하게 하는 수단으로 해양공간관리, 해양 환경·생태계 보전, 해양 안전·방제 등 다양한 분야에서 활용이 확대되고 있다. 그러나 실제 현장에서의 활용을 살펴볼 때 기술적·제도적 한계가 존재하며, 이를 극복하기 위한 과제들이 여전히 산재해 있다. 특히 현황 분석 및 FGI를 통한 분석 결과 위성정보의 잠재력이 큼에도 불구하고 정책·행정적 절차와 연계성이 상대적으로 부족하고, 고해상도·실시간 모니터링 체계의 구축이 미흡하다는 점이 반복적으로 논의되었다. 따라서 향후 해양 위성정보의 효과적 활용을 위해서는 한계점을 명확히 진단하고 이를 해결하기 위한 중점 과제의 도출이 필요하다.

1. 기술적·제도적 한계점

1) 기술적 한계

우선 기술적 한계 측면에서는 현재 해양 위성정보의 데이터 처리 및 활용 부문에서 제약을 보인다. 표준자료(L1B), 기본산출물(L2), 활용산출물(L3) 등 전처리 및 산출물의 다양한 단계에서 위성영상이 제공되고 있으나, 현장 조사 및 행정 자료와의 결합은 미흡한 상태다. 따라서 시계열적인 변화 분석이나 정확성에 대한 검증 등으로 인해 데이터의 활용이 제한적이므로 연안의 불법 점·사용이나 환경 변화에 대한 장기적 추적이나 분석이 어려운 실정이다. 또한 영상 판독 및 분석 과정이 부문별 전문가의 역량에 많이 의존하는 상황으로 아직 자동화된 분석이나 검증체계는 부족하다.

두 번째로 고해상도 위성영상이나 SAR에 기반한 탐지체계가 충분히 확보되지 않아 고해상도 및 실시간 정보의 확보·활용에 한계가 존재한다. 해양쓰레기, 적조, 해상 유출유(해상사고) 등은 신속한 대응이 필요한 현안임에도 불구하고 현재 활용되는 위성영상은 해상도·갱신주기 등의 측면에서 한계가 존재한다. 예를 들어 고해상도 위성이나 SAR 영상이 일부 사업에서 제한적으로 활용되고는 있으나 국가 차원 또는 지자체 차원에서 상시적인 모니터링 체계로 정착하지는 못한 상황이다.

다음으로 분야별 위성정보의 활용이 단편적으로 이루어지고 있어 통합적 위성정보의 활용이나 분석 역량이 부족하다. 해양공간의 관리, 해양 환경 및 생태계에 대한 모니터링, 해양의 방제·안전 등 각 분야에서 위성정보의 활용이 개별적으로 이루어지고 있으며, 이를 아우르는 통합적 관측·분석·예측 체계가 부족하다. NOAA, NASA 등 국제적으로는 다중위성의 운영과 정보 확보, AI에 기반한 통합 분석 등을 통해 해양 이슈의 대응에 활용하고자 노력하고 있으나, 국내에서는 각 기관이 개별적으로 접근·활용하고 있

는 상황이다. 마지막으로 최근 빅데이터와 AI 기술을 접목한 활용이 강조되는 상황에서 해양에서는 아직 초기 단계에 머물러 있어 선제적인 분석과 예측에 한계가 있다. 특히나 해양의 불법 사용 및 점용, 기후변화에 따른 해양 환경의 변화나 적조 확산, 블루카본의 분포, 해양 유출유의 이동 등을 분석하기 위해서는 다양한 알고리즘을 활용해야 한다. 그러나 국내에 특화된 위성영상을 기반으로 한 알고리즘 개발이 부족한 실정이며, 이를 검·보정하기 위한 실제적인 현장 조사 정보와의 연계도 미흡한 상황이다.

2) 제도적 한계

해양 위성정보 활용의 제도적 한계로 들 수 있는 것은 먼저 활용 규정의 미비와 의무화의 한계이다. 대부분의 해양 분야의 정책에서 위성정보 활용의 명확한 의무 규정이 부족하다. 「해양생태계법」 등의 관련 법령이나 행정지침에 위성자료의 활용이 가능하다는 수준으로 언급되어 있을 뿐 실제 업무에서 위성정보를 반드시 구축·사용해야 한다는 구체적 규정이나 표준절차가 부족하다. 이로 인해 담당 기관별로 활용 수준이 제각각이거나 현장조사에만 의존하는 관행이 지속되고 있다.

둘째, 데이터에 대한 접근성 및 관리체계의 부족이다. 고해상도 위성영상은 신청 절차가 복잡하며, 또한 고해상도 위성영상의 경우 비용이 동반되는 경우도 있어 필요시 신속하고 효율적인 데이터 확보가 어렵다. 또한 기관별로 데이터가 분산 관리되어 있어 통합 플랫폼과 효율적인 공유체계가 부족하다. 데이터의 전송 및 교환 등에서는 위성정보의 표준화가 부재해 행정적 협력도 어려운 상황이다.

셋째, 위성정보와 관련된 전문인력과 교육이 부족하다. 위성정보의 분석이나 활용을 담당할 전문인력이 기관별로 충분하지 못해 대부분의 기관에서는 외부 자료나 산출물을 제한적으로 활용하고 있다. 필수적인 교육과정,

활용 매뉴얼 등 조직적인 인력 양성과 교육체계가 미비하다.

넷째, 위성정보의 검증 및 품질 표준이 부족하다. 위성정보의 활용과 정책적 결정에 있어 정보의 검증 절차나 품질 평가, 관련 책임 주체 등 신뢰성을 보장할 수 있는 제도적 체계가 부족하며, 위성정보를 활용하는 기관에서는 별개의 위성정보 산출물의 결과에 대한 신뢰도 확보가 어렵다.

마지막으로 기관 간의 협력체계 및 거버넌스의 확대가 필요하다. 다수의 기관이 각 기관별로 상이한 방식으로 위성정보를 활용하고 있으면서 중앙-지자체-민간 간의 명확한 협력체계가 부족해 정보의 중첩 등록이나 연계, 실시간 공유 등이 활성화되지 못하고 있다.

2. 주요 도전과제

기술적·제도적 한계를 기반으로 하여 주요 도전과제를 제시하고자 한다. 먼저 위성정보의 활용 의무화 및 표준화를 기반으로 한 제도의 마련이 필요하다. 해양 분야의 주요 정책 및 업무 프로세스에서 위성정보 활용을 실질적으로 의무화하는 법적·제도적인 기반 마련이 필요하다. 그 내용에는 데이터의 수집과 검증, 처리, 활용 현황 보고 등 일관된 표준 절차를 포함할 필요가 있다.

둘째, 정부 주도의 통합 정보 플랫폼의 구축 및 정보 공유의 활성화가 필요하다. 각 기관별로 활용·운영되는 분절된 형태로 인해 발생하는 비효율적인 데이터 관리를 벗어나 민·관·공이 동시에 활용할 수 있도록 정부주도(중앙집중)로 통합 플랫폼 구축을 하여 효율적인 위성정보 수집과 공유를 수행하고 실시간 협력 체계를 확보해야 한다.

셋째, 전문인력의 양성 및 교육체계에 대한 정비가 필요하다. 해양 위성

정보의 현장 활용성과를 높이기 위한 위성정보 관련 전문인력 확보, 체계적인 교육 프로그램의 실행이 중요하다. 또한 관련한 실무 매뉴얼과 위성정보에 대한 표준 지침서 개발 등을 통해 관련 기관들의 인적 역량을 강화할 필요가 있다.

넷째, 해양 위성정보의 체계적 품질관리와 국내 맞춤형 위성정보 활용 기술의 개발 지원이 필요하다. 국내 해역 특성에 적합한 분석 알고리즘의 개발, AI에 기반한 위성정보 관리·활용 기술 개발, 인증된 데이터 검증절차, 위성정보의 품질 평가 지표 및 관리시스템 개발 등을 통해 해양 위성정보의 활용성과 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

마지막으로 기관협력 거버넌스의 강화이다. 지속적으로 서술한 바와 같이 분절된 형태로의 해양 위성정보의 구축·운용 체계는 활용을 위한 효율성을 저하시키므로 다수 기관의 역량과 자원을 연계·통합할 수 있는 정책협의체 및 네트워크 구축이 중요하다. 이러한 거버넌스의 확대는 예산의 확보 및 효율적 운영과 위성정보의 신속한 확보, 데이터의 신뢰성 향상 등 다양한 장점을 가질 수 있다. 이러한 과제들은 해양 위성정보의 효과적인 활용 및 데이터에 기반한 해양 관리의 추진을 위해 반드시 개선되어야 할 부분이다.

04
해양 위성정보 활용체계 구축 방안

제1절 해양 위성정보 활용체계 구축의 기본 방향

1. 활용체계 구축의 필요성 및 목표

1) 해양 위성정보 활용체계 구축의 필요성

앞서 3장에서 논의하였듯이 해양 위성정보의 가치가 급속히 증대되고 있음에도 불구하고 현재 우리나라의 해양 위성정보에 대한 활용은 기관별로 분산되어 있으며 체계적인 통합 활용 시스템이 미비한 실정이다. 특히 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터로 이원화된 운영체계, 위성정보 처리·분석 전문인력의 부족, 제한적인 정보 접근성, 부처 간의 협력체계 미흡 등이 위성정보의 효과적인 활용을 저해하는 요인으로 작용하고 있다.

천리안 해양관측위성 1호(GOCI)와 2호(GOCI-II)를 통해 우리나라는 세계적 수준의 해양 관측 위성을 보유하게 되었으나, 이를 통해 생산되는 방대한 양의 위성정보를 체계적으로 관리하고 활용하기 위한 통합적 체계가 부재하다.[240] 위성정보의 특성상 원시데이터의 처리부터 최종 사용자에

240) Choi et al.(2023), pp. 1523-1528.

게 전달되는 정보서비스까지 여러 단계의 가공 과정이 필요하며, 이를 효율적으로 지원할 수 있는 체계적인 시스템이 요구된다.[241]

또한 해양공간의 이용·개발에 대한 수요 증가와 해양환경에 대한 보전 요구가 동시에 높아지는 상황에서 해양 위성정보는 과학적이고 객관적인 의사결정을 위한 핵심 정보로서 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 특히 해양공간계획, 해양환경에 대한 모니터링, 해양재난에 대한 대응 등 다양한 분야에서 신속하고 정확한 위성정보의 활용이 확대되면서 이를 체계적으로 지원할 수 있는 통합 활용체계의 구축이 시급하다.

아울러 최근 인공지능, 빅데이터 등 첨단 기술의 발전으로 위성정보의 처리·분석 기술이 고도화되고 있으며,[242] 이를 해양 분야에 효과적으로 적용하기 위해서는 기술적·제도적인 기반 마련이 필요하다. 특히 위성정보와 현장 관측자료, 수치모델 결과 등을 통합하여 분석할 수 있는 체계를 구축함으로써 해양 위성정보의 활용 가치를 극대화할 필요가 있다.

2) 해양 위성정보 활용체계 구축의 목표

해양 위성정보의 활용체계 구축에 따른 목표는 국가 차원에서 해양 위성정보의 생산, 관리, 분석, 서비스를 효율적으로 지원하는 통합 시스템을 마련하여 해양 분야에 대한 정책 결정과 현안 대응에 필요한 과학적 정보를 적시에 제공하는 것이다. 앞서 보고서 제3장 해양 위성정보 활용의 실태 및 수요 분석 결과를 토대로 해양의 위성정보 활용체계를 구축하기 위한 구체적인 목표를 다음과 같이 설정하였다.

241) 조보현 외(2017), pp. 41-47.
242) 조나혜·이정주·김현덕(2023), pp. 107-121.

첫째, 해양 위성정보의 수집·처리·분석·유통 전 과정을 체계적으로 지원하는 통합 플랫폼을 구축한다. 이를 통해 위성정보의 생산자부터 최종 사용자까지 원활한 정보 흐름을 보장하고 정보의 접근성과 활용성을 높인다. 특히 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터 간 효율적인 연계를 통해 위성정보의 통합 관리 체계를 확립한다.

둘째, 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제 등 주요 해양 정책 분야에서 위성정보의 활용을 고도화한다. 각 분야별 특성과 수요를 고려한 맞춤형 위성정보 서비스를 개발하고, 위성정보를 기반으로 한 의사결정지원시스템을 구축하여 과학적인 해양 정책의 수립과 이행을 지원한다.

셋째, 위성정보를 활용하기 위한 기술적·제도적 기반을 강화한다. 위성정보 처리·분석 기술의 고도화, 전문인력의 양성, 법·제도의 정비 등을 통해 위성정보를 활용하는 데 있어 장애요인을 해소하고 지속가능한 활용 체계를 확립한다. 특히 위성정보의 활용과 관련한 법적 근거의 마련과 품질 관리 체계의 구축에 중점을 둔다.

넷째, 해양 위성정보를 활용한 생태계를 조성한다. 공공, 연구, 민간 부문의 다양한 이해관계자가 참여하는 개방형 협력 체계를 구축하고, 위성정보를 기반으로 한 신규 서비스 개발과 산업 육성을 지원한다. 이를 통해 위성정보의 활용 범위를 확대하고 사회·경제적 가치를 창출한다.

다섯째, 국제협력을 통한 글로벌 해양 위성정보 네트워크를 구축한다. 국내 해양 위성정보를 국제적으로 공유하고 이와 더불어 해외 위성정보의 국내 활용 확대를 추진한다. 특히 동아시아 지역의 해양 환경에 대한 모니터링과 국제적인 해양 협력을 위해 위성정보의 활용 체계를 마련한다.

2. 활용체계의 주요 구성요소

해양 위성정보의 활용체계는 크게 기술적 체계, 제도적 체계, 조직적 체계, 서비스 체계의 네 가지 부문으로 구성된다. 앞서 보고서 제2장 위성정보 활용의 이론적 배경 및 정책 동향을 검토하여 부문별 주요 구성요소를 다음 〈표 4-1〉과 같이 정리하였다.

〈표 4-1〉 해양 위성정보 활용체계의 주요 구성요소

구분	구성요소	설명
기술적 체계	위성정보 수집 체계	• 위성정보의 수집·처리·분석·유통 전 과정을 안정적 인프라와 고급 알고리즘으로 지원하는 기술 시스템
	위성정보 처리·분석 체계	
	위성정보 데이터베이스 체계	
	위성정보 서비스 플랫폼	
제도적 체계	법적 근거	• 법적 근거 마련, 중장기 정책계획 수립, 표준 및 품질관리 도입을 통해 위성정보 활용의 제도적 토대를 구축하는 구조
	정책 및 계획	
	표준 및 품질관리 체계	
조직적 체계	운영 조직	• 운영 조직, 협력 네트워크, 전문인력 양성 체계로 구성된 위성정보 활용 협업 조직 구조
	협력 네트워크	
	전문인력	
서비스 체계	정보 서비스	• 맞춤형 정보 제공, 교육·기술지원, 의사결정 지원 서비스를 통합하여 최종 사용자를 지원하는 플랫폼
	교육 및 기술지원	
	의사결정지원 서비스	

자료: 저자 작성

1) 기술적 체계

기술적 체계는 해양 위성정보의 수집, 처리, 분석, 유통에 관련된 기술적 요소들을 포함한다. 위성정보의 수집 체계는 천리안 해양관측위성과 기타 위성으로부터 해양 관련 위성자료를 수신하고 저장하는 인프라를 의미한다. 현재는 국가해양위성센터와 KIOST 해양위성센터가 천리안 위성 자료

를 수신하고 있으며, 향후 다양한 국내외 해양 관련 위성자료를 통합적으로 수집할 수 있는 체계 구축이 필요하다. 특히 위성별 특성을 고려한 최적화된 수신 시스템과 안정적인 데이터 저장 인프라가 핵심 요소이다.

위성정보의 처리·분석 체계는 수집된 원시 위성자료를 활용 가능한 정보로 변환하는 과정에 필요한 기술적 요소이다. 위성자료의 전처리(기하보정, 대기보정 등), 해양 파라미터 추출의 알고리즘, 다중 위성자료의 융합 분석, 시계열 분석 등의 기술이 포함된다. 특히 해양 환경의 복잡성을 고려한 특화된 알고리즘 개발과 인공지능, 빅데이터 기술을 활용한 고급 분석기술이 중요하다. 또한 위성정보의 데이터베이스 체계는 처리·분석된 위성정보를 체계적으로 관리하고 검색할 수 있는 시스템이다. 메타데이터의 표준화, 데이터 카탈로그의 구축, 데이터의 품질관리, 대용량 데이터의 관리 기술 등이 포함된다. 특히 다양한 해양 위성정보를 통합적으로 관리하고 사용자가 필요한 정보를 쉽게 검색·접근할 수 있는 체계를 마련하는 것이 중요하다.

위성정보의 서비스 플랫폼은 사용자가 위성정보에 접근하고 활용할 수 있는 인터페이스를 제공하는 시스템이다. 웹포털, 모바일 앱, API, 클라우드 서비스 등 다양한 형태의 서비스 플랫폼을 통해 사용자 맞춤형 정보의 제공이 가능하도록 해야 한다. 특히 해양 분야별 특성과 사용자 요구를 고려한 특화 서비스의 개발이 중요하다.

2) 제도적 체계

제도적 체계는 해양 위성정보의 효율적 활용을 위한 법적·제도적 기반을 의미한다. 법적 근거는 해양 위성정보의 생산, 관리, 활용에 관한 법률적 기반을 의미한다. 현재 천리안 '해양위성 운영규정(국립해양조사원예규)'을 제외하고는 해양수산부 소관의 법령에서 위성정보 활용에 관한 법적 근거가 명확하지 않은 상황이다. 따라서 「해양조사와 해양정보 활용에 관한 법

률」 등 관련 법령에 위성정보 활용에 관한 조항을 신설하거나 별도의 「해양 위성정보 활용 촉진에 관한 법률」(가칭) 제정을 검토할 필요가 있다.

정책 및 계획은 해양 위성정보의 활용 촉진을 위한 국가 차원의 정책과 중장기 계획을 의미한다. 「해양 위성정보 활용 기본계획」(가칭)을 수립하여 부처 간의 협력, 기술개발, 인력 양성, 산업 육성 등에 관한 종합적인 추진 전략을 마련할 필요가 있다. 또한 해양공간계획, 해양환경종합계획 등 주요 해양 정책 및 제도에 위성정보의 활용 방안을 명시적으로 포함시키는 것이 중요하다.

표준 및 품질관리 체계는 위성정보의 신뢰성과 상호운용성을 보장하기 위한 표준화된 기준과 품질관리 시스템을 의미한다. 위성정보의 처리 과정, 메타데이터, 산출물의 형식 등에 관한 표준을 정립하고 위성정보의 정확도 검증 및 품질관리를 위한 체계적인 시스템을 구축해야 한다. 특히 국제 표준과의 호환성을 고려하여 글로벌 위성정보 체계와의 연계를 촉진할 필요가 있다.

3) 조직적 체계

조직적 체계는 해양 위성정보의 생산, 관리, 활용과 관련된 조직과 인력, 그리고 이들 간의 협력체계를 의미한다. 운영 조직은 해양 위성정보의 생산과 기본적인 처리를 담당하는 기관을 의미한다. 현재 국가해양위성센터(국립해양조사원)와 KIOST 해양위성센터가 천리안 해양관측위성의 운영과 기본 산출물의 생산을 담당하고 있다. 이들 조직 간 효율적인 역할 분담과 협력 체계의 구축이 필요하며, 특히 위성 관제와 기본 산출물의 생산, 고급 알고리즘의 개발과 연구의 명확한 업무분장이 중요하다.

협력 네트워크는 해양 위성정보와 관련된 기관 간의 정보 공유와 협력을

위한 네트워크를 의미한다. 현재 위성정보활용협의체가 운영 중이나 해양 분야에 특화된 협력체계는 미비한 상황이다. 따라서 '해양 위성정보 활용 협의체'(가칭)를 구성하여 해양 분야와 관련된 부처, 기관, 연구소, 대학, 민간기업 등이 참여하는 협력 네트워크를 구축할 필요가 있다. 또한 국제 해양 위성 협력체와의 연계도 강화해야 한다.

전문 인력은 위성정보의 처리, 분석, 활용에 필요한 전문 지식과 기술을 갖춘 인력을 의미한다. 현재 해양 위성정보와 관련된 전문 인력은 KIOST 해양위성센터와 일부 대학, 연구기관에 소수 분포하고 있으며 체계적인 양성 시스템이 미비한 실정이다. 따라서 대학과 연계한 학위 과정의 개설, 전문 교육 프로그램의 운영, 자격 인증 제도의 도입 등을 통해 해양 위성정보와 관련된 전문 인력을 양성하는 체계를 구축할 필요가 있다.

4) 서비스 체계

마지막으로 서비스 체계는 최종 사용자에게 해양 위성정보를 효과적으로 전달하고 활용을 지원하는 체계를 의미한다. 먼저 정보서비스는 해양 위성정보에 사용자가 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 형태로 제공하는 서비스를 의미한다. 웹 포털, 모바일 앱, 영상 소식지, 통계 보고서 등 다양한 형태로 위성정보를 제공하고 사용자 유형과 목적에 따른 맞춤형 정보서비스를 개발할 필요가 있다. 특히 해양 분야별 특성을 고려한 특화 서비스의 개발과 확대가 중요하다.

교육 및 기술지원은 사용자의 위성정보 활용 역량을 강화하기 위한 교육 프로그램과 기술지원 서비스를 의미한다. 정기적인 사용자 교육을 위한 워크숍, 온라인 교육 콘텐츠의 제공, 기술 문의에 대한 대응 등을 통해 사용자의 위성정보 활용 능력을 향상시키고 실무 적용을 지원할 필요가 있다. 특히 다양한 사용자층(정책 결정자, 실무자, 연구자, 민간기업 등)의 특성을

고려한 맞춤형 교육 프로그램의 개발이 중요하다.

의사결정지원 서비스는 정책 결정과 현안 대응에 필요한 위성정보를 기반으로 한 분석과 예측 정보를 제공하는 서비스를 의미한다. 해양공간계획과 관련한 의사결정지원시스템, 해양환경의 영향평가에 대한 지원시스템, 해양재난의 대응과 관련한 의사결정지원시스템 등 분야별로 특화된 시스템을 개발하여 과학적 근거에 기반한 정책 결정을 지원할 필요가 있다. 특히 위성정보와 함께 다양한 해양 관측·분석데이터(현장 관측, 모델링 결과 등)를 통합하여 종합적인 분석 정보를 제공하는 것이 중요하다.

이상 네 부문별 구성요소들이 유기적으로 연계되어 작동할 때 해양 위성정보의 활용 가치를 극대화하고 해양 정책 및 산업 발전에 실질적으로 기여할 수 있는 통합적 활용체계가 구축될 수 있을 것이다.

3. 위성정보 활용의 파급효과

1) 파급효과 분석

해양 부문에 대한 위성정보 활용의 파급효과를 체계적으로 분석하기 위해서는 데이터 가치사슬의 분석과 시스템다이내믹스(System Dynamics, 이하 SD)를 기반으로 한 인과지도를 활용할 수 있다. 이러한 분석 방법은 위성정보의 생성부터 활용까지 전 과정에서 발생하는 가치와 영향을 종합적으로 파악하여 해양 위성정보의 활용체계 구축을 위한 추진 전략 및 개선 방안을 도출하는 데 유용하다.

(1) 위성정보 활용에 대한 데이터 가치사슬 분석

데이터 가치사슬(Data Value Chain)은 데이터의 생성·수집-처리-분석

-활용·확산으로 이어지는 일련의 과정에서 가치가 창출되는 구조를 분석하는 프레임워크이다.[243] 앞서 보고서 제2장의 위성정보 활용에 대한 국내·외 사례와 관련된 기술 동향, 참고문헌[244]을 토대로 해양 위성정보의 데이터 가치사슬을 다음과 같이 구성하였다(그림 4-1).

〈그림 4-1〉 데이터 가치사슬 분석 결과



자료: 저자 작성

가. 데이터 생성 및 수집

위성정보 가치사슬의 첫 단계는 인공위성을 통한 데이터 생성이다. 해양관측위성, 다목적실용위성, 기상위성 등 다양한 위성이 해양 관련 데이터를 생성한다. 이 단계에서의 주요 활동은 위성의 개발 및 발사, 센서 운용, 영상 촬영 등이며 주요 참여자는 우주항공청, 한국항공우주연구원, KIOST 등 위성 개발 및 운영기관이다. 이 단계에서 발생하는 가치는 고품질의 원시 위성 데이터의 확보, 우주기술의 자립도 향상, 관련 산업육성 등이다.

243) Curry(2016), p. 29.
244) Jolly et al.(2021), pp. 8-10.

생성된 위성 신호를 지상국에서 수신하여 데이터로 변환하는 단계이다. 주요 활동으로는 위성 데이터의 수신, 원시데이터 저장, 데이터 검증 등이 있으며 주요 참여자는 국가해양위성센터, KIOST 해양위성센터, 국가위성운영센터 등 위성정보 수신 및 관리를 담당하는 기관이다. 이 단계에서 발생하는 가치는 안정적인 데이터 수집 체계의 구축, 위성정보로의 접근성 확보 등이다.

나. 데이터 처리

수집된 원시데이터를 분석 가능한 형태로 변환하는 단계이다. 주요 활동으로는 위성영상의 전처리, 대기보정, 기하보정, 영상 정합, 표준 산출물의 생성 등이 있으며 주요 참여자는 국가해양위성센터, 국토위성센터 등 관련 연구기관, 위성정보 처리 전문기업 등이다. 이 단계에서 발생하는 가치는 정제된 위성정보의 생산, 표준화된 위성영상의 제품 개발 등이다.

다. 데이터 분석

처리된 위성정보를 활용하여 유의미한 정보와 지식을 추출하는 단계이다. 주요 활동으로는 위성영상의 분석, 주제도 제작, 통계 분석, 해양 파라미터의 추출, 모델링 등이 있으며 주요 참여자는 해양수산부, 국립해양조사원, 국립수산과학원, 해양환경공단, 대학, 연구소, 분석 서비스 기업 등이다. 이 단계에서 발생하는 가치는 위성정보에 기반한 해양환경의 분석, 해양 현상에 대한 이해 증진, 의사결정 지원을 위한 정보 생산 등이다.

라. 데이터 활용 및 확산

분석된 정보를 실제 정책, 산업, 연구 등에 활용하는 단계이다. 주요 활

동으로는 해양공간계획의 수립, 해양환경의 모니터링, 해양재해에 대한 대응, 수산자원의 관리, 해양의 기후변화에 대한 대응 등이 있으며 주요 참여자는 중앙부처(해양수산부, 환경부 등), 지방자치단체, 해양 관련 공공기관, 해양산업체, 어업인 등이다. 이 단계에서 발생하는 가치는 과학적 해양 정책의 수립, 해양재해 시 피해의 감소, 수산자원의 지속가능한 관리, 해양산업의 경쟁력 강화 등이다.

위성정보 및 그 분석 결과를 사회 전반으로 확산시키는 단계이다. 주요 활동으로는 위성정보 서비스의 제공, 교육 및 훈련, 대국민 정보 제공, 국제 협력 등이 있으며 주요 참여자는 위성정보 서비스 플랫폼, 교육기관, 미디어, 국제기구 등이다. 이 단계에서 발생하는 가치는 대국민의 해양 인식 제고, 해양 위성정보의 활용 저변 확대, 국제적인 위상 강화 등이다.

이러한 데이터 가치사슬의 분석을 통해 해양 위성정보의 생성부터 확산까지 전 과정에서 어떤 활동이 이루어지고, 누가 참여하며, 어떤 가치가 창출되는지 체계적으로 파악할 수 있다. 또한 각 단계별로 병목 현상이나 개선이 필요한 지점을 식별하여 보다 효율적인 위성정보의 활용 체계를 구축하는 데 활용이 가능하며, 특히 다음의 위성정보 활용에 대한 인과지도를 분석하기 위한 핵심 변수 선정에 참고하고자 한다.

(2) 위성정보 활용에 대한 인과지도 분석

시스템다이내믹스(System Dynamics: 이하 SD)는 복잡한 시스템의 동태적 특성과 피드백 구조를 분석하는 방법론으로, 인과지도(Causal Loop Diagram)를 통해 시스템 구성 요소 간의 상호작용과 피드백 루프를 시각화할 수 있다.

앞에서 정리한 대로 해양 위성정보의 활용 현황 및 과제, 데이터 가치사슬의 분석 결과를 종합적으로 검토하여 해양 위성정보 활용의 파급효과를

분석하기 위한 인과지도(핵심 변수, 인과관계 등)를 다음 〈표 4-2〉과 같이 구성하였다.

가. 핵심 변수 정의

본 연구는 국내외의 활용사례·정책·제도 동향(보고서 제2장)과 수요 및 활용 현황에 대한 진단(제3장)을 근거로 하여 앞 절에서 언급한 데이터 가치사슬의 분석 결과(생성→수집→처리→분석→활용→확산)와 정합되도록 파급효과 분석의 핵심 변수를 선정하였다. 가치사슬의 프레임워크는 위성정보가 생성·수집-처리-분석-활용-확산 단계에서 가치가 창출되는 구조를 체계화한 것으로, 이에 따라 데이터 단계와 직접 연결되는 변수(위성정보 생산량·품질·접근성·활용 역량·활용도), 정책·관리 단계의 성과를 나타내는 변수(해양 정책 과학화·해양환경 모니터링 효율성·해양재해 대응 능력), 그리고 활용·확산 단계의 효과를 측정하는 변수(해양산업 경쟁력·해양 생태계 건강성·국민 해양 인식)를 도출하였다.

〈표 4-2〉 인과지도 핵심 변수 목록

변수	내용
위성정보 생산량	• 해양 관련 위성에서 생산되는 정보의 양
위성정보 품질	• 위성정보의 정확도, 해상도, 신뢰성 등
위성정보 접근성	• 위성정보에 대한 접근 용이성
위성정보 활용 역량	• 위성정보를 분석하고 활용할 수 있는 기술적, 인적 역량
위성정보 활용도	• 해양 정책, 산업, 연구 등에서 위성정보를 활용하는 정도
해양 정책 과학화	• 과학적 근거에 기반한 해양 정책 수립 정도
해양환경 모니터링 효율성	• 해양환경을 효율적으로 모니터링하는 정도
해양재해 대응 능력	• 해양재해에 효과적으로 대응할 수 있는 능력
해양산업 경쟁력	• 해양 관련 산업의 경쟁력
해양 생태계 건강성	• 해양 생태계의 건강 상태
국민 해양 인식	• 해양에 대한 국민의 인식과 관심

자료: 저자 작성

나. 인과관계 및 피드백 루프 분석

위에서 식별한 해양 위성정보 활용의 파급효과 분석을 위해 핵심 변수들 간의 인과관계와 피드백 루프를 분석한 결과는 다음과 같다.

① 강화 피드백 루프(Reinforcing Loop) 1(R1) : 위성정보 활용 역량 강화 루프

위성정보 활용도 증가 → 위성정보 활용 역량 강화 → 위성정보 활용 효과 증대 → 위성정보 활용도 추가 증가

이 루프는 위성정보의 활용이 늘어날수록 관련 역량이 강화되고, 이로 인해 활용 효과가 증대되어 다시 활용도가 증가하는 선순환 구조를 보여준다.

② 강화 피드백 루프 2(R2) : 해양 정책 과학화 루프

위성정보 활용도 증가 → 해양 정책 과학화 증진 → 해양 정책 효과성 향상 → 위성정보 활용 지원 강화 → 위성정보 활용도 추가 증가

이 루프는 위성정보의 활용이 해양 정책의 과학화를 촉진하고, 이로 인해 정책 효과가 향상되어 다시 위성정보 활용에 대한 지원이 강화되는 선순환 구조를 보여준다.

③ 균형 피드백 루프(Balancing Loop) 1(B1) : 위성정보 수요-공급 루프

위성정보 수요 증가 → 위성정보 생산량 증가 → 위성정보 접근성 향상 → 위성정보 수요 충족

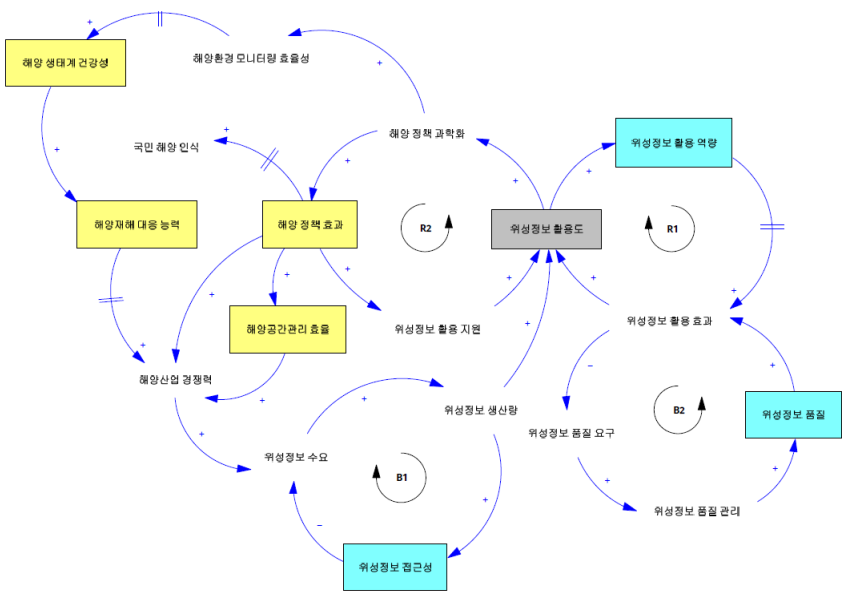
이 루프는 위성정보에 대한 수요가 증가하면 이에 대응하여 공급이 증가하고, 이로 인해 수요가 충족되는 균형 구조를 보여준다.

④ 균형 피드백 루프 2(B2) : 위성정보 품질 관리 루프

위성정보 활용도 증가 → 위성정보 품질 요구 증가 → 위성정보 품질 관리 강화 → 위성정보 품질 향상 → 위성정보 활용 효과 증대

이 루프는 위성정보의 활용이 늘어날수록 품질에 대한 요구가 높아지고, 따라서 품질 관리가 강화되어 위성정보의 품질이 향상되는 구조를 보여준다. 앞서 선별된 핵심 변수와의 인과관계 및 피드백 루프 구조를 바탕으로 인과지도를 분석한 결과는 다음 〈그림 4-2〉과 같다.

〈그림 4-2〉 인과지도 분석 결과



주: (회색) 핵심 요소, (하늘색) 정책 요소, (노란색) 정책 요소
자료: 저자 작성

다. 파급효과 증대를 위한 정책 개입

앞서 살펴본 인과지도 분석을 통해 해양 위성정보 활용의 파급효과를 극대화하기 위한 정책의 개입 지점을 다음과 같이 식별할 수 있다.

- (위성정보 접근성 향상) 위성정보에 대한 접근성을 향상시켜 더 많은 사용자가 위성정보를 활용할 수 있도록 지원
- (위성정보 활용 역량 강화) 위성정보 분석 및 활용 기술 개발, 전문인력 양성을 통해 위성정보 활용 역량 강화
- (위성정보 품질관리 체계 구축) 위성정보의 품질을 지속적으로 관리하고 향상시키기 위한 체계 구축
- (위성정보 활용 성공 사례 확산) 위성정보 활용의 성공 사례를 발굴하고 확산하여 위성정보 활용의 효과를 입증
- (유관기관 간 협력체계 강화) 다양한 기관 간의 협력을 통해 위성정보의 통합적 활용 촉진

이러한 SD 기반의 인과지도 분석은 해양 위성정보 활용의 파급효과를 동태적으로 이해하고 효과적인 정책 개입 지점을 식별하는 데 기여한다. 특히 위성정보의 활용이 해양환경의 관리, 해양산업의 경쟁력, 정책의 과학화 등 다양한 영역에 미치는 복합적 영향을 종합적으로 파악할 수 있다는 장점이 있다. 본 분석에서 도출된 접근성의 향상, 활용 역량의 강화, 품질관리 체계의 구축, 성공 사례의 확산, 기관 간 협력 강화와 같은 개입 지점은 보고서 정책제언에 제안할 부문별 활용 전략과 기술적·제도적 개선 방안과 직결된다.

나아가 이러한 분석 결과는 이어서 제시되는 업무 활용의 시나리오 분석에서도 핵심적인 참조 지점이 되어 각 부문별 활용 방안의 구체성과 실행

력을 높이는 근거로 작용한다. 즉 데이터 가치사슬의 분석과 인과지도 분석을 종합함으로써 해양 위성정보 활용의 파급효과를 체계적으로 진단하고 이를 극대화하기 위한 전략을 마련할 수 있으며, 이는 곧 해양 위성정보 활용체계 구축의 필요성과 향후의 추진 방향을 설정하는 핵심 기반이 된다.

4. 업무 활용 시나리오 분석 개요

본 연구의 활용 체계 안은 해양공간의 이용·관리, 해양 환경·생태계, 해양 안전·방제 등 3개의 핵심 부문을 중심으로 설계하였다. 각 부문별 시나리오 분석은 현장 업무의 특성과 정책 수요를 반영하여 위성정보의 실제 적용 가능성을 도출하는 데 목적이 있다.

1) 분석 대상과 범위

분석 대상은 보고서(제4장)에서 제시한 해양 위성정보 활용체계의 구성요소(기술·제도·조직·플랫폼)를 공통 토대로 삼아 각 부문(제2·3·4절)에서의 업무·데이터·적용 절차를 정합적으로 연결하였다. 기술적 체계(수집·처리·분석·DB·플랫폼), 제도적 체계(법적 근거·표준·품질관리), 조직적 체계(운영조직·협력네트워크·전문인력) 등으로 활용체계의 범위를 정의하고 있어 본 절의 분석 범위 설정에 있어 직접적인 근거가 된다.

또한 파급효과 분석의 범위는 보고서(제4장)에서 명시한 데이터 가치사슬의 분석 및 인과지도에 기반한 분석을 따르며, 이는 부문별 시나리오의 입력-처리-활용 단계를 구조화하는 기준으로 사용하였다.

2) 현장 참여 주체 및 근거

시나리오의 설계·검증은 전문가 자문위원회의 구성과 실무자 인터뷰·FGI의 수행 결과를 근거로 한다. 자문위원회는 분야별(국토·우주·환경·지자체·기술·제도) 전문가로 구성되어 위성정보의 활용체계와 로드맵에 대해 자문하였으며, 실무자 FGI는 수요기관(해수부, KOEM, 해경청, 부산시, 수과원 등)을 대상으로 요구사항을 체계적으로 수렴하였다.

아울러 활용 시나리오를 분석하기 위한 실무자 구성은 보고서 제4장(2~4절) 및 제5장 정책제언과 직접 연계되도록 조직되었으며, 공간관리·환경·안전 각 분야의 현장 부서(“안산시 해양수산과”, “수과원 기후변화연구과”, “해경청 기동방제과”)가 참여하였다.

3) 분석 절차와 산출물

분석 절차는 ① 업무 개요→② 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오→③ 기술적·제도적 개선 사항의 공통 구조를 따른다. 이 절차는 보고서 제4장에서 제시된 활용체계의 구성요소를 기반으로 하여 부문별 시나리오의 정책·업무 맥락–데이터·처리–산출물–현장 적용을 체계적으로 연결한다. 각 시나리오의 산출물과 적용 가능성은 보고서 제4장에 제시된 파급효과의 분석 틀(가치사슬, 인과지도)을 참조하여 정합성·타당성을 검토하며, 그 결과는 이후 정책제언과 로드맵(제5장)으로 연계된다.

다음 활용 시나리오의 기대효과에 대한 분석은 각 부문(해양공간 관리, 해양 환경·생태계, 해양 안전·방제)에 대해 현행 업무 체계와 위성정보에 기반한 개선모델을 비교하여 업무시간, 인력, 비용, 정확도 등의 항목별 개선 효과를 평가하였다. 또한 산출 과정은 관련 근거와 관계기관 담당자의 자문을 통해 검증하였다.

제2절 해양공간 이용·관리 부문

공유수면은 국민 공동의 자산으로서 체계적이고 효율적인 관리가 요구된다. 그러나 현재의 '민원 중심, 사후 대응' 방식은 광범위한 해역에 대한 상시 감시와 신속한 대응에 있어 구조적 한계를 드러내고 있다. 특히 기후변화로 인한 해안선의 변화, 해양 이용에 대한 압력의 증가, 불법 시설물의 은밀화 등으로 전통적 현장 중심의 관리 방식은 그 한계가 더욱 명확해지고 있다. 이에 본 연구는 안산시 해양수산과의 실제 업무 사례를 바탕으로 하여 위성정보를 활용한 공유수면 관리의 혁신적 방안을 도출하고자 한다.

1. 업무 개요

국민 공동의 자산으로서 공유수면의 체계적 관리는 공공의 이익 증진과 국민 삶의 질 향상에 직접적으로 기여할 수 있는 중요한 행정 영역이다. 특히 최근 해양레저 활동의 증가, 연안 개발에 대한 압력의 확산, 기후변화에 따른 해안선의 변화 등으로 인해 공유수면 내에 불법 점·사용 행위가 증가하고 있어 보다 효과적이고 지속가능한 관리 방안을 마련하는 것이 시급한 상황이다.

1) 법적 근거 및 관리 체계

공유수면 관리는 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 근거하여 수행되며, 같은 법 제4조에 따라 해역별로 관리 주체가 구분된다. 배타적 경제수역(EEZ)은 해양수산부 장관이, 항만구역 및 영해 외측은 지방해양수산청이, 시군구 관할해역은 해당 지방자치단체장이 각각 관리 권한을 가진다.

본 연구에서는 지자체의 공유수면 관리 체계를 중심으로, 안산시 해양수산과의 사례를 통해 관련 행정 업무의 현황과 특성을 분석하였다.

안산시는 경기만에 접한 연안 도시로서 약 93km에 이르는 해안선을 보유하고 있으며 시화호, 화정천 하구 등 다양한 형태의 공유수면을 관리하고 있다.[245] 특히 시화산업단지 인근의 해역과 대부도 일원은 산업시설과 관광시설이 혼재된 지역으로 공유수면 이용에 대한 압력이 상대적으로 높은 것으로 나타난다.

2) 현재 업무 수행 현황

안산시의 공유수면 관리 업무는 주로 민원 대응을 중심으로 한 사후 관리 방식으로 운영되고 있다(표 4-3). 현재 업무 프로세스는 민원 접수, 현장 확인 요청, 측량 의뢰, 측량 입회, 행정처분 등 5단계로 구성되어 있으며, 이 중 가장 많은 시간이 소요되는 구간은 측량 의뢰부터 완료까지의 단계로 평균적으로 수일이 소요된다. 민원 1건당 총 업무 처리 시간은 약 27시간(측량 시간 제외)이 소요되며, 약 3~4명의 인력이 투입된다. 이 과정에서 발생하는 측량비, 출장비 등 부대비용은 건당 수십만 원에서 수백만 원에 이른다.

〈표 4-3〉 시나리오 A(공유수면 관리) 업무 프로세스 현황

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
①	민원 접수	• 공유수면 불법 의심 민원 접수	5~10분 (유선)	• 민원서류
②	현장 확인 요청	• 민원 내용에 따라 현장 확인 요청	3시간 내외	• 현장 사진
③	측량 의뢰	• 입회 측량 요청 및 일정 조정	7일~14일	• 측량일지

245) 경기도뉴스포털(2024.4.18.)(검색일: 2025.5.21.)

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
④	측량 입회	• 의심행위자 입회하여 현장 측량 실시	반일~1일	• 측량도면
⑤	행정처분	• 위법사항 확인 시 확인서 징구 및 처분	확인서 1시간 이내 처분 1~6개월	• 행정처분서

자료: 안산시 제공 자료에 기반하여 저자 재작성

3) 현행 관리 방식의 한계

기존의 공유수면 관리 방식은 다음과 같은 구조적 한계를 내포하고 있다. 첫째, 민원에 의존하는 탐지 방식으로 인해 불법 행위를 조기에 발견하기 어렵다는 것이다. 민원이 발생하지 않는다면 불법 점·사용 행위를 인지하기 어렵다. 특히 접근이 어려운 해역이나 은밀하게 설치된 불법 시설물의 경우 장기간 방치되는 사례도 발생하고 있다. 둘째, 현장 중심의 확인 방식에 따른 높은 인력·예산의 소요 및 비효율성이다. 의심 사례마다 현장에 출동하거나 정밀 측량을 시행해야 하므로 다수의 인력과 예산이 소요되며, 기상 악화 등 외부 환경에 따라 업무가 지연되는 사례도 빈번하다. 이는 행정 처리의 신속성과 효율성 확보에 구조적인 제약으로 작용한다. 셋째, 시계열적 변화에 대한 추적 관리의 한계이다. 기존 방식은 특정 시점의 현황 파악에 국한되므로 시설물의 설치 시점, 변화 과정, 철거 및 원상복구 여부 등을 체계적으로 추적·기록하는 데 어려움이 있다. 이에 따라 효과적인 사후 관리와 재발 방지 대책을 수립하는 데 한계가 존재한다.

2. 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오

1) 위성정보 활용의 필요성

공유수면 관리에서 위성정보의 활용은 기존 관리 방식의 구조적 한계를 보완할 수 있는 효과적인 대안으로 평가된다. 위성영상은 광범위한 해역을

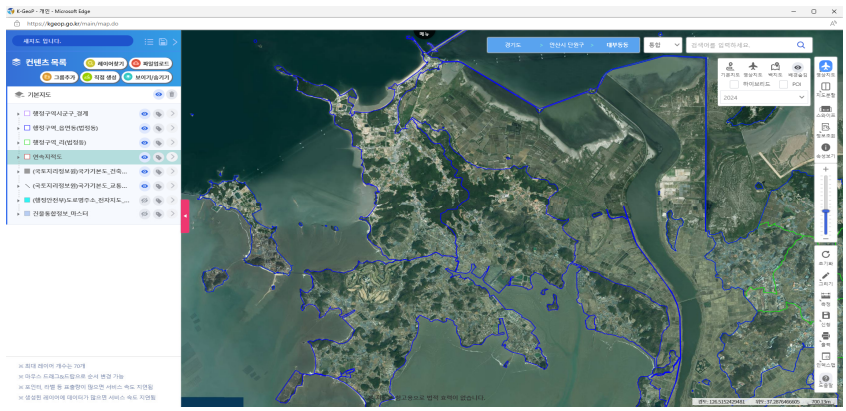
동시에 관측할 수 있으며, 정기적인 재방문 주기를 바탕으로 하므로 시계열적 변화를 체계적으로 추적할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 접근이 어려운 연안이나 도서 지역도 안정적으로 관측할 수 있어 현장 접근의 한계를 보완하는 수단으로 유용하다. 이와 함께 객관적이고 과학적인 증거자료로 활용될 수 있어 불법 행위에 대한 행정처분의 공신력과 정당성을 제고하는 데 기여할 수 있다.

2) 위성정보 적용 시나리오 설계

(1) 시나리오 구성 원칙

본 연구에서는 안산시의 사례를 바탕으로 위성정보를 활용한 시나리오를 설계하였다. 안산시는 공유수면 관리 업무의 효율성을 제고하기 위해 자체 정보시스템인 「안마당공간정보시스템」을 운영하고 있으며, 해당 시스템을 통해 위성정보를 실제 업무에 활용하고 있다(그림 4-3). 이에 본 연구는 안산시에서 제공한 관련 자료를 토대로 위성정보를 기반으로 한 공유수면 관리 시나리오를 구체적으로 구성하였다.

〈그림 4-3〉 안산시 공간정보시스템(안마당공간정보시스템) 서비스 화면



자료: 안산시(2025) 내부 자료

(2) 활용 위성 및 기술

공유수면 관리 업무에 활용 가능한 주요 위성으로는 국토위성(아리랑)과 유럽우주국(ESA)의 Sentinel-2 위성을 선정하였다. 국토위성은 0.5m급의 고해상도 광학영상을 제공함으로써 불법 구조물의 정밀한 식별과 면적 산정에 활용될 수 있다. 반면 Sentinel-2는 10m급 중해상도 영상과 5일 간격의 재방문 주기를 통해 광범위한 지역에 대한 지속적 모니터링과 시계열 분석에 적합하다.

위성정보 분석을 위한 핵심 기술로 위성영상 중첩분석 및 AI를 기반으로 한 자동 탐지 기법의 도입이 가능하다. 위성영상과 지적도, 공유수면의 경계 정보를 중첩 분석하여 점·사용 경계를 명확히 식별할 수 있으며, 머신러닝에 기반한 객체 인식 알고리즘을 통해 신규 불법 시설물의 자동 탐지 및 의심 지점의 식별이 가능하다. 이를 통해 현장 확인 전 단계에서 업무의 효율성과 선제적인 대응 역량을 동시에 제고할 수 있다.

(3) 개선된 업무 프로세스

위성정보를 활용한 공유수면의 관리 업무 프로세스는 다음 〈표 4-4〉의 5단계로 구성된다. 본 프로세스는 기존의 전면 현장 조사 방식에 비해 인력·시간·비용 측면에서 효율성이 높다. 초기 민원 접수부터 분석까지의 업무는 최소 3시간 내외로 단축될 수 있다. 이 과정에서 공간정보시스템의 운영 및 위성정보의 활용에 따른 비용은 건당 수십만 원 이하 수준으로, 기존 방식과 대비했을 때 비용 효율성 또한 우수한 것으로 평가된다.

〈표 4-4〉 시나리오 A(공유수면 관리) 업무 프로세스 개선안

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
①	민원 접수	• 민원 접수 시 위성정보 기반 GIS 확인 시작	5~10분	• 민원서류

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
②	공간정보 분석	• 위성영상+지적도 중첩하여 불법 여부 1차 판단	(민원 접수중 확인)	• 중첩지도
③	현장 확인 (선택)	• 위법 가능성이 높은 경우만 현장 확인	3시간 내외	• 현장 사진
④	행정 조치	• 위법사항 확인 시 확인서 징구 및 행정처분	확인서 1시간 이내	• 행정처분서
⑤	원상복구 모니터링	• 위성영상 활용하여 사후 원상복구 여부 확인	5~10분	• 연도별 비교 사진

자료: 저자 작성

3) 기대효과 분석

(1) 정량적 효과

공유수면 관리 업무에서 위성정보를 활용할 경우 다음과 같은 정량적 효과가 기대된다. 첫째, 업무 처리 시간이 대폭 단축된다. 기존에는 민원 접수부터 행정 조치까지 평균 약 27시간이 소요되었으나 위성정보에 기반한 프로세스를 적용하면 2~3시간 내외로 단축 가능하여 80% 이상의 시간 절감 효과를 기대할 수 있다. 이는 주로 사전 위성영상을 분석하여 불법 여부에 대한 1차 판단을 할 수 있고 이로 인해 측량 과정을 간소화할 수 있다는 것에 기인한다.

둘째, 인력 투입의 효율화에 기여한다. 입회 측량 및 반복적인 현장 방문이 최소화되면서 총인력 투입량은 약 25%가 절감되는 효과가 있으며 이는 지자체의 행정 부담 완화에 기여할 수 있다. 셋째, 업무 비용 측면에서 건당 소요 비용은 수십만 원 이하로 낮아지며, 기존과 대비했을 때 30~50% 수준의 비용 절감이 가능하다. 가장 큰 절감 항목은 정밀 측량 횟수의 감소에 따른 측량비 감소로, 위성정보를 통해 측량이 반드시 필요한 사례만 선별적으로 대응할 수 있기 때문이다. 넷째, 탐지의 정확도 및 대응 속도의 향상이다. 위성영상과 지적도 간 중첩분석을 통해 불법 점·사용이 의심되

는 시설의 탐지 정확도는 80% 이상으로 추정되며[246], 대응 속도 또한 기존 수일 단위에서 수 시간 이내로 단축 가능하여 행정의 신속성과 대응력 향상에 기여한다. 다음 〈표 4-5〉는 시나리오의 업무 개선 효과를 정리한 것이다.

〈표 4-5〉 시나리오 A(공유수면 관리) 업무 개선 효과

구분	측정값	비고
업무처리 시간 단축	약 80% 이상	• 위성 기반 선판단으로 절차 간소화
인력 투입 절감	약 25%	• 입회 측량, 현장 방문 감소
비용절감 효과	약 30~50%	• 측량, 출장비 대체
탐지 정확도	80% 이상	• 위성영상 + 지적도 중첩 기준
대응 속도 개선	수일 → 수시간	• 초기 대응력 제고

자료: 실무 담당자 인터뷰 및 자문을 바탕으로 저자 작성

(2) 정성적 효과

공유수면 관리에서 위성정보의 활용에 따른 정성적 효과는 다음의 네 가지 측면에서 도출된다. 첫째, 광범위한 해역에 대한 행정력의 한계를 극복할 수 있다. 위성정보를 활용함으로써 넓은 공유수면을 효율적으로 감시할 수 있으며, 1회의 위성영상 촬영으로 수년간 시계열 분석이 가능하여 장기적 모니터링 체계를 구축할 수 있다. 이는 인력과 예산이 한정된 지자체의 행정 부담을 획기적으로 경감시킬 수 있다.

둘째, 공공신뢰에 대한 제고 및 행정의 투명성을 강화한다. 위성영상이라는 객관적이고 과학적인 자료에 기반한 행정처분은 민원인과 위반자 간 불필요한 분쟁을 줄이고 공공자산 관리에 대한 국민의 신뢰를 높이는 데 기여할 수 있다. 셋째, 사전 예방 중심의 관리 체계로 전환한다. 기존의 '민

246) 위성정보 활용에 따른 탐지 정확도의 향상도(80%)는 안산시 해양수산과 업무 담당자의 정성적 판단에 기인한 것으로 추후 객관적인 효과 측정을 위한 후속 연구가 필요함.

원 중심·사후 대응' 방식에서 벗어나 위성을 기반으로 한 상시 모니터링 체계를 통해 불법 점·사용 행위를 조기에 식별하고 예방을 중심으로 한 대응이 가능해진다.

3. 기술적·제도적 개선 사항

1) 기술적 개선 방안

(1) 공유수면 관리 통합시스템 구축

공유수면을 효과적으로 관리하기 위해서는 위성정보의 분석·처리·활용을 포괄하는 통합형 위성영상 관리시스템의 구축이 필수적이다. 해당 시스템은 다양한 위성으로부터 수집된 영상을 대상으로 전처리, 분석, 저장 및 배포 기능을 일괄적으로 수행할 수 있어야 하며, 사용자의 기술 역량과 행정 수요를 고려하여 사용자에게 친화적인 인터페이스도 함께 제공되어야 한다.

특히 공유수면 상의 불법 구조물을 식별하기 위해서는 기존 구조물과 신규 설치 구조물 간의 변화를 자동으로 감지할 수 있는 변화탐지 알고리즘의 개발 및 적용이 핵심 기술로 요구된다. 이 기술은 시계열 위성영상을 기반으로 불법 점·사용 행위를 사전에 탐지하고, 모니터링의 정밀도와 효율성을 제고하는 데 결정적 역할을 할 수 있다.

아울러 시스템을 구축할 때에는 기존의 해양정보시스템과의 유기적인 연계를 최우선으로 고려해야 한다. 예를 들어 해양수산빅데이터플랫폼(vadahub.go.kr), 연안포털(coast.mof.go.kr), 해양공간통합관리정보시스템(msp.go.kr) 등 현재 운영 중인 국가 해양정보 인프라에 위성정보 분석 기능을 모듈화하여 통합함으로써 중복투자 방지, 데이터의 활용도 제고, 업무의 연속성 확보

등의 효과를 동시에 달성할 수 있다.

(2) 위성정보의 현장 활용성 강화

위성정보의 현장 활용성을 제고하기 위해서는 모바일에 기반한 서비스 개발이 필수적이다. 안산시의 사례에서도 확인된 바와 같이 현장에서 실시간으로 위성영상을 조회하고 분석할 수 있는 모바일 앱은 공유수면 관리 업무의 효율성을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 특히 담당 공무원이 내부망 또는 보안망을 통해 현장에서 직접 위성영상을 열람·활용함으로써 민원인의 이해도와 응답 속도를 높이는 동시에 현장 판단의 정확성도 확보할 수 있다.

또한 위성정보를 활용한 공유수면 관리의 고도화를 위해서는 AI에 기반한 자동 탐지 기술의 도입이 핵심 기술 요소로 요구된다. 딥러닝 알고리즘을 활용하여 불법 구조물의 위치, 형상, 면적 등의 패턴을 학습하고 신규 시설물 또는 미인가 구조물을 자동으로 탐지·식별하는 시스템을 구축함으로써 담당자의 경험 및 숙련도에 의존하던 기존 방식에서 벗어나 보다 객관적이고 일관된 분석 결과를 확보할 수 있다. 이는 향후 공공행정에서 데이터에 기초한 의사결정 체계를 정착시키는 데에도 중요한 기반이 될 수 있다.

(3) 기술적 한계 및 해결 방안

이러한 다양한 장점에도 불구하고 위성정보 활용에는 몇 가지 기술적 한계가 존재하며 이에 대한 보완적 접근이 요구된다. 첫째, 광학 위성의 기상에 대한 의존성 문제이다. 광학 영상은 구름, 안개, 강수 등 기상 조건에 따라 관측이 제한될 수 있어 전천후 감시체계 구축을 위해서는 SAR 위성과의 융합 활용이 필수적이다. SAR 영상은 기상 및 조도와 무관하게 관측

이 가능하여 야간 및 악천후 상황에서도 안정적인 모니터링이 가능하다.

둘째, 관측 주기에 따른 제약 문제이다. 단일 위성은 일정한 주기를 두고만 특정 지역을 관측할 수 있어 실시간 또는 고빈도 감시가 요구되는 행정 수요를 충족시키기 어렵다. 이를 해결하기 위해서는 다중위성 체계를 활용하여 관측 빈도를 높이고 필요시 상업용 위성영상 서비스를 병행하여 활용하는 전략이 필요하다. 셋째, 공간해상도의 한계이다. 국토위성 또는 Sentinel-2 등 중해상도 위성은 소형 불법 시설물이나 구조물의 미세 변화를 탐지하는 데 한계가 있으며, 이에 따라 감시의 사각지대가 발생할 수 있다. 따라서 저궤도 고해상도 위성, 무인항공기(드론), 지상 사진 측량 등 보완 수단과의 연계 운용이 필요하다. 이와 같은 다층 감시체계를 통해 감시 정확도와 대응의 신속성을 함께 제고할 수 있다.

2) 제도적 개선 방안

(1) 법적 근거 마련

위성정보를 활용한 공유수면 관리의 법적 실효성을 확보하기 위해서는 관련 법령의 정비 및 제도적 기반에 대한 강화가 필수적이다. 첫째, 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」에 위성에 기반한 탐지 결과의 행정 효력을 인정하는 조항을 신설할 필요가 있다. 현재 위성정보는 불법행위를 탐지하기 위한 참고 자료로만 활용되고 있으며, 단독으로 행정처분의 직접 근거로 활용하기에는 법적 공신력이 미비한 실정이다. 이에 따라 위성영상의 분석 결과를 사실상의 공적 증거자료로 간주하고, 일정 요건 하에 현장 확인이 없이도 행정 조치가 가능하도록 법적 근거를 마련해야 한다. 이를 통해 신속한 조치와 법적 분쟁의 최소화를 기대할 수 있다.

둘째, 국가 단위의 디지털 점·사용에 대한 이력관리 제도를 도입해야 한

다. 현재는 개별 지자체 또는 기관이 자체적으로 점·사용 허가 내역을 관리하고 있어 공유수면의 이용 현황에 대해 국가 차원에서의 통합 관리가 어려운 구조이다. 이에 따라 법률 또는 하위 법령에 “공유수면 이용현황 통합관리시스템”(가칭)을 구축하고 운영하는 조항을 신설하고 허가 내역, 위치정보, 위성영상 등에 기반하여 이행 가능한 현황 등을 연계·분석할 수 있도록 체계적인 기반을 마련해야 한다. 이와 같은 제도적 기반은 향후 위성 모니터링 결과와의 연동을 통해 실시간 점검 및 이력에 기반한 과학적 정책 수립을 가능하게 한다.

(2) 기관 간 협력체계 구축 및 운영체계 효율화

위성정보 활용의 효율성을 개선하기 위해서 행정정보와의 연계 체계도 중요하다. 연안포털(coast.mof.go.kr)과 각 지자체의 공유수면 관리시스템과 연계하여 허가 정보와 실제 이용 현황 간의 불일치를 자동으로 검출할 수 있는 시스템을 구축한다. 이를 통해 전국 단위의 통합적인 공유수면 관리가 가능하다. 또한 국토교통부를 포함한 관련 기관 간에도 위성정보 및 행정시스템과의 연계를 통한 협력체계 구축이 필수적이다. 국토교통부의 K-GeoP(국가공간정보통합플랫폼)와 해양수산부의 해양 관련 정보시스템(해양수산빅데이터플랫폼 등)을 연계하여 위성정보의 공동 활용을 촉진한다.

또한 지자체별로 개별 시스템을 구축하는 등의 중복 투자 및 운영상 비효율을 방지하기 위해서는 국가 차원에서의 통합적 접근이 필요하다. 안산시의 사례에 따르면 개별 지자체가 해양(공유수면)을 관리하기 위해 독립적인 시스템을 구축하는 방식은 예산에 대비하여 효과가 제한적이고 장기간의 지속가능성에도 한계가 있다. 따라서 국가 주도로 위성영상을 정기 촬영·수집하고 이를 전국 지자체가 공동 활용할 수 있는 중앙-지방 간의 연계 체계를 마련하는 것이 더 효율적이다. 연간에 정기 촬영된 공유수면의

변화에 대한 모니터링은 물론, 기후변화로 인한 포락지 발생, 해안선의 변화 등 장기적인 환경 변화에 대한 기초 자료로 활용이 가능하다.

(3) 전문 인력 양성 및 역량 강화

위성정보를 효과적으로 활용하기 위해서는 전문 인력의 양성과 역량 강화가 동반되어야 한다. 특히 지자체 담당자의 기술 역량은 위성영상을 기반으로 한 공유수면 관리의 성패를 좌우할 수 있다. 이에 따라 지자체 담당자를 대상으로 위성영상의 판독 기법, GIS에 기반한 공간분석 기술, AI에 기반한 변화탐지 기법 등 실무 중심의 체계적인 교육 프로그램을 운영해야 한다.

아울러 중앙정부 차원에서 기술지원 및 컨설팅 체계를 구축하여 영상에 대한 해석, 시스템의 활용, 정책의 적용에 대한 전문적 지원을 상시 제공할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 이를 통해 지자체 간 기술 격차를 해소하고 위성정보에 기반한 행정 역량을 균형적으로 강화할 수 있다.

또한 표준화된 업무 가이드라인의 개발도 중요한 과제이다. 위성정보를 활용한 공유수면 관리의 표준 절차, 분석 방법, 행정처분의 적용 기준 등을 포함한 가이드라인을 마련하여 전국 지자체에 보급함으로써 관리 업무의 일관성, 객관성, 실효성을 제고할 수 있다. 이러한 표준화는 중앙-지방 간 협업 체계의 구축과 더불어 국가 단위의 공유수면 관리에 있어 기반을 확보하는 데 기여할 것이다.

4. 주요 시사점

공유수면은 국민 공동의 자산이며 공공의 이익과 직결되는 중요한 관리

대상이다. 그러나 현재의 공유수면 관리 체계는 민원 접수에 의한 사후 대응 방식에 의존하고 있어 광범위한 해역에 대한 상시 감시와 신속한 현장 대응에는 구조적 한계가 존재한다. 특히 최근에는 기후변화로 인한 해안선의 변화, 해양 이용 활동의 증가, 불법 시설물의 소형화 및 은밀화 등 새로운 관리 수요가 대두되면서 현장 중심이었던 기존의 사후 점검 방식은 시간·비용·효율성의 측면에서 한계를 나타내고 있다.

이러한 배경에서 경기 안산시 공유수면의 관리 실무 사례를 바탕으로 위성정보를 활용한 관리 체계의 개선 방안을 실증적으로 제안하고자 한다. 특히 위성정보가 가지는 광역성, 객관성, 시계열성이라는 고유 특성을 공유수면의 관리 업무에 적용함으로써 업무 처리 시간의 단축, 인력·예산에 대한 효율성, 탐지 정확도의 향상 등의 정량적 효과, 아울러 과학적·사전 예방적 관리 체계로의 전환이라는 성과를 함께 도출한다. 본 연구 결과는 안산시의 사례 분석을 통해 전국 지자체의 공유수면 관리 체계의 고도화, 디지털에 기반한 해양공간관리 체계의 전환을 위한 중요한 기초 자료로써 활용될 수 있을 것이다.

제3절 해양 환경·생태계 부문

적조(赤潮, red tide)는 해양의 물리·화학·생물학적 환경 변화에 따라 특정 식물플랑크톤이 대량 증식하는 자연현상으로, 발생 시 양식업과 해양생태계에 막대한 경제적·환경적 피해를 초래하는 해양 재난이다. 대규모의 적조가 발생했을 시에는 수산업의 생산성 저하뿐만 아니라 지역 경제와 어업인의 생계에도 직접적인 위협이 된다. 이에 본 연구는 국립수산과학원을

중심으로 수행되는 적조에 대한 대응 업무 과정에 위성정보를 활용하여 탐지의 정확성과 대응의 효율성을 제고하는 방안을 도출하고자 한다.

1. 업무 개요

현재 국내의 적조 예찰·예보 체계는 선박·항공 중심의 정기 현장 관측에 의존하고 있어, 국지적 관측의 한계로 광역 해역에서 발생하는 적조 현상의 모니터링에 어려움이 있다. 적조로 인한 수산업 피해를 최소화하기 위해서는 조기 탐지를 통한 사전 예방적 대응과 과학적 근거에 기반한 확산 예측이 필수적이며, 이를 위해서는 위성정보를 활용하여 광역 해역의 연속적이고 실시간적인 모니터링 체계 구축이 요구된다.

1) 법적 근거 및 관리 체계

적조 대응의 법적 체계는 재난관리 기본법령을 상위 근거로 하여 분야별 특별법과 세부 지침으로 구성되어 있다. 「재난 및 안전관리 기본법」과 「국가위기관리 기본지침」이 재난 대응의 기본 틀을 제시하며, 「자연재해대책법」과 「농어업재해대책법」이 적조 재난의 특성을 반영한 대응 근거를 마련하고 있다. 세부 운영 지침으로는 「적조예찰·예보 및 피해방지에 관한 요령」(해양수산부훈령 제163호)과 「어업재해 피해조사·복구지원 요령」이 실무 절차를 규정하고 있으며, '적조 재난 위기대응 실무매뉴얼'과 '현장조치 행동매뉴얼'이 구체적인 대응 절차의 기준을 제시하고 있다.

적조의 대응과 관련한 조직체계는 해양수산부를 재난관리 주관기관으로 하여 국립수산과학원이 재난관리 책임기관으로서 예찰·예보 업무를 총괄한다. 협력기관으로는 수산업협동조합중앙회가 현장 대응 및 피해 지원을,

해양경찰청이 해상 안전관리를, 행정안전부가 재난 총괄 조정을, 환경부가 환경영향 관리를 각각 담당한다. 지방 차원에서는 연안 11개 시·도와 59개 시·군·구가 지역별 대응체계를 구축하여 중앙-지방 간 유기적 협력을 통한 전국적 대응망을 운영하고 있다.

2) 현재 업무 수행 현황

현행 적조의 대응은 정점조사와 현미경·분자분석, 선박·항공에 기반한 예찰을 중심으로 이루어진다(표 4-6). 국립수산과학원과 지자체는 예찰예보팀을 통해 외해 및 연안의 정점조사를 수행하며, 해양경찰청도 예찰 활동에 협력한다. 위기징후가 감지되면 상황판단회의를 통해 적조 예비특보나 특보가 발령되며, 이후 황토살포와 같은 방제작업이 진행된다. 피해가 발생했을 시에는 양식장에 대한 피해조사, 질병검사 및 원인 분석이 수행되며, 최종적으로 특보 해제와 함께 복구계획의 수립 및 보상 절차가 추진된다. 연간 약 50명의 인력과 선박·항공 장비가 동원되며, 예찰·대응 과정은 수시간~수일간 지속되며 인건비와 유류비, 장비유지비 등을 포함해 1년에 약 1,000백만 원의 예산이 소요된다.

〈표 4-6〉 시나리오 B(적조 발생 모니터링 및 대응) 업무 프로세스 현황

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
①	적조 예찰 및 모니터링	• 외해 및 연안 적조 정점 정기조사 • 외해 유입 코클로디니움 유영세포 조사(qPCR 및 현미경 분석) • 항공/선박/육상 예찰 수행	주 1~2회 반복	• 예찰 결과 및 모니터링 결과 • 적조발생 위치, 위기수준 정보
②	위기징후 판단 및 상황 전파	• 위기 평가(유해성 종 출현 및 밀도) • 상황판단 회의 개최 • 적조 예비특보 및 특보 발령	수시	• 위기 평가 결과 • 상황판단회의 결과 • 특보 발령문
		• 유해성 적조 속보 발간 및 전파	수시간 이내	• 적조 속보 발간물

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
		• 적조정보시스템 업데이트 • 문자/웹 실시간 통보		및 통보문(재난문자)
③	현장 대응 및 방제	• 황토살포 및 방제작업 • 적조 구제물질·장비 평가 • 방제 장비 이동 및 투입	수일	• 구제물질·장비 효과 분석 결과 보고서 • 방제 작업 일지 • 상황 보고서
④	피해조사 지원 및 협조	• 피해 양식장 조사 • 양식생물 피해 원인조사 • 적조해역 양식생물 질병검사 • 피해최소화 방안 등에 대한 홍보활동 강화	수일	• 피해조사 보고서
⑤	수습·복구	• 적조특보 해제 • 피해복구 계획 수립 및 보상 절차 진행	수일 ~수주	• 위기 경보 해제 • 복구 계획안 등

자료: 저자 작성

3) 현행 관리 방식의 한계

현재의 적조 대응을 위한 절차와 방식은 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 적조 대응 업무는 주로 선박과 정점, 항공을 활용한 현장 예찰에 의존하고 있다. 그러나 이러한 방식은 광역적 탐지의 한계를 지니며 조사 시간 및 기상 조건에 따라 활동이 제약된다. 특히 기상이 악화되었을 때 조사 활동이 지연되거나 중단될 수 있어 적조 확산에 대한 신속한 대응이 어렵다.

둘째, 정보 수집과 전파 과정에 수 시간에서 수일이 소요됨에 따라 적시에 의사결정을 내리기 어려울 수 있으며 방제 자원의 효율적 배분이 제한될 수 있다. 이러한 지연은 초기 대응의 시기를 놓치게 하여 피해를 확대시키는 요인으로 작용할 수 있다. 셋째, 현행 체계는 제한된 예찰망에 의존하고 있어 실시간적이고 연속적인 관측 수행이 어렵다. 이는 적조 발생과 확산 경로를 실시간으로 추적·예측하는데 한계로 작용하며, 전국 단위의 광역적 관측 및 조기 경보 발령 체계의 구축에도 제약을 유발할 수 있다.

이처럼 현행의 대응 방식은 예찰의 공간적·시간적 제약, 정보 수집·전파의 지연, 실시간·연속적 관측의 어려움, 광역적 탐지의 제한 등 복합적인 한계점을 내포하고 있어 효율적이고 선제적인 대응을 위해서는 위성과 같은 새로운 기술적 수단의 도입이 필요하다.

2. 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오

1) 위성정보 활용의 필요성

적조의 발생에 대응하기 위해서는 조기 탐지와 신속한 대응이 중요하다. 현재 적조에 대한 대응은 전담 기관과 관련 지침 등으로 체계적 운영을 위해 노력하고 있으나 앞서 살펴본 한계점을 동반하고 있다. 현장 예찰 방식을 중심으로 한 대응체계로 조사 시간의 소요, 기상 조건에 따른 접근성의 제약, 정보수집과 전파의 지연, 연속적 관측의 어려움 등이 존재한다. 이러한 한계는 적조 발생 초기의 선제적 대응을 어렵게 만들어 결과적으로 피해의 최소화나 방제 자원의 효율적 활용에 제약을 가할 수 있다. 이에 따라 광역적 범위를 지속적으로 관측할 수 있는 위성정보의 활용은 적조 대응의 효율을 높일 수 있는 주요 대안으로 볼 수 있다.

2) 위성정보 적용 시나리오 설계

(1) 시나리오 구성 원칙

본 연구는 위성에 기반한 탐지와 현장 정점조사를 함께 운용하는 대응 시나리오를 설계하였다. 위성정보를 활용하여 의심 수역을 선제적으로 탐지하고 AI에 기반한 분석을 통해 유해성 여부 및 확산 가능성을 평가한다. 이후 탐지된 의심 수역을 대상으로 선박 및 항공 예찰의 우선순위를 부여

하여 현장 검증을 수행함으로써 자원의 효율적 활용을 도모하였다. 검증된 결과를 토대로 특보 발령과 방제 자원의 집중적 투입 여부를 결정하도록 하였다. 이처럼 조사·예측·대응 등 일련의 과정은 기존 대응체계와의 연속성 유지를 원칙으로 하여 현장 대응 매뉴얼의 틀을 유지하되 위성정보와 AI 분석 결과를 추가 및 보완하는 방식으로 단계별 업무 프로세스를 개선하였다.

(2) 활용 위성 및 관련 기술

시나리오 설계를 위해 다양한 위성 분석 기술을 제시하였다. 핵심적으로는 천리안 해양위성(GOCI-II)를 활용하고자 하였다. GOCI-II는 1시간 간격으로 고해상도 영상 제공을 하므로 적조 발생 초기의 신속한 탐지와 확산의 추적을 가능하게 한다. 보조적으로는 Sentinel-3A/B를 활용하여 하루 단위로 광역 해역의 이동 패턴과 장기적 분포 변화를 복수의 형태로 분석할 수 있으며, WORDVIEW-3 위성을 통해서는 연안 및 양식장 주변을 포함한 중·소규모 적조 발생을 정밀하게 모니터링할 수 있다.

기술적 측면에서는 위성정보를 기반으로 한 AI 탐지·예측 알고리즘을 제시하였다. 해당 알고리즘은 해색 정보를 기반으로 적조 의심 수역을 자동으로 추출하고 유해성 여부 및 확산 가능성까지 예측할 수 있다. 또한 다중 위성의 융합 분석 시스템을 제시하였는데, 이는 각 위성의 시간·공간 해상도의 차이를 보완하고 이상징후를 다각도로 관측·검증하는 용도로 제시하였다. 이는 단일 위성에 의존했을 때 발생할 수 있는 불확실성을 최소화할 수 있으며 관측의 정확도와 신뢰도를 제고할 수 있다.

(3) 개선된 업무 프로세스

개선된 업무 프로세스의 큰 수행 업무는 현재 실시되고 있는 순서와 동

일하게 크게 다섯 단계로 구분된다(표 4-7). 해양 위성정보의 활용 내용을 중심으로 업무단계 전체를 살펴보면 첫째, 적조 예찰·모니터링 단계에서는 GOCI-II 등 위성정보를 통해 의심 수역을 탐지하고, AI 분석으로 유·무해성 판별과 생물량 예측한다. 이를 통해 선박 및 항공 예찰의 우선 구역을 도출하고, 이와 병행하여 외해 및 연안 정점조사를 수행한다. 둘째, 위기징후에 대한 판단 및 상황 전파 단계에서는 위성정보와 현장정보를 통합 분석하여 특보를 발령하고, 확산 예측과 예측지도를 작성하여 적조 정보시스템을 통해 실시간으로 공유한다. 셋째, 현장 대응 및 방제 단계에서는 확산 위험이 높은 구역에 방제물질을 우선적으로 투입하도록 권고한다. 넷째, 피해조사 지원단계에서는 양식장에 대한 피해 조사 및 질병검사, 원인분석을 지원하며 피해를 최소화하기 위한 홍보활동을 병행한다. 마지막으로 수습·복구 단계에서는 특보 해제를 포함해 복구계획에 대한 수립 및 보상 절차를 지원하도록 한다.

〈표 4-7〉 시나리오 B(적조 발생 모니터링 및 대응) 업무 프로세스 개선안

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
①	적조 예찰 및 모니터링	• 해양위성 기반 적조 의심 수역 탐지 • AI 기반 유·무해성 적조 구분 및 생물량 예측 • 선박·항공 예찰 우선순위 도출	수 시간 이내	• 위성분석 보고서 • 적조 의심 수역 지도 등
		• 외해 및 연안 정점 조사 • 항공·선박·육상 예찰 수행	1일	• 예찰 결과 및 모니터링 결과
②	위기징후 판단 및 상황 전파	• 위성기반 탐지 정보 및 정점 예찰 결과 종합 판단(위기 평가) • 상황판단 회의 개최 • 적조 예비특보 및 특보 발령	수시간 이내	• 위기 평가 결과 • 상황판단회의 결과 • 특보 발령문
		• 위성영상 기반 적조 확산 예측 • 유해성 적조 속보 신속 발간 및 전파 • 적조정보시스템 업데이트 • 문자/웹 실시간 통보	수시간 이내	• 적조 예측지도 • 적조 속보 발간물 및 통보문(재난문자)

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
③	현장 대응 및 방제	• 위성영상 기반 확산 위험도 높은 지역 우선 방제물질 투입 권고 • 적조 구제물질·장비 평가	1~2일	• 우선 대응구역 설정 • 방제물질 효과 분석 결과 보고서 • 방제 작업 일지 • 상황 보고서
④	피해조사 지원 및 협조	• 피해 양식장 조사 • 양식생물 피해 원인조사 • 적조해역 양식생물 질병검사 • 피해최소화 방안 등에 대한 홍보활동 강화	수일	• 피해조사 보고서
⑤	수습·복구	• 적조특보 해제 • 피해복구 계획 수립 및 보상 절차 진행	수일 ~수주	• 위기 경보 해제 • 복구 계획안 등

자료: 저자 작성

3) 기대효과 분석

(1) 정량적 효과

적조에 대응하기 위해 위성정보를 활용하는 경우 다음과 같은 정량적 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 업무 처리 시간의 단축이다. 예찰에서 경보 발령까지의 과정에서 업무 처리에 수시간~수일이 걸리던 것에 반해 수시간 이내로 약 20~40%까지 시간이 절감된다. 이는 적조의 조기 탐지 및 예측을 통해 우선 현장 예찰 지역에 대한 도출 등이 가능하므로 이로 인한 시간 단축 효과로 판단된다.

둘째, 현장 예찰 인력이 감축된다. 해양 위성정보를 활용하여 기존의 광역 예찰 인력을 약 15~20% 절감할 수 있을 것으로 보이며, 약 40명의 수준에서 업무 수행이 가능할 것으로 보인다. 셋째, 업무 비용 측면에서 1년 예산 중 20% 정도의 절감 효과가 있을 것으로 예상된다. 단일 항목에 대한 예산 저감만이 아니라 광역 예찰 및 방제와 관련된 인건비, 유류비, 분석·예측에 대한 비용 등 전반적인 항목에서 절감 효과가 발생할 것으로 예상

되며 연간 약 200백만 원 수준의 예산 절감이 가능할 것으로 보인다. 마지막으로 대응속도의 개선이다. 의심되는 상황의 관측 또는 신고부터 대응까지 소용되는 시간을 총 6~48시간까지 단축함으로써 보다 신속한 초동 대응과 효과적인 회복 및 복구 등이 가능할 것으로 보인다.

이처럼 다양한 효과에 반해 단점은 단 한 가지로 나타나는데, 위성정보를 활용한 관측은 현재의 해상도와 예측 모델 또는 프로그램을 내에서는 그 정확도가 실제 정점이나 현장 예찰보다는 떨어진다는 것이다. 이러한 부문은 위성의 해상도를 높이고 예측 모델을 발전시킨다면 개선될 수 있는 부문이므로 본 연구에서 제시한 것처럼 현재 초기대응을 위한 활용으로도 충분한 효과와 필요성을 가진다고 생각한다(표 4-8).

〈표 4-8〉 시나리오 B(적조 발생 모니터링 및 대응) 업무 개선 효과

구분	측정값	비고
업무처리 시간 단축	20~40% 단축	• 예찰에서 경보까지 수시간~수일→수시간 이내로 단축
인력 투입 절감	15~20%	• 광역 예찰 인력 감소(50→40명)
비용절감 효과	200백만 원/년	• 위성 활용 시, 적조광역조사 횟수 감소(20회→10회)에 따른 유류비, 인건비 및 분석비 저감
탐지 정확도	-	• 현재 시점에서 직접 관측의 탐지 정확도가 높음
대응속도 개선	6~48시간 단축	• 적조 의심 신고 시, 기존 수시간~수일→수시간 이내로 대응 가능

자료: 실무 담당자 인터뷰 및 자문을 바탕으로 저자 작성

(2) 정성적 효과

정성적 측면에서도 위성정보의 적용은 기존 대응체계의 한계를 보완하고 업무의 신뢰성과 효율성을 높이는 것으로 평가된다. 첫째, 지속적이고 광역적인 모니터링이 가능하다. 위성 관측을 통해 해양 전역을 상시 감시할 수 있어 조사 간격을 조정하고 공간적 제약을 극복할 수 있다.

둘째, 예찰 사각지대의 해소에 효과가 있다. 첫 번째 효과와 유사할 수 있으나, 이는 기상 악화나 야간 등에 기존 현장 조사에서 공백 구간이 발생하는 것을 위성정보로 보완하는 개념으로 누락된 부분을 보완할 수 있다.

셋째, 정보 공유와 협력체계를 강화한다. 적조의 발생은 지자체와 어업인 등 다양하고 많은 수요자에게 신속히 정보를 제공함으로써 대응 협력의 효율성이 향상되므로 신속한 정보의 획득과 공유는 대응을 위한 협력체계 강화와 효율적 운용에 도움이 된다.

넷째, 과학적인 근거에 기반한 의사결정을 지원한다. 위성정보는 대응체계 전반에 객관적이고 신뢰성 있는 정보를 제공할 수 있다. 특히 적조의 확산 속도, 확산 규모와 같은 정량적 진단 결과는 대응을 위한 다양한 시점, 즉 경보 발령, 방제 투입 등 정책적 결정의 합리성을 제고할 수 있다.

3. 기술적·제도적 개선 사항

1) 기술적 개선 방안

(1) AI 학습 데이터셋 구축 및 알고리즘 고도화

위성정보를 활용한 적조 탐지를 고도화하기 위해서는 충분하고 다양한 학습 데이터셋의 확보가 중요하다. 현재 국내의 적조 모니터링은 주로 실측 정보를 중심으로 구성되어 있어, 위성정보와 같은 새로운 유형의 정보를 활용하여 관측·예측하거나 새로운 유형의 적조가 발생하는 경우에는 탐지의 정확도가 낮아질 수 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 다양한 시기·위성·기상 조건에서의 영상 자료를 축적하고, 적조 발생 및 비발생 구역을 포함한 데이터셋의 구축이 필요하다. 이러한 데이터는 학습형 AI의 가장 중요한 자원으로, 보다 정확하고 많은 데이터셋의 확보는 AI에 기반한

탐지 모델의 신뢰성을 높이고 정밀도를 향상시키는 데 기여한다.[247]

이러한 데이터셋 확보와 함께 향후 발생하는 적조에 효과적으로 대응하기 위해서는 적조의 단순 탐지를 넘어 이동·확산을 예측할 수 있는 알고리즘의 개발이 필요하다.[248] 위성영상에 해류, 조석 등의 정보와 기상자료를 결합한 알고리즘을 개발하는 것은 적조의 확산 방향과 강도를 예측할 수 있게 되며, 이는 사전 대응체계를 강화하는 기반이 될 수 있다.

(2) 실시간 위성영상 분석·처리·공유를 위한 통합시스템 구축

적조에 대응하기 위해 활용할 수 있는 실시간 위성영상의 처리 및 공유 시스템이 필요하다. 현재는 적조에 대응하기 위해 활용할 수 있는 위성정보 관련의 활용 인프라가 분산되어 있어 자료의 접근 및 공유가 어렵다. 이를 위해서는 클라우드에 기반한 위성영상 처리 플랫폼을 구축하고, 분석결과를 관계기관에서 실시간 제공할 수 있는 API 체계의 마련이 중요하다. 국내에서는 적조에 대응하기 위해 적조 정보시스템을 구축해 관측 정보를 업로드하고 예보 및 특보에 대한 정보를 실시간에 가깝게 제공하고 있다. 이처럼 적조에 대응하기 위한 정보수집 및 제공 시스템은 구축되어 있으므로, 위성영상 활용 플랫폼의 구축에 있어 직접적인 플랫폼 구축이 어렵다면 해당 시스템과의 연계도 충분히 고려해 볼 필요가 있다.

(3) 적조 예보 시스템 내 위성기반 조기경보 기능 통합

현행 적조의 예보 시스템 내 위성정보를 조기경보의 요소 중 하나로 포함하는 것이 필요하다. 적조 예보는 현재의 수질 및 현장 관측 자료를 중심으로 운영되고 있어 공간적 관리 범위가 제한적이다. 위성에 기반한 탐지

247) Joshi, N. et al.(2024),
248) Wang, W. et al.(2025),

결과를 예보 입력자료로 활용한다면 광역적 관측을 기반으로 한 사전경보 체계의 운영이 가능할 것으로 생각된다. 〈그림 4-4〉는 미국 NOAA의 적조 예측시스템 사례이다.

〈그림 4-4〉 NOAA 적조 발생 예측 예보 시스템



자료: NOAA NCCOS(검색일: 25.08.19)

2) 제도적 개선 방안

(1) 위성정보 활용 근거 마련을 위한 법규 정비

적조 대응 업무에 위성정보를 활용하는 것을 제도적으로 명문화할 필요가 있다. 현재의 「적조예찰·예보 요령」 등 관련 지침은 현장조사 중심으로 규정되어 있으며 위성영상 활용은 임의적 수준에 머물러 있다. 법령 및 지침에 위성정보를 활용할 수 있는 근거를 명시함으로써 제도적 정당성을 확보하고 관련 예산 집행의 합리성을 강화할 수 있다.

(2) 정보 공유체계 확립 및 전문조직 신설

관계기관 간 위성정보의 공유체계를 확립하고 이를 지원할 전담조직을 신설할 필요가 있다. 현재 해양수산부, 해양경찰청, 지자체 등은 각각 적조 관련 정보를 수집·활용하고 있으나 위성영상 분석에 있어서는 경험과 인프라가 부족하여 상호 공유와 활용이 제한적인 실정이다. 이에 따라 중앙정부가 주도하여 통합 플랫폼을 구축하고 위성영상 분석 전담팀을 신설하는 등 전문적 분석과 운영을 지원해야 한다. 또한 위성정보 분석 및 활용과 관련한 전문인력 양성이 병행되어야 한다. 이를 위해 대학·연구기관과 연계한 교육 프로그램을 개설하고, 현업 공무원 및 실무자를 대상으로 한 재교육·훈련 과정을 마련함으로써 지속가능한 전문성의 확보가 가능하다.

(3) 안정적 예산 확보와 운영체계 마련

위성영상에 기반한 적조 대응 시스템을 안정적으로 운영하기 위해서는 지속적인 예산 확보가 필수적이다. 현재 국내의 적조 대응 예산은 지속적인 관측·예찰을 위한 예산과 피해가 발생했을 시에 단기 투입되는 구조로 위성정보의 활용과 같은 새로운 방안을 마련하기 위한 운영비 확보는 어려운 실정이다. 따라서 단기적인 예산 확보보다 활용을 위한 로드맵을 제공하고 또한 중장기 재정계획에 위성영상에 기반한 적조 대응 항목을 반영하여 국가연구개발사업과의 연계로 안정적인 운영 재원을 확보해야 한다.

4. 주요 시사점

본 연구에서는 적조 발생의 대응 과정에서 위성정보의 활용 가능성과 효과, 한계, 그리고 개선을 위한 방향을 검토하였다. 현행의 대응체계는 현장 관측에 기반한 예찰에 집중하고 있어 실시간·광역적 탐지 및 예측의 측면

에서 한계점이 존재하였다. 따라서 위성정보를 활용함으로써 일정 부분 보완될 수 있으며, 특히 대규모 확산 상황에서 조기의 경보 발령과 효율적인 방제 자원의 배분에 기여할 수 있음을 시나리오 분석을 통해 확인하였다.

또한 위성정보의 실질적 활용을 위해서 몇 가지 기술적·제도적 개선방안을 제시하였다. 기술적 측면에서는 적조 탐지를 위한 인공지능 학습 데이터셋 구축, 고도화된 알고리즘의 개발, 실시간 분석·처리·공유를 위한 통합 시스템의 마련이 핵심적인 내용으로 도출되었다. 제도적 측면에서는 위성정보의 활용 근거를 위한 법규 반영, 관계 기관 간 정보의 공유 체계 구축 및 관련 전문 기관의 운영, 전문인력 양성과 안정적인 예산 확보 등이 필요함을 확인하였다.

종합적으로 정리하면 적조 대응 업무에 위성정보를 도입하는 것은 단순히 기존 관측을 보완하는 수준을 넘어 국가 차원의 해양 재해 관리를 위한 역량을 강화할 수 있는 수단이다. 다만 이러한 효과를 현실화하기 위해서는 기술적 인프라와 활용 수준의 발전, 제도적 기반이 함께 확보되어야 하며, 이를 위한 정책적 관심과 함께 지속적인 예산 투자, 연구개발에 대한 노력이 병행되어야 할 것이다.

제4절 해양 안전·방제 부문

해양오염 사고로 인한 오염물질의 확산은 수질 오염뿐만 아니라 국민들의 건강에 대한 위험과 경제적 영향을 초래할 수 있어 신속한 대응이 필수적이다. 특히 사고 초기의 신속한 대응은 방제 자원 활용의 효율화를 통해 복구 비용과 시간을 단축해 준다. 그러나 현재 해양오염 사고에 대한 대응

은 현장 중심으로 이루어지고 있어 방제 자원 활용의 효율성, 신속한 대응 등의 측면에서 한계점을 지니고 있다. 해양오염 사고에 신속하게 대응하기 위해서는 광역적 범위를 실시간으로 관측할 수 있는 위성정보의 활용이 필요하다. 이에 본 연구는 해양경찰청이 해양오염 사고에 대응하기 위한 업무 과정에서 위성정보를 활용하여 업무 효율성을 높이기 위한 혁신적인 방안을 도출하고자 한다.

1. 업무 개요

대규모의 해양오염 사고는 국민의 생활과 해양생태계에 미치는 피해가 매우 크고 영향이 광범위하여 신속하고 종합적인 대처가 필요하다. 특히 오염물질이 환경민감지역과 해안에 유입될 경우 인근 주민의 안전을 위협할 우려가 존재하고 발전소 및 임해산업시설 등 주요 기간산업 시설 가동이 중단될 수도 있는 만큼 신속한 대응을 위한 입체적인 감시체계 마련이 필요한 상황이다.

1) 법적 근거 및 관리 체계

해양오염 사고에 대한 대응은 「재난 및 안전관리 기본법」, 「국가위기관리기본지침」 및 「대규모 해양오염사고 재난 위기관리 표준매뉴얼」을 근거로 수행되며 해양수산부와 해양경찰청이 재난관리 주관기관의 역할을 공동으로 수행한다. 특히 해양오염 사고는 「해양환경관리법」에 의하여 우리나라가 해양 환경보전에 관한 관할권을 갖는 해역에서 발생한 오염 사고에 한정하여 적용한다. 본 연구에서는 해양오염 사고가 발생했을 때 대응 역할을 수행하는 해양경찰청의 업무를 중심으로 현황과 특성을 분석했다.

해경청은 해양오염 사고가 발생했을 때 관할 해역 해양경찰관서에 방제대책본부를 설치하고 사고 규모에 따라 지역, 광역, 중앙으로 조정하여 운영한다. 해양경찰청장은 중앙방제대책본부에서 사고에 대응하기 위한 총괄 업무를 수행한다.

2) 현재 업무 수행 현황

해양경찰청의 해양오염 대응 업무는 해양경찰청 종합상황실에 사고 상황이 접수된 이후에 이루어지고 있다(표 4-9). 현행의 업무 프로세스는 상황 접수·보고·전파, 초동조치, 방제실행, 수습복구의 4단계로 구성되어 있고, 방제실행과 수습복구 과정에 많은 시간이 소요되는 것으로 나타났다. 해양오염 사고 1건(지속성기름 50kl 이상, 비지속성 기름 또는 위험·유해물질 300kl 이상이 유출되거나 유출될 우려가 있는 경우)이 발생했을 때 광역방제대책본부가 구성되고 이를 해결하기까지는 평균적으로 약 3~4개월이 소요되며 수천명 이상의 인력이 투입된다. 특히 사고의 탐지 및 대응을 위한 방제선, 헬기, 오일펜스, 흡착재 등의 장비대여비, 인건비 등을 포함하면 오염사고 1건당 수십억 원 이상의 비용[249]이 발생할 것으로 예상된다.

〈표 4-9〉 시나리오 C(해양오염 사고) 업무 프로세스 현황

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
①	상황접수·보고·전파	• 상황 전파 및 보고 • 초기대응 상황 파악	1~2시간	(필요시) 상황판단회의 자료
②	초동조치	• 현장 조치상황 및 추가 동원세력 파악 • 상황보고서 작성 및 전파 • 상황판단회의 후속조치	3~6시간	초동조치 결과보고 자료

249) 해양경찰청 예규(방제비용 부과·징수 규칙) 제6조(방제비용의 산정) 및 이봉길(2017) pp.61-69.을 참고하여 추정함

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
③	방제실행	• 방제 및 구난조치, 피해현황 등 파악 • 광역방제대책 본부 설치 및 운영	2주~1개월	광역방제대책 본부
④	수습복구	• 방제종합 보고서 전파 • 방제조치 사후 평가· 모니터링	약 3~4개월	방제종합 보고서 및 개선대책

자료: 대규모 해양오염사고 위기대응 실무매뉴얼을 참고하여 저자 재작성

3) 현행 대응 방식의 한계

해양오염 사고와 관련한 대응 업무는 상황 접수와 현장 조사가 반드시 필요한 만큼 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫째, 해양경찰청의 제한된 인력으로 해양오염 사고와 같은 광역 감시를 수행하기 어렵다. 해양경찰청 종합상황실로 사고가 접수되지 않으면 해양오염 사고 발생 여부를 인지하기 어렵다. 또한 해양경찰청 기동방제과가 피해 현황을 파악하는 과정에서도 광역 감시를 수행하기 어렵다.

둘째, 초동조치, 방제실행, 수습복구 등 현장에 소요되는 인력 및 장비로 인해 경제적 비효율성이 발생한다. 사고 상황이 접수될 때마다 상황 파악을 위한 인력·장비가 활용되며, 수습·복구 과정에 실시간 영상장비 부족에 따른 인력·장비가 소요된다. 셋째, 객관적인 방제조치의 사후 평가 및 모니터링의 데이터 확보에 한계가 존재한다. 현행의 대응 방식은 현장에 파견된 업무담당자가 작성한 방제종합 보고서에 의존하고 있는 만큼 업무 숙련도에 따른 평가 결과가 왜곡될 가능성이 존재한다. 이에 따라 해양오염 사고로 인한 피해를 저감하기 위한 대책의 실효성 확보에 한계가 존재한다.

2. 위성정보 적용 방안 : 활용 시나리오

1) 위성정보 활용의 필요성

해양오염 사고 대응에서 위성정보의 활용은 현장 조사 중심으로 이루어지는 기존 방식의 한계점을 개선할 수 있는 대안으로 평가된다. 위성영상은 해양오염 사고가 발생할 수 있는 광역 범위를 실시간으로 관측할 수 있으며, 주기적인 관측을 통해 해양오염 사고의 확산 범위, 방제조치 사후의 평가 및 모니터링 결과를 확인할 수 있다. 또한 상시 모니터링을 통해 해양오염 사고 시 우선 대응지역에 방제 자원을 집중 투입함으로써 대응의 효율성을 향상시킬 수 있다.

2) 위성정보 활용 시나리오 설계

(1) 시나리오 구성 원칙

본 연구에서는 해양경찰청의 해양오염 사고 대응 매뉴얼에 기반하여 업무 절차를 검토하고, 위성정보가 활용 가능할 것으로 판단되는 업무를 중심으로 활용 시나리오를 구성했다. 또한 해양경찰청 업무 담당자와 충분한 논의 과정을 거쳐 개선된 업무 수행 방식을 제안했다.

(2) 활용 위성 및 기술

대규모 해양오염 사고가 광역적 범위에서 발생한다는 점을 고려하여 해양오염 사고의 대응 업무에 활용할 수 있는 주요 위성으로 천리안 해양위성(GOCIⅡ)을 선정했다. 천리안 해양위성 2호는 2020년부터 해양환경의 관측을 위해 활용되고 있고, 관측 주기가 1시간으로 짧아 해양오염 사고의 발생 여부를 조기에 확인할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 천리안 해양위

성은 무료로 공개되고 있는 만큼 해양오염 사고에 대응하기 위한 업무의 예산 효율성을 향상시켜줄 것으로 예상된다. 천리안 해양위성의 해상도를 보완하여 중·소규모 해양오염을 관측할 수 있는 보조 위성자료로 'WorldView-3'를 선정했다. 'WorldView-3'는 육상 및 해양환경의 관측을 목적으로 운영되고 있으며, 픽셀 당 0.31~3.7m의 높은 해상도의 사양을 지녀 초동조치 이후의 업무에 활용될 수 있다.[250]

또한 위성정보를 활용하기 위해 AI에 기반한 자동 탐지 기술과 유류 유출을 탐지할 수 있는 알고리즘의 도입이 필요하다. AI에 기반한 자동 탐지 기술이 도입되면 신규 해양오염의 사고 식별 과정을 개선할 수 있고 방제조치 이후의 사후 평가 과정에서도 활용할 수 있다. 또한 유류 유출을 탐지할 수 있는 알고리즘은 유류 배출, 적조 등을 구분하는 데 활용하여 해양오염 사고 탐지에 있어 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

(3) 개선된 업무 프로세스

위성정보를 활용한 해양오염의 사고 대응 업무 프로세스는 4단계로 구성된다(표 4-10). 위성정보를 도입한 업무 프로세스를 따를 경우 기존에 비해 투입 자원의 효율성이 높아질 것으로 기대된다. 해양오염의 사고 접수부터 분석 업무는 약 30분에서 1시간 30분 내로 단축할 수 있다. 또한 해양오염 사고 발생 지역을 조기에 식별함으로써 초동조치, 방제실행 시간을 각각 4시간 내외, 2주 내외로 단축할 수 있다. 이외에도 수습복구 과정에서 해양오염 사고와 관련한 모니터링 과정을 단축해 업무 전반에 걸친 시간의 효율성을 향상시킬 수 있을 것이다.

250) EUSI, WorldView-3(검색일: 2025.5.21.)

〈표 4-10〉 시나리오 C(해양오염 사고) 업무 프로세스 개선안

순서	수행 업무	업무 내용	소요 시간	산출물
①	민원접수·위성영상 분석	• 상황 전파 및 보고 • 해양오염 지역 식별	30분 내	영상분석 보고서
②	초동조치	• 상황보고서 작성 및 전파 • 상황판단회의 후속조치	1~2시간	초동조치 결과보고 자료
③	방제실행	• 방제 및 구난조치, 피해현황 등 파악 • 광역방제대책 본부 설치 및 운영	1주~2주	광역방제대책 본부
④	수습복구	• 방제종합 보고서 전파 • 위성정보를 활용한 방제조치 사후 평가 및 모니터링	약 1개월	방제조치 평가결과, 개선대책

자료: 저자 작성

3) 기대효과 분석

(1) 정량적 효과

해양오염 사고와 관련한 대응 업무에서 위성정보를 활용하면 다음의 정량적 효과가 기대된다. 첫째, 업무의 전 범위에서 처리 시간이 단축될 것으로 기대된다. 기존의 업무 프로세스에 따르면 수습복구까지 약 5개월이 소요되었으나, 위성정보를 활용할 경우 약 6주 내외로 단축할 수 있을 것으로 기대되어 약 60% 이상의 시간 절감 효과를 기대할 수 있다. 이는 해양오염 사고의 조기 탐지 및 탐지 정확도의 향상으로 현장 확인을 위한 출동 시간의 단축, 오염물질의 확산 방지 등으로 인한 방제실행 시간의 단축으로 인한 효과로 판단된다.

둘째, 현장 대응 인력이 감축될 것으로 기대된다. 초기 탐지 및 수색 인력이 감소하고 오염지역에 집중 배치를 할 수 있으므로 기존 업무와 대비했을 때 약 35%의 절감 효과를 기대할 수 있다. 또한 수습복구 과정에서 현장 배치 인력을 대폭 절감할 수 있을 것으로 보인다.

셋째, 업무 비용 측면에서 건당 수억 원으로 기존과 대비했을 때 약 60%의 절감 효과가 있을 것으로 기대된다. 이는 위성 영상을 활용한 사고 탐지로 탐색 비용의 절감, 오염지역의 집중 배치 등으로 인한 방제 비용의 절감 효과로 보인다. 특히 탐지, 대응, 모니터링 과정에 활용되는 방제선 및 무인기 등의 대여비가 상당하다는 점을 고려한다면 상당한 비용이 절감될 것이다.

넷째, 탐지의 정확도 및 대응속도가 개선될 것으로 보인다. 천리안 해양위성과 고해상도 위성을 혼합하여 활용하는 경우 탐지의 정확도는 약 80%로 추정된다. 또한 대응속도도 민원이 접수된 이후에 이루어지는 기존의 업무방식과 달리 조기 탐지로 인해 해양오염 사고가 발생한 즉시 대응이 가능할 것으로 판단된다(표 4-11).

〈표 4-11〉 시나리오 C(해양오염 사고) 업무 개선 효과

구분	측정값	비고
업무 처리 시간 단축	약 60% 이상	• 반복 모니터링으로 절차 간소화
인력 투입 절감	약 35%	• 현장 조사 감소
비용 절감 효과	약 60%	• 출장비, 방제선 및 무인기 등 임대료 감소
탐지 정확도	약 80%	• 해양위성 및 고해상도 위성 활용 시
대응 속도 개선	1~2시간→즉시	• 유출 초기 탐지 가능

자료: 실무 담당자 인터뷰 및 자문을 바탕으로 저자 작성

(2) 정성적 효과

해양오염 사고 대응 업무에서 위성정보를 활용함으로 인해 기대되는 정성적 효과는 다음과 같다. 첫째, 악천후, 야간, 안전상의 문제 등으로 현장 접근이 어려운 상황에서도 원격 감시가 가능한 만큼 해양오염 사고와 관련한 정보 공백을 줄여줄 수 있고 현장 인력의 위험도를 낮출 수 있다. 또한 현장 조사에 의존하던 기존 업무 과정의 한계점을 개선하여 광역 감시를

가능하게 해줄 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 해양오염 사고의 조기 탐지로 해양오염 사고에 대응하기 위한 의사결정의 효율성을 제고할 수 있다. 광역적·주기적 관측을 토대로 해양오염 사고를 조기에 발견하면 신속하고 효율적인 초동조치가 가능하며, 오경보로 인한 현장 출동 등의 낭비를 줄일 수 있을 것이다.

셋째, 해양오염 사고에 대응하기 위한 업무의 품질을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 사건 전-중-후의 시계열 위성 정보를 활용해 방제조치의 효과를 분석하고 개선 대책을 제시해 업무의 질적 개선을 이룰 수 있을 것이다. 또한 유류 유출을 탐지할 수 있는 알고리즘과 AI 자동탐지 등을 활용해 해양오염 사고 시 판독의 일관성을 보장하고 분석 품질도 향상할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 기술적·제도적 개선 사항

1) 기술적 개선 방안

(1) 해양오염 탐지 알고리즘 정교화

위성정보를 활용한 해양오염 사고의 대응 업무의 효율성을 향상하기 위해서는 인공지능(AI)에 기반한 영상 분석 알고리즘 도입이 필요하다. AI에 기반한 영상 분석 알고리즘은 해양의 기름띠를 자동으로 인식하여 해조류나 해류 등과 구분할 수 있게 해준다. AI에 기반한 알고리즘을 도입하면 넓은 해역을 빠르게 탐지할 수 있고 해양오염 사고의 오탐지를 방지하며 해양오염 탐지의 일관된 기준을 마련하여 해양오염 사고의 대응 업무에 대한 신뢰성을 높여줄 것이다.

(2) 해양오염 탐지 및 예측 자동화 체계 도입

해양오염 사고의 대응에서 위성정보의 활용성을 제고하기 위해서는 실시간 탐지 및 경보 체계의 도입이 필수적이다. 위성영상을 토대로 해양을 실시간으로 관측하다가 오염이 감지되면 유관기관에 자동으로 알림을 보내는 시스템이 구축되면 초동 대응 속도가 개선되어 해양오염 사고로 인한 손실을 줄일 수 있을 것이다. 해양오염 사고의 탐지 및 경보가 자동화되면 사고 대응을 위해 필요한 인력과 장비를 파악하는 의사결정 과정을 개선해서 업무의 대응 속도를 높일 수 있다.

또한 해양오염 사고를 탐지했을 때 유출유 확산 범위를 자동으로 예측하는 시스템이 도입되면 오일펜스 등 방제 장비의 투입 위치를 설정할 수 있다. 또한 유출유 확산 범위를 예측하여 방제선을 투입할 우선순위를 제시하여 해양오염 사고에 대한 대응 업무의 효율성을 개선할 수 있다. 특히 현장 조사 위주의 기존 업무 방식의 한계를 개선해 업무 시간을 크게 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

(3) 다종 영상 결합 감시체계 도입

해양오염 사고에 효과적으로 대응하기 위해서는 광역 범위를 실시간으로 관측할 수 있는 체계가 필수적이다. 이를 위해 SAR 영상, 광학 영상 등과 융합한 감시체계의 도입이 필요하다. 다종 영상을 결합하여 사용하면 날씨나 시간에 영향을 적게 받으면서 신뢰성 있는 위성정보 획득이 가능하며 위성정보의 정확성과 정밀성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 이를 통해 위성정보를 활용한 해양오염 사고의 탐지 과정에 오류가 발생할 수 있는 가능성을 낮출 수 있을 것으로 기대된다.

또한 위성정보만으로는 식별하기 어려운 세밀한 지역의 해양오염 사고를 식별하기 위해 방제선, 항공기, 드론 등으로 관측한 영상과 위성 정보를 결

합할 필요가 있다. 드론이나 항공기 등의 고해상도 센서로 관측한 영상을 통해 해양오염 사고가 빈번하게 발생하는 집중 지역을 효율적으로 감시할 수 있고 오염 경계와 면적을 정확하게 파악할 수 있다. 이와 같이 다종 영상과의 결합을 통해 위성정보를 활용한다면 해양오염 사고에 대한 대응 업무의 효율성을 제고할 수 있을 것으로 기대된다.

2) 제도적 개선 방안

(1) 법적 근거 마련

해양오염 사고의 대응 업무에서 위성정보를 활용하기 위해서는 관련 법령의 정비가 필요하다. 첫째, 「해양환경관리법」 및 시행령에 위성정보에 기반한 탐지·평가·사후모니터링과 관련한 내용을 포함하고 초동조치 판단의 근거로 활용하기 위한 조문을 신설하거나 개정할 필요가 있다. 또한 「대규모 해양오염사고 재난」의 위기대응 실무매뉴얼에도 위성정보 자료의 활용, 공유, 보존 기준 등을 반영할 필요가 있다. 법률에 위성정보 활용과 관련된 행정적 효력을 명문화함으로써 해양오염 사고에 대한 대응 업무의 효율성을 향상시킬 필요가 있다.

둘째, 「대규모 해양오염사고 재난」의 위기대응 실무매뉴얼에 위성정보의 활용 단계, 기관 간 협력 및 전파체계에 관한 내용을 포함할 필요가 있다. 대규모의 해양오염 사고가 발생했을 때 국가 위기관리 체계에 따라 유관부처 및 기관과의 협력이 필수적이다. 해양경찰청이 활용하는 위성정보의 활용성을 확대하기 위해서는 사고수습본부와 재난안전대책본부뿐만 아니라 유관기관과의 협력 및 전파체계를 마련할 필요가 있다. 위성정보에 관한 제도적 기반은 해양오염 사고 뿐만 아니라 다양한 분야에서의 위성정보의 활용성을 확대할 수 있을 것으로 기대된다.

(2) 관련 정보와의 연계 방안 마련

위성정보 활용의 효율성을 높이기 위해 기존체계와의 연계가 필수적이다. 해양경찰청은 레이더, VHF, AIS 등을 이용하여 해양환경 보호를 위해 관제구역 내 통항선박을 관찰하고 이에 필요한 정보를 제공하는 해상교통관제(VTS: Vessel Traffic Service) 시스템을 운영 중이다. VTS 운영정보와 위성탐지 결과를 결합하고 교차검증할 수 있는 기준을 마련하여 기존체계와의 연계성을 높일 필요가 있다. 실제로 유럽연합은 위성탐지 시스템(CleanSeaNET)과 교통 모니터링, 위성 자동 탐지 시스템 데이터 등과 결합하여 해양오염 사고를 탐지하고 있다[251].

또한 해양경찰청은 해양에서 발생하는 모든 상황을 실시간으로 파악해 안전, 환경 등에 미치는 영향을 분석 및 예측하는 MDA 체계를 구축 중이다. 해양오염 사고의 대응 과정에 활용하는 위성정보를 MDA 체계와 통합할 수 있는 방안을 마련한다면 해양오염 사고에 대한 대응 속도와 효율성을 크게 향상할 수 있을 것으로 기대된다.

(3) 전문 인력 양성 및 역량 강화

위성정보를 효과적으로 활용하기 위해 국가위기 관리 체계 내에 위성영상 분석과 관련한 전담조직을 마련할 필요가 있다. 위성영상을 분석하기 위한 전담조직은 해양오염 사고의 상시감시, 사건대응, 사후평가를 수행할 필요가 있다. 또한 위성영상 분석과 관련한 전담조직을 구성하기 위해 위성영상, 공간정보와 관련된 교육 프로그램을 운영하고, 교육 프로그램을 이수한 실무자를 분석 전문가로 인증할 수 있는 체계를 구성할 필요가 있다.

또한 전문인력의 역량 강화를 위한 모의 훈련을 정례화할 필요가 있다.

251) European Maritime Safety Agency(검색일자: 2025.8.18.)

정례적인 훈련을 통해 위성정보에 기반한 해양오염 사고의 대응을 상시 감시, 의사결정, 지휘까지 통합적으로 실습하여 위성정보의 적용성을 향상시킬 필요가 있다. 또한 훈련 시나리오에 위성영상 분석을 통한 사고 탐지, 우선 대응지역의 선정, 위성-현장의 정보 연계 등을 포함하여 위성정보을 적용한 업무의 실효성을 높일 필요가 있다.

4. 주요 시사점

해양오염 사고는 수질 오염을 넘어 국민의 건강에 대한 위험과 경제적 피해와 같은 2차 피해를 유발하는 만큼 초기의 신속한 대응이 필수적이다. 그러나 현재의 현장 중심 대응은 광역적인 사고 탐지가 어렵고, 인력·장비 투입의 효율성이 떨어지는 등의 한계점이 존재한다. 광역적 범위를 실시간으로 관측해서 해양오염 사고에 신속하게 대응하기 위해서 위성정보의 활용이 필요하다. 이에 본 연구는 해양경찰청의 해양오염 사고와 관련한 대응 업무를 중심으로 분석하여 위성정보를 활용한 업무 효율성의 향상 방안을 제시했다.

해양오염 사고의 대응 업무에 위성정보를 활용할 경우 조기 탐지로 초동조치 시간이 단축되어 전체 업무 시간, 투입 인력, 비용 측면에서 절감 효과를 가져올 수 있다. 또한 현장 접근이 어려운 지역의 원격 감시로 정보 공백을 줄이고 해양오염 사고에 대한 의사결정의 정확성과 정밀성을 향상시킬 수 있을 것이다.

한편 위성정보가 해양오염 사고의 대응 업무에 적극적으로 활용되기 위해서는 기술·제도적 보완이 이루어져야 한다. 기술 측면에서는 AI 알고리즘의 정교화, 실시간 탐지·확산의 예측, 다종 영상과의 융합 방안에 대한 고민이 필요하다. 또한 제도적 측면에서는 관련 법령 및 실무 메뉴얼에 위

성정보의 활용을 명문화하는 것, 기존 체계와의 연계 방안 등에 대한 고민이 필요할 것이다. 이를 통해 해양오염 사고에 대한 대응뿐만 아니라 다양한 분야에서 위성정보의 활용성을 높이고 나아가 입체적인 해양 감시가 이루어질 것이다.

제5절 소결

본 연구는 해양 위성정보의 활용 체계를 구축하기 위해 해양공간 이용·관리, 해양 환경·생태계, 해양 안전·방제 등 3개 핵심 부문에서 실무를 활용한 시나리오를 개발·분석하여 체계적인 개선 방안을 도출하였다. 각 부문별 분석 결과를 종합하면 다음과 같은 공통된 특징과 차별화된 접근의 필요성을 확인할 수 있었다.

1. 부문별 위성정보 활용의 공통 효과

세 부문 모두에서 위성정보의 활용을 통해 상당한 업무 효율성의 개선 효과가 확인되었다. 업무 처리 시간의 단축 측면에서는 공유수면 관리에서 80% 이상, 적조 대응에서 20~40%, 해양오염 사고의 대응에서 60% 이상의 개선 효과가 나타났다. 인력 투입 절감의 경우 공유수면 관리에서 25%, 적조 대응에서 15~20%, 해양오염 사고의 대응에서 35%의 효율화가 가능한 것으로 분석되었다. 비용 절감 효과 또한 공유수면 관리에서 30~50%, 적조 대응에서 연간 200백만 원, 해양오염 사고의 대응에서 60%로 각 부문에서 유의미한 경제적 효과가 기대된다.

이는 위성정보의 고유한 특성인 광역성, 시계열성, 객관성이 기존의 현장 중심 관리 방식에서 나타난 구조적 한계를 효과적으로 보완할 수 있음을 시사한다. 특히 접근이 어려운 해역에 대한 상시 감시, 민원 의존적인 사후 대응에서 사전 예방 중심적인 관리로의 전환, 과학적 근거를 기반으로 한 의사결정 체계의 구축 등이 공통적으로 확인되었다.

2. 부문별 차별화된 위성 활용 전략

각 부문의 업무 특성에 따라 최적화된 위성 및 기술의 조합이 상이하게 도출되었다. 공유수면 관리에서는 국토위성의 0.5m급 고해상도 영상과 Sentinel-2의 중해상도 영상을 조합하여 불법 구조물의 정밀 식별과 지속적 모니터링을 동시에 구현하는 전략이 제시되었다. 적조에 대한 대응의 경우 GOCI-II에서 1시간 간격의 관측을 통해 실시간으로 탐지하고 Sentinel-3를 통한 광역 추적, WORLDVIEW-3에서의 정밀 모니터링을 단계적으로 활용하는 다층 관측 체계가 설계되었다. 해양오염 사고의 대응에서는 GOCI-II를 중심으로 한 실시간 광역 감시와 WORLDVIEW-3을 통한 상세 피해 평가의 이원화 전략이 도출되었다.

기술적 측면에서도 해양 부문별로 특화된 접근이 필요함이 확인되었다. 특히 공유수면 관리는 지적도의 중첩 분석과 변화 탐지의 알고리즘, 적조 대응은 해색에 기반한 AI 탐지 및 확산예측 모델, 해양오염 사고 대응은 유류 유출 탐지의 알고리즘과 실시간 경보 시스템이 각각 핵심 기술로 식별되었다.

3. 기술적 기반 구축의 우선순위

세 부문의 공통 요구사항을 바탕으로 기술적 기반을 구축하기 위한 우선순위를 다음과 같이 도출할 수 있다. 첫째, 다양한 위성으로부터 수집된 영상의 전처리, 분석, 저장, 배포 기능을 일괄적으로 수행하는 통합형 위성영상 관리시스템의 구축이 최우선 과제이다. 둘째, 기존의 해양정보시스템(해양수산빅데이터플랫폼, 연안포털 등)과 유기적으로 연계한 상호운용성의 확보가 필요하다. 셋째, 부문별로 특화된 AI 기반의 자동 탐지 기능 및 예측 알고리즘을 개발하고 더불어 공통 플랫폼을 기반으로 한 모듈화된 적용이 요구된다.

특히 모바일에 기반한 현장의 해양 위성정보의 활용성 강화는 세 부문 모두에서 핵심 요구사항으로 확인되었으며, 담당 공무원이 현장에서 실시간으로 위성영상을 조회·분석할 수 있는 시스템의 구축이 업무 효율성 제고의 핵심 요소로 평가된다.

4. 제도적 개선의 통합적 접근

각 부문별 제도적인 개선 방안에서 공통적으로 도출된 핵심 과제는 법적 근거의 마련, 기관 간의 협력체계 구축, 전문인력의 양성이다. 이에 통합적으로 접근하기 위해서는 국가 차원에서 해양 위성정보의 활용을 위한 기본법의 제정 또는 기존 법령의 포괄적 개정이 필요하다. 현재 각 부문별로 개별 법령에 산재되어 있는 위성정보의 활용 근거를 체계적으로 정비하고, 위성에 기반한 탐지 결과의 행정 효력을 명확히 규정해야 한다.

기관 간의 협력체계 측면에서는 해양수산부를 중심으로 한 중앙-지방 간 연계 체계의 구축이 핵심이다. 개별 지자체의 중복 투자를 방지하고 표준

화된 위성정보를 활용하기 위해서는 국가 주도 하에 해양 위성영상의 정기적인 촬영·수집 체계와 전국 지자체의 공동 활용 플랫폼에 대한 구축이 효율적이다.

해양 위성정보 활용을 위한 전문인력의 양성 분야에서는 부문별로 특화된 교육과 함께 범부문 공통 역량에 대한 체계적인 접근이 필요하다. 위성영상의 판독 기법, GIS에 기반한 공간분석, AI에 기반한 변화탐지 등 공통 기술에 대한 표준 교육과정과 부문별 특화 과정의 이원화된 운영이 효과적일 것으로 판단된다.

5. 향후 발전 방향

해양 위성정보 활용체계의 지속가능한 발전을 위해서는 단계적 구축 전략이 필요하다. 1단계(단기)에서는 각 부문별 시범 시스템의 구축과 법적 기반의 마련에 집중하고, 2단계(중기)에서는 통합 플랫폼의 구축과 기관 간 연계 체계의 확립, 3단계(장기)에서는 AI에 기반한 자동화 시스템의 고도화와 예측 기능의 강화로 발전시켜야 한다.

또한 국제적 동향과의 연계도 해양 위성정보의 활용에 있어서 중요한 고려 사항이다. 앞서 살펴보았던 유럽의 Copernicus 프로그램, 미국의 NOAA 해양관측 시스템 등 선진 사례와의 기술 교류와 표준화 작업을 통해 글로벌 수준의 해양 위성정보 활용 체계로 발전시킬 필요가 있다.

05
결론 및 정책제언

제1절 요약 및 결론

본 절은 위성정보 활용체계를 구축하기 위한 연구의 전체 과정과 성과를 종합적으로 정리하고 미래 전망을 제시한다. 먼저 국내외의 현황 분석, 수요기관에 대한 조사, 활용체계의 설계 등 주요 연구 내용과 핵심 성과를 요약하고 연구 수행 과정에서 직면한 제약사항을 객관적으로 진단한다. 또한 본 연구 결과를 활용했을 때 예상되는 정책적·학술적·경제적 파급효과를 제시하여 해양 분야에서 위성정보의 활용체계를 구축했을 때 발생할 수 있는 실용적 가치와 정책적 시사점을 도출한다. 이를 통해 본 연구의 학술적·정책적 기여도를 종합적으로 평가하고 향후 위성정보 활용의 확산과 관련 정책의 수립에 필요한 핵심 방향성을 제시한다.

1. 연구의 요약 및 한계

1) 연구 요약

본 보고서 제2장에서는 문헌연구를 통해서 국내 위성정보의 활용과 관련

한 제도와 거버넌스를 정리하였다. 천리안의 공동운영 규정, 활용협의체의 지침 등을 체계화하고, 자문회의를 통해 정책·제도·기술 동향과 적용사례를 종합하였다. 또한 유럽 CMEMS, 미국 NOAA CoastWatch, 일본 GCOM 등 대표적인 해외 활용사례를 비교 분석하여 한국의 해양 분야에 필요한 표준화·품질관리·법제 정비·AI 적용 등의 시사점을 도출하였다. 특히 수집·전처리의 표준화와 데이터 일관성 제고의 필요성을 명시하여 이후 체계를 구축하기 위한 기술적 전제조건을 제시하였다.

제3장에서는 해양공간의 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·재해의 대응 등 3개 분야로 FGI 그룹을 구성하여 심층 조사를 하였다. 관계부처·공공기관·지자체·연구기관·산업계의 현업 수요와 애로사항을 도출하였으며, 주요 사례로는 공유수면의 점사용 인허가, 양식어장의 판독, 블루카본·해양쓰레기에 대한 모니터링, MDA·오염방제 등이 포함되었다. FGI는 대면·화상·서면 자문을 병행하여 진행하였으며, 분야별로 기능·제도 여건·활용기술·관할기관 관점에서의 정책 연계성·업무 효율성·사용자의 요구를 종합적으로 수집하였다. 이러한 분야별 진단 결과는 제4장의 체계 설계와 시나리오 개발의 직접적인 근거로 활용되었다.

제4장에서는 데이터 가치사슬의 프레임워크를 구축하였다. 생성–수집–처리–분석–활용–확산의 각 단계별로 참여 주체·활동·가치 창출을 구조화하여 병목 지점과 개선 방안을 식별하고 체계 구축의 우선순위를 제시하였다. 또한 인과지도를 활용하여 위성정보의 투입부터 분석·활용을 거쳐 정책효과·대국민 인식 등의 성과로 이어지는 논리적 경로를 도식화하였다. 아울러 부문별 활용 시나리오를 제시하여 현행 운영상의 제약과 위성정보를 적용했을 때 기대되는 개선 효과를 구체화하였다. 이러한 제4장의 종합 분석 결과는 제5장의 기술·제도 개선방안 및 로드맵 구축의 핵심 근거로 활용되었다.

2) 연구의 한계점

본 연구는 국내외의 문헌조사, 전문가 자문, 수요기관 업무회의와 심층 그룹조사(FGI), 그리고 위성정보의 활용 가능성에 대한 정성·정량 분석을 종합적으로 수행하였으나 다음과 같은 한계점이 여전히 존재한다.

첫째, 실증 사례의 부족이다. 본 연구에서 제시한 활용 시나리오(공유수면 관리, 적조 모니터링, 해양오염 대응)는 실제 현장의 정책·행정 절차를 바탕으로 설계되었으나 대규모의 시범사업이나 파일럿 프로젝트를 통한 충분한 검증 사례가 부족하다. 따라서 제안된 기술·제도의 개선 방안과 로드맵은 개념적인 타당성 수준에 머물러 있으며, 실효성 검증을 위해서는 향후 구체적인 실증 실험과 현장 적용이 필수적이다.

둘째, 조사 범위의 한정성이다. 본 연구는 주요 관계기관(해양수산부, 해양경찰청, 일부 지자체 등)과 수요기관을 대상으로 수요조사 및 의견수렴을 실시하였으나 조사 범위가 특정 부처·기관에 한정되었다. 이에 따라 민간기업, 연구기관, 국제협력 네트워크 등 광범위한 이해관계자의 수요와 의견을 충분히 반영하지 못하였으며, 특히 위성정보를 활용한 생태계의 조성 및 산업 확산의 측면에서 추가 보완이 필요하다. 또한 본 연구는 해양공간관리, 해양환경·생태계, 해양안전·방제의 세 부문을 중심으로 위성정보 활용방안을 제시하였으나 일부 부문에서는 검증이 제한적이었다. 특히 해양안전·방제 분야의 FGI에서 자연재해(태풍·해일 등) 담당자의 참여가 부족하여 관련 시나리오의 현실적 검토가 미흡하다는 한계가 있었다. 향후 연구에서는 기상청·국립재난안전연구원 등 자연재해 전문기관의 참여를 확대하여 방제체계의 실효성을 강화할 필요가 있다.

셋째, 자료 접근성의 한계이다. 위성정보 자체의 보안에 대한 제약, 상용데이터의 고비용 문제, 국내외 위성 운영기관 간의 접근권 차이 등으로 인해 제한된 공개자료와 일부 기관이 제공한 자료를 중심으로 분석을 수행하

였다. 이는 최신 개발된 고해상도 위성정보의 전면적 활용이나 다중센서 융합에 기반한 분석에 제약으로 작용하였으며, 향후 정책적 지원과 국제적 데이터 공유의 협력체계를 구축하는 등 개선이 필요하다.

본 연구는 해양 위성정보의 활용체계를 구축하는 데 기초적인 방향성을 제시하였으나 실증적 검증의 부족과 자료 접근성의 한계로 인해 일부 기술·제도적인 측면은 제한적으로 다루어졌다. 따라서 연구의 한계로 제시된 산·학·연 협력 R&D 체계의 구축, 위성정보 성과지표의 제도화, 국제적인 모니터링 및 데이터 공유체계의 조성 등은 단기 과제를 넘어 해양 위성정보 정책의 핵심 추진축으로 발전시킬 필요가 있다. 이에 따라 정책제언의 중장기 과제로 제시하며 향후 기술의 고도화(R&D 협력), 제도 정비(성과지표 및 법제화), 국제협력(데이터공유 및 공동연구)의 세 분야별로 실행 로드맵을 마련할 것을 제안한다.

2. 기대효과

본 연구 결과는 기술적, 경제적, 정책적 측면에서 다음과 같이 통합적 기대효과를 가진다. 첫째, 기술적 측면에서는 위성영상과 인공지능 분석을 융합하여 해양 현장의 감시 정확도와 예측 신뢰도를 높이고 해양공간·환경·안전의 전 부문에서 실시간 감시체계의 효율성을 강화한다. 둘째, 경제적 측면에서는 불법점유에 대한 감시, 적조·오염에 대한 대응시간의 단축 등으로 행정비용과 현장조사 비용을 절감하고, 위성 데이터를 기반으로 한 신서비스의 창출과 산업 활성화를 촉진한다. 셋째, 정책적 측면에서는 해양공간계획, 연안환경 관리, 방제 정책 간 연계를 강화하여 과학적 근거를 기반으로 통합 해양관리체계를 마련하는 데 기여할 것으로 기대한다.

다음 〈표 5-1〉은 본 연구에서 제시한 세 부문별(해양공간 이용·관리, 해양환경·생태계, 해양 안전·방제)의 시나리오 결과를 기술·경제·정책의 세 축으로 재분류한 기대효과이다. 각 항목은 시나리오별로 도출된 정량적 기술적, 경제·사회적, 정책적 개선효과를 반영하였다. 이를 통해 해양 위성정보의 활용이 단순한 기술 개선을 넘어 정책의 수립·이행 및 산업의 활성화를 포괄하는 국가적 파급효과를 가지는 것으로 확인되었다. 따라서 본 연구의 제안은 위성정보를 중심으로 한 국가 해양 정책의 디지털로의 전환과 거버넌스의 혁신을 촉진하는 데 의의가 있다.

〈표 5-1〉 해양 위성정보 활용의 부문별 기대효과

구분	기술적 효과	경제·사회적 효과	정책적 효과
해양공간 이용·관리	• 불법점유 자동탐지, 공유수면 실시간 감시	• 행정비용 30~40% 절감, 민원 대응시간 단축	• 해양공간계획·공유수면 관리의 정합성 제고
해양환경·생태계	• 적조·부유물 탐지 정확도 향상(15~20%), 예측모델 고도화	• 피해면적 감소, 대응시간 6시간 단축	• 환경정책의 과학화, 생태계 모니터링 효율화
해양안전·방제	• 오염확산 추적·조기탐지, 대응시간 40~60% 단축	• 재난복구비용 절감, 인력 35% 절감	• 재난대응 표준매뉴얼 고도화, 민관 협력체계 강화
통합효과	• 위성-센서-AI 기반 융합 감시체계 구축	• 사회경제적 비용 절감 및 신산업 창출	• 국가 해양위성정보 거버넌스 강화 및 국정과제(76번) 이행 지원

자료: 저자 작성

제2절 정책제언

본 절은 위성정보의 활용체계를 구축하려는 연구의 핵심 성과를 바탕으로 한 정책적 실행 방안을 제시한다. 국내외의 현황 분석, 수요기관의 의견

수렴, 데이터 가치사슬의 분석 등을 통해 도출된 시사점을 종합하여 해양 분야에서의 위성정보 활용을 효과적으로 추진하기 위한 구체적 개선 방안과 추진 전략을 제안한다(그림 5-1).

〈그림 5-1〉 해양 위성정보 활용 고도화 종합 체계도(안)



자료: 저자 작성

기술적·제도적 개선 방안에서는 위성정보 활용의 기술적 고도화와 법·제도적인 기반 구축, 생태계의 조성 방안을 제시하고, 단계별 추진 전략에서는 2025년부터 2035년까지의 로드맵을 통해 실행 가능한 정책의 추진 방향을 제시한다. 또한 향후의 연구과제를 통해 본 연구의 한계를 보완하고

지속적인 발전을 위한 후속 연구 방향을 제안하고자 한다.

1. 기술적·제도적 개선 방안

본 연구는 해양 분야의 위성정보 활용 현황과 수요기관의 의견수렴 결과를 토대로 효과적인 활용체계를 구축하기 위한 기술적·제도적 개선 방안을 제시한다. 국내에서는 부처 간의 협력 부족과 데이터 표준화의 미비, 민간 활용에서의 제약 등으로 인해 위성정보의 활용이 제한되고 있으며, 이러한 한계를 극복하기 위해 국가 차원의 통합 관리 체계와 품질관리에 대한 기준 정립이 요구된다.

반면 해외 주요국은 데이터의 개방과 표준화, 공공–민간 간의 협력 플랫폼 운영 등을 통해 위성정보의 활용성과 산업적 가치를 동시에 확대하고 있다(그림 2-26). 이러한 국내외 비교를 바탕으로, 본 연구는 이어서 설명할 ① 기술 개발, ② 법·제도 기반의 구축, ③ 생태계 조성의 세 분야를 중심으로 구체적인 개선 방안을 제안한다.

1) 위성정보 활용 기술 개발

(1) 데이터 표준화 및 품질 검증

위성정보의 효율적 활용을 위해서는 무엇보다 데이터의 표준화와 통합적 관리체계가 필요하다. 현재 국내의 위성자료는 기관별로 상이한 형식과 품질기준으로 수집·가공되어 활용기관의 접근성과 호환성에 제약이 있다. 이를 해결하기 위해 위성자료의 수집·전처리 표준화 체계를 구축해야 한다. 구체적으로는 데이터 포맷, 메타데이터 구조, 좌표체계, 품질지표 등에 대한 통일된 기준을 마련하고, 기관 간 상호 호환이 가능한 표준 프로토콜을

확립할 필요가 있다. 이를 위해 해양위성센터의 주도로 유럽 CMEMS의 품질관리 프레임워크와 미국 NOAA CoastWatch의 품질등급 체계를 벤치마킹한 '해양위성정보 표준화 가이드라인'을 수립해야 한다. 우선 천리안 해양관측위성 자료를 대상으로 표준화 체계를 시범 적용한 후 단계적으로 타 기관의 위성자료로 확대 적용하는 방안을 검토할 수 있다.

위성자료의 품질검증 체계에 대한 강화도 필수적이다. 현재의 위성자료는 원격탐사의 특성상 현장 검증에는 한계가 있으므로 타기관이 보유한 현장조사 자료와의 연계를 통한 교차검증이 중요하다. 이를 위해 해양위성센터를 중심으로 국립해양조사원, 국립수산과학원, 해양환경공단 등 관련 기관의 현장조사 자료를 연계하는 통합 품질검증 서비스를 구축해야 한다. 해양위성센터는 이러한 품질검증 과정에서 기술적인 표준 제시, 검증 방법론의 개발, 품질등급 부여 등의 핵심 역할을 한다.

〈표 5-2〉 해양 위성정보 표준화 체계(안)

구분	표준화 방안	추진 방법
데이터 포맷	공통 파일 형식 지정 (예: NetCDF, GeoTIFF)	• 천리안 해양관측위성 자료부터 시범 적용 후 타 기관 확대
메타데이터 구조	통일된 메타데이터 표준 정의 (관측 시간, 위치, 센서 등)	• 국제 지리정보 표준(ISO 19115) 참조 및 국내 활용 맞춤형 항목 추가
좌표체계	WGS84 기반 단일 좌표체계 채택	• 기존 자료는 변환 매뉴얼 마련 후 점진적 통합
품질 지표	데이터 정확도·결측률·잡음비율 등 공통 품질지표 도입	• CMEMS·NOAA CoastWatch 등 선진국 품질관리 체계 벤치마킹
표준 프로토콜	기관 간 상호 호환 가능한 표준 프로토콜 확립	• OGC(Open Geospatial Consortium) 기반 API·서비스 활용

자료: 저자 작성

본 연구는 국내외 위성정보의 표준화 및 품질관리와 관련한 국내외의 사례와 수요기관을 대상으로 한 FGI분석에서 도출된 요구사항을 종합하여

해양 위성정보의 표준화 체계안을 구상하였다(표 5-2). 주요 내용은 ① 공통 데이터 포맷의 채택, ② 통일된 메타데이터 구조의 적용, ③ 단일 좌표체계의 확립, ④ 공통 품질지표의 도입, ⑤ 기관 간 호환 가능한 표준 프로토콜의 마련으로, 우선 천리안 해양관측위성 자료에 시범 적용을 한 후 단계적으로 타 기관의 위성자료로 확대하는 방안을 제시한다. 이를 통해 기관 간 데이터의 호환성과 접근성을 높이고 정책 활용 및 현장 적용의 신뢰성과 효율성을 동시에 강화할 수 있다.

2) 분석기술 고도화

위성정보의 정책적 활용도 제고를 위해서는 분석 기술의 고도화가 필수적이다. 특히 AI/머신러닝에 기반한 자동화 분석 시스템을 도입하여 현재 전문가에 의존한 위성영상의 해석 과정을 자동화하고 분석의 정확도와 속도를 향상시켜야 한다. 해양오염, 적조, 해양쓰레기 등 반복적인 모니터링이 필요한 분야에서 딥러닝에 기반한 객체 탐지 및 변화 탐지의 알고리즘을 적용하여 신속하고 정확한 정보 생산이 가능하게 해야 한다. 아울러 이러한 분석의 신뢰성을 높이기 위해서는 위성(특히 해색위성)의 공간·분광 해상도의 향상, 관측주기의 단축, 대기보정 알고리즘의 정교화 등 관측기술의 개선이 병행되어야 한다. 따라서 R&D 과제를 추진하여 적조의 모니터링·해양오염에 대한 대응 등 핵심 활용 가능한 시나리오를 대상으로 시범사업을 추진하고, FGI를 통해 도출된 현업의 수요를 바탕으로 우선순위가 높은 분야부터 단계적으로 AI의 자동화 분석과 해색위성의 기술 개발을 연계한 단계적 고도화 로드맵을 마련해야 한다.

다중센서 융합에 기반한 고도화의 기술 개발도 중요하다. 단일 위성센서의 한계를 극복하기 위해 광학, SAR, 초분광 등 다양한 센서 정보를 융합하여 보다 정확하고 신뢰성 높은 해양정보를 생산하는 기술을 확보해야 한

다. 이는 특히 구름, 안개 등 기상조건에 따른 관측 제약을 완화하고, 실시간·연속관측 기술의 한계를 극복하는 데 기여할 것이다. 다중센서 융합에 기반한 고도화 기술 개발을 위해 광학·SAR·초분광 데이터를 통합 처리할 수 있는 공통 데이터 처리 플랫폼을 구축하고, AI에 기반한 융합 알고리즘을 적용하여 관측 제약을 최소화하는 것이 필요하다. 또한 파일럿 지역을 선정해 실증사업을 추진함으로써 기상조건의 변화에도 안정적이고 연속적인 해양관측의 성과를 검증할 수 있다.

다음 〈표 5-3〉은 위성정 활용 기술의 고도화를 위한 R&D 과제를 정리한 것으로, 앞서 검토한 해외사례, 수요기관을 대상으로 한 FGI 분석, 활용 시나리오의 분석 결과를 토대로 도출한 것이다. 주요 과제는 크게 ① AI·머신러닝에 기반한 자동화 분석기술, ② 현업 수요를 반영한 우선순위의 시범사업, ③ 광학·SAR·초분광 자료를 아우르는 다중센서의 융합 기술, ④ 공통 데이터 처리 플랫폼의 구축, ⑤ 파일럿 지역을 활용한 실증사업 추진으로 구분된다. 이를 통해 위성영상 해석의 자동화와 분석의 정확도 제고, 기상 조건에 대한 제약의 완화, 데이터 처리의 효율성 향상, 현장 적용성에 대한 검증을 동시에 달성함으로써 해양 위성정보 활용의 정책적·산업적 파급효과를 극대화할 수 있을 것이다.

〈표 5-3〉 해양 위성정보 활용 고도화를 위한 R&D 과제(안)

구분	세부 기술/과제	기대 효과
AI/머신러닝 기반 자동화 분석	• 딥러닝 기반 객체 탐지 • 변화 탐지알고리즘 고도화 • 자동화 분석 시스템 구축	• 분석 정확도·속도 향상 • 적조·해양오염 등 모니터링 신속 대응
우선순위 시범사업	• 적조 조기경보 시스템 시범사업 • 해양오염 자동 감지·대응 시스템 개발 • 단계적 AI 자동화 시스템 도입	• 현업 수요 반영으로 활용성 극대화 • 조기 성과 확보 및 확산

구분	세부 기술/과제	기대 효과
다중센서 융합 기반 고도화	• 광학·SAR·초분광 센서 데이터 융합 • 해색위성 관측기술 개선 • AI 기반 융합 알고리즘 적용	• 기상조건 제약 최소화 • 안정적·연속적 해양관측 가능
공통 데이터 처리 플랫폼 개발	• 멀티센서 데이터 표준화·처리 플랫폼 • AI 융합 알고리즘 내재화	• 센서 간 호환성 제고 • 분석 효율성·정확성 향상
실증사업 추진	• 파일럿 지역 선정(연안·항만 등) • 실시간 모니터링 실증	• 기술의 현장 적용성 검증 • 정책·산업적 확산 기반 마련

자료: 저자 작성

2) 위성정보 활용 법·제도 기반 구축

(1) 기존 제도 개선

해양 분야에서 위성정보 활용의 법적 근거를 명확히 하기 위해 관련 법률(「해양조사정보법」 등)의 개정이 필요하다(표 5-4). 현행법은 전통적인 현장조사 방법을 중심으로 구성되어 있어 위성을 활용한 원격 해양조사에 대한 명시적인 근거가 부족하다. 이를 위해 해양위성정보를 해양조사의 한 방법으로서 법적으로 인정하고, 이를 통해 생산된 정보의 공적 효력을 확보해야 한다. 따라서 해양위성정보의 개념과 범위를 구체적으로 정의해야 한다. 해양위성정보의 목적이 국가의 해양정책과 전략에 부합하도록 하고 국내외 위성자료의 활용범위를 명확히 구분하여 제시할 필요가 있다. 이를 통해 정책 부합성과 활용 범위의 명확성을 확보할 수 있다. 다음 개정안은 국내의 유사사례를 분석하여 타 분야(기상, 환경 등)의 관계 법령(「기상법」, 「대기환경보전법」 등)을 참조하여 구상하였다.

〈표 5-4〉 「해양조사정보법」 개정(안)

개정 내용
제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 〈중략〉 14. "해양위성정보"란 해양환경, 해양생태, 해양재난, 해양자원 및 해양활동 등을 관측하기 위

개정 내용
하여 위성에서 취득한 영상자료와 이를 가공·분석하여 생산한 해양 관련 정보를 말한다. 제X조(해양위성 관측 범위) ① 해양위성 관측은 다음 각 호의 목적을 위하여 수행한다. 1. 해양환경 및 기후변화 모니터링 2. 적조·녹조 등 해양재난의 예·경보 3. 불법어업, 공유수면 불법점·사용 등 해양질서 감시 4. 연안침식, 해양오염, 해양쓰레기 등 환경 변화 감시 5. 해양생태계 및 자원 분포의 조사·분석 ② 제1항에 따라 해양위성 관측으로 생산된 정보는 해양조사에 준하는 공적 조사자료로 활용한다.

자료: 저자 작성

천리안 위성의 공동운영에 관한 규정과 활용협의체에 대한 지침은 현재 기상·환경·해양을 포괄하는 일반적 성격을 지니고 있어 해양 분야의 특수성과 다양한 수요를 충분히 반영하기에는 한계가 있다. 따라서 이를 해양 분야를 중심으로 개선·고도화하여, 적조·녹조의 조기경보, 불법어업 및 공유수면의 불법점유 감시, 연안침식·해양오염에 대한 모니터링 등 특화 서비스의 개발과 운영 절차를 구체화하고, 지자체·민간기업·연구기관 등 다양한 수요기관이 참여할 수 있도록 데이터 접근성과 배포 기준을 확대·정비할 필요가 있다. 다음 개정안은 국내의 사례 분석을 통해 타 분야(국토 등)의 관계 법령(「국토지리정보원 기본운영규정」 등)을 참조하여 구상하였다(표 5-5).

〈표 5-5〉 「천리안위성 공동운영규정」 개정(안)

개정 내용 (신규)
제X조(해양 분야 특화 서비스의 개발 및 운영) ① 운영기관은 천리안 위성을 활용하여 해양 분야 수요에 대응하는 서비스를 개발·운영하여야 한다. ② 제1항의 해양 분야 특화 서비스에는 다음 각 호의 업무를 포함한다. 1. 적조·녹조 조기경보 체계 운영 2, 불법어업 및 공유수면 불법점유 감시 3, 연안침식·해양오염 모니터링

개정 내용 (신규)
③ 운영기관은 제2항 각 호의 서비스 개발·운영을 위하여 관계 중앙행정기관, 지방자치단체, 연구기관 및 민간기업과 협력할 수 있다.

자료: 저자 작성

아울러 활용협의체가 단순한 정보 공유의 차원을 넘어 공동 연구개발, 시범사업의 추진, 성과 확산 등 적극적인 협력 기능을 수행할 수 있도록 다기관간 협업 구조를 내실화해야 하며, 관련 규정('위성정보활용협의체 구성 및 운영지침' 등)의 개정을 통해서 해양의 위성정보 활용 생태계 전반을 제도적으로 뒷받침하는 기반을 마련할 수 있다(표 5-6). 다음 협의체 개정안은 유관기관의 현황조사와 위성정보의 수요기관을 대상으로 한 FGI분석에서 도출된 결과를 토대로 제안하였다.

〈표 5-6〉「위성정보활용협의체 구성 및 운영지침」 개정(안)

개정 내용 (신규)
제X조(협의체의 기능 확대) ① 협의체는 위성정보의 효율적 활용을 위한 정보 공유 외에도 다음 각 호의 기능을 수행한다. 1. 해양·환경·기상 등 분야별 공동 연구개발 과제의 발굴 및 추진 2. 해양 위성정보 기반 시범사업 기획 및 수행 지원 3. 협력기관 간 데이터 공동 활용 및 기술 표준화 촉진 4.성과 확산을 위한 정책 제안, 지침 마련 및 국제협력 연계 ② 협의체는 제1항의 기능 수행을 위하여 필요할 경우 분과위원회를 둘 수 있다. 제Y조(다기관 협업 체계 강화) ① 협의체에는 중앙행정기관, 지방자치단체, 공공연구기관, 민간기업, 대학 등 다양한 주체가 참여할 수 있도록 구성한다. ② 협의체는 참여기관 간 역할을 명확히 분담하고, 공동 프로젝트 수행 시 책임과 권한을 명시한다. ③ 운영기관은 다기관 협업을 촉진하기 위해 정기적 합동회의, 공동 워크숍, 전문인력 교류 프로그램을 운영할 수 있다.

자료: 저자 작성

2) 데이터 접근권 및 보안 체계

기관 간 위성정보의 공유를 활성화하기 위해서는 데이터의 접근 및 이용 권한 체계를 명확히 확립할 필요가 있다(표 5-7). 현재 위성자료는 기관별로 상이한 보안 등급과 이용 제한 규정이 적용되고 있어 실제 수요기관들이 필요한 시점에 적시에 자료를 확보하는 데 어려움이 존재한다. 또한 위성정보의 활용을 확대하기 위해서는 개인정보보호와 보안 규정의 마련이 선행되어야 한다. 위성영상에는 개인 활동이나 국가 기밀과 관련된 민감정보가 포함될 수 있으므로 「개인정보보호법」, 「국가보안법」에 부합하는 관리 지침과 보안체계를 구축해야 한다. 특히 고해상도 영상은 위치·행동 추적과 안보 위협을 동시에 초래할 수 있어 정기 점검과 가이드라인의 갱신이 필수적이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 첫째, 위성정보의 보안 등급별 분류 기준을 설정하여 자료의 민감도에 따른 단계적 공개·활용 체계를 마련하고, 둘째, 기관별 접근 권한과 이용 범위를 사전에 명확히 규정하여 자료 제공 절차의 예측 가능성과 효율성을 높여야 한다. 이를 통해 불필요한 행정 절차를 줄이고, 긴급 상황에서 신속한 데이터 제공이 가능해지며, 나아가 위성정보의 정책적·산업적 활용 기반을 한층 강화할 수 있을 것이다.

〈표 5-7〉「위성정보 보안관리 규정」 개정(안)

기존 내용	변경 내용
제10조(위성정보의 분류) ① 위성정보의 “비공개”, “공개제한” 및 “공개” 분류기준은 다음과 같다. 1. 비공개 가. 일반인 출입이 통제되는 국가보안목표시설 및 군사시설이 노출된 3차원 위성정보 2. 공개제한	제10조(위성정보의 분류 기준) ① 위성정보는 그 민감도와 활용 목적에 따라 다음 각 호와 같이 보안 등급을 설정한다. 1. 공개자료: 일반 국민·학계·산업계 활용이 가능한 자료로, 개인정보 및 국가안보에 영향이 없는 자료 2. 제한공개자료: 특정 공공기관·지자체·연

기존 내용	변경 내용
가. 정밀보정된 2차원좌표가 포함된 해상도 30m보다 정밀한 위성정보 나. 일반인의 출입이 통제되는 국가보안시설과 군사시설이 노출된 해상도 1.5m보다 정밀한 위성정보 〈중략〉 3. 공개 가. "비공개" 및 "공개제한" 대상 이외의 위성정보 〈중략〉	구기관에 한하여 활용 가능한 자료로, 국가안보·개인정보 민감성이 낮은 자료 3. 비공개자료: 국가안보·치안·외교·산업 안보 등과 직접 관련된 자료로, 지정된 기관에 한하여 제한적으로 제공 ② 운영기관은 보안 등급별 세부 분류 기준을 매년 재검토하여, 최신 정책 및 기술 여건을 반영한다.
개정 내용 (신규)	
제Y조(기관 간 접근 권한 체계) ① 위성정보 접근 권한은 기관 유형별로 사전에 명확히 규정한다. 1. 중앙행정기관: 정책·계획 수립 및 국가 재난 대응 목적으로 제한공개자료까지 접근 가능 2. 지방자치단체: 지역 해양환경·재난 대응 목적에 한하여 제한공개자료 접근 가능 3. 연구기관·대학: 공익적 연구·학술 목적에 한하여 제한공개자료 접근 가능 4. 민간기업: 산업적 활용 목적의 경우, 공개자료 위주로 제공하되 협약·계약에 따른 제한공개자료 활용 가능 ② 각 기관은 접근 권한 부여 시 업무 목적, 보안능력, 관리체계 등 종합적 고려하여 승인한다. ③ 긴급 상황(재난·재해·국가안보 위기 등) 발생 시, 협의체 승인 절차를 간소화하고 신속하게 위성정보를 제공할 수 있도록 별도의 긴급 제공 절차를 마련한다.	

자료: 저자 작성

천리안 위성과 같은 공공부문에서 수집하는 위성자료 외에도 민간 주도로 운영·서비스되는 상용 위성자료의 활용을 제도적으로 지원할 기반이 마련되어야 한다. 최근 상용 위성은 높은 공간 해상도와 다양한 센서를 보유하고 있어 해양오염의 추적, 불법어업에 대한 감시, 연안 재해에 대한 대응 등 실무 활용성이 높아지고 있으나, 실제 구매·이용·보안과 관련된 절차가 복잡하고 기관별 기준도 일관되지 않아 효율적 활용에 제약이 따른다. 이에 따라 상용 위성자료의 구매 기준을 명확히 하고, 보안관리 체계를 표준화하며, 기관 간 공유 절차를 제도적으로 정립할 필요가 있다. 이러한 표준화는 공공과 민간 간 데이터의 활용 격차를 해소하고, 해양 분야에서 신속하고 일관된 위성정보의 활용을 가능하게 한다.

3) 위성정보 활용 생태계 조성

(1) 협력체계 구축

위성정보 활용의 효과를 극대화하기 위해서는 관계부처·공공기관·지자체 간 협력체계를 제도적으로 강화할 필요가 있다. 앞서 유관기관의 현황 조사 결과에서 보듯이 현재 해양수산부, 해양경찰청, 지자체 등에서 개별적으로 위성정보를 수집·활용하고 있어 사업 간 중복 투자, 정보의 단절, 데이터 표준의 불일치 등의 문제가 발생하고 있다. 이러한 비효율을 해소하기 위해서는 해양 분야의 위성정보 활용을 총괄하는 통합 거버넌스를 구축하고, 기관·조직 간 역할과 책임을 명확히 하는 한편, 정기적인 협의체 운영을 통해 정책 방향을 조율하고 자원 및 데이터의 공동 활용을 촉진해야 한다. 나아가 공동 연구, 시범사업, 성과 확산 프로그램 등을 협력적으로 추진함으로써 위성정보의 정책적·산업적 파급효과를 극대화할 수 있을 것이다.

민간기업과 연구기관의 참여를 확대하는 것은 위성정보의 활용 생태계를 고도화하는 핵심 요건이다. 현재 공공기관을 중심으로 데이터를 수집·활용하는 구조만으로는 기술 혁신 속도를 따라가기 어렵고, 서비스의 다양성과 현장 적용성에도 한계가 발생한다. 따라서 민간의 창의적인 기술 개발 역량과 연구기관의 전문적 분석·검증 능력을 결합할 수 있도록 공공-민간 파트너십(PPP) 모델을 적극 도입해야 한다. 아울러 위성정보에 기반한 서비스 개발 및 상용화 과정에서 세제 혜택, 연구개발의 지원, 실증사업의 우선 참여 기회 등 인센티브 체계를 마련함으로써 민간기업과 연구기관이 주도적으로 참여할 수 있는 환경을 조성할 필요가 있다. 이러한 협력 구조는 해양 위성정보 활용 기술의 지속적 발전과 산업적 확산을 견인하는 중요한 동력이 될 것이다.

산학연의 협력 네트워크 구축은 위성정보 활용 분야의 지속가능한 발전을 위한 핵심 전략이다. 대학이 보유한 연구·교육 역량은 신기술 탐색과 전문 인력 양성에 기여할 수 있으며, 기업은 사업화와 시장 적용을 통해 기술의 실질적 확산을 담당하고, 연구기관은 핵심 기술 개발과 검증을 통해 신뢰성 있는 성과를 제공할 수 있다. 이러한 역할을 유기적으로 연계하는 산학연 협력 플랫폼을 마련하면 연구개발 단계에서부터 상용화와 정책 활용까지 이어지는 종합적 가치사슬을 구축할 수 있다. 또한 정기적인 공동 연구, 인턴십·현장실습, 기술 교류 프로그램 등을 통해 인력 양성과 기술 혁신이 동시에 이루어질 수 있으며, 이는 곧 해양의 위성정보 활용 생태계 전반의 경쟁력 강화를 뒷받침하는 기반이 될 것이다.

본 연구에서 제안하는 협의체(안)는 앞서 유관기관에 대한 현황조사 및 수요기관에 대한 FGI 분석(3장), 위성정보 활용의 시나리오 분석 결과(4장)에서 도출된 제도적 개선의 필요성을 바탕으로 구성된 것이다(표 5-8). 앞서 보고서에서 지적된 바와 같이 해양수산부·해양경찰청·지자체 등이 개별적으로 위성정보를 수집·활용함에 따라 중복투자, 정보 단절, 표준의 불일치 등의 문제가 발생하고 있다. 또한 민간기업과 연구기관의 참여 부족, 산학연과의 연계 미흡 등이 위성정보 활용의 확산과 고도화를 저해하는 요인으로 제시되었다. 이에 따라 협의체(안)는 총괄위원회, 실무분과, 민관의 협력분과, 성과·확산 분과의 다층 구조를 통해 이러한 문제를 해소하고, 보고서에서 강조된 데이터의 표준화·품질관리, 법·제도의 개선, PPP 도입, 산학연 네트워크의 강화 등의 정책제언을 제도적으로 뒷받침할 수 있도록 구성되었다.

〈표 5-8〉 해양 위성정보 활용 협의체(안)

구분	참여 주체	주요 역할	지원·인센티브
총괄위원회 (정책·거버넌스)	해수부, 과기부, 환경부, 해경청, 지자체	• 위성정보 활용 기본 정책 및 전략 수립 • 기관별 역할·책임 명확화 • 데이터 공유·표준화 지침 승인	• 정부 예산 배분 • 제도 정비 권고
실무분과 (데이터·기술)	해양위성센터, KIOST, 항우연 등	• 데이터 표준화 및 품질관리 • 보안·접근 권한 관리 • 기술·플랫폼 공동 개발	• 연구비 지원 • 인력 교류 프로그램
민관 협력분과 (PPP)	민간기업, 대학, 연구기관	• 공동 연구개발·실증사업 추진 • 서비스 상용화 및 시장 확산 • 인력양성(인턴십·교육과정)	• 세제 혜택 • 실증사업 참여 • R&D 보조금
성과·확산 분과 (국내외 연계)	국제기구, 학회, 산업협회, 지자체	• 성과 평가 및 확산 • 국제공동연구·표준화 참여 • 정책 반영 및 대국민 홍보	• 국제 컨퍼런스 지원 • 성과 확산 예산

자료: 저자 작성

(2) 인력 양성 및 산업 육성

위성정보를 활용할 수 있는 전문인력 양성체계의 구축은 해양 분야에서 위성정보 활용을 확산하고 고도화하기 위한 필수 조건이다. 앞서 FGI 결과에서 보듯이 현재 해양 위성정보를 다룰 수 있는 전문가는 제한적이며, 이는 정책 수립, 현장 대응, 산업적 활용 등 다양한 분야에서의 활용 확산에 제약으로 작용하고 있다. 이러한 문제를 해소하기 위해 대학 교육과정에 해양위성정보학 및 관련한 데이터 과학 과목을 확대 개설하여 차세대 전문 인력을 체계적으로 배출할 필요가 있다. 동시에 공무원과 연구자를 대상으로 하는 맞춤형 전문 교육 프로그램을 운영하여 실무 활용 능력을 강화해야 한다. 더 나아가 위성정보 분석가의 자격제도를 도입해 전문성을 인증하고 활용 역량의 표준을 제시함으로써 인력의 기술 역량을 관리하고 산업 전반의 신뢰성을 제고할 수 있을 것이다.

위성정보 서비스 산업의 육성을 위한 지원 강화는 해양 분야의 신성장 동력을 창출하기 위해 시급히 추진해야 할 과제이다. 현재 해양 분야의 위성정보 서비스는 높은 잠재력을 보유하고 있으나 시장 형성은 아직 초기 단계에 머물러 있어 산업적 파급효과를 충분히 발휘하지 못하고 있다. 이를 극복하기 위해서는 스타트업 및 중소기업에 대한 창업·사업화에 대한 지원, R&D 투자 확대를 통한 기술 경쟁력의 확보, 그리고 시범사업의 기회 제공을 통해 시장 진입 장벽을 낮출 필요가 있다. 특히 공공이 주도한 실증사업에 민간기업을 적극 참여시켜 초기 수요를 창출하고 사업화의 성공 사례를 확산함으로써 산업 생태계를 단계적으로 조성해야 한다. 이러한 지원 전략은 해양의 위성정보 서비스 산업을 독자적인 시장으로 성장시켜 국가 경제와 해양 정책 전반에 기여할 수 있는 기반을 마련할 것이다.

해양 위성정보 활용의 인력 양성 및 산업육성을 위해 본 연구에서 제안하는 민·관·연 연계 체계는 앞서 도출된 문헌조사, 운영기관의 현황조사 및 수요기관의 FGI 결과를 토대로 구상된 것이다(표 5-9). 민간은 산업 수요를 기반으로 인력 충원을 제시하고 현장 실습·인턴십 기회를 제공하며, 동시에 창업·사업화, 서비스 상용화를 통해 산업 확산을 주도한다. 정부와 지자체는 공무원 및 현장 담당자 교육, 인력 양성 지원 정책을 추진하는 한편, 스타트업 지원과 R&D 투자, 시범사업의 기회를 제공한다. 학계와 연구기관은 대학 내의 교육과정을 확대하고 자격제도를 운영하여 전문 인력을 양성하고, 기술 개발·검증과 성과 평가를 통해 정책과 산업 현장에 환류한다. 이를 통해 해양의 위성정보 활용에 필요한 인력 기반과 산업 기반을 동시에 강화하는 종합적 추진체계를 마련할 수 있다.

〈표 5-9〉 해양 위성정보 전문인력 양성 및 산업육성 방안

구분	전문인력 양성	산업 육성
민간 (기업·산업)	• 산업 수요 기반 인력 요구 • 현장 실습·인턴십 제공	• 창업·사업화 추진 • 서비스 상용화·시장 진출
정부·지자체 (공공)	• 공무원·현장 담당자 대상 맞춤형 교육 • 인력 양성 지원 정책 수립	• 스타트업·R&D 투자 확대 • 시범사업 기회 제공
학계·연구기관 (기타)	• 대학 교육과정 확대(위성정보학 등) • 위성정보 분석가 자격제도 운영	• 핵심 기술 개발 및 검증 • 성과 평가 및 정책 반영

자료: 저자 작성

(3) 국제 협력 체계

앞서 해외사례(미국 NASA, 호주 우주청, 일본 JAXA 등)에서 보듯이 국제적인 협력 및 데이터 공유 체계의 구축은 해양 위성정보 활용의 범위를 확장하고 글로벌 경쟁력을 확보하기 위한 핵심 전략이다. 해양은 본질적으로 국경을 초월한 연결성을 지니고 있어 단일 국가의 역량만으로는 관측·분석에서 한계가 존재하며, 이에 따라 국제 협력이 필수적이다. 특히 유럽 CMEMS, 미국 NOAA CoastWatch 등 선진 운영 사례와의 협력을 강화함으로써 데이터의 상호 교환과 공동 연구를 추진할 필요가 있다.

동시에 한국은 아시아-태평양 지역에서 주도적인 협력 체계를 마련하여 역내 국가들과 해양의 위성정보 활용을 강화하기 위한 데이터 공유, 공동 관측, 기술 교류를 촉진해야 한다. 이를 통해 우리나라가 축적한 위성정보의 활용 경험과 기술을 국제적으로 확산하는 한편, 선진국의 첨단 기술과 데이터 자원을 도입·활용할 수 있는 기반을 구축하여 글로벌 해양정보의 거버넌스에서 주도적 역할을 할 수 있을 것이다.

2. 단계별 추진 전략 : 로드맵

해양 위성정보 활용의 효과적 확산과 체계적 정착을 위해 본 연구에서는 단기(2025~2027), 중기(2028~2030), 장기(2031~2035)로 구분한 단계별 추진 전략을 다음 〈표 5-10〉와 같이 제안한다.

〈표 5-10〉 해양 위성정보 활용 체계 구축 로드맵

구분	핵심 추진 내용	세부 내용
단기 전략 (2025~2027)	제도·표준화 기반 마련	• 운영 규정·지침 개정, 보안·접근권한 기준 • 데이터·절차 체계화
	협력체계 구축 및 인력 양성	• 관계기관 협의체, 산학연 시범 협력 • 교육과정 확대, 단기 프로그램 운영
중기 전략 (2028~2030)	제도화 및 기술 고도화	• 분석가 자격제도, PPP 제도화 • 고해상도·다중센서, 해양특화 서비스
	산업 육성 및 협력 강화	• 스타트업 지원, 민간 참여 확대 • 공동연구센터, 정례 협력 프로젝트
장기 전략 (2031~2035)	글로벌 이슈 대응	• 국제협력 플랫폼 주도, 국제 규범 연계 • 공동 데이터 허브, 해외 진출 지원
	선도 기술 확보	• 해양 특화 기술 개발 • 국제 공동연구, 글로벌 주도권 강화

자료: 저자 작성

1) 단기 전략(2025~2027) : 위성정보 활용 기반 구축

먼저 단기 전략은 위성정보의 활용에 있어 기초를 마련하는 데 초점을 둔다. 이를 위해 현행 「천리안 공동운영 규정」과 활용협의체 지침을 해양 분야의 특성에 맞게 개정하고 다양한 수요기관의 요구를 반영할 수 있도록 확대 개편해야 한다. 또한 위성정보의 보안 등급별 분류 기준과 기관별 접근 권한을 정비하여 자료에 대한 접근성을 높이고, 고해상도 위성영상과 관련된 개인정보보호 및 보안 가이드라인을 시범적으로 적용한다.

기술적 측면에서는 위성자료의 표준화와 메타데이터의 관리체계를 마련하고, 상용 위성데이터의 구매 및 공유 절차에 대한 표준화 연구를 시작한다. 아울러 해양수산부, 해양경찰청, 지자체 등 관계기관 간 협의체를 운영하고, 산학연의 협력 네트워크 시범사업을 통해 공동연구와 인력 교류를 활성화할 필요가 있다. 대학 교육과정에는 해양위성정보학 과목을 신설·확대하고, 공무원과 연구자를 대상으로 한 단기 교육 프로그램도 운영하여 전문 인력 기반을 마련해야 한다.

2) 중기 전략(2028-2030) : 위성정보 활용 기반 고도화

중기 전략(2028~2030)은 단기 단계에서 구축한 기반을 고도화하는 과정으로, 제도적·기술적·산업적 측면에서 한 단계 진전된 체계를 확립하는 것을 목표로 한다. 우선 위성정보 분석가 자격제도를 도입하고 인증체계를 운영하여 전문성을 공식적으로 확보하며, 상용 위성데이터의 구매·보안·공유 절차를 제도화하여 활용의 일관성과 효율성을 높여야 한다. 또한 공공-민간 파트너십(PPP) 모델의 제도적 기반을 마련하여 민간기업의 적극적인 참여를 촉진한다.

기술적으로는 고해상도·다중센서 데이터의 응용기술에 대한 개발과 더불어 공유수면의 관리, 적조 탐지, 유류오염의 감시 등 해양 특화 서비스의 운영 프로토콜을 구체화한다. 산업 생태계의 조성 측면에서는 스타트업에 대한 지원과 R&D 투자를 확대하고 공공 시범사업에 민간기업을 적극 참여시켜 성공 사례를 확산한다. 또한 산업체-대학교-연구소를 연계한 산학연 공동연구센터를 설립하여 정례적 협력 프로젝트를 추진하고 석·박사급 고급 전문 인력을 체계적으로 양성할 필요성이 있다.

3) 장기 전략(2031-2035) : 위성정보 활용 기반 국제화 선도

마지막으로 장기 전략(2031~2035)은 위성정보의 활용에 있어 국제적 위상을 확보하고 글로벌 네트워크를 주도하는 데 중점을 둔다. JAMSTEC, CoastWatch, CSIRO 등과 정례적인 협력체계를 구축하여 국제적인 공동 연구 및 데이터 교류를 확대하고, 아시아-태평양 지역에서는 공동 플랫폼을 주도함으로써 지역 협력을 선도해야 한다. 또한 국내에서 마련한 보안·접근·공유 표준을 국제 규범과 연계하여 제도적 정합성을 확보하고, 국제 공동의 데이터 허브에 참여하여 K-데이터 서비스를 확산할 필요가 있다.

산업적으로는 위성정보 서비스 기업의 기술 역량을 강화하고, 국제 표준 및 인증 체계와의 연계를 통해 글로벌 수준의 품질 경쟁력을 확보해야 한다. 이를 바탕으로 기후변화, 해양쓰레기, 해양안보 등 전 지구적 문제 해결에 기여할 수 있는 해양특화 서비스와 활용기술을 단계적으로 개발할 필요가 있다. 또한 중장기 로드맵에 따라 국제 공동연구 및 기술협력을 통해 첨단 위성활용 기술을 확보하고, 국내 인력과 기업이 해양 위성정보 활용의 전 주기에서 주도적 역할을 수행하도록 정책적 지원을 확대해야 한다.

3. 향후 연구과제

본 연구는 해양 분야 위성정보의 활용체계를 구축하기 위한 기초적 방향성을 제시하였으나 실증 사례의 부족, 조사 범위의 제한성, 자료 접근성의 한계 등으로 인해 완전한 해답을 제시하지는 못하였다. 따라서 후속 연구는 본 연구에서 충분히 다루지 못한 기술의 고도화, 법·제도의 개선, 생태계 조성의 세 가지 측면에서 보다 심화된 연구가 필요하다. 이 세 축은 상호 밀접하게 연관되어 있어 어느 한 분야의 발전만으로는 위성정보 활용의 실질적 성과를 달성하기 어려우며, 각 분야별로 깊이 있는 분석과 현장 검

증을 통해 실효성 있는 방안을 도출해야 한다. 특히 본 연구에서 개념적 수준에 머물렀던 부분들에 대해서는 실증적인 실험과 광범위한 이해관계자의 참여를 통해 정책적 타당성과 기술적 실현가능성을 보다 엄밀하게 평가해야 한다.

1) 기술 고도화

기술 고도화 측면에서는 다중 센서의 융합과 인공지능에 기반을 둔 탐지 기술의 정확성과 신뢰성을 높이는 연구가 요구된다. 특히 불법 어업, 유류 유출, 적조와 같은 주요 현안별 탐지 알고리즘을 정교화하고, 위성영상과 AIS, 현장 조사자료를 결합한 학습데이터 체계를 구축함으로써 인공지능 모델의 성능을 지속적으로 개선할 필요가 있다. 나아가 위성탐지 결과를 정책결정자와 일반 국민이 직관적으로 이해할 수 있도록 '해양위성정보 지수화(indexing)' 체계를 마련하여 주요 현안의 상시 모니터링·경보체계의 구축에 활용될 수 있다.

이러한 기술 개발은 관련 산업계의 실무 경험과 혁신 역량, 대학교의 연구 인력과 이론적 기반, 연구소의 전문 기술과 인프라를 결합한 산학연 협력 R&D를 통해 추진되어야 한다. 특히 위성정보 서비스 기업, 인공지능 전문기업과 해양공학과 관련한 학과, 해양과학기술원 등 전문 연구기관이 참여하는 컨소시엄을 구성하여 기술 개발의 효율성과 실용성을 동시에 확보하는 방향으로 연구를 설계할 필요가 있다.

2) 법·제도 개선

법·제도의 개선과 관련해서는 데이터 표준화와 품질 관리 체계를 명확히 하고, 공유·비공개의 구분 기준과 접근 절차를 제도적으로 마련해야 한다.

아울러 성과 평가 지표를 제도화하여 경제적, 사회적, 환경적 편익을 객관적으로 측정·관리할 수 있도록 하는 방안이 필요하다. 이러한 제도 개선 과정에서는 지자체, 공공기관, 산업체 등 수요기관의 현장 수요와 실무상의 요구사항에 대한 지속적인 피드백을 토대로 진행되어야 한다. 특히 실제 정책 현장에서 활용 가능한 실용적 제도 설계를 위해 수요기관과의 정기적 협의체 운영, 시범 적용을 통한 개선사항의 도출, 현장 담당자의 의견 수렴 등을 체계화하여 제도의 실효성과 현장 적용성을 동시에 확보하는 방향으로 추진할 필요가 있다.

한편 최근 「기후변화감시예측법」의 시행됨에 따라 해양 위성정보의 활용 범위가 기후변화 관측·예측·적응 정책으로 확대될 전망이다. 따라서 향후에는 동 법령 및 국가의 기후변화 대응 체계와의 정합성을 고려하여 해양 위성정보를 기후변화의 감시·예측, 블루카본에 대한 모니터링, 탄소중립의 이행 지원 등과 연계할 수 있는 제도적 기반을 검토·보완할 필요성이 있다.

3) 생태계 조성

생태계 조성 차원에서는 위성정보·AI·해양 업무를 아우르는 융합형 전문인력 양성과 더불어 산학연정이 연계된 공동 연구·실증 체계를 강화해야 한다. 또한 Copernicus, NOAA 등 글로벌 협력망과의 연계를 확대함과 동시에 PEMSEA, COBSEA 등 아시아-태평양 지역 국제기구와의 협력을 강화하여 지역 차원의 해양환경 모니터링과 데이터공유 체계를 구축해야 한다. 이를 통해 동북아시아 해역의 위성정보 활용의 허브 역할을 수행하고, 지역 내 해양환경 공동 대응 체계를 주도할 수 있는 기반을 마련할 필요가 있다. 아울러 민간의 참여를 촉진할 수 있는 샌드박스, 공개 API, 테스트베드 운영 등을 통해 지속가능한 활용 기반을 마련할 필요가 있다.

결국 이러한 후속 연구를 통해 본 연구에서 제시한 해양 위성정보의 체

계적 활용을 통한 과학적 모니터링 체계를 보다 견고히 구축하고 실증적 정책의사결정에 대한 지원 기반을 강화함으로써 해양공간의 과학적 관리와 지속가능한 이용이라는 궁극적 목표에 한 걸음 더 다가갈 수 있을 것이다. 이는 해양 위성정보 활용의 잠재력을 실현하고, 우리나라가 해양과학기술 분야에서 국제적 경쟁력을 확보하여 글로벌 해양 거버넌스에 기여하는 토대를 마련하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

참고문헌

국내 문헌

강민조·임용호(2015), 국토정책 지원을 위한 위성정보 활용수요에 관한 연구, 국토교통부.

강민조·임용호(2017), 국토관측 위성개발 및 활용을 위한 사용자요구서에 관한 연구. 대한공간정보학회지, 25(4), pp. 65-72.

강민호(2000), 인공위성 원격탐사 정보의 활용. Journal of the Korean Society of Remote Sensing, 16(3), pp. 261-279.

국립해양조사원(2023), 2023년 해양위성정보 종합분석 및 활용지원 결과보고서.

국립해양조사원 국가해양위성센터(2025), 국가해양위성센터 위성정보 서비스 현황(내부자료).

국토연구원(2016), 국토위성정보 활용분야 발굴 및 활용모델 기반연구, 국토연구원.

권오복·김재환(2007), 위성정보의 농업관측 활용 타당성, 한국농촌경제연구원.

기상청(2023), 기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발 사업 성과분석보고서.

김경신(2012), 위성시대, 해양 정책의 변화 동향과 해양관리의 고도화, 동서연구, 24(3), pp. 115-136.

김동규·유환희(2014), 천리안 위성 GOCI 영상을 이용한 남해안의 시공간적 적조변화 분석, 대한공간정보학회지, 22(3), pp. 129-136.

김태정 외(2021), 국토위성정보 수집 및 활용기술 개발, 인하대학교.

김현옥·이인건·김은정(2020), 지구관측 위성활용 데이터정책 국내외 동향, 항공우주산업기술동향, 18(2), pp. 3-13.

김혜원 외(2021). 국토위성센터 연구보고서, 국토지리정보원.

박명숙 외(2020), 천리안 해양관측위성 2호 활용기술 개발 기획 연구, 한국해양과학기술원.

박민호·박정일(2016), 지자체 공간정보체계구축의 경제적 타당성 분석 연구, 한국지적정보학회지, 18(3), pp. 101-115.

박진수 외(2011), 연안VTS 확대·구축 타당성에 관한 연구용역, 한국해양대학교 산학협력단.

방상원 외(2007), 생물다양성의 사회·경제적 가치평가 기법의 도출 및 적용, 한국환경정책평가연구원.

사공호상(2015), 위성영상정보 활용 국가정책방향, 국토(2015년 9월호), 국토연구원, pp. 6-12.

서형수·송인호·이칠우(2006), Landsat 위성자료를 이용한 남해안 적조영역 검출기법에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 9(4), pp. 129-141.

손영백·강윤향·유주형(2012), 천리안 해색위성 GOCI 를 이용한 대한민국 남해안 적조 모니터링, 대한원격탐사학회지, 28(5), pp. 531-548.

신상우 외(2023), 지구관측 데이터와 국제협력: 지구관측그룹(GEO)의 통합적 접근 전략, 우주정책연구, pp. 58-79.

안산시(2025), 해양수산과 제공 자료.

양찬수·오정환(2011), 해양경찰청 위성활용 방안, 한국항해항만학회 학술대회논문집, 2011(3), pp. 153-154.

양현 외(2014), 천리안 해양관측위성의 배포서비스 향상을 위한자료 처리 효율화 방안 연구, 대한원격탐사학회지, 30(1), pp. 137-147.

양현 외(2017), 천리안해양관측위성을 위한 자료 처리 시스템, 정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지, 23(1), pp. 74-79.

염종민 외(2010), 위성정보 활용 현황 및 발전 전망, The Magazine of the IEIE, 37(12), pp. 144-153.

우주항공청(2025), 제4차 우주개발진흥 기본계획('23~'27).

유거송 외(2024), 정지궤도 기상·우주기상 위성(천리안위성 5호) 개발 사업, 한국과학기술기획평가원.

유주형 외(2008), 해색위성자료를 이용한 동중국해 환경 모니터링, 2008년 춘계한국해양학회, pp. 258-258.

유주형 외(2013), 정지궤도 해양위성 (GOCI) 활용 연구, 한국해양과학기술원.

윤동현·유하은·이명진(2023), Synthetic Aperture Radar 펄스의 통계적 특성을 이용한 호소 부유 폐기물 탐지, GEO DATA, 5(3), pp. 185-194.

윤동현·이명진·이승국(2021), Sentinel-1 InSAR Coherence 를 이용한 태양광전지 패널 모니터링 효율화 연구, 대한원격탐사학회지, 37(2), pp. 233-243.

이광재 외(2019), 다목적실용위성 시리즈 연구 동향. 대한원격탐사학회지, 35(6), pp. 1313-1318.

이나경·서영상·김영섭(2003), 위성원격탐사에 의한 동중국해 재부상 부유사의 계절적 수평분포 특성, 한국지리정보학회지, 6(3), pp. 151-161.

이문숙·이미진·석태원(2011), 연안통합관리를 위한 Marine Spatial Planning 기법 연구, 한국해양과학기술원.

이봉길(2017), 허베이스피리트호 사고방제, 그리고 10년, 도서출판 동화기술.

이윤곤·이한림·이주희(2019), 저궤도 온실가스 관측위성 도입 타당성 기획 연구, 한국기상학회.

이윤빈 외(2010), 정지궤도 복합위성 개발사업 예비타당성조사 보고서, 한국과학기술기획평가원.

이정호 외(2016), 인공위성 활용 분야 기술 발전 현황 및 전망, 한국항공우주학회지, 44(8), pp. 728-740.

임병균·안오성(2013), 위성 SAR 기술 SWOT 분석과 개발 동향 분석을 통한 기술적 · 정책적 시사점 도출과 향후 과제에 대한 소고, 항공우주산업기술동향, 11(1), pp. 122-141.

장민철 외(2019), 해양공간계획 적용을 위한 원격탐사 기반 갯벌 염생식물 분류 및 생태특성 분석, 한국해양환경· 에너지학회지, 22(1), pp. 34-46.

장안서·강동훈(2023), 포커스그룹인터뷰(FGI)를 통한 고령친화도시 사업진단과 정책 방향 연구: S시 사례를 중심으로, 사회과학연구, 34(3), p. 25-45.

장임석 외(2023), 정지궤도 환경위성의 개발 및 활용 현황, 한국대기환경학회지 (국문), 39(5), pp. 763-774.

조나혜·이정주·김현덕(2023), 고해상도 위성영상과 인공지능을 활용한 국토 변화탐지 및 모니터링 연구: 실증대상 지역인 정읍시를 중심으로, 지적과 국토정보, 53(1), pp. 107-121.

조보현 외(2017), 위성영상정보 서비스 시스템 개선방안 연구, 융합보안논문지, 17(5), pp. 41-47.

조보현 외(2018), 연근해 해양산업을 위한 위성해양 정보 서비스 개선방안, 융합보안논문지, 18(1), pp. 85-91.

조성진·최희정(2018), 해양공간계획을 위한 해양활동지도 제작 동향과 시사점: 어선· 선박 정보 활용 사례를 중심으로, 한국해양환경·에너지학회지, 21(4), pp. 270-280.

채첩(2020), 일본 해양기본법 도입과 아베 내각의 제3차 해양기본계획에 관한 일고찰, 국제학논총, 제32집, pp. 179-211.

최종국(2025), GOCI-Ⅱ 기반 국제협력, 한국해양과학기술원 내부자료.

최현규·고성덕·최성락(2013), 위성영상을 활용한 해양오염 예방 및방제에 관한 고찰, 한국해양경찰학회보, 3(2), pp. 157-178.

최희정 외(2024), 해양 지속가능성 시범 평가 연구, 한국해양수산개발원.

한국개발연구원(2009), 국가공간정보체계구축사업 예비타당성조사 보고서.

한국수자원공사(2016), 수자원 전용 위성 탑재체 기술개발 추진을 위한 사전 기획, 국토교통부.

한국해양수산개발원(2014), 항공영상 기술활용 양식장 판독 사업(종합)(2013~2014).

해양경찰청(2024), 해양경찰백서.

해양수산부(2025), 제3차 해양수산정보 공동이용 종합계획('25~'27).

황일선 외(2007), 과학기술 자원 융합망 구축 및 개발의 타당성 분석' 기획보고서, 한국과학기술정보연구원.

국외 문헌

ACIL ALLEN(2017), AUSTRALIAN SPACE INDUSTRY CAPABILITY, DEPARTMENT OF INDUSTRY, INNOVATION AND SCIENCE.

AS, R. C. B., & Xavier Jr, A. L.(2019), A unified satellite taxonomy proposal based on mass and size, Advances in Aerospace Science and Technology, 4(04), pp. 57-73.

Australia Government(2013), Australia's Satellite Utilisation Policy.

Australia Space Agency(2019), Australian Civil Space Strategy 2019-2028.

Australian Space Agency(2020), State of Space Report.

Bahr, U., Kronfeld-Goharani, U., & Wiebe, P.(2017), Ocean Atlas: facts and figures on the threats to our marine ecosystem, Heinrich Bl Foundation Schleswig-Holstein, the Heinrich Bl Foundation (national foundation), and the Univers ity of Kiel's Future Ocean Cluster of Excellence.

Burke, M. et al.(2021), Using satellite imagery to understand and promote sustainabl e development, Science, 371(6535), pp. 1-42.

Choi, J., Jung, H. C., Kim, W., & Choi, J. M.(2023), A Study on the GOCI-II Accuracy in the Early Stage of the Mission, Korean Journal of Remote Sensing, 39(6_2), pp. 1523-1528.

Collie, J. S. et al.(2013), Marine spatial planning in practice. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 117, pp. 1-11.

Copernicus Programme(2024), Copernicus Annual Report 2023.

Curry, E.(2016), The big data value chain: definitions, concepts, and theoretical app roaches. New horizons for a data-driven economy: A roadmap for usage and exploitation of big data in Europe.

EC(2021), EU Space Programme – Programme and Performance.

EC·IOC-UNESCO(2022), Updated Joint Roadmap to accelerate Maritime/Marine Spatial Planning processes worldwide MSProadmap (2022-2027).

EMSA(2023), CMS Use Case –Maritime Security :JRCC.

EMSA(2024a), Copernicus Maritime Surveillance service overview.

EMSA(2024b), CMS Use Case – Maritime Security :Atlanta.

Gissi, Elena. et al.(2022), Contributions of marine area-based management tools to the UN sustainable development goals, Journal of Cleaner Production, 330, pp.1-13.

Harden-Davies, H., & Snelgrove, P.(2020), Science collaboration for capacity buildi ng: advancing technology transfer through a treaty for biodiversity beyond national jurisdiction, Frontiers in Marine Science, 7, pp. 1-14.

Holzner, J., Strunz, G., Martinis, S., & Plank, S.(2025), Analyzing coastal dynamics by means of multi-sensor satellite imagery at the East Frisian Island of Lange oog, Germany. Scientific Reports, 15(1), 7372.

Johnson, B. C. et al.(2024), System Vicarious Calibration requirements for satellite ocean colour missions targeting climate and global long-term operational applications.

Jolly, C., Jolliffe, J., Postlethwaite, C., & Heslop, E.(2021), Value chains in public marine data: A UK case study. A joint OECD Working Paper in collaboration with the UK Marine Environmental Data and Information Network (MEDIN) and the Global Ocean Observing System (GOOS) in the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.

Joshi, N. et al.(2024), Monitoring Harmful Algal Blooms and Water Quality Using Sentinel-3 OLCI Satellite Imagery with Machine Learning, Remote Sensing, 16(13), pp. 1-17.

Jutz, S., & Milagro-Perez, M. P.(2020), Copernicus: the european earth observation programme, Revista de Teledetección, (56), pp. V-XI.

Kim, S. W. et al.(2018), Monitoring the risk of large building collapse using persistent scatterer interferometry and GIS, Terr. Atmos. Ocean. Sci, 29(5), pp. 535-54 5.

Kirkfeldt, T.S. & Santos, C.F.(2021), A Review of Sustainability Concepts in Marine Spatial Planning and the Potential to Supporting the UN Sustainable Develo pment Goal 14, Frontiers in Marine Science, 8, pp. 1-12.

Landsat Advisory Group(2021), A Report of the National Geospatial Advisory Committee - Revisiting the Land Remote Sensing Policy Act of 1992.

Le Traon, P. Y. et al.(2019), From observation to information and users: The Copernicus Marine Service perspective, Frontiers in Marine Science, 6(234), pp. 1-22.

Lee, S. H., & Lee, M. J.(2020), A study on deep learning optimization by land cover classification item using satellite imagery, Korean Journal of Remote Sensing, 36(6), pp. 1591-1604.

McCarthy, M. J. et al.(2017), Satellite remote sensing for coastal management: A review of successful applications, Environmental management, 60, pp. 323-339.

McDonald, G. et al.(2024), Global expansion of marine protected areas and the redistribution of fishing effort, Proceedings of the National Academy of Sciences, 121(29), pp. 1-12.

MMO(2022a), East Marine Plan Spatial Assessment.

MMO(2022b), MMO 1274, Final report.

MMO(2023), Identifying opportunities to enhance effectiveness of marine plan use activities.

MOI(2024a), Copernicus Marine User Feedback Report.

MOI(2024b), Copernicus Marine User Uptake – 2024 KPI Highlights.

NSTC(2019), 2019 NATIONAL PLAN FOR CIVIL EARTH OBSERVATIONS.

Olofsson(2023), Making Better Use of Satellite Data: The Satellite Needs Working Group.

Ouellette, W., & Getinet, W.(2016), Remote sensing for marine spatial planning and integrated coastal areas management: Achievements, challenges, opportunities and future prospects, Remote Sensing Applications: Society and Environment, 4, pp. 138-157.

Park, S. H., Lee, M. J., & Jung, H. S.(2016), Spatiotemporal analysis of snow cover variations at Mt. Kilimanjaro using multi-temporal Landsat images during 27 years, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 143, pp. 37-46.

Polaris market research(2024), Ocean Economy Market.

Serco Italia SPA(2019), Sen2Coral Toolbox for Coral Reef Monitoring, Great Barrier Reef.

Tomohiko, Tsunda(2019), New Developments in Japan's Marine Information Management, OPRI Perspectives, No.1.

U.S. Geological Survey(2021), Texas and Landsat (ver. 1.2, March 2025).

U.S. Geological Survey(2022), Florida and Landsat (ver. 1.1, January 2023).

USGEO(2024), 2024 Annual Repor.

Visbeck, M.(2018), Ocean science research is key for a sustainable future, nature communications, 690.

von Schuckmann, K. et al.(2024), 8th edition of the Copernicus Ocean State Report (OSR8), Copernicus Publications.

von Schuckmann, K. et al.(2025), 9th edition of the Copernicus Ocean State Report (OSR8), Copernicus Publications.

von Schuckmann, K. et al.(2021), Copernicus marine service ocean state report, issue 5, Journal of Operational Oceanography, 14(sup1), pp. 1-185.

Wang, M. et al.(2023), Fusion of ocean data from multiple sources using deep learning: Utilizing sea temperature as an example, Frontiers in Marine Science, 10 (1112065), pp. 1-15.

Wang, W. et al.(2025), Remote sensing identification and model-based prediction of harmful algal blooms in inland waters: Current Insights and Future Perspectives, Water Research X.

Wang, Y., Lu, Z., Sheng, Y., & Zhou, Y.(2020), Remote sensing applications in monitoring of protected areas, Remote Sensing, 12(9), pp. 1-18.

Werdell, P. J. et al.(2007, October), Approach for the long-term spatial and temporal evaluation of ocean color satellite data products in a coastal environment, In Coastal Ocean Remote Sensing, 6680, pp. 115-126.

Yang et al.(2022), A deep learning based oil spill detector using Sentinel-1 SAR imagery, International Journal of Remote Sensing, 43(11), pp. 4287-4314.

Zeschke B. et al.(2019), How Himawari-8 data has revolutionised the work of Bureau of Meteorology Forecasters, Bureau Research Report, pp. 1-34.

Zhang, M., Zhang, J., & Yang, B.(2024), The evidentiary challenges of using satellite technologies to enforce ship-source marine pollution standards on the high seas, Heliyon, 10(3), pp. 1-10.

인터넷 기사/보도자료

경기도뉴스포털(2024.4.18.), 경기도, 안산·화성 연안 등 공유수면 이용행위 435건 실태조사, https://gnews.gg.go.kr/briefing/brief_gongbo_view.do?BS_CODE=s017&number=61274&subject_Code=BO01(검색일: 2025.5.21.)

경향신문(2024.10.21.), 6년 남은 '전 세계 바다 30% 보호' 목표…이대로면 83년 걸린다, https://www.khan.co.kr/article/202410212059005(검색일: 2025.4.21.)

그린피스(2024.10.21.), 그린피스, COP16서 경고 "현재 속도면 세계 바다 30% 보호 목표 100년 지나야 달성", https://www.greenpeace.org/korea/press/32022/presslease-cop16_ocean/(검색일: 2025.4.21.)

김경신(2013.5.7.), 일본위성을 활용한 'AII 해양관리체제' 구현, 한국해운신문, http://www.maritimepress.co.kr/news/articleView.html?idxno=92883(검색일: 2025.4.12.)

네이트뉴스(2025.4.21.), 서해 구조물 알박기하면서 시진핑 방한 추진하나, https://news.nate.com/view/20250422n00156(검색일: 2025.4.21.)

동아사이언스(2024.9.10.), 제주 이어 세종시, 위성정보활용협의체 가입 승인, https://m.dongascience.com/news.php?idx=67405(검색일: 2025.4.21.)

연합뉴스(2025.2.5.), 텔레픽스 "해양탄소 흡수원 관측 위성 '블루본' 발사 성공", https://www.yna.co.kr/view/AKR20250205033700017(검색일: 2025.4.21.)

조선일보(2025.4.26.), [단독] 잠정수역 구조물 따지자… 中, 수역 밖 '이어도'로 물타기, https://www.chosun.com/politics/diplomacy-defense/2025/04/26/45RTZOERNBARBOWDVZJRO2BFEE/(검색일: 2025.4.30.)

통계청 보도자료(2025.02.27.), 2024년 경지면적조사 결과, https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=229&act=view&list_no=435196(검색일자: 2025.4.17.)

한국자산관리공사 보도자료(2022.12.06.), 캠코, 고해상도 위성영상 활용해 국유재산관리 효율성 높인다, https://www.kamco.or.kr/portal/bbs/view.do?bIdx=9785&mId=0701030000&ptIdx=282&utm_source=chatgpt.com(검색일자: 2025.4.17.)

해양경찰청 보도자료(2023.7.31.), 빅데이터를 적용한 해양경찰 항공순찰, https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156643780(검색일: 2023.4.22.)

해양수산부 보도자료(2023.9.12.), 해양위성관측망 구축·운영 근거 마련한다, https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=53211&=&menuSeq=971&bbsSeq=10(검색일: 2025.4.25.)

해양수산부 보도자료(2020.12.24.), 무인도에 쌓인 스티로폼, 우주에서 찾아낸다, https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=36772&menuSeq=971&bbsSeq=10 (검색일: 2025.4.25.)

해양수산부 보도자료(2022.12.26.)(검색일: 2025.4.21.), 해양수산 신산업 시장 30조원, 기업 2천개 육성 추진, https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=48424&menuSeq=971&bbsSeq=10

해양수산부 보도자료(2024.8.15.), 해양수산부는 해양폐기물을 전주기적으로 관리하고 있으며, 더욱 철저히 관리해 나가겠습니다, https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=58312&menuSeq=972&bbsSeq=11 (검색일: 2025.4.25.)

The Korea Times (2025.2.2.), Japan launches navigation satellite on new flagship rocket, https://www.koreatimes.co.kr/world/20250202/japan-launches-navigation-satellite-on-new-flagship-rocket(검색일: 2025.4.12.)

인터넷 자료

국립수산과학원, e-바다연구, https://nifs.go.kr/portal/pcon0000026/systA/actionConts.do(검색일: 2025.4.24.)

국가기상위성센터, https://nmsc.kma.go.kr/homepage/html/main/main.do(검색일: 2025.4.24.)

국가위성정보활용지원센터, https://www.kari.re.kr/kor.do(검색일: 2025.4.24.)

국가해양위성센터, https://www.nosc.go.kr/main.do(검색일: 2025.4.24.)

국립산림과학원, https://nifos.forest.go.kr/kfsweb/kfi/kfs/cms/cmsView.do?cmsId=FC_003753&mn=UKFR_02_07_01(검색일: 2025.4.24.)

국토위성센터, https://nlsc.ngii.go.kr/(검색일: 2025.4.24.)

기상자료개방포털, 데이터, https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do(검색일: 2025.8.22.)

내각부(内閣府)(2023), 우주기본계획(宇宙基本計画), https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy05/honbun_fy05.pdf(검색일: 2025.4.12.)

연안포털, https://coast.mof.go.kr/main.do(검색일: 2025.7.12.)

이재명정부 123대 국정과제, https://www.korea.kr/govVision/(검색일: 2025.9.20.)

일본 내각관방, https://www.cas.go.jp/jp/gaiyou/jimu/csice.html(검색일: 2025.4.12.)

일본 내각부, https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan.html(검색일: 2025.4.12.)

한국항공우주연구원, https://www.kari.re.kr/kor/sub03_03_02.do(검색일: 2025.4.24.)

한국항공우주연구원, https://www.kari.re.kr/prog/stmaplace/view.do?stmaplace_no=28&mno=sub07_02_03(검색일: 2025.4.25.)

한국해양과학기술원 해양위성센터, 소개, https://kosc.kiost.ac.kr/index.nm?menuCd=26(검색일: 2025.3.26.)

환경위성센터, https://nesc.nier.go.kr/ko/html/cntnts/1/satellite/introduction.do(검색일: 2025.4.24.)

해양수산빅데이터플랫폼, https://www.vadahub.go.kr/user/main/index.do(검색일: 2025.3.27.)

해양환경공단, 국가해양생태계종합조사, https://www.koem.or.kr/site/koem/04/10401010000002019051004.jsp(검색일: 2025.4.20.)

AODN, OAOD, https://portal.aodn.org.au/search(검색일: 2025.4.27.)

ASA about us, Australia's space regulation, https://www.space.gov.au/about-agency(검색일: 2025.4.15.)

C3S, https://climate.copernicus.eu/(검색일: 2025.4.25.)

CAMS, https://atmosphere.copernicus.eu/(검색일: 2025.4.25.)

CASSINI initiative, https://www.cassini.eu/cassini-initiative(검색일: 2025.4.23.)

CC, Australia Digital Earth Australia's satellite imagery and data, https://au.creativecommons.net/work/dea-satellite-imagery-and-data/(검색일: 2025.4.17.)

CEMS, https://emergency.copernicus.eu/(검색일: 2025.4.25.)

CLMS, https://land.copernicus.eu/en(검색일: 2025.4.25.)

CMEM News(2025.3.14.), The Copernicus Marine Service Releases the 2024 User Feedback Report, https://marine.copernicus.eu/news/copernicus-marine-service-releases-2024-user-feedback-report(검색일: 2025.4.26.)

CMEMS Access data, https://marine.copernicus.eu/access-data(검색일: 2025.4.26.)

CMEMS In-Situ TAC, https://marineinsitu.eu/dashboard/(검색일: 2025.8.24.)

CMEMS User-Driven Approach, https://marine.copernicus.eu/services/user-driven-approach#user-driven-process(검색일: 2025.4.27.)

CMEMS, https://marine.copernicus.eu/(검색일: 2025.4.25.)

Colegrove & Driedger, 30x30? What about the other 70%? Cumulative analysis of place-based marine regulations, https://www.youtube.com/watch?v=qA8Pk9n-WeU(검색일: 2025.4.21.)

Copernicus, https://marine.copernicus.eu/news/data-innovation-copernicus-marine-and-ocean-energy(검색일: 2024.4.24.)

Copernicus Data Space, Terms and conditions, https://dataspace.copernicus.eu/terms-and-conditions(검색일: 2025.4.23.)

Copernicus, In Situ Thematic Center, https://marine.copernicus.eu/about/producers/insitu-tac(검색일: 2025.8.24.)

Copernicus Marine Data Store, https://data.marine.copernicus.eu/products(검색일: 2025.4.24.)

Copernicus News, OBSERVER: Towards a European Copernicus Coastal Flood Awareness System: the ECFAS project, https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-towards-european-copernicus-coastal-flood-awareness-system-ecfas-project(검색일: 2025.4.28.)

Copernicus Sentinel-1 data enable oil spill detection in south-eastern Mediterranean Sea, https://sentinels.copernicus.eu/web/success-stories/-/copernicus-sentinel-1-data-enable-oil-spill-detection-in-south-eastern-mediterranean-sea(검색일: 2025.4.28.)

Copernicus, https://www.copernicus.eu/en(검색일: 2025.4.26.)

Copernicus, CSS, https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/security(검색일: 2025.4.25.)

Copernicus, Copernicus services, https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services(검색일: 2025. 4. 26.)

CSIRO about, https://www.csiro.au/en/about(검색일: 2025.4.17.)

CSIRO Centre for Earth Observation, About NovaSAR-1, https://research.csiro.au/cceo/novasar/novasar-introduction/(검색일: 2025.4.17.)

CSIRO Earth observation data analytics, https://www.csiro.au/en/research/technology-space/astronomy-space/Earth-observation(검색일: 2025.4.17.)

DEA Product – DEA Coastline overview, https://knowledge.dea.ga.gov.au/data/product/dea-coastlines/(검색일: 2025.4.17.)

DEA Product – DEA Intertidal overview, https://knowledge.dea.ga.gov.au/data/product/dea-intertidal/#about(검색일: 2025.4.17.)

Derived data product – DEA Coastline, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea/dea-data-and-products/dea-coastlines(검색일: 2025.4.17.)

Derived data product - DEA Intertidal, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea/dea-data-and-products/dea-intertidal(검색일: 2025.4.17.)

Derived data product – DEA Water Observation, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea/dea-data-and-products/dea-water-observations(검색일: 2025.4.17.)

DG DEFIS Copernicus-Earth Observation, https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/copernicus-earth-observation_en#:~:text=The%20information%20provided%20by%20the,mobility%2C%20as%20well%20as%20tourism(검색일: 2025.4.25.)

DG DEFIS EU Space, https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space_en(검색일: 2025.4.23.)

EC, EU space policy, https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-space-programme/#programme(검색일: 2025.4.23.)

EMSA Clean SeaNet Service, https://www.emsa.europa.eu/csn-menu.html(검색일: 2025.4.28.)

eoPortal NovaSAR-1, https://www.eoportal.org/satellite-missions/novasar-1#space-and-hardware-components(검색일: 2025.4.17.)

ESA facts, https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/ESA_facts(검색일: 2025.4.23.)

ESA, Sentinel-2 captures coral bleaching of Great Barrier Reef, https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Sentinel-2_captures_coral_bleaching_of_Great_Barrier_Reef(검색일: 2025.4.28.)

European Maritime Safety Agency, CleanSeaNet Service, https://www.emsa.europa.eu/csn-menu.html(검색일: 2025.8.18.)

EU Lex, EU space programme (2021–2027), https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legissum%3A4526706(검색일: 2025.4.23.)

EU Space Law – EUSPA, https://www.european-space-law.com/EUSPA.html(검색일: 2025.4.23.)

EUMETSAT Copernicus Marine Service, https://www.eumetsat.int/international-cooperation/copernicus-marine-service(검색일: 2025.4.24.)

European Maritime Safety Agency, https://www.emsa.europa.eu/csn-menu.html (검색일: 2025.8.18.)

EUSI, WorldView-3, https://www.euspaceimaging.com/about/worldview-3/(검색일: 2025.5.21.)

EUSPA About, https://www.euspa.europa.eu/about/about-euspa(검색일: 2025.4.23.)

GA about DEA, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea/about(검색일: 2025.4.18.)

GA DEA, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea(검색일: 2025.4.18.)

GA DEA, Maps, https://maps.dea.ga.gov.au/(검색일: 2025.4.17.)

GA Digital Earth Australia, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea(검색일: 2025.4.17.)

GEOIMAGE, https://geoimage.com.au/blog/advantages-satellite-imagery-compared-other-alternatives(검색일: 2025.4.24.)

Geoscience Australia, Satellite imagery at work Emergency management, https://www.ga.gov.au/scientific-topics/dea/emergency-management(검색일: 2025.4.15.)

Global Fishing Watch, https://globalfishingwatch.org/(검색일: 2025.4.21.)

IMOS, about, https://imos.org.au/about(검색일: 2025.4.17.)

IMOS, OceanCurrent – Surface Currents and Temperature, https://oceancurrent.aodn.org.au/(검색일: 2025.4.17.)

IMOS, OceanCurrent, https://portal.aodn.org.au/search(검색일: 2025.4.27.)

IMOS, Satellite Altimetry Calibration and Validation, https://imos.org.au/facility/satellite-remote-sensing/satellite-altimetry-calibration-and-validation (검색일: 2025.8.25.)

Introduction: NASA Earth System Observatory, https://svs.gsfc.nasa.gov/14256/ (검색일: 2025.4.23.)

JAXA, https://earth.jaxa.jp/ja/application/mda/achievements/index.html(검색일: 2025.4.12.)

K-GeoP, https://kgeop.go.kr/(검색일: 2025.6.21.)

KIOST, https://kosc.kiost.ac.kr/index.nm?menuCd=4(검색일: 2025.4.24.일)

KIOST, 해양과학기지, https://kors.kiost.ac.kr/intro/base(검색일: 2025.4.21.)

KMI, 수산업관측센터, https://www.foc.re.kr/(검색일: 2025.4.21.)

MOI, https://www.mercator-ocean.eu/en/(검색일: 2025.4.24.)

NASA, https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/remote-sensing/(검색일: 2025.4.24.)

NASA, Centers and Facilities, https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/(검색일: 2025.4.21.)

NASA, Earth System Observatory, https://science.nasa.gov/earth-science/missions/earth-system-observatory/(검색일: 2025.4.23.)

NASA, history, https://www.nasa.gov/history/(검색일: 2025.4.21.)

NASA, Landsat Science – Data Access, https://landsat.gsfc.nasa.gov/data/data-access/(검색일: 2025.4.23.)

NASA, Landsat Science – Satellites, https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/(검색일: 2025.4.23.)

NASA, Science, https://science.nasa.gov/(검색일: 2025.4.21.)

NASA, SVS, https://svs.gsfc.nasa.gov/(검색일: 2025.4.21.)

NOAA, Caribbean of America Regional Node, https://cwcaribbean.aoml.noaa.gov/ & CoastWatch DataPortal, https://www.aoml.noaa.gov/data-products/#satdata(검색일: 2025.4.22.)

NOAA, CoastWatch America Regional Node, https://cwcaribbean.aoml.noaa.gov/(검색일: 2025.4.23.)

NOAA, CoastWatch Data Portal, https://coastwatch.noaa.gov/cw_html/cwViewer.html(검색일: 2025.4.23.)

NOAA, CoastWatch IOSCO, https://coastwatch.noaa.gov/cwn/data-access-tools/situ-ocean-color-optical-database.html(검색일: 2025.8.25.)

NOAA, CoastWatch Program, https://coastwatch.noaa.gov/cwn/about/noaa-coastwatch-program.html(검색일: 2025.4.23.)

NOAA, NCCOS, https://coastalscience.noaa.gov/(검색일자: 25.08.19)

NOAA, Office of Space Commerce-U.S. Commercial Remote Sensing Space Policy, https://www.space.commerce.gov/policy/u-s-commercial-remote-sensing-space-policy/(검색일: 2025.4.22.)

NOAA, OSPO, https://www.ospo.noaa.gov/operations/operational-satellites/(검색일: 2025.4.22.)

NOAA, our history, https://www.aoml.noaa.gov/history/(검색일: 2025.4.22.)

ProtectedSeas, Navigator, https://map.navigatormap.org/(검색일: 2025.4.21.)

RESTEC, https://www.restec.or.jp/business/research/index.html(검색일: 2025.4.12.)

Space & Defense, Destination 2030: Earth Observation from Space Roadmap, https://spaceanddefense.io/destination-2030-earth-observation-from-space-roadmap/(검색일: 2025.4.17.)

Spectra, https://spectra.mhi.com/how-ai-can-help-satellites-track-dark-ships-from-space(검색일: 2025.4.12.)

USGS, https://www.usgs.gov/faqs/what-are-band-designations-landsat-satellites(검색일: 2025.4.24.)

USGS, EarthExplorer, https://glovis.usgs.gov/app?tour=1 및 GloVIS https://glovis.usgs.gov/(검색일: 2025.4.22)

USGS, landsat mission, https://www.usgs.gov/landsat-missions(검색일: 2025.4.22.)

USGS, landsat mission- history, https://www.usgs.gov/landsat-missions/about?utm_source=chatgpt.com(검색일: 2025.4.22.)

USGS ,Science Data Catalog, https://data.usgs.gov/datacatalog/data/USGS:960ae716-4ce5-462d-b1a3-01d043ae3c79(검색일: 2025.4.13.)

WEkEO News, WEkEO to support a European Coastal Flood Awareness System, a proof-of-concept, https://wekeo.copernicus.eu/news/wekeo-to-support-a-european-coastal-flood-awareness-system-a-proof-of-concept-(검색일: 2025.4.28.)

법률

국가공간정보 기본법(법률 제20341호, 2024. 2. 20.)

국가위기관리기본지침(대통령 훈령 제318호, 2013. 8. 30.)

공유수면법(법률 제20231호, 2024. 2. 6.)

국토지리정보원 기본운영규정(국토지리정보원예규 제202호, 2025. 2. 25.)

기상법(법률 제21066호, 2025. 10. 1.)

기후변화감시예측법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

농어업재해대책법(법률 제20924호, 2025. 4. 22.)

대기환경보전법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

어업재해피해조사·복구지원요령(해양수산부예규 제227호, 2025. 8. 7.)

우주개발 진흥법(법률 제20674호, 2025. 1. 21.)

우주개발 진흥법 시행령(대통령령 제35457호, 2025. 4. 22.)

위성정보 보안관리 규정(우주항공청훈련 제11호, 2024. 7. 29.)

위성정보활용협의체 구성 및 운영지침(우주항공청훈련 제57호, 2025. 6. 26.)

자연재해대책법(법률 제21065호, 2025. 10. 1.)

재난 및 안전관리 기본법(법률 제20867호, 2025. 4. 1.)

적조예찰·예보 및 피해방지에 관한 요령(해양수산부훈령 제760호, 2024. 7. 30.)

천리안위성 공동운영 규정(과학기술정보통신부훈령 제168호, 2021. 5. 31.)

해양경찰청 예규(방제비용 부과·징수 규칙)

해양공간계획법(법률 제17857호, 2021. 1. 5.)

해양생태계법(법률 제20231호, 2024. 2. 6.)

해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률(법률 제19225호, 2023. 2. 14.)

Australia. Minister for Industry, Science and Technology. Space (Launches and Returns) (General) Rules 2019.

EU Regulation 2021/696, pp.69-148,

Land Remote Sensing Policy Act of 1992 (1992)
National Aeronautics and Space Act of 1958 (1958)
RADIOCOMMUNICATIONS ACT 1992
Regulation (EU) 2021/696, p.69-148.

부 록

1. 선행연구 현황

〈표 부록-1〉 국내 선행연구 현황

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
1	• 과제명: 국토정책 지원을 위한 위성정보 활용수요에 관한 연구 • 연구자(연도): 강민조 외 (2015) • 연구목적: 차세대 중형위성 개발 추진에 따라 실질적으로 위성정보의 활용이 가능한 분야를 도출하고 국토관련 정책지원 및 위성정보의 활용 촉진	• 실무자 면담조사, 전문가 조사를 통해 국토의 위성정보 활용 가능성이 높은 활용 분야를 도출함 • 활용 분야의 사례분석을 통해 업무 프로세스 분석 및 활용기술 개발 방향 제시함	• 위성정보 활용 센터 설립 및 운영에 기반한 연구를 포함하여 국토의 위성정보 활용분야 발굴 및 활용모델 개발, 국토관측 위성정보의 활용가능성에 대한 분석 등 제시
2	• 과제명: 해양수산분야의 드론활용 확대방안 연구 • 연구자(연도): 최상희 외 (2017) • 연구목적: 해양수산분야에서 드론 활용을 확대하기 위한 드론 도입 사업 및 연구개발과제 도출, 추진전략 수립	• 국내외 드론활용 및 개발 실태에 대한 기초조사 • 수요조사기획위원회 구성을 통한 드론의 활용 가능 및 확대 가능 분야, 문제점 및 요구사항 조사 • 우선 추진과제 선정을 위한 전문가 AHP 분석	• 드론활용 확대를 위한 도입사업 및 R&D 사업 발굴, 단기·중기·장기적 추진 로드맵 및 실용화 전략 제시
3	• 과제명: 위성시대, 해양 정책의 변화 동향과 해양관리의 고도화 • 연구자(연도): 김경신	• 해외 우주개발 및 인공위성을 활용한 국제협력에 대한 동향분석 • 일본의 우주 해양 전략 및	• 우주-해양 융복합 정책 추진과 해양 투자를 위해 우주분야의 해양 인식과 위상 개선이 필요함

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	(2012) • 연구목적: 해양경쟁력 강화를 위한 해양정책 방향 제시	국제협력에 대한 동향조사	• 국내의 위성개발 체계와 해양분야 활용 현황에 대한 기초조사
4	• 과제명: 위성정보를 활용한 연구 동향과 시사점 – 해양 부문 • 연구자(연도): 강희종 (2023) • 연구목적: 해양 위성정보의 연구활동 분석을 통한 정책적 시사점을 도출함	• 해양부문 위성정보의 연구활용(논문)에 대한 계량서지분석	• 위성정보를 활용한 해양부문의 기업 육성방안 제안
5	• 과제명: 위성영상정보를 활용한 국가정책방향 • 연구자(연도): 사공호상(2015) • 연구목적: 국내 위성영상정보 활용정책을 살펴보고 개선과제를 모색함	• 문헌연구 및 전문가의 자문을 통한 국내 위성정보 활용 실태 및 관련 정책 현황 분석	• 위성정보 활용도 개선을 위해 사회적 변화 및 요구사항에 부합하는 정책 개발이 필요함
6	• 과제명: 도시기본계획에 대한 상시모니터링 체계구축 및 운영 • 연구자(연도): 서울연구원 (2014) • 연구목적: 도시기본계획의 모니터링을 위한 체계 구축, 서울의 도시변화 진단, 도시기본계획의 성과 및 추진과정 진단을 통한 정책 제언	• 도시계획 모니터링에 대한 해외 문헌 검토에 의한 시사점 도출 • 가용 통계자료의 확인, 문헌 조사에 의한 도시기본계획의 성과 평가를 위한 지표 발굴 • 지표 분석을 통한 도시변화 및 도시계획 평가수행에 따른 후속계획 도출	• 도시계획 모니터링의 정의, 법제도적 근거, 필요성, 목적, 활용방안 제시 및 도시계획 현황 진단과 모니터링 체계의 매뉴얼 구축 • 자료 및 전문가 자문을 통해 도시계획 추진상황과 성과 평가를 위한 도시변화 진단지표 선정
7	• 과제명: 국토이용모니터링 체계 구축방안 연구 • 연구자(연도): 이종열 외 (2003) • 연구목적: 국토이용 관련 문제들을 사전에 감지하고 방지하기 위해 국토이용의 변화와 문제를 모니터링하고 정책에 반영할 수 있는 기반을 마련함	• 국내 환경, 제도, 연구 현황 등 관련 자료조사에 의한 국토이용과 국토이용모니터링 실태 파악 • 문헌조사에 의한 국토이용 및 국토이용모니터링의 개념 정립 • 사례 도시에 대한 국토이용 모니터링 현황 분석	• 국토이용모니터링을 통한 체계적인 관리방법의 구축 필요성 강조 • 국토이용 이슈들을 컴포넌트화하여 효율적인 감시 및 규명, 국토이용모니터링정보시스템의 정보망, 시스템 구조, 데이터베이스 등 세부 구축방안 제시
8	• 과제명: 시민참여형 도시	• 선행연구 분석을 통해 연구	• 시민참여형 도시계획 모

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	계획모델 개발에 관한 연구 • 연구자(연도): 이재준&김도영(2012) • 연구목적: 국내에 적용가능한 시민참여형 도시계획 모델을 개발함	범위를 한정하고 선진사례를 고찰함 • 시민계획단 프로그램 운영을 통해 도시기본계획을 수립함 • 시민계획단 운영결과를 종합하여 시민참여형 도시계획 모델 개발	델의 구성 및 운영체계 제안 • 실질적인 상향식 도시계획이 수립되도록 행정동 단위의 계획 수립을 제안함
9	• 과제명: 지자체 GIS 운영 방식의 개선방안 • 연구자(연도): 사공호상(2003) • 연구목적: 지자체의 GIS 응용시스템 운영 개선방안 도출	• 지자체별 GIS 운영 및 구축 현황의 검토 • 조직내 GIS 관련 업무현황을 분석하여 문제점 및 개선방안 도출	• GIS 전담부서 및 전담인력이 미흡한 실정으로 GIS 응용시스템의 운영이 어려움 • 현 방식으로 GIS 응용시스템의 효율적 운영이 불가하여 전담조직의 설치 및 전담인력 양성이 필요함
10	• 과제명: 연안통합관리 이행체제 구축연구 • 연구자(연도): 목진용(2012) • 연구목적: 새 연안관리수단의 신속한 정착을 위해 연안해역적성평가, 자연해안관리목표, 연안경관 관리방안, 해양공간관리체제 등의 정책방향을 제시함	• 관련법령, 정부부처 지방자치단체 연구기관 등에서 발간한 보고서 및 각종 자료 수집 • 정부부처, 지방자치단체 등의 담당자의 면담조사 • 대학 연구기관 공공기관 등에 소속된 연안관리정책의 전문가 자문	• 연안용도해역제의 조기 정착을 위한 연안용도해역의 과학적 설정 기준과 절차를 제시함 • 연안경관 관리체계 구축을 위한 관련 법제도 분석과 국외의 사례를 바탕으로 「연안관리법」 개정 방향 및 지침안을 마련함
11	• 과제명: 서울형 도시재생 모니터링·평가체계 • 연구자(연도): 김태현 외(2017) • 연구목적: 서울형 도시재생 모니터링·평가체계를 구축하여 참여 유도, 지식확산, 성과 분석, 제도 개선 및 전략 재정비에 활용함	• 관계법령, 상위계획, 해외사례, 국토교통부 모니터링·평가 사례를 조사하여 일반적인 모니터링·평가 체계를 도출함 • 현장조사, 심층인터뷰 등을 통해 서울시의 여건과 활성화지역별 현장성을 반영하는 목적과 방향, 내용, 절차, 주체 등을 구체화함	• 서울형 도시재생 모니터링·평가체계를 수립하고 지역별 성과 모니터링, 우수사례 및 주요 성과, 향후 과제를 기술함 • 활성화 지역별 추진과정에 대한 모니터링 및 관리카드를 작성해 지역 거주자와 상인을 대상으로 한 설문조사 내용 및 결과 수록함
12	• 과제명: 행위자 기반의 공간변화 시뮬레이션에 대한 모형구축과 국토도시정책 활용방안 연구 • 연구자(연도): 김동한 외	• 행위자 기반모형과 행위자의 입지선택을 위한 계량경제학의 입지이론을 적용함 • 사례분석을 통해 다양한 정책시나리오에 따른 공간 변	• 국토도시 정책의 불확실성 개선을 위한 과학적 정책수단이 필요함 • 사회경제적 효과를 분석하는 통합계획지원체계가

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	(2014) • 연구목적: 미시적·동태적 관점에서 국토 및 도시 공간구조 변화를 시뮬레이션 하기 위한 도시모형 개발	화를 모의하여 모형의 성능과 활용성을 검토함	필요함 • 과학적 분석과 시나리오에 기반한 미래공간구조 구상을 국토도시정책에 반영하도록 공간계획체계와 법제도 보완이 필요함
13	• 과제명: Big Data 기반의 한국 해양수산 정책모형 고찰 • 연구자(연도): 박용안 (2020) • 연구목적: 해양수산 정책의 이질적 요소를 통합하고 산업간 융·복합을 위한 빅데이터 기반 해양수산 정책모형의 개발 방향을 제안함	• 문헌조사를 통한 해양수산 정책의 논점과 시사점 도출 • 국내·외 빅데이터를 활용한 정책개발사례 분석 • 해양수산부문 빅데이터 현황 및 빅데이터에 기반한 해양정책의 수요 변화를 검토함	• IoT, 위성통신, 5G 등 최근 통신환경의 개선은 빅데이터를 이용한 해양수산 정책의 환경과 수요 변화를 감지하고 대안별 시뮬레이션을 가능하게 함 • 데이터의 통합을 통해 해운·항만, 안전, 환경, 에너지 등 다양한 정책개발에 활용 가능함
14	• 과제명: 국토정책 시뮬레이션 모형의 구축 연구(I) • 연구자(연도): 안홍기 외 (2010) • 연구목적: 국토정책의 다양한 효과를 종합적으로 분석할 수 있는 통합시뮬레이션모형 개발·적용함	• 기존 UrbanSim 모형을 벤치마킹하고, 다양한 S/W 자원을 연계할 수 있는 오픈 플랫폼을 구축함 • 1단계 연구는 모형을 통합 연계하여 국토정책시뮬레이션모형을 개발함	• 대표적 국토계획 시나리오를 이용해 지역경제, 인구이동, 기업입지 등에 대한 계획효과를 분석함 • 프로토타입 모형의 확장과 더불어 하부 모형의 정교화가 필요함
15	• 과제명: 해상교통분석 시뮬레이션을 위한 항해사의 충돌회피 행동분석에 관한 연구 • 연구자(연도): 김홍태 외 (2020) • 연구목적: 행위자에 기반하여 해상교통 시뮬레이션을 위한 항해사 충돌회피 행동 분석	• 설문조사를 통한 기초데이터 확보 • 행위자 기반의 항해행동 모델 개발	• 해상교통 상황의 재현 및 예측을 위해 항해사의 인적요인 모델링이 필요함 • 선박 및 관제사 에이전트 등과 연동되어 해상교통의 재현 및 예측 시뮬레이션 플랫폼 개발에 활용될 것으로 기대함
16	• 과제명: 해양수산 산업의 특수성과 불확실성을 반영한 시뮬레이션 기반의 기술력평가 모형개발과 시범사례 연구 • 연구자(연도): 안민호 외	• 기존 평가지표 개선 • 몬테카를로 시뮬레이션 기반의 평가척도 및 평가등급 산출방식 제안 • 기술력평가 체계의 시범사례	• 국내 기술력 평가 모형과 제도 분석 • 해양수산분야 기술력 평가모형 개선

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	(2017) • 연구목적: 해양수산 산업에 특화된 평가체계의 제안		
17	• 과제명: 국토정책의 시뮬레이션 체계 구축 전략 • 연구자(연도): 유재윤(2009) • 연구목적: 다양한 정책유형에 맞는 국토정책 시뮬레이션 체계 수립	• 공간정책의 시뮬레이션 연구 동향에 대한 문헌조사 • 정책보고서를 통한 국토정책에 대한 분석	• 시뮬레이션 기법은 GIS 결합을 통해 국토정책의 공간적, 사회경제적 효과를 예측, 평가하는데 적합한 방법론임 • 국토정책 시뮬레이션은 국토정책에 대한 가상, 모의분석을 통해 정책 효과를 사전 진단함
18	• 과제명: 해양 디지털트윈 연안관리 시뮬레이션 기술 개발 • 연구자(연도): 임학수(2021) • 연구목적: 지역 상생·맞춤형 해양 디지털트윈에 기반한 연안관리 활성화 및 해양 신산업 육성	• 디지털트윈 3D-GIS 시스템 개발 • 시뮬레이션 시스템 패키지 구축 • 연안 가상화 시스템 등	• 지역 해양 신산업 창출 및 활성화가 필요함 • 연안도시의 도시재생 촉진 및 가치 창출 플랫폼이 기대됨
19	• 과제명: 기후변화 대응역량 강화를 위한 시스템다이내믹스 모델 개발 • 연구자(연도): 채여라 외(2016) • 연구목적: 국가차원의 기후변화 대응역량 강화를 위한 기후환경영향 시뮬레이션 모델 개발	• 시스템 다이내믹스를 이용한 기후환경영향 시뮬레이션 모형 개발 • 2000~2050년 전국 도시, 농촌 대상 부문별 기후변화의 영향 분석	• SD는 기후변화로 인한 영향이 분야별로 순환적, 복합적 상호관계에 적합한 방법론임 • 기후변화시나리오(RCP8.5)를 기준으로 기후변화총피해액은 2050년까지 지속적 상승할 예상임
20	• 과제명: 시공간통합 국토 시뮬레이션모형 개발 연구(1) • 연구자(연도): 최병남 외(2005) • 연구목적: 시공간통합 분석방법론의 마련	• 시스템다이내믹스와 GIS에 기반한 공간분석방법 결합 시공간모형의 개발	• 모형을 결합한 국토정책에 따른 시공간 변화를 사전 예측하는 국토정책시뮬레이션 모형 틀임 • 정책사례 시나리오 분석을 통한 방법론의 활용가능성 검토

자료: 저자 작성

〈표 부록-2〉 국외 선행연구 현황

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
1	• 과제명: Comparing spatial patterns of marine vessels between vessel-tracking data and satellite imagery • 연구자(연도): Nakayame et al.(2023) • 연구목적: 위성정보를 이용한 해운 활동 모니터링에 대한 방안 연구	• 딥러닝 기반의 분석틀 개발 • 위성정보와 선박 데이터의 지리적 분포에 대한 통계 분석	• 위성정보는 기존의 선박 데이터를 보완할 수 있으며, 이를 통해 해양 감시와 평가를 가능할 것으로 기대함
2	• 과제명: Predicting subsurface sonar observations with satellite-derived ocean surface data in the California Current Ecosystem • 연구자(연도): Gadeken et al.(2021) • 연구목적: 위성정보를 이용한 캘리포니아 해양생물의 공간분포의 예측	• 위성정보에서 파생된 해면 데이터를 이용한 수중음향 관측 정보의 연계 • 랜덤 포레스트 모델을 이용한 수중 바이오매스 지표의 예측	• 위성정보를 이용한 예측 모델의 성능이 비교적 낮음 • 해양생물의 광역적 공간적 분포에 대한 예측 연구에 활용 가능함
3	• 과제명: Satellite remote sensing for an ecosystem approach to fisheries management • 연구자(연도): Chassot et al.(2011) • 연구목적: 원격탐사 자료를 이용한 생태계 접근방식의 어업관리 적용	• 어업관리 분야의 위성정보 활용 사례에 관한 문헌조사 및 비교 분석을 수행함	• 위성 데이터는 생태계 모델링을 지원하고 어업 관리를 위한 중요한 정보를 제공함
4	• 과제명: Satellite remote sensing for coastal management: A review of successful applications • 연구자(연도): McCarthy	• 해양 환경 및 생태계, 어업 등 다양한 분야의 원격탐지 기술의 활용 사례를 문헌조사를 통해 분석함	• 원격탐사 기술의 불확실성에도 불구하고 연안 관리 측면에서 효과적인 의사결정 지원도구임 • 연안관리에 있어서 원격탐사 기술은 전통적인 방

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	et al.(2017) • 연구목적: 연안·해양자원 관리를 위한 원격탐사기술의 현황 분석		식으로 불가능한 평가를 수행함
5	• 과제명: Use of satellite data in coastal zone programmes • 연구자(연도): Szekielda (1976) • 연구목적: 해양 관리에서 원격탐사의 경제적 이점 평가	• 위성영상을 활용한 연안 관리, 지도 작성, 수질 평가 및 해류 관찰 • 위성영상의 이미지 분석을 통한 경제성 평가 분석	• 원격탐사는 해양 자원 관리 및 정책 결정에 중요한 수단으로 역할을 함
6	• 과제명: A multifaceted approach to building capacity for marine/maritime spatial planning based on European experience • 연구자(연도): Ansong et al.(2019) • 연구목적: 유럽 경험으로 MSP 수립 및 이행을 위한 역량강화에 있어서 현실적인 한계점과 시사점을 논의함	• MSP 관련 문헌 검토 • 역량강화 전문가 및 실무자 인터뷰 • 역량강화 교육·훈련 프로그램 검토 • 국가별 역량강화 프로그램 비교분석	• MSP 수립 및 지속적인 이행을 위한 역량강화의 중요성 강조 • 이론과 실제의 차이에서 발생하는 문제점 제시 • 교육기관 및 실무기관 대상의 역량강화를 위한 방안 제시
7	• 과제명: Adaptive marine spatial planning in the Netherlands sector of the North Sea • 연구자(연도): L de Vrees (2019) • 연구목적: 네덜란드 MSP의 출현 배경·수립·이행 과정, 그리고 평가 체계의 논의	• 북해 네덜란드 해역의 해양이용 및 사회적 수요에 대한 현황 자료, MSP 관련 문헌 및 참고자료 • 전문가 인터뷰 내용을 토대로 네덜란드 MSP의 출현 배경과 수립 및 이행 과정에 대해 설명함	• 해양환경 모니터링 및 MSP의 평가 과정은 효과적인 수립 및 이행과정을 위한 핵심적인 부분임 • 지속적인 모티터링과 정기적인 평가는 MAP의 계획 효과에 따른 미래 불확실성 및 지식 격차를 해소하는 효과적인 방안임
8	• 과제명: Maritime Spatial Planning Country Information: Netherlands • 연구자(연도): Dutch	• 네덜란드 주무부처에서 발간한 해양공간계획, 국가물계획 관련 정책 문서를 참고함	• 개정안(2016-2021)이 마련되는 동안 북해정책문서(2009-2015)에 대한 평가가 진행됨

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	Ministry of Infrastrucutre and the Environment (2020) • 연구목적: 해역의 개황과 MSP와 관련된 법제도, 목표, 해양용도, 이행 및 평가 방법에 대한 소개	• MSP 관련 법령 및 EU 지침을 참고하여 수립 및 이행, 평가과정에 대해 설명함 • 공동해역에 대해 인접 국가와의 협력에 대해 논의함	• 새로운 개정안은 모니터링 및 검토에 대한 MSP 지침에 따른 기존 북해정책문서의 평가 결과에 기초하여 작성함
9	• 과제명: Evaluation of marine spatial planning • 연구자(연도): G. arneiro (2013) • 연구목적: MSP 평가 방식과 평가 기준에 대한 논의	• 계획 평과에 대한 문헌 분석 • MSP 평가 관련 논문, 정책문서 등을 고찰하여 계획 평가 과정에서 발생하는 여러 이슈를 파악함	• 토지계획의 6가지 평가 모델을 비교 검토하여 MSP 평가에 적합한 평가 체계를 제안함
10	• 과제명: A guide to evaluating marine spatial plans • 연구자(연도): UNESCO-IOC (2014) • 연구목적: 해양생태계 및 지속가능성을 관리하고 생물다양성 보존을 위한 국제 역량 및 기술 역량을 지원함	• 관련 문헌 및 데이터를 활용하여 MSP 및 해양 정책의 현황 및 이슈에 대해서 설명함 • 실제 사례를 인용하여 MSP 평가 절차에 대해 설명함	• 실무자와 이해당사자 간 평가결과에 대한 논의는 MSP 이행 및 평가를 위한 핵심적인 단계임 • 계획 목표 및 요소를 수정하거나 계획안을 작성할 때 평가 결과를 활용하는 데 필요한 체계임
11	• 과제명: Marine Spatial Planning: Assessing net benefits and improving effectiveness • 연구자(연도): Stephen Jay (2017) • 연구목적: 2017년 GGSD 포럼의 MSP 세션의 원활한 진행를 위해 정리한 리포트임	• 관련 문헌 및 사실을 기초로 MSP의 개념, 과정, 이행에 대해 설명함 • 각종 자료에 기초해 다양한 기관에서 제안한 MSP 평가방법에 대해 소개함	• MSP 평가에 대한 관심이 고조되는 가운데 개별 MSP의 사회·경제적 편익을 산출하기 위한 노력이 경주되고 있음 • 효과적인 MSP 이행을 위한 이슈들을 확인함
12	• 과제명: Review and evaluation of marine spatial planning in the Shetland Islands • 연구자(연도): C Kelly et	• 이해관계자 참여 현황, 해양공간계획에 따른 인허가 현황 분석을 통한 해양공간계획 이행의 점검	• 해양생태계서비스 및 누적영향 개념의 도입이 필요함 • 이해관계자 참여를 통한 수산정책의 이행이 필요

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	al(2014) • 연구목적: Shetland Islands 해양공간계획의 주요내용 검토		함 • 해양공간정보 및 데이터의 고도화가 필요함
13	• 과제명: Addressing conflicitng spatial demands in MSP • 연구자(연도): EC(2019) • 연구목적: 해양활동 및 분야간 상충 조정·해소 방안	• 갈등 잠재력을 가진 분야 및 주요 현안의 검토 • 해양공간계획을 통한 갈등관리 방안의 검토	• 해양공간계획을 통한 갈등관리 방안 및 방법을 통한 갈등관리 방안을 도출함 • 용도구역 지정을 통한 갈등관리와 계획과정에서 갈등관리 방안임
14	• 과제명: Challenges in implementing sustainable marine spatial planning: the new Portuguese legal framesork case • 연구자(연도): CF Santos et al.(2015) • 연구목적: 포르투갈 해양공간계획의 법제도 개선방안	• 포르투갈 법제도와 EU MSP지침 및 EU 해양전략지침 간 비교분석 • 효율적 해양공간관리를 위한 개선방안 제시	• EU 법제도에서 제시하는 환경 관련 규정은 포르투갈 법제도에 미흡하게 반영됨 • 해양환경 관리를 위한 해양생태계서비스의 개념 강화 등이 필요함
15	• 과제명: Towards a Spatial Structure Plan for Sustainable Management of the Sea • 연구자(연도): Gent University (2005) • 연구목적: 북해 벨기에 해역(BPNS)의 해양공간계획 수립을 지원하기 위한 참고자료로서 과학적 논의 결과를 제공함	• 문헌을 토대로 BPNS의 개황과 더불어 해역의 해양활동별 이용실태 및 관련 법령을 소개함 • GAURE 프로젝트에서 시행된 해양 이용 및 환경 상호작용에 대한 전문가 워크숍 결과를 활용함 • 프로젝트 하에서 시행된 해양 이용당사자의 워크숍을 통한 MSP 교육훈련 및 논의 결과를 활용함	• MSP를 지원하는 의사결정도구의 개발과 더불어 공공·민간부문의 참여가 중요함 • 해양이용 부문 간 상호작용(상충 혹은 시너지)의 효과에 대한 분석·예측을 통해서 의사결정규칙을 수립·적용할 필요가 있음
16	• 과제명: Review of the Marine Planning Monitoring and Evaluation Framework and Development of Baselines	• 기존 평가 및 모니터링 프레임워크 평가 • 문헌연구 기반의 프레임워크 통합성 향상 방안의 모색	• 적합성, 완결성, 견고성 등 6개 기준 설정 및 이를 토대로 한 평가 및 모니터링 프레임워크 검토를 통해 개선방안을 모색함

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	• 연구자(연도): UK MMO (2016) • 연구목적: MSP 평가 및 모니터링 틀의 검토를 통해 적합성, 활용가능성 등 분석함		
17	• 과제명: Policy Document on the North Sea 2016-2021 • 연구자(연도): Dutch Ministry of Infrastrucutre and the Environment (2015) • 연구목적: 네덜란드 해역에 대한 관련 정책을 행양생태계 및 이용, 평가체계, 국제협력 등의 관점으로 소개함	• 해양 및 연안 관리의 정책문서, 관련 법률, 연구보고서 등을 활용함 • 구체적인 사례들을 분석하여 해양관리 및 정책이행 과정에서의 이슈를 발굴하고 시사점을 도출함	• 신규 해양이용에 대한 평가를 위한 절차 및 대상은 다음과 같다. 1) 평가 영역 및 원칙 정의 2) 위치 선정 및 시공간 평가 3) 효용 및 필요성 분석 4) 경감 대책 5) 보상 계획
18	• 과제명: Effective Marine (spatial) Planning: A Systematic Review Of Evidence • 연구자(연도): Fletcher et al.(2011) • 연구목적: MSP 검토를 통해 효과적인 사례 식별 및 시사점의 도출	• 메타분석 기반의 선행연구 분석 • 해양공간계획 관련 사례 연구논문을 대상으로 수립 체계 조사	• 상기 사례별 MSP 수립의 효과성 및 이행력 확보 방안 분석 • 상기 분석 결과를 토대로 효과적인 MSP 수립 및 이행 방안 제안
19	• 과제명: Monitoring and evaluation of spatially managed areas: a generic framework for implementation of ecosystem based marine management and its application • 연구자(연도): Stelzenmuller et al.(2013) • 연구목적: 공간관리구역의 평가 및 모니터링 프로젝트	• 사례지역별 평가 및 모니터링 체제의 적용 • MESMA 프레임워크 설정 방법	• 프레임워크 이행을 위한 단계별 지침 개발 • 추가적인 개선 필요사항 등 시사점 도출함

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	연구사례의 공유		
20	• 과제명: An agent-based modelling approach to evaluation of multiple-use management strategies for coastal marine ecosystems • 연구자(연도): McDonald et al.(2008) • 연구목적: 연안 및 해양 생태계에 대한 유류·가스, 보전, 어업, 도시·산업발전의 영역별 다중이용 관리전략의 영향에 대한 평가	• 소프트웨어 InVitro를 관리전략평가(MSE)의 분석 틀로 하고 생물리학모형, 사회경제모형, 거버넌스모형 등 하부모형으로 구성됨 • 호주 NWS(North West Shelf) 지역을 대상으로 관리전략, 이행모델, 개발시나리오의 세 축으로 인한 인간 행태와 해양생태계에의 영향을 평가함	• MSE는 다양한 전략 및 모형 설정에 따른 시스템의 효과를 평가하는데 적합함 • InVitro는 다양한 인간 행태와 환경특성을 평가 과정에 적용할 수 있는 유연한 모델링 기법임 • 분석에 사용된 평가 지표는 이해관계자와 관리자 모두에게 타 부문간 상효작용의 분석이 가능함
21	• 과제명: Opportunities for agent-based modelling in human dimensions of fisheries • 연구자(연도): Burgess(2019) • 연구목적: 어업의 인간 행태에 대한 분석에 있어서 행위자 기반모형의 적용법 및 활용성 검토	• POSEIDON 소프트웨어를 이용한 사례연구 • 사례연구 결과 행위자 기반모형은 수산업의 다양한 현상 및 정책을 분석하기에 적합한 방법임	• 행위자 기반모형의 유연함, 범용성에도 불구하고 수산정책 현안에 적용하기 위해서 모델링 결과의 검증, 모델링의 복잡성, 모형 구축 등의 개선이 필요함
22	• 과제명: An agent-based model to address coastal management issues in the Yucatan Peninsula, Mexico • 연구자(연도): Perez et al.(2009) • 연구목적: 멕시코, 킨타나로오 지역의 인간 활동이 산호초에 미치는 영향을 분석함	• 산호초 건강에 영향을 미치는 요소들과 이들의 상호작용을 이해하기 위해 설계된 모델인 SimReef를 구축하기 위해 행위자 기반모형 플랫폼을 적용함	• 행위자 기반모형 SimReef는 다양한 요소가 산호초에 미치는 영향 분석에 적합함 • 산호초에 대한 오염의 영향을 나타내는 모델의 부재 및 지질과 산호초의 관계도 포함한 모델 고도화가 필요함
23	• 과제명: Anticipating the effects of economic	• 선박 이동 궤적에 대해 행위자 기반모형을 이용하여	• ABM은 해상풍력으로 인한 해상경로 변경 및 혼잡

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	displacement in Marine space with agent based models • 연구자(연도): Nebiolo(2017) • • 연구목적: 해양무역과 운송사업에 대한 해상풍력단지의 영향 분석	해상풍력단지로 인한 해상무역과 운송에 대한 영향을 비교 분석함 • 뉴욕과 뉴저지 항구에 위치하는 해상풍력단지를 사례분석함	등 부차적 영향에 대한 평가기법으로 적용함 • 미래 효과를 예측할 수 있는 과학적 수단은 공간규제의 지속가능성을 평가할 수 있도록 함
24	• 과제명: Practical tools to support marine spatial planning: A review and some prototype tools • 연구자(연도): Stelzenmuller et al. (2013) • 연구목적: 해양공간 통합정보에 기반한 시스템 프로토타입의 구축	• 선행연구 리뷰 및 워크숍 결과 등 • 개선점을 반영한 GIS 기반의 프로토타입 모델을 구축함 • 해양활동 상충지역, 누적영향 및 의사결정지원시스템 등의 평가	• 현 tool 들은 영국 해역의 특정 지역을 위한 것이 많아 생태계서비스 각 서비스의 가치, 누적영향평가 결과와 같은 상세 자료들을 통합하여 나타낼 수 있는 Tool 개발이 필요함
25	• 과제명: Data requirements and tools to operationalize marine spatial planning in the United States • 연구자(연도): Stamoulis & Delevaux(2015) • 연구목적: 미국 MSP 도입을 위한 기술 방법론 검토	• 미국 내 성공적인 해양공간계획 도입·이행을 위해 해양 자료의 수집·관리·분석·활용 방법론 및 핵심 도구의 리뷰 및 도입	• 현재 개발된 tool들을 활용하여 향후 발생하는 해양이용 및 상충갈등, 악영향의 최소화 등을 보다 효율적으로 관리할 수 있음 • 해양공간 통합정보에 기반한 정확성 높은 의사결정지원시스템 마련 및 해역별·단계별로 적용할 수 있는 적절한 tool 개발이 필요함
26	• 과제명: Decision support tools in marine spatial planning: Present applications, gaps and future perspectives • 연구자(연도): P ı narbaş ı (2017) • 연구목적: 해양공간계획에 도입된 의사결정지원시스템 검토 및 장단점 및 개선	• 세계 각국의 사용된 MSP-의사결정지원시스템 38개를 토대로 의사결정 매트릭스를 구축함 • MSP 단계별 항목들을 규명하고 현 문제점과 개선방향을 제시함	• 수집된 해양 공간 데이터를 기반으로 해양공간의 특성·입지·활용가능성에 대한 의사결정을 지원하는 분석기반으로 다양한 업무에 활용될 수 있음 • 의사결정지원시스템은 해양의 시공간적 역학을 모두 고려하고 다기능 측면에서 개선이 필요함

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
	안 도출		
27	• 과제명: Web-based public decision support tool for integrated planning and management in aquaculture • 연구자(연도): Gangnery et al. (2021) • 연구목적: 지속가능한 개발 및 생산량을 유지할 수 있는 양식장 입지선정을 위한 의사결정지원 모델 구축 및 시나리오 분석	• GIS 기반의 AkvaVis 의사결정지원 시스템모델을 적용하여 최적의 양식장 위치를 도출함 • 구축한 모델을 사례 지역에 대입하여 적지 선정함	• 의사결정지원시스템을 통해 공간적인 의사결정을 지원함으로써 대상 해역 양식장의 적지 선정 및 지속가능한 생산량을 유지함 • 환경의 변동과 양식생물 성장과의 인과관계 및 상충 예방 또는 다른 복잡한 문제들을 해결할 수 있는 최적의 의사결정 지원임
28	• 과제명: Current status, advancements and development needs of geospatial decision support tools for marine spatial planning in European seas • 연구자(연도): Depellegrin et al. (2021) • 연구목적: 발트해, 지중해, 북해의 해양공간계획을 지원하는 의사결정지원시스템에 개발 방향성 제시함	• MSP 의사결정지원시스템의 개념적, 기술적, 실제적 측면의 비교 • 향후 방향성 및 개선점 제시	• 시·공간 범위에서 여러 데이터를 활용하여 지도화한다는 점에서 생태계서비스 기반의 공간의사결정지원 분야에서 높은 활용도가 있음 • 긴밀한 협력관계를 통한 의사결정지원시스템의 고도화 및 효율성 개선이 필요함
29	• • 과제명: Knowledge integration in Marine spatial planning: A practitioners' view on decision support tools with special focus on Marxan • 연구자(연도): Janβen et al.(2019) • 연구목적: MSP 의사결정지원 모델 리뷰 및 특징의 도출	• 해양공간관리계획 수립·이행을 위한 의사결정지원시스템을 전문가 및 이해관계자들과의 설문조사 및 인터뷰를 실시하여 조사함	• 의사결정지원시스템은 공간분석을 통하여 생태계서비스 가치 변화에 따른 비용-편익 정보를 제공함

구 분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
30	• 과제명: A computational approach to managing coupled human–enviornmental systems: the POSEIDON model of ocean fisheries • 연구자(연도): Bailey et al. (2019) • 연구목적: 해양활동(수산)과 해양자원을 통합적으로 관리하기 위한 정책지원기술의 분석	• POSEIDON 소프트웨어를 구축 후 시나리오를 분석함 • 베이지안 최적화를 이용하여 최적의 파라미터 도출 후 정책 의사결정과정에 반영함	• POSEIDON 소프트웨어를 통해 수산업의 다양한 현상 및 정책 분석에 적합함 • 해양수산 정책에 적용하기 위해 모델링 결과 검증, 모델의 복잡성, 모형 구축 등 개선이 필요함

자료: 저자 작성

2. 주요 위성정보 서비스 현황

〈표 부록-3〉 해양 위성정보 서비스 현황

위성	운영기관 (국가)	운영 기간 (시작-종료)	운영 목적	궤도/고도	해상도	관측 주기	센서	서비스 (공개 여부)
천리안 해양위성 1호	KARI, KIOST (한국)	2010년~ 2021년	해양환경 관측	정지궤도/ 고도 36,000km	8 분광밴드 (412~865 nm), 500 m/pxl	1시간 간격	해양탑재체 (GOCI)	무료 공개
천리안 해양위성 2호	KARI, KHOA, KIOST (한국)	2020년~ 현재	해양환경 관측	정지궤도/ 고도 36,000km	12 분광밴드 (380~865 nm), 250 m/pxl	1시간 간격	해양탑재체 2호(GOCI-II)	무료 공개
OrbView-2	NASA (미국)	1997년~ 2011년	해양환경 관측	극궤도	8 분광밴드 (412~865 nm), 250 m/pxl	1일 간격	SeaWiFS	무료 공개
Aqua	NASA (미국)	~현재	해양환경 관측	극궤도	16 분광밴드 (412~2130 nm), 250~1000 m/pxl	1일 간격	MODIS-Aqua	무료 공개
PACE	NASA (미국)	2024~ 현재	해양/대기환경 관측	극궤도	초분광(315~895 nm) + 9 분광밴드 (940~2258 nm), 1200 m/pxl	1일 간격	OCI	무료 공개
GLIMR	NASA	2027년~	해양환경 관측	정지궤도/	초분광(340~1040), 300 m/pxl	1시간~1일 간격 (해역에 따	HSI	무료 공개

위성	운영기관 (국가)	운영 기간 (시작-종료)	운영 목적	궤도/고도	해상도	관측 주기	센서	서비스 (공개 여부)
	(미국)	2028년(예정)		고도 36,000km		라 다름)		
Suomi NPP	NOAA (미국)	2011년~현재	해양환경 관측	극궤도	10 분광밴드 (411~2258 nm), 375 m/pxl	1일 간격	VIIRS	무료 공개
JPSS-1 /NOAA-20	NOAA (미국)	2017년~현재	해양환경 관측	극궤도	10 분광밴드 (411~2258 nm), 370 m/pxl	1일 간격	VIIRS	무료 공개
JPSS-2 /NOAA-21	NOAA (미국)	2022년~현재	해양환경 관측	극궤도	10 분광밴드 (410~2257 nm), 370 m/pxl	1일 간격	VIIRS	무료 공개
GeoXO	NOAA (미국)	2035년~2040년(예정)	해양환경 관측	정지궤도/ 고도 36,000km	초분광(350~1020), 300 m/pxl	1시간~1일 간격 (해역에 따라 다름)	OCX	무료 공개
ENVISAT	ESA (유럽)	2002년~2012년	해양환경 관측	극궤도	15 분광밴드 (412~900 nm), 300 m/pxl	1일 이상 간격	MERIS	무료 공개
Sentinel 3A	EUMETSAT (유럽)	2016년~현재	해양환경 관측	극궤도	21 분광밴드 (400~1013 nm), 300 m/pxl	1일 이상 간격	OLCI	무료 공개
Sentinel 3B	EUMETSAT	2018년~	해양환경 관측	극궤도	21 분광밴드	1일 이상 간격	OLCI	무료 공개

위성	운영기관 (국가)	운영 기간 (시작-종료)	운영 목적	궤도/고도	해상도	관측 주기	센서	서비스 (공개 여부)
	(유럽)	현재			(400~1013 nm), 300 m/pxl			
Sentinel 3C	EUMETSAT (유럽)	2026년 예정	해양환경 관측	극궤도	21 분광밴드 (400~1013 nm), 300 m/pxl	1일 이상 간격	OLCI	무료 공개
ADEOS	JAXA (일본)	1996년~ 1997년	해양환경 관측	극궤도	8 분광밴드 (412~865 nm) 700 m/pxl	1일 이상 간격	OCTS	무료 공개
ADEOS-II	JAXA (일본)	2002년~ 2003년	해양/대기환경 관측	극궤도	8 분광밴드 (412~865 nm) 250 m/pxl	1일 이상 간격	GLI	무료 공개
GCOM-C	JAXA (일본)	2017년~ 현재	해양/대기환경 관측	극궤도	13 분광밴드 (380~2211 nm) 250 m/pxl	1일 이상 간격	SGLI	무료 공개
WORLD VIEW-3	DigitalGlobe (미국)	2014년~ 현재	육상/해양환경 관측	극궤도	16 분광밴드 (426~2330 nm), 0.31~3.7 m/pxl	1일 이상 간격	WorldView -110	유료 공개

주: 실제로는 위 목록보다 더 많은 위성 자료들이 존재하지만, 다음 세 가지를 기준으로 주요 위성들을 선정함.
1) 해양 활용이 가능한 과거/현재 위성
2) 공개된 자료(무료/유료)
3) 검·보정이 잘 수행되고 신뢰성이 어느 정도 확보된 자료

자료: 전문가 자문(KIOST 해양위성센터) 및 문헌조사 결과를 토대로 저자 정리

3. 해양 위성정보 활용체계 타당성 분석

해양 부문의 위성정보 활용체계 구축에 있어 그 타당성을 체계적으로 분석하기 위해서는 사업의 중복성 분석과 편익 항목 도출을 활용할 수 있다. 이러한 분석 방법은 활용체계의 구축을 통해 발생하는 가치와 영향을 종합적으로 파악하여 활용체계 구축을 위한 추진 전략 및 개선 방안을 도출하는 데 유용하다.

1) 기존 위성 및 위성정보 활용 관련 유사 사업과의 중복성 검토

해양 위성정보 활용체계 구축의 타당성을 검토하기 위해서는 먼저 기존에 추진 중인 유사 사업과의 중복성을 분석할 필요가 있다. 현재 국내에서 추진 중인 위성정보 관련 주요 사업(국토위성, 환경위성, 기상위성 등)과 해양 위성정보 활용 사업의 차별성을 다음과 같이 분석할 수 있다.

(1) 국토위성정보 활용 사업과의 비교

국토교통부에서는 국토위성센터를 중심으로 국토의 관측 및 모니터링을 위한 위성정보의 활용 사업을 추진하고 있다. 국토위성센터는 국토의 계획·관리, 도시 개발, 교통, 재해재난 관리 등을 목적으로 위성정보를 활용하고 있으며 주로 육상 지역을 대상으로 하고 있다.[252)253)] 해양 위성정보의 활용 사업은 이와 다음과 같은 차별성을 가진다.

- 관측 대상의 차별성 : 해양 위성정보는 해양 및 연안 지역을 주요 관측 대상으로 하며 해양 특화 파라미터(해수면 온도, 클로로필, 해류, 파고,

252) 강민조·임용호(2015), pp. 1-124.
253) 김혜원 외(2021), pp. 1-243.

해수면 고도 등)에 초점을 맞추고 있다.

- 센서 및 관측 파장대의 차별성 : 해양관측에 특화된 센서와 파장대를 활용하며 특히 천리안 해양관측위성과 같은 해양 특화 위성을 중심으로 한다.
- 활용 목적의 차별성 : 해양자원의 관리, 해양환경의 보전, 해양 안전·방제, 수산업에 대한 지원 등 해양 분야에 특화된 목적을 가진다.

따라서 국토위성정보의 활용 사업과 해양 위성정보의 활용 사업은 각각 육상과 해양이라는 상이한 영역을 대상으로 하며, 활용 목적과 방법에서 명확한 차별성을 가진다고 볼 수 있다.

(2) 환경위성정보 활용 사업과의 비교

환경부에서는 환경위성센터를 중심으로 대기질, 기후변화, 생태계 등 환경 모니터링을 위한 위성정보 활용 사업을 추진하고 있다. 특히 대기환경의 모니터링 및 관리에 중점을 두고 있으며 GEMS(정지궤도 환경위성) 등을 활용하고 있다.[254)255)] 해양 위성정보의 활용 사업과 환경위성정보의 활용 사업의 차별성은 다음과 같다.

- 관측 대상 환경의 차별성 : 환경위성정보의 활용 사업은 주로 대기환경에 초점을 맞추는 반면, 해양 위성정보의 활용 사업은 해양환경에 초점을 맞춘다.
- 모니터링 대상 물질의 차별성 : 환경위성은 대기 중 미세먼지, 오존, 이산화질소 등 대기오염물질을 주로 측정하는 반면, 해양 위성은 해양 클로로필, 부유물질, 용존유기물, 적조 등 해양 파라미터를 중점적으로 관측한다.
- 정책 지원 영역의 차별성 : 환경위성정보는 대기질 관리, 기후변화 대응

254) 이윤빈 외(2010), pp. 1-293
255) 장임석 외(2023), pp. 763-774.

등의 정책을 지원하는 반면, 해양 위성정보는 해양공간계획, 해양보호구역 관리, 수산자원 관리 등의 해양 정책을 지원한다.

환경위성정보와 해양위성정보는 연안 지역이나 기후변화 영향 등에서 중첩되는 부분이 있을 수 있으나 기본적으로 대기와 해양이라는 서로 다른 환경 매체를 대상으로 하므로 상호보완적인 관계에 있다고 볼 수 있다.

(3) 기상위성정보 활용 사업과의 비교

기상청에서는 국가기상위성센터를 중심으로 기상 예보 및 기후 모니터링을 위한 위성정보의 활용 사업을 추진하고 있다. 특히 천리안 2A호를 활용한 대기 상태, 구름, 강수 등의 관측에 중점을 두고 있다.[256][257] 해양 위성정보 활용 사업과 기상위성정보 활용 사업의 차별성은 다음과 같다.

- 목적의 차별성 : 기상위성정보는 기상 예보 및 기후 모니터링을 주요 목적으로 하는 반면에, 해양 위성정보는 해양환경 관리 및 해양공간 이용·계획을 주요 목적으로 한다.
- 관측 대상의 차별성 : 기상위성은 대기 상태, 구름, 강수 등 기상 현상을 주로 관측하는 반면, 해양 위성은 해양 표면 및 수중 환경 특성을 중점적으로 관측한다.
- 활용 분야의 차별성 : 기상위성정보는 일기 예보, 태풍 예측, 가뭄 모니터링 등에 활용되는 반면, 해양 위성정보는 적조 모니터링, 해양오염 감시, 연안 변화 탐지 등에 활용된다.

256) 이윤곤 외(2019), pp. 1-59.
257) 유거송 외(2024), pp. 1-304.

기상위성정보와 해양 위성정보는 해무, 태풍, 해양기상 등 일부 영역에서 중첩될 수 있으나, 이는 상호보완적인 정보를 제공하는 것으로 볼 수 있다. 특히 해양-대기 간 상호작용의 연구 등에서는 두 분야의 위성정보를 통합적으로 활용하는 것이 필수적이다.

(4) 종합 평가

이상 분석을 종합하면, 해양 위성정보 활용 사업은 국토, 환경, 기상 등 기존 위성정보 활용 사업과 관측 대상, 목적, 활용 분야 등에서 명확한 차별성을 가지고 있다. 따라서 본 사업은 기존 사업과의 중복성이 낮으며 오히려 국가 위성정보 활용 체계의 공백을 메우는 보완적 역할을 한다.

〈표 부록-4〉 유사 사업과의 중복성 검토

구분	주요 관측대상	주요 활동	중복성 여부
국토위성	육상 전역(도시·교통·재해재난)	• 국토 계획·관리, 도시개발, 교통 흐름 분석, 재해재난 관리	• 관측 대상(육상 vs 해양) 및 파라미터(토지 vs 해수) 완전 차별화
환경위성	대기질(미세먼지·오존), 기후, 생태계	• 대기오염 모니터링, 기후변화 대응, 생태계 건강성 평가	• 연안 대기환경(해무·스모그) 등 일부 영역에서 보완적 중첩 가능
기상위성	대기 상태(구름·강수·태풍), 대기열분포	• 일기예보, 태풍·호우 예측, 가뭄·장마 모니터링	• 해무·연안 기후 현상 등 일부 교집합, 연구·분석 시 상호보완 필요

자료: 저자 작성

특히 해양은 국토의 중요한 일부이자 환경과 기후의 핵심 요소로서, 해양에 특화된 위성정보 활용 체계의 구축은 국가 위성정보 활용의 완결성을 높이는 데 기여할 것이다. 더불어 해양수산부, 국립해양조사원, 한국해양과학기술원 등 해양 관련 기관들의 고유 임무 수행을 위한 필수적인 정보 기반으로서의 역할도 담당할 것이다.

2) 해양 위성정보 활용체계 구축의 편익 항목 도출

해양 위성정보 활용 체계 구축의 경제적·사회적·환경적 타당성을 평가하기 위해 유사 사업의 예비타당성 보고서 및 관련 연구를 참고하여 다음과 같은 편익 항목을 도출할 수 있다.

(1) 경제적 편익

해양 위성정보 활용으로 인한 경제적 편익 중 직접적인 편익 항목 및 내용은 다음과 같다. 위성정보를 활용한 해양 모니터링은 선박이나 항공기를 이용한 현장 조사와 비교하면 비용을 크게 절감할 수 있다. 한국농촌경제연구원(2007)에서는 위성영상을 통한 농경지 조사 시 현장조사와 대비했을 때 비용 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다.[258] 해양의 경우 육상보다 접근성이 낮고 조사 비용이 더 높은 점을 고려하면 위성정보 활용을 통한 비용 절감 효과는 더 클 것으로 예상된다.

위성정보를 활용하여 해양 재해의 조기 탐지 및 대응으로 인한 피해 저감효과가 있다. 해양 분야에서는 적조로 인한 양식업 피해, 해무로 인한 선박 사고, 해양오염으로 인한 생태계 피해 등의 저감효과를 기대할 수 있다. 위성정보를 활용한 수산자원 관리, 해양에너지 개발, 해양광물 탐사 등의 효율화로 인한 경제적 가치 창출이 가능하다. 수자원위성 개발사업의 사전기획은 수자원 관리 효율화로 인한 편익을 도출했다.[259] 해양 분야에서는 어장 정보 제공을 통한 어업 생산성의 향상, 해양에너지(조류, 파력, 해상풍력 등)의 개발 적지 선정 지원 등의 효과를 기대할 수 있다.

다음으로 해양 위성정보의 활용으로 인한 경제적 편익 중 간접적인 편익 항목 및 내용은 다음과 같다. 위성정보를 활용한 과학적 해양공간의 계획

258) 권오복·김재환(2007), pp. 1-94.
259) 한국수자원공사(2016), pp. 1-208.

및 관리를 통해 정책 의사결정의 효율성과 정확성을 향상시킬 수 있다. 환경위성 개발사업에 관한 연구는 정책 의사결정 지원 편익을 도출했다.[260] 해양 분야에서는 해양공간계획, 공유수면 관리, 해양보호구역 지정 및 관리 등에 위성정보를 활용하여 합리적 의사결정을 지원할 수 있다.

위성정보의 국제적 공유 및 협력을 통한 국가 위상의 제고 및 협력적 해양 거버넌스의 구축에 기여할 수 있다. 천리안 해양관측위성 개발사업 기획(2020)에서는 국제협력 및 위상 강화 편익을 도출했다.[261] 해양 분야에서는 서해, 동해 등 주변국과 공유하는 해역의 공동 관리, 국제 해양 모니터링 프로그램 참여 등을 통한 협력 증진 효과를 기대할 수 있다.

해양 위성정보 활용 산업 육성을 통한 관련 기업의 경쟁력 강화 및 신규 비즈니스 모델 창출이 가능하다. 국토위성정보 활용사업의 타당성 분석(2015)에서는 관련한 산업육성의 편익을 도출했다.[262] 해양 분야에서는 위성정보에 기반한 해양 서비스 시장의 확대, 해양 빅데이터를 활용한 기업의 육성 등의 효과를 기대할 수 있다.

(2) 사회적 편익

위성정보의 활용으로 인한 사회적 편익의 항목 및 내용은 다음과 같다. 위성정보를 활용한 해양 교통, 수색 구조, 해양 안전관리 등을 통한 인명 및 재산 보호 효과가 있다. 해상교통안전 관련 사업 평가(2011)에서는 해양 안전성 향상의 편익을 도출했다.[263] 해양 분야는 선박 모니터링, 해무 예보, 해빙 감시 등의 해양사고 예방 효과를 기대할 수 있다.

위성정보의 공개 및 공유를 통해 해양 정보의 대국민 접근성 향상 및 정

260) 장임석 외(2023), pp. 763-774.
261) 박명숙 외(2020), pp. 1-237.
262) 김태정 외(2021), pp. 1-455.
263) 박진수 외(2011), pp. 1-157.

보 격차 해소에 기여할 수 있다. 국가공간정보체계구축사업 평가(2009), 지자체 공간정보체계구축의 경제적 타당성 분석 연구(2016)에서는 정보의 접근성 향상의 편익을 선정했다.[264][265] 해양 분야에서는 해양 위성정보 포털의 구축, 어민 대상으로 어장의 정보서비스 제공 등을 통한 정보 접근성의 향상 효과를 기대할 수 있다. 또한 위성정보를 활용한 해양 교육 및 연구 활성화를 통한 인재 양성 및 지식 창출에 기여할 수 있다. 과학기술의 인프라 구축(2007)에서는 교육 및 연구 지원 효과를 편익으로 도출했다.[266] 해양 분야에서는 해양 위성정보를 활용한 교육 프로그램의 개발, 대학·연구기관의 해양 연구 지원 등의 효과를 기대할 수 있다.

(3) 환경적 편익

해양 위성정보의 활용으로 인한 환경적인 편익의 항목 및 내용은 다음과 같다. 위성정보를 활용한 해양오염 감시, 생태계 모니터링 등을 통한 해양환경의 보전 및 개선 효과가 있다. 환경위성 개발사업의 타당성 분석(2019)에서는 환경 보전 효과를 편익으로 도출했다.[267] 해양 분야에서는 해양쓰레기에 대한 모니터링, 적조·녹조 감시, 불법 배출에 대한 탐지 등을 통해 해양환경의 보전 효과를 기대할 수 있다.

위성정보를 활용한 해양의 기후변화 모니터링 및 적응 대책 수립에 대한 지원을 통한 사회적 비용 절감 효과가 있다. 기후 및 기후변화 감시·예측정보를 응용한 기술개발 사업(2024)에서 기후변화 대응 효과를 편익항목으로 선정했다.[268] 해양 분야에서는 해수면 상승 모니터링, 해양 열용량의 변화 감시, 해양 산성화의 추적 등을 통해 기후변화에 대한 대응 효과를

264) 한국개발연구원(2009), pp. 1-67.
265) 박민호·박정일(2016), pp. 101-115.
266) 황일선 외(2007), pp. 1-147.
267) 장임석 외(2023), pp. 763-774.
268) 기상청(2023), pp. 1-86.

기대할 수 있다. 위성정보를 활용한 해양생태계 및 보호종 서식지의 모니터링을 통해 생물다양성 보전 효과가 있다. 생물다양성 가치평가 연구(2007)에서는 생물다양성 보전 편익을 선정했다.[269] 해양 분야에서는 해양보호구역에 대한 모니터링, 해양생태계의 변화 감시, 보호종 서식지의 관리 등을 통한 생물다양성 보전 효과를 기대할 수 있다.

이상의 편익 항목은 해양 위성정보의 활용 체계 구축 사업의 경제적·사회적·환경적 타당성을 종합적으로 평가하는 기준으로 활용될 수 있다. 특히 해양은 직접적인 시장 가치로 환산하기 어려운 공공재적 성격을 가지고 있으므로 간접적 경제 편익과 사회적·환경적 편익의 중요성이 더욱 크다.

〈표 부록-5〉 해양 위성정보 활용의 편익 항목(안) 도출

분류	편익 항목	주요 내용
경제적 편익 (직접)	해양 모니터링 비용 절감	• 선박·항공 조사 대비 위성영상 활용 시 비용 절감
	해양 재해 피해 저감	• 조기 탐지·대응으로 재해 피해 저감
	해양자원 관리 효율화	• 어장 정보 제공 → 어업 생산성 향상, 해양에너지·광물 탐사 지원
경제적 편익 (간접)	정책 의사결정 지원	• 과학적 해양공간계획 수립 → 정책 실패 비용 감소
	국제 협력 및 위상 강화	• 주변국과 정보 공유 → 국제 협력 증대, 국가 위상 제고
	산업 경쟁력 강화	• 위성정보 기반 해양서비스 시장 확대 → 기업 경쟁력 제고
사회적 편익	해양 안전 향상	• 해상사고 예측·모니터링 → 인명·재산 보호
	정보 접근성 향상	• 대국민 해양정보 포털·서비스 제공 → 정보 격차 해소
	교육 및 연구 지원	• 교육 프로그램·연구 데이터 제공 → 인재 양성·지식 창출
환경적 편익	해양환경 보전	• 오염 감시·생태계 모니터링 → 해양환경 보전·개선
	기후변화 대응	• 해수면 상승·열용량 변화 모니터링 → 적응 대책 수립 지원
	생물다양성 보전	• 보호종 서식지 모니터링 → 생태계 건강성 유지

자료: 저자 작성

269) 방상원 외(2007), pp. 1-443.

기본연구보고서 발간목록

2025년

01	청색경제 이행지표 개발 및 투자효과 분석	김주현
02	해양문화산업의 지역 경쟁력 진단과 발전전략 연구	이슬기
03	유해·교란 해양생물 지정 제도 개선방안 연구	정여진
04	해양보호구역의 효과적 관리 방안 연구	김미주
05	해양 복합위협의 실효적 대응 방안 연구	민영훈
06	해양 위성정보 활용 방안 연구	조성진
07	수산업 정책 전주기 연계성 강화 방안 연구	안지은
08	소비자 맞춤형 식품시장 성장에 따른 수산식품산업 대응 방안 연구	임경희
09	외국인 어선원 확보를 위한 제도 개선 연구	정명화
10	수산식품 물가 안정화 방안 연구	박혜진
11	수산물 업사이클링 생태계 조성 방안 연구	이남수
12	어촌과 연안의 통합적 발전을 위한 바다생활권 도입방안 연구	박상우
13	해운 얼라이언스 재편에 따른 영향분석과 대응방안 연구	김병주
14	연안대중교통의 운영 효율성 제고를 위한 정책 연구	류희영
15	그린 암모니아 선박 연료 전환 대응 방안 연구	전서연
16	스마트항만 기술 수용성 제고를 위한 법·제도 개선 방안 연구	이다예
17	탄소중립항만 전환을 위한 항만하역장비 관리체계 개선 방안 연구	이혜령
18	부산항 중장기 발전전략 연구	김근섭
19	재난 · 재해 대비 항만 위험물 컨테이너 물류공급망 대응 방안 연구	최나영환
20	국제물류시장 공정경쟁질서 확립 방안 연구	김동환

2024년

01	섬·바다·강 연계 관광 네트워크 구축방안 연구	최일선
02	해양 스타트업 실패 자산화 방안 연구	좌미라
03	시민친화적 바닷가 공간 조성에 관한 연구	정지호
04	연안이용 관리 법제 정비방안 연구	최석문
05	특별관리해역 관리제도 재편 방안 연구	최수빈
06	해양관할구역 과세권한의 체계적 배분방안 연구	이혜영
07	어업인의 디지털 전환 수용성 제고방안 연구	오서연
08	수산물 무역(수출입) 단기 전망모형 구축 연구	한기욱
09	어촌소멸에 따른 사회경제적 영향분석과 대응전략 연구	이상규
10	어촌다움에 기반한 어촌공간관리 방안 연구	이승혜
11	파생상품을 이용한 해운선사의 위험관리에 관한 연구 - 운임선도거래(FFA)를 중심으로 -	김한나
12	내항상선 해양사고 경감방안 연구	허성례
13	항만재개발사업 공공성 강화 방안 연구	김세원
14	해외 항만터미널 확보 전략 연구	김근섭
15	항만 하역능력의 서비스 수준 개선 연구	이화섭
16	국내 무역항 거버넌스 체계 개편방안 연구	김근섭
17	선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구	박혜리
18	국제물류기업 육성을 위한 법제 개선방안 연구	최나영환
19	글로벌 공급망 리스크 대응 정책효과 분석 모형 개발 연구	강무홍
20	한-북미 무역구조 분석 및 물류공급망 변화 대응방안 연구	이성우

수시연구보고서 발간목록

2025년

01	해양치유시설 조성·운영 제도 개선 연구	이정아
02	국제 해양질서 전환 대응 해양대외전략 기반 연구	박수진
03	유기수산식품 국제 동등성 확보 방안	오서연
04	선원 복지 개선방안 연구 - 선내 급식을 중심으로	허성례
05	항만재개발사업 추진 체계 재정립 연구 - 항만재개발사업 업무 매뉴얼 개선을 중심으로	김세원
06	군소도서국 해양수산 국제협력 방안 수립	전혜은
07	어촌발전특구 도입을 위한 법·제도 연구	박상우
08	해양생태계서비스 활용 방안 연구	정세미
09	해양에너지 산업 활성화 방안 연구	육근형
10	비관리청항만개발사업 정보화 정책 방향 연구	이종필
11	해양안보 위협지수 개발 및 활용방안 연구 - 선박 이상 행위를 중심으로	민영훈
12	지방관리무역항 보안관리체계 재정립 연구	김가현
13	부산항 터미널 위험물 컨테이너 장치 효율 개선 방안 연구 - 법·제도 측면 -	김우선
14	새만금호 수질관리 강화 방안 연구	장원근
15	미 상호주의 대응 수산분야 비관세장벽 영향 연구	이정미
16	수중레저 안전관리 체계 정비를 위한 제도개선 연구	이정아

2024년

01	해양정보산업 진흥을 위한 제도 개선 방안 연구	김찬웅
02	한-아프리카 국제수산협력 체계 개선 연구	이채령
03	해양안보 MDA 체계 구축 · 활용 방안 연구	민영훈
04	인천항 자유무역지역의 효과적 운영을 위한 전략 방안	한장협
05	해양문화자원을 활용한 연안도시활력 증진 방안 연구	이슬기
06	부산항 물동량 유치방안 연구	김은우
07	국제사회의 대북제재 동향과 우리의 대응:해양수산분야를 중심으로	채수란
08	국내 연안여객선 관광·이용 활성화 방안 연구	이정아
09	내수면어업 허가·신고 제도 개선방안 연구	최순
10	어업선진화를 위한 어업관리체계 개편방안	심성현
11	글로벌 공급망 변동에 따른 해운물류 지원방안	황수진
12	연안 중소선사의 탄소중립 달성을 위한 친환경정책 지원방안	류희영
13	항만기술산업 활성화를 위한 법제도 정비 방안 연구	김보경
14	해양모태펀드 투자활성화 방안 연구	한기원
15	특별관리해역 내 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 강화방안	장원근
16	중대재해처벌법 대응 양식장 안전성 개선 방안 연구	윤미경
17	국가관리연안항 발전전략 수립체계 연구	신정훈
18	글로벌 공급망 대응 해운항만물류 전문인력 양성 발전방안 연구	권보배
19	해양수산 국제개발협력 중장기 전략 연구	전혜은

일반연구보고서 발간목록

2025년

01	해양수산 공공데이터 플랫폼 활용 제고 방안 연구	김성은
02	동아시아 해양플라스틱 오염 대응 재원 조성 방안	이윤정
03	한-아세안 해양협력 전략적 강화방안 연구	최지연
04	수산업 강제노동 규범화 대응체계 구축연구	박찬엽
05	해조류 활용 신산업 생태계 조성 방안 연구	조헌주
06	미국 무역환경 변화와 해운·조선산업의 영향 분석 연구	김한나
07	해상운임에 대한 지정학적 리스크의 전이효과 분석	최영재
08	스마트항만 개발 효과 산정 방법론 연구	안승현
09	항만 수급분석 체계화 및 지침 마련 연구	신정훈
10	비컨테이너 부두 하역능력 산정을 위한 적정 점유율 기준 연구	이화섭
11	국가 스마트 콜드체인 물류거점센터 구축연구	조지성
12	해운항만물류 전문인력 중개 플랫폼 모델 개발	권보배
13	미국 이력 추적 의무화에 따른 수산물 수출기업 대응실태 분석 연구	박혜진
14	AI 활용 글로벌 수산이슈 및 무역전망체계 고도화 연구	한기욱
15	섬어촌 디지털 정보격차 해소를 위한 정책연구	이상규

2024년

01	한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안	김엄지
02	전환기 글로벌 해양환경규범의 대응력 강화 연구	박수진
03	해양 지속가능성 시범 평가 연구	최희정
04	Scope 3 기준 원양산업 탄소배출추정 및 대응방안 연구 - 원양저연승어업을중심으로	조헌주
05	수산물 공급망 관리 개선방안 연구(한태 무역을 중심으로)	한기욱
06	신통상규범 확대에 따른 수산분야 영향 및 대응방안	박혜진
07	탄소배출 규제 대응을 위한 컨테이너 선대 교체 수요 추정 연구	최건우
08	연안항개발사업의 경제적 편익에 관한 연구	김성아
09	한국과 미동부 항만 간 녹색해운항로 구축방안 연구	김가현
10	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅲ) - 철광석,화학공업생산품,기타광석,잡화를중심으로	이나영
11	접안 대기시간 감소에 따른 탄소집약도지수(CII) 변화 분석	김보람

기본연구 2025-06

해양 위성정보 활용 방안 연구

인 쇄 2025년 12월 29일
발 행 2025년 12월 31일

발 행 인 조 정 희
발 행 처 한국해양수산개발원
주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)
연 락 처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)
등 록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 애드원플러스 (070-4390-3850)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337
정가 15,000원

해양 위성정보 활용 방안 연구

A Study on Application Strategies of Marine Satellite Information

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

49111 부산광역시 영도구 해양로301번길 26 (동삼동)
TEL. 051-797-4800 FAX. 051-797-4810

값 15000 원
93300
9 791168 662964
ISBN 979-11-6866-296-4