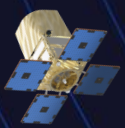
국토지리정보원
국토위성센터

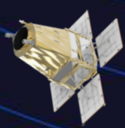
VOL. 4
May 2021

wegle;위글

위성센터 글로 만나다

We Explore Global · Land · Events





01

국토위성 1호, 첫 영상 공개

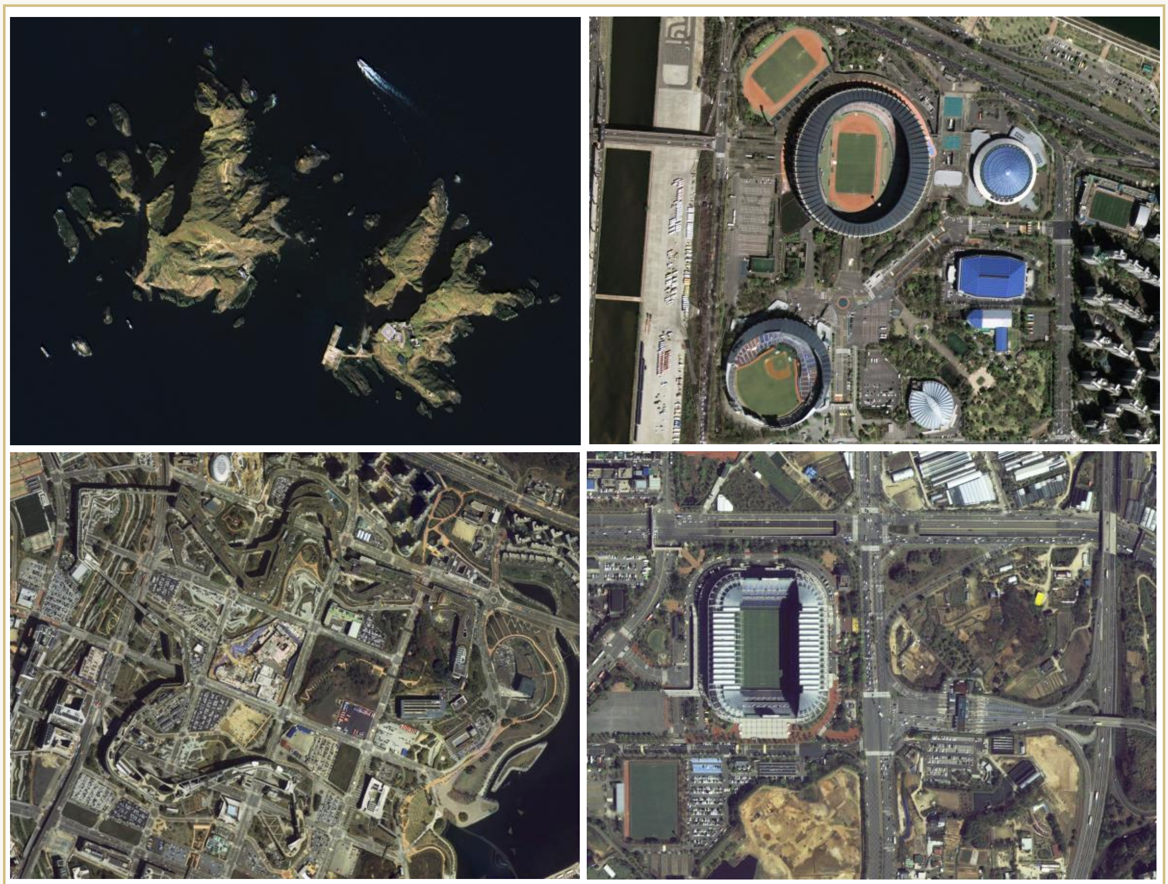
'21년 3월 22일 발사에 성공한 국토위성 1호가 발사 후 약 3주간 촬영한 영상을 최초로 공개했다. 앞으로 약 5개월 후 운영에 필요한 검·보정 과정을 마치고 본격적으로 촬영 임무를 수행할 예정이다.

2021년 5월 4일 국토위성 1호가 촬영한 영상이 최초로 대중에 공개되었다. 발사 후 약 3주간 촬영된 것으로 한반도와 전세계를 촬영한 총 13장의 영상이다. 공개된 영상의 국내촬영은 3월 31일, 4월 8일과 14일에 이루어 졌으며, 발사 후 가장 빨리 촬영된 영상은 3월 31일로 울릉도 독도 지역을 담고 있다. 국토위성 1호로 찍은 독도 영상은 기복이 심한 독도의 지형, 항구 시설, 건물과 헬리패드, 태양광 시설, 인근을 지나가는 선박까지 매우 선명하게 담고 있었다.

이후 촬영된 4월 8일과 14일은 한반도 내륙지방이 모두 청천상태로 구름 없이 매우 선명한 영상이 찍혔다. 4월 8일 서울 잠실 종합운동장과 대전 월드컵경기장 인근을 촬영한 영상은 경기장 대형 시설물 뿐만 아니라 인근 도로를 지나가는 자동차까지 매우 선명하게 확인할 수 있었고, 세종시 영상은 정부청사와 옥상녹화시설까지 뚜렷하게 지상의 지형, 지물을 확인할 수 있었다.

국토위성 1호 촬영 영상 (국내)

(상) 좌 – 울릉도 독도(촬영일: '21.03.31), 우 – 서울 종합운동장('21.04.08)
(하) 좌 – 세종 정부청사('21.04.08), 우 – 대전 월드컵경기장('21.04.08)



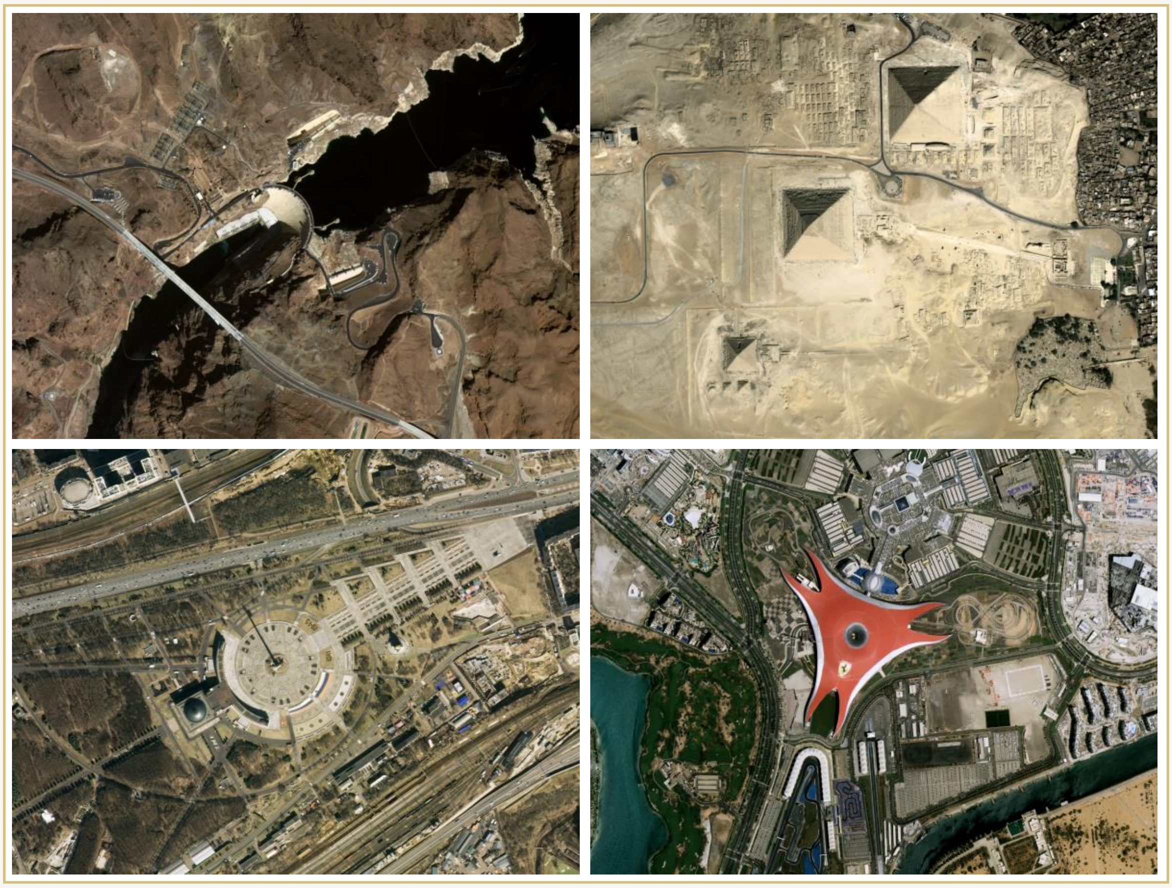
국토위성센터는 국토위성 1호의 주 활용기관으로, 2021년 10월 말부터 국토위성 1호의 본격 운영과 활용을 시작할 예정이다.

국내뿐만 아니라 전세계 주요 지점들을 국토위성 1호로 촬영한 영상 또한 공개 되었다. 아랍에미리트 두바이와 아부다비, 이집트, 잠비아, 미국 캘리포니아, 러시아 모스크바, 인도 등의 주요 자연자원 및 구조물 등이 영상에 선명하게 담겼다. 현재 검·보정 1단계중인 국토위성 1호는 검·보정 1, 2단계를 모두 마치고 더욱 개선된 품질의 영상을 산출할 수 있을 것으로 예상된다.

국토위성센터는 검·보정 1단계가 종료('21.06.20: 차세대중형위성 1단계 개발사업 종료)되는 6월 말부터 원본 영상을 수집할 예정이다. 검·보정 2단계부터는 품질 모니터링 등에 참여하고, 8월 말부터 표준영상을 수집하여 국토위성센터의 정밀정사영상 및 활용산출물 생산 시스템과 산출물에 대한 점검을 추진할 예정이다('21.09.20: 검·보정 2단계 종료 예정). 이후, 9월 말부터 약 1개월 간 한국항공우주연구원과 함께 표준영상제품(Level1)에 대한 검증을 수행하고, 국토위성센터는 10월 말부터 국토위성 1호의 본격 운영과 활용을 수행하게 된다.

국토위성 1호 촬영 영상 (국외)

(상) 좌 - 미국 캘리포니아 후버댐(촬영일: '21.04.07), 우 - 이집트 피라미드 ('21.04.03)
(하) 좌 - 러시아 모스크바 승리기념관('21.04.11), 우 - 아랍에미리트 페라리월드('21.04.12)



02

국토위성 1호, 개발사업 추진 경과

국토위성(차세대중형위성 1호) 개발사업이 2015년 3월 최초 착수한 이래, 2021년 3월 22일의 성공적인 발사와 1단계 초기운영을 마치고 6월 20일에 종료될 예정이다.

국토위성의 개발은 국토 및 자원 관리, 재해 · 재난 대응, 공간정보 구축 등에 활용하기 위해 차세대중형위성 개발사업의 일환으로 2015년 3월에 시작되었다. 2021년 3월 22일에 국토위성이 성공적으로 발사되었고, 약 3개월의 초기운영을 마친 후 6월 20일에 국토위성(차세대중형위성 1호) 개발사업은 공식적으로 종료될 예정이다. 탑재체 부품의 국산화 지연 및 코로나19로 인한 위성 발사 연기 등으로 인해 세 차례 사업기간이 조정되었고, 국토위성(차세대중형위성 1호) 개발사업은 최초 사업기간('15.3~'19.12) 대비 약 1년 6개월 정도 지연되었다.

차세대중형위성 시리즈는 다양한 공공분야 수요 충족 및 중형위성 독자개발을 통한 민간산업 육성을 목표로 2012년 4월 최초 기획연구에 착수하였다. 이후 2012년 7월부터 약 한 달 간 정부부처를 대상으로 활용 수요조사를 수행하였고, 이를 통해 국토위성 1호, 2호를 포함해 총 12기를 대상으로 차세대중형위성 개발 로드맵을 수립했다.

차세대중형위성 개발 로드맵

<table>
<tr><th colspan="2">위성 명</th><th>용도 (탑재체)</th><th colspan="2">위성 명</th><th>용도 (탑재체)</th></tr>
<tr><td>1호</td><td>지상관측위성
(정밀)</td><td rowspan="2">공공안전, 재해/재난감시 및 대응,
공간정보구축 등
(전자광학카메라, 해상도 1m급)</td><td>7호</td><td>감시위성
(수동형레이더)</td><td rowspan="3">국가수요, 해양오염/재난감시,
선박이동감시 등
(수동형 영상레이더, 해상도 1m급)</td></tr>
<tr><td>2호</td><td>지상관측위성
(정밀)</td><td>8호</td><td>감시위성
(수동형레이더)</td></tr>
<tr><td>3호</td><td>우주과학 · 검증위성
(한국형발사체탑재)</td><td>우주과학연구및핵심우주기술검증
(한국형 발사체 시험발사 탑재)</td><td>9호</td><td>감시위성
(수동형레이더)</td></tr>
<tr><td>4호</td><td>기상 · 환경위성
(마이크로파)</td><td>기상예보, 수치모델링 등
(마이크로파 영상기, 해상도 15km 급)</td><td>10호</td><td>기상 · 환경위성
(초분광)</td><td>환경오염 감시,
기후변화감시 등
(하이퍼스펙트로미터, 해상도 5m급)</td></tr>
<tr><td>5호</td><td>지상관측위성
(광역)</td><td>농경지현황, 국내외 농작물작황,
산림자원현황 등
(전자광학카메라, 해상도 수m이상)</td><td>11호</td><td>지상관측위성
(광역)</td><td>국가수요, 해양오염/재난감시,
선박이동감시 등
(수동형 영상레이더, 해상도 1m급)</td></tr>
<tr><td>6호</td><td>감시위성
(수동형레이더)</td><td>국가수요, 해양오염/재난감시,
선박이동감시 등
(수동형 영상레이더, 해상도 1m급)</td><td>12호</td><td>우주과학 · 검증위성
(우주망원경)</td><td>우주과학연구및핵심우주기술검증
(한국형발사체 이중발사 탑재위성)</td></tr>
</table>

출처 : 노태수 외 (2012), 차세대중형위성 개발방향 및 전략에 관한 기획연구, 교육과학기술부

차세대중형위성 기획 연구 이후, 2012년 12월 부터 2014년 2월 까지 차세대중형위성 개발 및 예비타당성 조사를 위한 『차세대중형위성 개발 선행연구』가 진행되었으며, 2013년 5월 부터 2014년 6월 까지 차세대중형위성 개발 대상 위성 중 1호, 2호, 3호 3기를 대상으로 예비타당성 조사를 수행하였다.

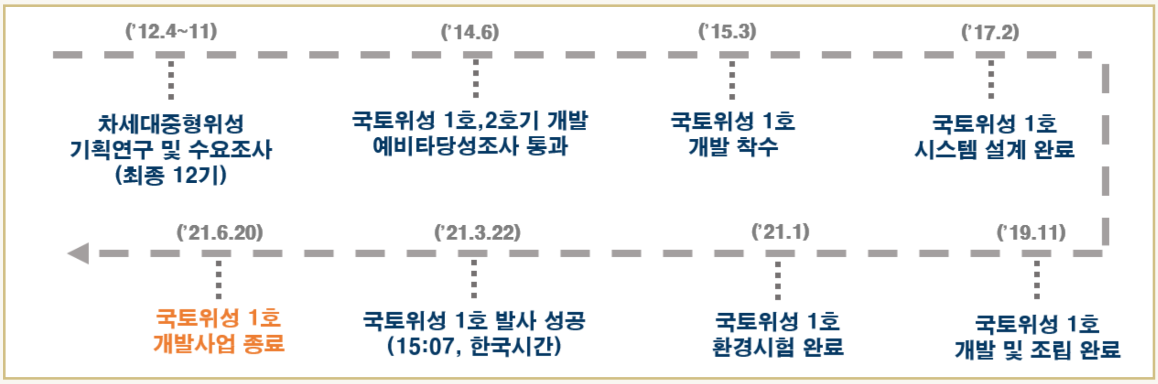
예비타당성 조사 시 한국형 발사체 검증용인 차세대중형위성 3호기는 비용 및 편익 분석을 위한 근거 부족으로 예비타당성 조사 대상에서 제외되었고, 차세대중형위성 1, 2호기 총 2기에 대해서 예비타당성 조사를 수행한 결과, 개발 시행 적절(B/C 0.81, AHP 0.609, 총사업비 2,240억원 규모)로 사업 추진 승인을 받았다.

이후 2014년 12월 차세대중형위성 1호, 2호 개발을 위한 「차세대중형위성 1단계 기본계획」을 국가우주위원회에서 의결 받고, 2015년 2월 차세대중형위성 개발사업 추진위원회에서 사업추진에 대한 심의·의결을 통해 2015년 3월 차세대중형위성 1호 개발(주관기관: 한국항공우주연구원)에 착수하였다.

2015년 3월 본격 개발에 착수한 국토위성(차세대중형위성 1호)는 2017년 2월 까지 시스템 설계검토, 예비설계, 상세설계 등의 '시스템 설계' 작업을 수행하고, 2019년 11월까지 '위성 본체 · 탑재체 개발 및 전체 조립'을 완료하였다. 이후 2021년 1월 까지 진동 및 음향시험, 전자파 시험 등의 국내에서의 '환경시험'을 마치고, 2021년 3월 22일 카자흐스탄 바이코누르 우주센터에서 성공적으로 발사되었다. 2021년 6월까지 1단계 초기운영 후 국토위성(차세대중형위성 1호) 개발사업은 종료될 예정이다.

국토위성(차세대중형위성 1호) 개발사업은 사업 착수 당시 2015년 3월 부터 2019년 12월 까지 총 개발기간 4년 9개월에 1,572억원(과기정통부: 1,161억원, 국토부: 411억원)의 사업비로 계획 되었다. 그러나 추진 과정에서 탑재체 부품의 국산화가 2회 지연되어 사업기간이 1년 2개월 연장되었고, 2020년 코로나19 확산으로 인해 위성 발사가 약 4개월 연장되어 총 1년 6개월의 사업기간이 연장되었다. 이에 따라 총 사업비도 1,579.2억원으로 약 7억원 늘어났다. 국토위성(차세대중형위성 1호)는 개발사업 종료 후 약 3개월의 2단계 초기운영을 거쳐 2021년 10월 부터 정식 서비스를 제공할 예정이다.

2호 개발사업(총 사업비: 855.5억원, 사업기간: 2018.1.1~2022.4.30)의 경우 2018년 1월에 착수해 2022년 상반기에 위성 발사 후 2022년 4월에 개발사업이 종료될 예정이다.



03

사용자 친화형 영상 제품(ARD) - 국제 동향 및 국토위성센터 추진현황

국제지구관측위성위원회(CEOS)를 중심으로 위성영상 산출물이 분석에 즉시 사용 가능하고, 영상간 상호 운용이 가능한 형태인 ARD 제공을 위한 표준 규격화가 진행 · 확산되고 있다.

지난 위성정보활용워크숍 2020(주관: 한국항공우주연구원)에서 발표된 '국내 위성영상 산업 현황 및 발전방향(발표: ㈜트리마란)'에 따르면, 국내 위성정보 활용기업의 성장 장애요인으로 '분석 전문인력 확보 어려움(3.7점)', '가공(처리) 전문인력 확보 어려움(3.6점)'이 2, 3위로 꼽혔다. 대다수 지구관측위성 산출물의 이·활용은 원격탐사, 영상처리 분야의 전문지식이 요구되어 비 전문가의 사용편의성 및 활용도가 낮다. 이와 같은 한계는 위성영상의 활용 확산을 막는 주된 요인으로 보다 쉽게 위성영상을 활용할 수 있는 산출물의 필요성이 국내뿐만 아니라 국제적으로 대두되고 있다.

국제지구관측위성위원회(Committee on Earth Observation Satellite, CEOS)는 사용자가 최소한의 노력으로 위성영상을 분석할 수 있도록 광학/SAR 위성 산출물을 규격화하고 표준화하는 작업을 진행 중이며, 이를 만족하는 제품을 ARD(Analysis Ready Data)로 명명하고 아래와 같이 정의하고 있다.

CEOS ARD 정의

CEOS Analysis Ready Data for Land (CARD4L) are satellite data that have been processed to a minimum set of requirements and organized into a form that allows immediate analysis with a minimum of additional user effort and interoperability both through time and with other datasets.

출처 : CEOS Analysis Ready Data for Land(CARD4L) Description Document

CARD4L 중 광학위성 제품으로는 표면반사율과 표면온도가 있으며, 각각 제품군 사양(Product Family Spec, 이하 PFS) 에는 일반 메타정보, 픽셀별 메타정보, 방사/대기보정 정보, 기하보정 정보의 4가지 요소를 포함하고 있다. 각 요소는 최소(Threshold)와 목표(Target) 요구사항을 가지고 있는데, CEOS는 두 요구사항에 대해 자체평가(Self-assessment)와 동료평가(Peer-review) 절차를 거쳐 ARD 제품으로 승인하고 있다. 현재 Landsat Collection 2의 표면반사율과 표면온도 산출물이 PFS v4에 만족하여 CARD4L로 승인 되었으며, PFS v5 기준 Landsat, Sentinel-2, EnMAP 등이 CARD4L 개발 또는 평가에 진행 중에 있다.

현재, CEOS의 ARD 제품군 사양(최소, 목표 요구사항)은 중해상도(공간해상도 < 10m) 중심임에 따라 국토위성과 같은 고해상도 위성에 적용하기 위해서는 별도의 규격 및 요구사항에 대한 정의 등이 필요하다.

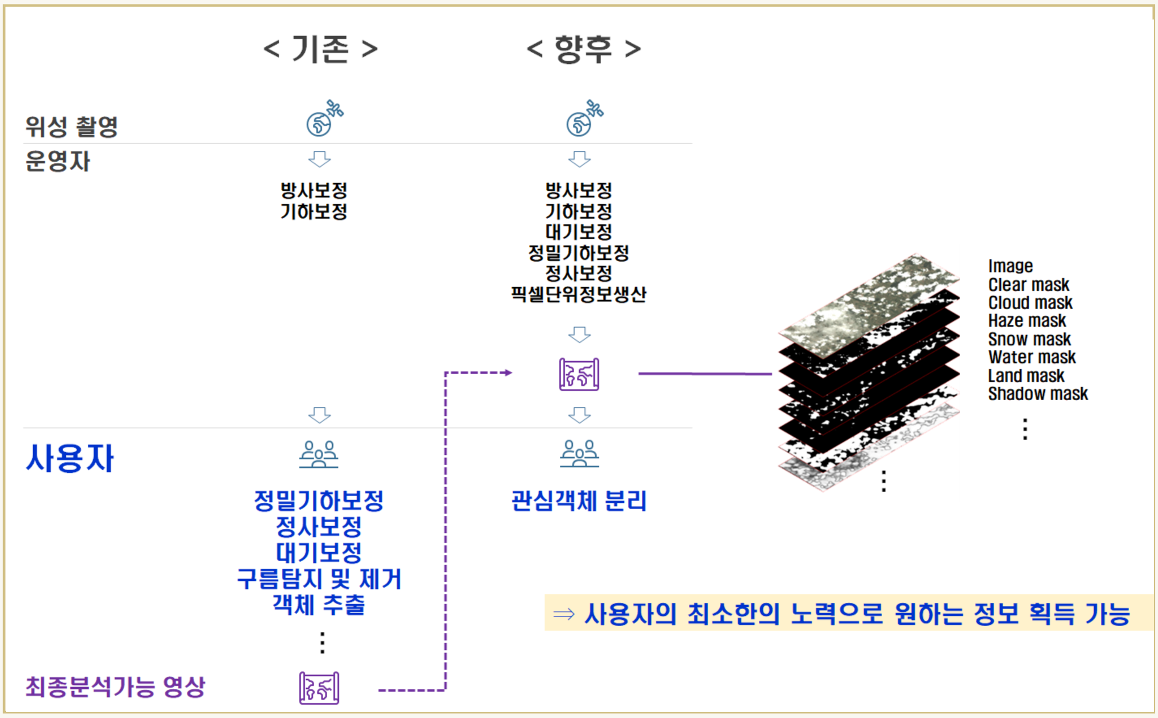
국토위성센터에서는 원격탐사 비 전문가들도 쉽게 위성영상을 이·활용할 수 있도록 사용자 친화형 영상 제품(ARD) 구축을 위한 기획연구를 추진 중이다.

국토위성센터는 CEOS가 정의하는 ARD 개념을 고해상도 위성영상에 적용하여 사용자 친화형 영상 제품(ARD)으로 정의하고, 이를 구축하기 위한 기획연구를 추진('21.1.22 ~ '21.7.20)하고 있다. 기존과 차별화된(그림 참고) 제품을 생산·서비스하여 국토위성 임무인 공공분야 위성 수요에 효과적으로 대응하고, 일반 사용자들이 위성영상을 쉽게 확보하고 이용할 수 있는 환경을 조성하기 위함이다.

사용자 친화형 영상 제품을 국토위성 생애주기에 맞춰 성공적으로 생산·서비스하기 위해 연구단 뿐만 아니라 다양한 전문가들의 의견을 수렴하여 과제를 진행하고 있다. 지난 3월 15일, 국내 원격탐사, 공간정보 전문가 7명으로 구성된 자문회의를 개최하여 대기보정, 기하보정 등 기초기술 개발 우선순위에 대해 논의하였다. 5월 27일에는 ISRS 국제 원격탐사 학회를 통해 공청회를 개최하여 국토위성센터에서 서비스하고자 하는 사용자 친화형 영상 제품에 대해 공유하고, 전문가의 고견을 듣는 자리를 마련하였다. 또한 위성영상 활용 애로사항의 해결, 타 기관과의 협업 요소 도출, 활용 활성화 정책 수립 등을 위해 공공기관, 연구기관, 산업계, 학계 등을 대상으로 설문조사를 기획하고 있다.

향후 국토위성센터는 사용자 친화형 영상 제품 구축 및 서비스를 통해 고도의 가공·분석 기술 및 고가의 소프트웨어를 요하지 않는 전처리 완료된 정보를 제공할 예정이다. 이를 통해 국토위성의 사용 문턱을 낮춰 대국민 접근성·활용성을 향상시키고 민간 주도의 위성영상 활용기술 개발 지원을 통해 산업 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

기존 위성영상 산출물과의 사용자 편의성 차이



04

국토위성센터 발전 방향
- 국내 위성센터 업무 현황 분석을 중심으로(1)

위성 개발 및 운영, 활용 업무를 추진해 온 국내 위성센터의 시기별 추진업무 분석을 통해 국토위성센터 발전 방향의 시사점을 도출하였다.

국토위성센터는 2019년 11월 1일에 설립되어, 국토위성(1호: '21.03.22 발사 성공)의 본격 운영을 앞두고 있다. 위성은 초기운영 및 검 · 보정 단계를 마치고 10월부터 본격 운영될 예정으로, 그에 앞서 위성 개발 및 운영과 활용 업무를 추진해온 국내 타 위성센터(국가기상위성센터, 해양위성센터, 환경위성센터)의 시기별 추진업무를 분석하여 국토위성센터 업무추진 및 발전방향의 시사점을 도출하고자 한다.

위성센터 현황

센터	국가기상위성센터	해양위성센터	환경위성센터
소속	기상청	한국해양과학기술원 (해양수산부)	국립환경과학원 (환경부)
목적	기상위성 지상국 개발 및 운영	해양위성 운영 및 해양환경 준실시간 모니터링	환경위성 자료생산 및 활용기술 개발, 지상국 운영
설립연도	2009년 4월	2008년 3월	2018년 3월
조직	3과(기획,운영,분석) 1팀(차세대위성)	3팀(기획, 운영, 연구)	3팀(개발, 활용, 운영)
운영위성 (센서)	천리안 위성 2A호(AMI) 천리안 위성(MI, 종료)	천리안 위성2B호(GOCI-II) 천리안 위성(GOCI, 종료)	천리안 위성 2B호(GEMS)
주요 산출물	구름탐지, 오존량, 강우강도, 적설, 해빙, 에어로졸, 황사 등 23종	적조, 녹조, 염분농도, 해빙, 해무, 어장지수, 해양 전선 등 26종	대기 오염물질 5종(이산화황, 오존, 이산화질소, 포름알데히드, 에어로졸)

국가기상위성센터

국가기상위성센터는 날씨, 기후, 환경 등에 관한 위성자료를 관측 및 수집하여 서비스하는 기상위성 전문기관으로, 2009년 11월에 설립되었다. 1970년대부터 미국, 일본, 유럽, 중국 기상위성 자료의 수신 시스템을 구축하여 분석해왔으며, 현재는 기상센서가 탑재된 천리안위성(COMS-임무종료, GK-2A)를 운용 및 분석 · 서비스 중이다.

2010년 천리안 기상위성 1호(MI)가 발사된 이후부터 살펴보면, 위성의 개발 · 발사 · 운영과 산출물 및 센터 운영체계와 관련된 연구를 진행하였으며 그 결과를 논문, 학술대회, 연차보고서, 기술노트 등 다양한 수단을 통해 공유해왔다. 위성 개발 및 초기 운영 단계에서는 IOT(In Orbit Test) 기간에 수행한 품질검증 결과를 논문으로 발표하였으며, 산출물 개발 알고리즘 문서(ATBD)를 홈페이지에 게재하였다. 천리안 기상위성 2A(AMI)의 경우, 개발 단계에서부터 예상 산출물의 생산 및 품질에 대해 시뮬레이션을 수행하여 결과를 공개하기도 하였다. 위성의 본격 운영시기에는 홈페이지를 통해 위치보정 · 복사보정과 관련된 품질정보를 주 · 월 · 연 단위로 제공하고 있다.

해양위성센터

2008년 3월, 한국해양과학기술원(KIOST) 내에 설립된 해양위성센터는 적조, 갈조, 녹조, 해빙, 해무 등 해양요소를 관측할 수 있는 해색센서(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI)가 탑재된 천리안위성(COMS-임무종료, GK-2B)의 주 운영기관이다. 해양위성센터에서는 1996년부터 현재까지 천리안 해양위성 및 위성센터와 관련된 논문, 학술발표, 보고서, 특허 등을 발표하였다. 센터 설립 초기에는 위성 및 위성센터의 소개, 개발현황, 시스템 구축현황 등 홍보를 위한 발표가 많았다. 천리안 해양위성 1호(GOCI)가 발사된 시점('10.6)에는 위성 운영, 지상시스템 관리, 알고리즘 개발연구를 주로 수행하였으며, 특히 위성의 검 · 보정을 위한 기반을 구축하고 관련된 연구를 활발히 수행하였다. 천리안 해양위성 2호(GOCI-II)의 경우 탑재체(GOCI-II) 개발에 직접 참여하면서 위성의 궤도 및 센서 특성에 대한 연구를 진행하였다. 2호가 발사('20.2)된 전 · 후로는 위성의 성능 향상과 함께 기존 산출물 생산 알고리즘 개선 및 활용기술 개발과 관련된 연구를 주로 수행하였다.

환경위성센터

2018년 2월, 국립환경과학원 내에 설립된 환경위성센터는 2020년 2월 19일에 발사된 천리안 환경위성(GEMS, GK-2B)의 주 운영 기관으로, 대기오염 및 기후변화 유발물질의 발생과 이동을 관측한다. 센터 설립 전부터 타 환경위성 자료를 이용하여 대기오염물질의 유입정보 분석기술 개발과 이동에 대한 연구를 꾸준히 진행해왔다. 센터 초기 운영단계에서는 위성자료 수신시스템의 성능 분석을 위한 모의 및 실측자료를 이용하여 지상국 운영과 검증을 위한 연구를 주로 진행하였으며, 연구와 관련된 보고서는 홈페이지에 게재하고 있다. 2019년부터는 기계학습 및 딥러닝 기반, 다중 위성자료의 융합 연구를 통해 위성자료의 검증 및 정확도 향상을 위한 연구가 진행되고 있다. 특히 국제협력을 통해 산출물 자료의 상호 검증과 위성 운영 활용기술을 서로 공유하는 등 다양한 협업체계를 갖고 있으며, 2010년부터 환경위성국제워크숍을 매년 NASA, ESA, 캐나다, 중국, 일본 등 관련 기관 및 대학 관계자가 모여 위성의 개발, 활용, 검증 등 다양한 주제를 공유하고 있다.

시사점

시기	시사점
발사초기	위성운영을 위한 기초기술 개발, 국토위성(센터) 인지도 제고를 위한 홍보활동
위성운영	국토위성 시스템 및 산출물 품질 검증, 관련 기관과의 협의체 구성을 통한 지속적인 정보 공유
활용확산	활용산출물 개발 및 국내외 고해상도 위성의 공동 활용 · 연구 수행 필요
후속위성	후속위성 개발 단계부터 국토위성센터의 참여를 통해 알고리즘 개발 및 검·보정 수행 필요

국내 타 위성센터 사례를 통해 발사초기, 본격운영, 활용확산 및 후속위성 개발 시기별로 추진업무를 간략하게 도출하였다. 국내 타 위성센터는 목적에 특화된 탑재체 기반의 정지궤도위성을 운영해왔고, 국토위성센터는 다목적에 활용 가능한 광학센서를 탑재한 태양동기궤도 위성을 운영한다는 차이점이 있다. 이후 유사 위성의 운영 예정 및 활용 중심 기관의 현황을 검토하여, 국토위성센터가 중점 추진해야 할 업무를 추가 도출할 계획이다.

05

해외위성 탑재체 현황 - Landsat 위성

2021년 11월 9호기 발사를 앞둔 미국의 Landsat 위성군은 다양한 국토 자원을 효율적으로 관리하고 모니터링하기 위해 관측센서를 지속적으로 발전시켜왔다.

미국 항공우주국(NASA)와 지질조사국(USGS)는 국토의 자원 정보 획득을 위해 1972년 1호기 발사를 시작으로 2021년 9호기(11월 발사 예정)까지 약 50여 년간 Landsat 프로그램을 운영하고 있다. 1972년에 Landsat1을 시작으로 Landsat2(1975), Landsat3(1978), Landsat4(1982), Landsat5(1984), Landsat6(1993, 실 패), Landsat7(1999), Landsat8(2013)까지 발사되었고 현재 Landsat7, 8이 운용 중이다.

Landsat 프로그램의 탑재체는 보다 다양한 국토 자원을 효율적으로 관측하기 위해 발전되어 왔다. 그간 발사된 Landsat의 탑재체를 살펴보면, Landsat 1호부터 5호까지 탑재된 MSS(Multispectral Scanner) 센서는 휘스크브룸(whiskbroom) 방식을 이용하여 지표를 스캔한다. 이는 회전하는 거울을 통해 진행방향에 수직으로 지표면을 스캔하는 방식이다. MSS 센서는 가시광선 대역(Green, Red)과 식생의 활력도에 민감한 근적외선 대역(NIR)에서 자료를 수집한다. Landsat 4호와 5호에 탑재된 TM(Thematic Mapper) 센서는 가시광선 및 근적외선 대역과 더불어 수분에 민감하여 토양수분 관측, 구름 · 눈 · 얼음의 구분 등 수문학 연구에 유용한 중적외선(SWIR), 지표의 온도나 식생 스트레스 등을 탐지할 수 있는 열적외선(TIR) 대역까지 관측이 가능하다. TM이 탑재된 Landsat 4호부터 고도가 기존 Landsat 1~3호(약 920km)에 비해 약 705km로 낮아지면서 MSS 센서보다 더 좋은 공간해상도(30m)를 갖는 영상을 얻을 수 있게 되었다.

Landsat 센서 주요 특징

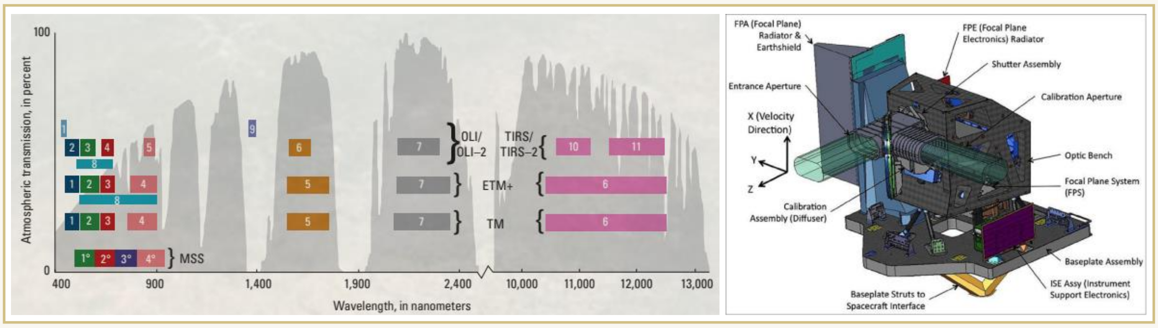
센서	MSS(L1-5)	TM(L4-5)	ETM+(L7)	OLI(L8)	OLI-2(L9)
스캔방식	Whiskbroom	Whiskbroom	Whiskbroom	Pushbroom	Pushbroom
고도(km)	920	705	705	705	705
GSD(m) @nadir	60	30	15(PAN)/ 30(MS)	15(PAN)/ 30(MS)	15(PAN)/ 30(MS)
관측폭(km)	180	185	185	185	185
Spectral band	Visible(Green, Red), NIR	Visible(Blue, Green, Red), NIR, SWIR, TIR	PAN, Visible(Blue, Green, Red), NIR, SWIR, TIR	PAN, Ultra Blue, Visible(Blue, Green, Red), NIR, SWIR, Cirrus, TIR	PAN, Ultra Blue, Visible(Blue, Green, Red), NIR, SWIR, Cirrus, TIR
방사해상도 (bit)	6	8	9	12	14

Landsat 7호에 탑재된 ETM+(Enhanced Thematic Mapper Plus) 센서에는 15m의 공간해상도를 갖는 전정색 밴드(panchromatic, 520~900nm)가 새롭게 추가되었다. 이에 따라, 공간해상도 15m의 흑백영상(PAN)과 30m의 컬러영상(Visible band)을 영상융합(Pan-sharpening)하여 15m의 컬러영상을 얻을 수 있게 되었다. 또한, 열적외선 밴드의 공간해상도는 기존 TM센서의 120m에서 60m로 향상되었다. 2003년 5월, 진행방향에 수직으로 스캔하는 휘스크브룸 방식에 따라 스캔라인 간 보정을 해주는 SLC(Scan Line Corrector)에 결함이 발생하면서 이때부터 SLC-off 모드로 운용되고 있다. 이후에 촬영된 ETM+ 영상에는 빈 부분이 줄무늬 형태로 나타나 별도의 후처리 작업이 필요했지만, USGS/NASA Landsat 팀은 gap-filling 기술을 사용하여 ETM+를 보정하는 모듈을 다양한 영상처리 S/W를 통해 지원하고 있다.

Landsat 8에 탑재된 OLI(Operational Land Imager) 센서는 휘스크브룸을 사용하는 앞의 센서들과 달리 푸쉬브룸(pushbroom) 방식으로 지표를 스캔한다. 푸쉬브룸 스캐너는 회전거울을 사용하는 것이 아니라 수천에서 수만 개 감지기의 선형배열(CCD, charge-coupled devices)을 이용해 지표를 스캔한다. 회전거울을 사용하지 않기 때문에 휘스크브룸 방식에 비해 고장의 확률이 적고, 크기도 더 작고 가볍다. 특히, 감지기의 개수가 많기 때문에 노출시간(dwell time)이 길어 많은 양의 복사에너지를 얻을 수 있다. 이는 높은 SNR(Signal to Noise)을 얻을 수 있고, 휘스크브룸에 비해 높은 공간 및 분광해상도를 얻을 수 있게 한다. 다만, 감지기의 수가 많은 만큼 더욱 복잡한 검 · 보정 작업이 요구된다. 또한, OLI 센서는 앞의 위성 시리즈에 비해 coastal/aerosol 관측이 가능한 Ultra blue 밴드, 구름 탐지 및 복원에 효과적인 cirrus 밴드를 추가로 제공한다.

2021년 9월에 발사 예정인 Landsat 9에는 OLI-2와 TIR-2 센서가 탑재되었다. Landsat 8에 탑재된 센서와 같지만 조금 더 향상된 성능을 갖는다. OLI-2는 OLI 센서에 비해 방사해상도가 12bit에서 14bit로, 또 SNR이 소폭 향상되었다. Landsat 9는 발사 후, 현재 Landsat 7 궤도로 진입하게 되며 이후 Landsat 7은 임무를 종료하게 된다. 16일의 재방문 주기를 갖는 Landsat 8과 Landsat 9이 함께 운용되면서 8일 간격으로 전 지구를 촬영하게 되며, 2기 위성을 통해 하루에 약 1,500장이 수집될 예정이다.

(좌) Landsat 시리즈 분광밴드 비교 (우) Landsat 9 OLI-2



참고 및 출처 : USGS, eoPortal Directory, NASA Goddard Media Studios

06

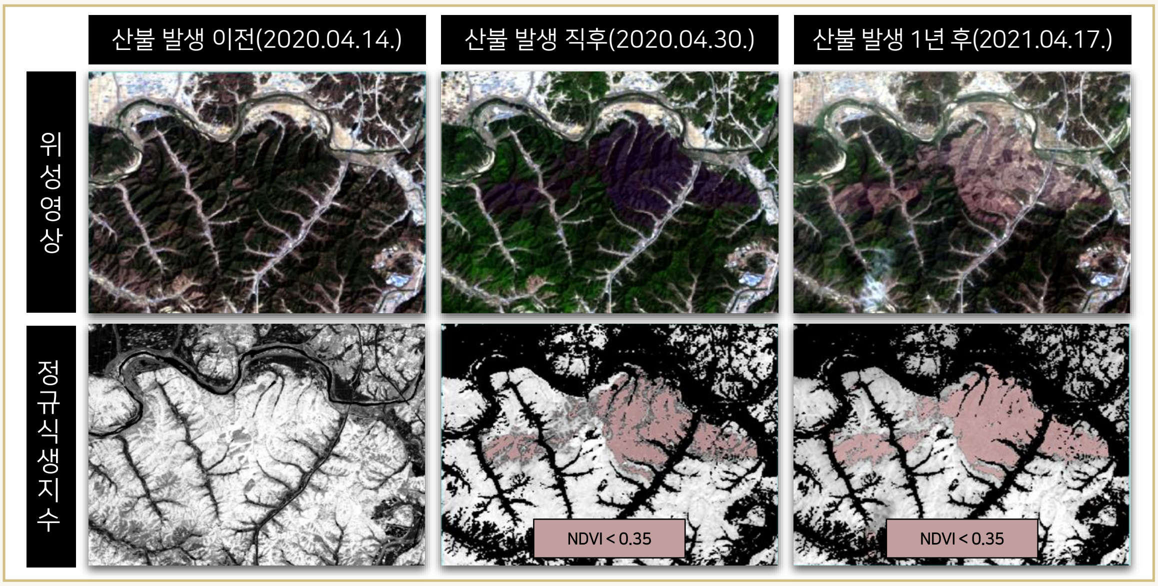
위성영상 기반 산불발생지역 모니터링 ('20년 안동산불 사례 기반)

지난해 4월 안동에서 대규모 산불이 발생했다. 위성영상을 기반으로 해당 지역의 산불발생 직후와 1년 후의 모습을 모니터링 하였다.

지난 '20년 4월 24일, 경상북도 안동시 풍천면 인금리 야산에서 대규모 산불이 발생하였다. 해당 산불은 강풍으로 인해 사흘 동안 계속되었고, 약 800ha의 면적에서 피해가 발생한 것으로 추정되었다. 안동산불은 국토위성센터가 제공한 첫 긴급공간정보(G119) 서비스의 사례로, 산불 진화 1일 뒤 산불 전·후 위성사진 및 해당지역 공간정보를 패키지화 하여 관련기관 및 지자체에 제공하였다. 재난은 발생 직후 뿐만 아니라 이후의 복구과정에 대한 모니터링 또한 중요하다. 국토위성센터는 안동 산불 발생 이후 1년이 지난 현재, 위성영상(Landsat8)으로 분석한 산불 발생 지역의 변화 모니터링 결과를 공유한다.

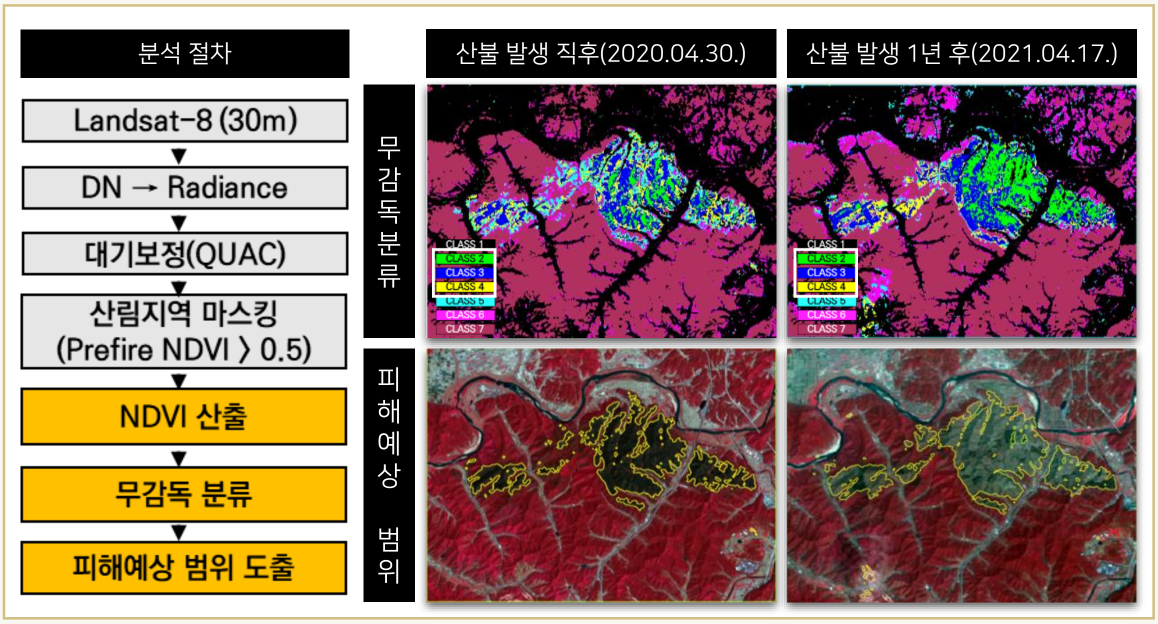
RGB영상에서 산불 발생 직후의 영상은 식생이 연소되어 기존 산림지역과 피해지역이 뚜렷이 구분되며, 1년 후 영상에서는 산림이 훼손된 결과로 토양이 육안으로 확인된다. 인공위성 센서는 파장대별로 지표면의 반사특성 정보를 기록하며 지표반사도를 이용하여 다양한 지수를 산출하고 분광패턴 변화를 분석 할 수 있다. 정규식생지수(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)와 정규탄화지수(Normalized Burn Ratio, NBR)는 산불피해 변화탐지에 유용한 지수이다. NDVI는 식생이 적색(RED) 파장대는 강하게 흡수하는 반면 근적외(Near-Infrared, NIR) 파장대는 반사하는 특성을 이용하여 식생상태를 파악 할 수 있는 지수이며, NBR 지수는 식생에 민감한 근적외(NIR)와 토양수분에 민감한 중적외 (Short-Wave Infrared SWIR) 파장대를 이용하여 산불 발생영역을 탐지할 수 있다. 특히, ΔNBR은 피해강도별 산불 피해지역을 탐지하는데 효과적이다.

산불 발생지역 및 NDVI기반 산불 피해 범위 탐지



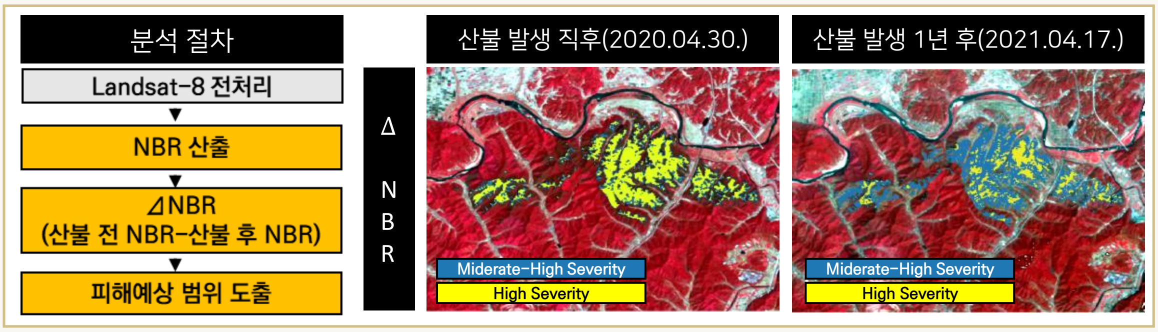
먼저 NDVI 지수를 이용하여 산불이 발생한 지역을 확인하였다. 산불 발생 직후 및 1년 후의 피해를 모니터링 하기 위하여 산림지역만을 대상으로 각각 NDVI를 계산하고 경험적 임계값(NDVI<0.35)을 통해 산불의 피해범위를 탐지 할 수 있다(Taufik et al., 2016). 임계값을 기준으로 산불 발생 직후 및 1년 후의 피해 범위를 확인한 결과, 두 영상간 차이는 확인할 수 없었다. 경험적 임계값을 적용하는 것 이외에 산불이 발생한 지역을 검출하기 위해 무감독 분류를 추가로 수행하였다. 이를 통해 경험적 임계값의 적용 없이 산불 피해 범위를 추정할 수 있었으나, 산불 발생 직후와 1년 후 영상에서의 피해범위는 임계값을 적용한 결과와 유사하게 나타났다. 다만, 무감독 분류 결과 상, 산불 직후 영상과 1년 후 영상의 피해지역으로 추정되는 클래스의 구성은 다르게 나타났다.

무감독 분류 기반 피해 범위 탐지



NBR 지수를 활용하여 산불 피해를 탐지하는 방법은 다음과 같다. 산불 피해 전·후 영상에서 각각 NBR 지수를 계산한 다음 산불 전 NBR – 산불 후 NBR 계산(ΔNBR)을 통해 산불로 인한 피해 정도를 파악할 수 있다(원명수 외(2007)). USGS에서는 ΔNBR 범위에 따라 피해강도를 7개로 구분하고 있으며 0.440<ΔNBR<0.659 범위는 Miderate-High Severity, 0.660<ΔNBR<1.300 범위는 High Severity로 정의한다. 해당 값을 적용한 결과 산불 직후에는 피해 강도가 심하게 나타나지만 발생 1년 후에는 피해강도가 완화되고 있음을 확인 할 수 있었다.

NBR 기반 산불 피해 범위 탐지



Taufik, A., Ahmad, S. S. S., & Ahmad, A. (2016). Classification of Landsat 8 satellite data using NDVI thresholds
원명수, 구교상, & 이명보. (2007). Landsat 영상으로부터 정규탄화지수 추출과 산불피해지역 및 피해강도의 정량적 분석

07

북한지역 공간정보 활용 세미나 개최

지난 4월 23일 국토위성센터는 북한지역 공간정보의 활용 촉진을 위한 온라인 세미나를 개최했다. 국토위성센터는 북한지역 공간정보 구축 현황 및 향후 계획을 소개하고 관계기관은 활용사례를 공유했다.

2021년 4월 23일 국토위성센터는 북한지역 공간정보의 활용 촉진을 위해 온라인 세미나를 개최했다. 본 세미나에는 국방부 등 6개 중앙행정기관과 한국도로공사 등 7개 공공기관, 국토연구원 등 7개 연구기관, 서울대학교 등 4개 대학교, 카카오 등 7개 민간기관에서 참석했다.

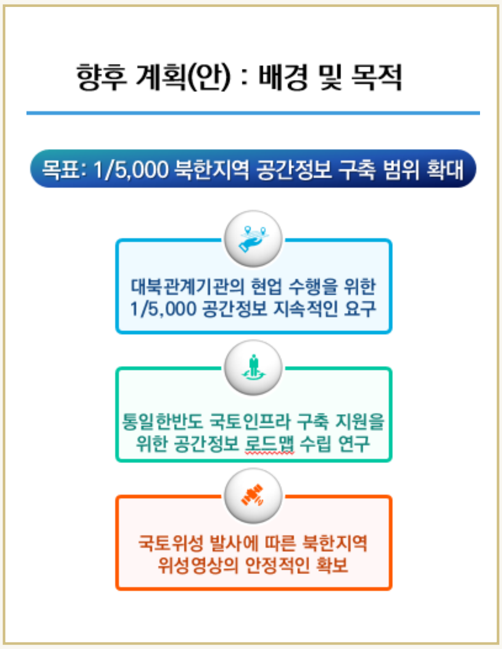
세미나는 국토위성센터의 북한지역 공간정보 구축 추진방향, 관계기관의 북한지역 공간정보 활용사례 발표와 참석자 토론 순서로 진행됐으며, 북한지역 공간정보 구축 추진방향은 국토위성센터의 북한지역 공간정보 구축 현황 및 향후 계획, 용역 수행사의 '21년 북한지역 공간정보 구축사업, '20년 접근불능지역 공간정보 통합체계 구축성과에 대한 발표로 구성되었다.

국토위성센터는 위성영상을 기반으로 구축하는 북한지역 공간정보(수치지형도, 정사영상, 수치표고모형 등)과 그 공간정보를 사용해 구축하는 주제도 성격의 통합체계인 국토실태 주제도 및 기본공간정보에 대해 그간 추진성과와 향후 추진계획을 공유했다. 용역 수행사는 공간정보와 통합체계 구축 과정에 대한 기술적인 방법에 대해 소개하였다.

특히, 국토위성센터는 대북관계기관의 지속적인 수요를 충족하기 위해 2026년까지 북한 주요 지역의 1/5,000 공간정보(구축영역: 20,000㎢) 구축을 목표로 하는 중기계획을 공유하였다. 본 계획은 2019년 국토지리정보원에서 추진한 『통일한반도 국토인프라 구축 지원을 위한 공간정보 로드맵 수립』 연구를 통해 도출된 공간정보 구축 우선순위 등을 구축 대상으로 선정하였으며, 3월 22일 발사에 성공한 국토위성 1호의 적극 활용을 핵심 내용으로 담았다.

세미나 내용 및 참석기관

(좌) 국토위성센터 향후 계획(안) (우) 참석기관



참석기관			
1	통일부	16	한국농촌경제연구원
2	국방부	17	한국환경정책평가연구원
3	환경부	18	농어촌연구원
4	국립농업과학원	19	에너지경제연구원
5	국립산림과학원	20	서울대학교
6	한국수자원공사	21	건국대학교
7	한국도로공사	22	안양대학교
8	한국국토정보공사	23	숭실대학교
9	한국토지주택공사	24	㈜카카오
10	한국광물자원공사	25	네이버㈜
11	한국은행	26	공간정보산업진흥원
12	남북교류협력지원협회	27	㈜올포랜드
13	국립재난안전연구원	28	중앙항업㈜
14	국토연구원	29	㈜새한지앤아이
15	한국건설기술연구원	30	㈜신한항업

국방부, 수자원공사, 국토연구원의 북한지역 공간정보 활용 사례 발표에 이어, 참석자 토론을 통해 북한지역 공간정보 활용 촉진과 구축 방안 2개 주제에 대한 대북관계기관의 다양한 의견을 공유했다.

국방부는 국방 분야에 필요한 지형정보 및 인문지리정보를 구축하는 업무를 소개했고, 국토위성센터에 1/5,000 공간정보의 보강 등을 요청했다. 수자원공사는 접경지역 하류 댐의 안정적 운영 및 홍수 대응 등을 위한 위성영상 기반 접경지역 주변 수자원 모니터링 업무에 대해 발표했다. 수자원공사 또한 북한지역 대축척 공간정보의 중요성에 대해 강조하였고 국토위성센터에 북한강과 임진강 상류의 수자원에 대한 1/5,000 공간정보 구축을 요청했다. 국토연구원은 기 수행한 "남북교류협력 대비 북한 국토정보 활용성 제고방안(2020, 강민조)" 연구결과를 토대로 대북관계기관 간의 북한 국토정보의 공동활용 체계의 필요성과 협의체, 로드맵 등 구축 방안에 대한 정책을 제안했다.

주제발표가 끝나고 북한지역 공간정보 활용 촉진 방안과 공간정보 구축 방안에 대한 참석자 토론을 진행했다. 한국도로공사, 카카오, 숭실대학교, 건국대학교, 건설기술연구원, 새한지앤아이, 농어촌연구원 등에서 다양한 의견을 개진했다. 주요 의견으로 북한지역 공간정보의 위치정확도 확보, 대내외 유통체계 구축, 광산 및 내륙지역에 대한 구축범위 확대, 레이어별 활용도 분류를 통한 비용절감, 교육프로그램 운영 등이 언급됐다.

국토위성센터는 세미나에서 얻은 다양한 관계기관의 의견을 바탕으로 향후 계획을 보완하여 1/5,000 공간정보 구축 범위 확대를 추진할 예정이며, 이번 세미나와 같이 대북관계기관 간 정보공유와 의견 수렴의 기회를 정기적으로 마련할 예정이다.

세미나 전경

08

ISRS 차세대중형위성 특별세션 개최

2021 국제원격탐사학회 춘계학술대회에서 차세대중형위성 특별세션을 개최하여, 4개 主 활용기관이 위성 운영 및 활용 계획을 공유하였다.

원격탐사 분야의 연구와 발전을 위해 대한원격탐사학회(KSRS, 회장 이훈열), 일본원격탐사학회(RSSJ), 중국사진측량원격탐사학회(CSPRS)가 공동으로 주관하는 국제원격탐사학술대회(International Symposium on Remote Sensing, ISRS)가 5월 26일부터 28일까지 온라인으로 개최되었다.

2021년 국제원격탐사학술대회에서는 국토위성(차세대중형위성(이하 차중위) 1호)가 성공적으로 발사(21.3.22)됨에 따라 국토위성센터를 중심으로 차중위 개발 및 主 활용기관의 위성운영 및 영상활용 계획 소개를 주제로 하는 '차세대중형위성 主 활용기관 공동 특별세션(Compact Advanced Satellite(CAS) 500 series: Development and Application)'이 구성되었다. 이번 특별세션은 국토위성(차중위 1, 2호) 主 활용기관인 국토지리정보원 국토위성센터, 농림위성(차중위 4호) 主 활용기관인 국립농업과학원과 국립산림과학원, 수자원위성(차중위 5호) 主 활용기관인 한국수자원공사 등 총 4개 기관과 활용기관별 참여 연구기관이 함께 참석하여 기관별로 위성 운영·활용계획 등을 공유하였다.

국토위성센터는 "국토위성(차중위 1, 2호)의 개발과 국토관리, 재난대응, 지도제작을 위한 활용 전략 소개", "국토위성(차중위 1, 2호) 전용 정밀정사영상 자동생성시스템 성능평가"를 주제로 발표하였다. 국립농업과학원은 "농림위성(차중위 4호) 기반 대기 및 BRDF 보정 연구", 국립산림과학원은 "산림 분야 활용을 위한 농림위성(차중위 4호) 데이터의 보정 및 검증 사전 기술 개발", 한국수자원공사는 "수자원위성(차중위 5호) 활용을 위한 SAR기반 침수도 제작" 등을 발표하였다.

ISRS 2021 학술대회 특별세션

ISRS 2021 학술대회 내 차세대중형위성 주 활용기관 공동 특별세션 프로그램

27-May 2021 (Thr)	09:00~ 10:20	[Special Session] Compact Advanced Satellite 500(CAS500) series: Development and Application			
		Chair:			
		P00202	DEVELOPMENT OF THE COMPACT ADVANCED SATELLITE 500(CAS500) 1ST / 2ND AND ITS APPLICATION STRATEGY FOR MONITORING LAND USES, DISASTERS AND MAPPING	Dr. HYO JIN YANG	National Geographic Information Institute
		P00197	PERFORMANCE EVALUTION OF AUTOMATED PRECISION IMAGE PROCESSING SYSTEM FOR CAS500 1ST & 2ND OPERATED BY THE NGII	Dr. Moonseung Shin	National Geographic Information Institute
		P00206	APPLICATION RESEARCH PROGRAM OF CAS500-4 SATELLITE BASED ON ACCURATE ATMOSPHERIC AND BIDIRECTIONAL REFLECTANCE DISTRIBUTION FUNCTION (BRDF) CORRECTIONS	Prof. Jaeil Cho	Chonnam National University
		P00205	DEVELOPMENT OF PRE-LAUNCH CALIBRATION AND VALIDATION TECHNOLOGY TO ESTABLISH THE BASIS FOR FOREST UTILIZATION OF CAS500-4 SATELLITE DATA	Dr. Joongbin Lim	National Institute of Forest Science
		P00196	SAR-BASED FLOOD INUNDATION MAPPING FOR UTILIZATION OF WATER RESOURCES SATELLITE (CAS500-5)	Dr. Ki-mook Kang	K-water Research Institute

09

긴급 공간정보(G119), 서비스 확산을 위한 사업 추진

긴급 공간정보(G119) 서비스 확산을 위해 국토위성센터가 공모/설계한 관련 2개 사업의 사업자가 최종 선정되어 본격 추진을 앞두게 되었다.

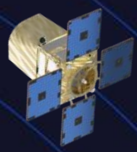
국토위성센터는 국토지리정보원이 보유한 고부가가치 공간정보와 국토위성의 관측역량을 기반으로 재난관계기관이 활용할 수 있는 긴급 공간정보(G119) 서비스를 설계, 시범운영 중에 있다. 업무 모델 수립 및 시스템 개발 등을 통한 서비스 확산을 위해 2021년도 주요 추진과제를 도출, 이를 위해 「'21년도 긴급 공간정보 구축 및 서비스 사업」과 「위성 기반의 긴급 공간정보(G119) 제공 서비스」 등 2개 사업을 설계하였고, 각 사업별로 최종 사업자를 선정 후, 사업의 본격 착수를 앞두게 되었다.

「'21년도 긴급 공간정보 구축 및 서비스 사업(예산: 3억, 사업기간: 7개월)」은 국토위성센터의 긴급 공간정보 업무 모델 수립 및 '21년도 서비스 지원 등을 위해 추진된다. 본 사업을 통해 긴급 공간정보 제공체계를 기획하여 긴급 촬영 대상의 재난을 식별하고 데이터셋의 구성 및 배포 방안을 도출한다. 또한, 기관 협업체계를 마련하여 관계기관 협업을 위한 표준운영모델을 정립하고, 긴급 공간정보 제공 및 활용을 위한 행동 매뉴얼을 마련하게 된다. 「위성 기반의 긴급 공간정보(G119) 서비스 제공(예산: 12억, 사업기간: 6개월)」은 과기부(NIA)가 공모한 「디지털 공공서비스 혁신 프로젝트」 과제로, 긴급 공간정보 제공을 위한 업무지원 시스템 구축을 추진한다. 본 사업을 통해 재난 발생을 모니터링하고, 영상 및 공간정보를 수집, 분석정보를 도출하여 국토정보플랫폼을 통해 제공하게 되는 긴급 공간정보 전 과정의 처리 시스템을 구축하게 된다.

국토위성센터는 '21년도 긴급 공간정보 제공을 위해 TFT을 운영하고, 관련 사업자 선정 등을 통해 긴급 공간정보의 본격 제공 및 서비스 확산을 위한 추진 동력을 확보하였다. 단계적으로 재난의 종류, 규모를 확장하여 서비스 대상을 확대하고, 워킹그룹 구성 및 사용자 간담회 추진 등을 추진해 서비스 확산을 추진할 계획이다.

긴급 공간정보 기대효과

		시행 전 (As-Is)	시행 후 (To-Be)
국토지리 정보원	종합	인력 주도의 수동 대응	시스템 기반 자동 대응
	상황파악	언론보도 확인을 통한 재난 발생 확인	웹 크롤링을 통한 실시간 재난 감지
	자료가공	대형재난, 수집 후 10일 이상 소요	범위확대 및 수집 후 7일 이내 가공
	신속배포	오프라인 배포 및 이메일 활용	플랫폼 및 API 제공
재난 관리기관	종합	현장 방문 주도의 재난 업무	데이터 기반의 재난 업무
	상황 파악	현장 방문 및 인력 주도의 상황 파악	데이터를 통한 비대면 상황파악
	피해 산정	인력주도 및 직관적 피해량 산정	시스템 · 데이터 기반 정량적 피해 산정



wegle; 위글

국토위성센터 소식지

국토교통부
국토지리정보원

www.ngii.go.kr

Publisher. 국토지리정보원 국토위성센터

Publish Date. 2021.05

Address. 경기 수원시 영통구 월드컵로 92 (원천동)

Tel. 031-210-2765 **E-mail.** hjyang1161@korea.kr