

발 간 등 록 번 호

11-1613436-000332-01

# 국토위성 표면반사율 영상 패키지

## 품질관리 기반마련



# 제 출 문

국토지리정보원장 귀하

본 보고서를 「국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 기반마련」  
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023. 3.

(주)퍼픽셀





### 참여연구진

김선화	(주)퍼픽셀	연구책임자
은 정	(주)퍼픽셀	연구원
백인권	(주)퍼픽셀	연구원
김선애	(주)퍼픽셀	연구원
최지현	(주)퍼픽셀	연구원
유정미	(주)퍼픽셀	연구원

### 자문위원

김경민	국립산림과학원	연구관
신정일	서울기술연구원	수석연구원
안호용	국립농업과학원	연구사
이경상	한국해양과학기술원	선임연구원
이지민	통계청	주무관
정재훈	환경위성센터	연구관

### 국토지리정보원

이호형	국토위성센터	센터장
양효진	국토위성센터	연구관
윤혜원	국토위성센터	연구사



## 타기관 위성자료 품질관리 체계 및 현황 분석

국내의 경우 국가기관을 중심으로 데이터 품질평가 및 표준관련 체계 및 지침은 규정해 놓았으나, 위성자료 특히 반사율에 대한 품질평가 체계를 갖추고 있지는 않은 실정이다. 위성 표면 반사율 영상에 대한 품질관리 체계 및 보고서를 제공하는 기관은 국가기상위성센터로, 해당 기관은 전지구위성자료 상호검정시스템을 기반으로 극궤도위성 표면반사율 영상을 이용하여 월별 품질검증을 수행하고 있다. 항공우주연구원에서는 위성영상의 품질보고서를 웹서비스하고 있으며, 환경위성센터와 국가해양위성센터는 아직까지 현업용으로 기관 내부용 품질체계를 운영하고 있다. 국내 사례 분석을 통해 품질관리의 목적에 따라 방향성이 달라지는 것을 알 수 있었으며, 주로 그래프 형식의 가독성 중심 품질보고서가 제시되고 있다. 국외는 미국 USGS와 유럽 ESA를 중심으로 광학위성 표면반사율 영상에 대한 체계적인 품질체계를 갖추고 있다. 분기별 표면반사율 영상에 대한 정량적 척도, 기준치뿐만 아니라 구름과 같은 부가자료에 대한 품질검사(육안판독)도 수행하고 있어 본 과업에서도 해당 방법을 최대한 반영하였다. 특히 표면 반사율 영상 자료를 검증하는 사이트 및 현장자료 수집 및 매칭 방법에 대해 참고할 수 있었다.

## 품질검사 대상 정의

품질검사 대상인 “국토위성 표면반사율 영상 패키지”란, 1:5,000 도엽단위로 분할된 국토위성의 산출물로 대기보정이 적용된 표면반사율 영상 4종(R, G, B, NIR Band) 및 픽셀단위정보(구름 및 수계 등)를 제공하는 마스크영상 8종, 메타데이터 및 Quick Look Image 등이 zip 포맷으로 제공되는 파일을 말한다. 본 연구에 사용된 패키지 자료는 샘플영상으로 아직 표준 준수에는 미흡하나, 국토위성센터에서는 표면반사율 영상 패키지 뿐만 아니라 위성정사영상의 품질을 함께 고려한 품질관리를 추진할 계획이며, 향후 제공되는 영상제품의 PDF 파일을 통해 유지관리 정보 및 개요, 구조 등의 정보를 포함하는 문서를 제공할 예정이다. 샘플자료내 메타정보는 정식 표준용어를 준용하지 않으나, 명칭의 풀네임 사용으로 사용자가 해당 정보를 파악하기 쉽게 구성되어 있다. 표준용어 사용을 위해 메타파일 및 산출물 파일명에 사용되는 용어를 표준용어 정의서 등 공공기관 데이터베이스 표준화 지침에 단어 신청을 진행하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 이와 관련하여, 패키지의 메타정보 가독성을 위하여 전체적인 구성 변화를 제안하고자 한다. 사용자가 가장 우선적으로 원하는 정보인 촬영일자 정보를 간단명료하게 확인할 수 있도록 메타정보에 표기되었으면 하며, 반복되는 항목 제거(영상 사이즈 및 위치정보 등) 및 필요한 정보(Percentage)만을 Band별로 모아서 제공하면 가독성이 높아지고 메타파일의 길이도 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

## Ⅰ 요약 Ⅰ

### 품질관리 지침(안) 마련

본 과업에서는 국토위성센터에서 생산하는 국토위성 표면반사율 영상 패키지에 대해 체계적인 품질관리와 품질정보 제공을 위한 관리 원칙과 프로세스를 명시한 품질관리 지침(안)을 마련하였다. 본 지침은 품질관리 대상, 중장기 목표, 단계별 기준 및 내용, 품질검사 및 개선활동, 체계, 표준화 관리 체계 등을 포함한다. 본 지침은 공공데이터법에 따라 공공기관이 보유한 데이터에 대해 행정안전부에서 제정한 「공공데이터 관리 지침」(행정안전부 고시) 및 「국토교통부 데이터 표준관리 지침서」(국토교통부 고시)에 정의된 원칙 및 규칙을 준용하되, 정의가 없는 부문에 대해서는 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률 제22조(공공데이터 품질관리)」에 따라 국토위성센터 자체 지침을 정의하여 사용한다. 본 패키지의 품질관리는 패키지의 신뢰성 제고를 궁극적인 목표로 설정하고, 일관된 품질 산출을 위한 품질관리시스템 구현, 효과적인 개선을 위한 상호운용성 확보, 국내외 기관의 품질검사 병행을 통한 객관성을 확보하는 전략을 추진하려 한다. 해당 목표 및 전략은 단·중·장기로 나눠 세부 추진 내용을 수립하였다. 품질관리를 위해 국토위성센터 내 품질관리의 전반적인 계획, 품질검사, 기술 개발 및 개선안을 수립하는 품질관리담당과 품질유지 및 개선을 수행하는 생산담당으로 조직을 구성하였다. 이와 함께 독립적인 패키지의 품질검사를 수행하는 검토팀 그룹을 두어 보다 객관적인 품질정보를 획득하도록 하였다. 품질관리 단계는 “공공데이터 관리지침”에 따라 계획, 구축, 운영, 활용 단계로 나눠 단계별 세부 지침을 마련하였다. 계획단계에서는 품질관리 기본계획과 시행계획을 수립하며, 구축단계에서는 패키지 및 메타데이터의 표준관리 체계 수립, 점검을 수행한다. 특히 메타데이터 표준관리 프로세스는 국토교통부 데이터 표준관리 지침을 참조하였다. 패키지의 품질검사 및 개선을 수행하는 운영단계에서는 국토위성 표면반사율 영상과 픽셀단위정보 각각에 대한 품질검사 지침을 상세하게 정의하였다. 이와 함께 개선 의견을 수렴하여 품질개선 수행 방법도 정의하였다. 우선, 표면반사율 영상은 육안판독을 통해 유효영상을 정의 후, 현장관측 반사율 자료와 타위성 반사율 자료를 참조자료로 하여 품질검사를 수행한다. 각종 공간, 시간 일치 알고리즘을 적용한 후, 4개의 척도(결정계수, 평균제곱근편차, 평균절대오차, 편의)를 산출한다. 타 위성영상과는 상관계수를 추출하며, PICS를 중심으로 시계열 변화 추세도 분석한다. 픽셀단위 정보는 육안판독 및 스크린디지타이징을 통해 참조자료를 생성 후, 4개의 척도(정확도, F1, 작위오류, 누락오류)를 산출한다. 또한 최종 사용자들이 품질에 따라 선택적으로 사용할 수 있도록 품질등급을 3등급(High quality, Low quality, No quality information)으로 나눠 제공한다. 이러한 품질검사 결과는 분기별 품질보고서에 담기게 된다. 주기적으로 개선 의견을 수렴하여 개선 계획은 6년에 한 번 수립하도록 한다. 활용단계에서는 품질오류 신고 관리 지침 및 수요자 품질 요구 조사를 수행한다.

## 해외 검보정 사이트 대상 유효영상 분류 및 현장자료 수집

2021년 10월 28일부터 2022년 12월 5일까지 해외 검보정 사이트 RadCalNet 지역을 촬영한 291장의 국토위성 Quick Look Image를 수집하였다. 해당 영상들은 미국(RVUS), 프랑스(LCFR), 나미비아(GONA), 중국(BTCN / BSCN) RadCalNet사이트가 포함되어 촬영된 영상으로, 프랑스를 빼고 대부분 사막지역이다. 유효영상 분류를 위하여 대상지역의 구글 위성영상을 참조자료로, 육안판독의 기준이 되는 영상 판독키(색감이상, 센서 이상, 헤이즈, 구름양 10% 이상, 영상 수신 불량)를 정의하고 이상현상을 분류하여 유효영상을 판독하였다. 또한 구름 10% 이하의 영상만 유효영상으로 분류하였다. 육안판독키를 통해 구분된 유효영상은 총 291장 중 153장으로 확인되었으며, 수집된 영상을 기준으로 약 52%에 해당하는 영상이 유효영상으로 구분되었다. 사이트별 유효영상 수는 미국은 84장의 촬영영상 중 유효영상은 40건으로 구분되었으며, 프랑스는 68장 영상 중 유효영상은 32장, 나미비아는 75장 중 유효영상 48장, 중국은 64장 중 유효영상 33장으로 유효영상이 분류되었다. 유효영상과 동일날짜에 측정된 총 72개의 압축 파일 형태(.zip)의 RadCalNet 현장측정자료(TOA 정보, 대기정보 등)를 수집하였다.

## 국내 국토위성 유효영상 분류 및 동시기 타위성 영상자료 수집

2022년 3월 ~ 5월, 9월 ~ 11월 기간 동안 국내를 촬영한 국토위성영상의 Quick Look Image를 수집하기 위해 '국토정보플랫폼'에 접속하여 총 356개의 자료를 취득하였다. 유효영상 분류를 위하여 육안 판독키를 정의하였으며, 현재 발견되는 국토위성영상 내 이상현상은 크게 7종으로 나눌 수 있으며, 이는 녹색 및 청색 빛 이상현상, 영상 색상 톤 불균일, 영상 내 헤이즈, 구름양 10% 이상, 빛바람 현상, 좌우 센서차 등이 있다. 이 외에 해당 국내 촬영 영상에서는 관찰되지 않았으나, 영상 수신불량 등이 발견될 수 있다. 육안 판독키를 통해 남한에 해당하는 총 356개의 영상 중 235개의 영상이 유효영상으로 확인되었다. 수집된 영상을 기준으로 약 66%에 해당하는 영상이 유효영상으로 구분되었다. 이와 함께 국토위성 유효영상과 전후 5일 이내 촬영된 타위성 표면반사율 영상(Sentinel-2A/B L2A, Landsat-8/9 L2SP)를 수집하였다. 이때, 국토위성 유효영상의 촬영일자 전후 5일 이내, 구름양 10% 이하, 국토위성과 동일지역이 잘 나타나는 조건을 만족한 총 38장의 Sentinel-2A/B, 21장의 Landsat-8/9 표면반사율 영상이 수집되었다.

## Ⅰ 요약 Ⅰ

### 현장관측 및 가이드라인 보완

‘국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작’ 과업에서 도출된 현장관측 가이드라인(現가이드라인)을 바탕으로 총 3회의 유효관측 현장관측을 진행하였다. 우선, 국토위성의 촬영일정을 매월 촬영계획(안)을 발주처로부터 공유받은 후, 현장관측을 진행하였다. 현장실험 대상지는 드론촬영에 규제가 없어야 하며, 접근이 용이하고 다양한 피복이 평평하게 분포된 지역을 선정하였다. 또한 주변에 높은 건물이 없어야 그림자 영향에 대한 고려를 하지 않을 수 있다. 국토위성 촬영일정과 현장관측이 수행되는 지역과 날짜가 정해지면 해당일의 기상상태 확인도 진행하여야 한다. 현장관측을 통해 최대한 다양한 표면 분광반사율 자료를 획득하였으며, 동시에 드론 촬영을 통한 영상취득 및 Skysat 고해상도 위성영상 및 타위성자료, 대기자료를 획득하였다. 기존 현장관측 가이드라인을 기반으로 동일하게 부가자료를 수집하였으나, 현장관측과 동시에 취득된 Skysat 위성영상의 경우 TOA reflectance 영상만 제공하고 있어 참조자료로서의 사용이 어려운 실정이어서, 본 과업에서 수행한 현장관측 가이드라인(2023)에는 Skysat 위성영상 수집 항목은 제외하였다. 본 과업에서 작성한 ‘국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 현장관측 가이드라인(2023)’은 기존 가이드라인을 현장에 적용하면서 발생하는 문제점을 개선하는 방안을 마련하고, 이와 함께 현장장비의 기능상 최소 요구사항을 제시하고, 관측 기기의 상세설명, 관측자료의 후처리 방안 개선을 제시하였으며, 항공법 개정으로 인한 행정처리 및 제반사항을 추가하였다.

제1장 연구개요 .....	3
1. 연구 배경 .....	3
2. 연구 목표 .....	3
3. 연구 범위 .....	4
4. 사업 수행 조직도 .....	4
제2장 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 마련 .....	7
1. 타기관 위성자료 품질관리 체계 및 현황 분석 .....	7
가. 국내 위성자료 품질관리 체계 및 현황 .....	7
나. 해외 위성자료 품질관리 체계 및 현황 .....	24
다. 국내·외 품질관리 체계 및 현황 기반 시사점 .....	38
2. 품질검사 대상 정의 .....	39
가. 표면반사율 영상 패키지 자료의 구성 및 표준화 준수 현황 .....	39
나. 표면반사율 영상 패키지 자료의 이상현상 및 구성 개선(안) .....	50
3. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 제작 .....	56
가. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 개요 .....	56
나. 중장기적 품질관리 목표 .....	59
다. 품질관리 절차 및 시·공간자료 매칭 세부 기준 .....	60
라. 품질검사 지표 및 세부 기준 .....	74
제3장 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질검사 기초자료 수집 .....	81
1. 해외 검보정 사이트 대상 유효영상 분류 및 현장자료 수집 .....	81
가. 해외 검보정 사이트 대상 육안판독키 정의 및 유효영상 분류 .....	81
나. 유효영상에 따른 현장자료 수집 .....	86
2. 국내 국토위성 유효영상 분류 및 동시기 타위성 영상자료 수집 .....	90
가. 국내 국토위성 촬영영상 대상 육안판독키 정의 및 유효영상 분류 .....	90
나. 유효영상에 따른 동시기 타위성 영상자료 수집 .....	95

## Ⅰ 목차 Ⅰ

3. 현장관측 및 가이드라인 보완 .....	100
가. 현장관측 .....	100
나. 현장관측 가이드라인 보완 .....	114
다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 현장관측 가이드라인 제작 ..	123
 제4장 추가제안 .....	 127
1. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료 품질보고서 샘플 제작 .....	127
2. 전문가 대상 평가의견 수집 및 분석 .....	128
 참고문헌 .....	 137



<표 2-1> 외부보조자료 수집 목록	8
<표 2-2> 국토위성 산출물 품질관리(안)의 품질 평가 요소	8
<표 2-3> 산출물의 품질을 기술하기 위한 항목 정의	9
<표 2-4> 처리단계별 산출물 세부 품질측정 항목	9
<표 2-5> 품질측정 항목별 내용 및 품질 기준	10
<표 2-6> 복사 및 대기보정 메타정보 요구사항	12
<표 2-7> ASD 자료를 이용한 국토위성 표면반사율 영상의 유효성 검증(예)	14
<표 2-8> 국토위성영상 밴드별 RMSE 백분율(예)	14
<표 2-9> 픽셀단위정보 유효성 지표	14
<표 2-10> 정확도 평가 지표	16
<표 2-11> 해외 ARD 선도그룹의 품질관리 방안	17
<표 2-12> 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 품질관리 정의	18
<표 2-13> 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 품질관리 항목	18
<표 2-14> Ray-Matching을 위한 검정자료의 조건	20
<표 2-15> 국외 위성 품질검증 비교	24
<표 2-16> 밴드별 표면반사율 모니터링	27
<표 2-17> 구름 정의 및 비율(USGS, 2016)	27
<표 2-18> 구름 마스크 속성 정보(USGS, 2016)	27
<표 2-19> 알고리즘으로 분류된 결과와 육안판독으로 분류된 결과	28
<표 2-20> Level 2A 품질기준 및 결과	31
<표 2-21> 분류지도 검증을 위한 샘플 지역	34
<표 2-22> 검증에 사용된 지역별 영상 수 및 현장관측지점(Pacifici, 2016)	36
<표 2-23> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 파일명 정의	40
<표 2-24> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 픽셀단위정보 항목 및 정의	40
<표 2-25> 미획득자료 및 손실자료(예, 국토지리정보원, 2022)	41
<표 2-26> 국토위성 표면반사율 영상(예)	41
<표 2-27> 국토위성 표면반사율 패키지 픽셀단위정보 자료(예)	42
<표 2-28> 반사율영상 및 픽셀단위정보 파일별 구성 메타정보(예)	43
<표 2-29> 반사율영상 메타 파일 속성정보(예)	43

## **| 표목차 |**

<표 2-30> 픽셀단위 정보 메타 파일 속성정보(예) .....	43
<표 2-31> 정사영상의 참조표준(국토지리정보원, 2020) .....	44
<표 2-32> 공통표준용어 내 국토위성 표면반사율 품질관리 관련 용어 .....	45
<표 2-33> 정사영상 제품사양 표준 대비 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료 준수현황 .....	49
<표 2-34> 메타파일 제공정보 및 개선사항(예) .....	53
<표 2-35> 타위성 영상 메타정보의 날짜정보 표기(예) .....	54
<표 2-36> 반사율영상 및 픽셀단위정보 메타파일 구성(예) .....	54
<표 2-37> 메타파일 위치정보 반복 구성(예) .....	55
<표 2-38> 타위성 영상 메타정보의 기본 구성(예) .....	55
<표 2-39> 메타파일 정보 추가 및 개선(안) .....	55
<표 2-40> 품질관리 주요 용어 정의 .....	57
<표 2-41> 품질관리를 위한 조직 구성 및 역할 .....	60
<표 2-42> 품질검사 계획 및 개선 계획 시 포함 사항 .....	62
<표 2-43> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 구축단계 품질관리 절차 .....	62
<표 2-44> 품질검사 계획 및 개선 계획 시 포함 사항 .....	63
<표 2-45> 메타데이터 관리시스템의 기능 .....	64
<표 2-46> 국토위성 표면반사율 패키지 메타데이터 표준관리 프로세스 .....	65
<표 2-47> 참조자료의 종류 및 조건 .....	68
<표 2-48> Sentinel-2A/B L2A의 QA정보 .....	71
<표 2-49> Landsat-8/9 L2SP의 QA정보 .....	71
<표 2-50> 패키지의 품질 등급 및 조건 .....	72
<표 2-51> 품질보고서 구성 및 주요 내용 .....	72
<표 2-52> 현장측정자료 참조 시 국토위성 표면반사율 영상의 품질 척도 .....	74
<표 2-53> 픽셀단위정보의 품질검사 지표 및 기준치 .....	77
<표 3-1> 구글영상 기반 유효영상 기준(예) .....	82
<표 3-2> 해외 검보정 사이트 대상 촬영 영상 판독키 기준 .....	83
<표 3-3> RadCalNet 지역별 국토위성 유효영상 수 .....	84
<표 3-4> RadCalNet 지역별 국토위성 유효영상 목록 및 납품자료 현황 .....	85

<표 3-5> RadCalNet 자료 제공 일자(2023.01.02. 기준)	86
<표 3-6> RadCalNet 자료 수집과정	88
<표 3-7> 유효영상 기반 RadCalNet 자료 수집현황	89
<표 3-8> 수집된 RadCalNet 납품자료 현황	89
<표 3-9> 국토위성 국내촬영 위성영상 판독키 기준	91
<표 3-10> 2022년 국내촬영 국토위성 유효영상(2023.01.16. 기준)	92
<표 3-11> 2022년 국내지역 국토위성 유효영상 자료정리 현황	93
<표 3-12> 영상 배경값 유무에 따른 영상 표현 비교	94
<표 3-13> 현장관측지역 기준 타위성영상 검색 현황	96
<표 3-14> 위성별 동일궤도 대비 촬영영역(예)	97
<표 3-15> 국내 국토위성 유효영상 기반 타위성영상 수집 현황	98
<표 3-16> 국토위성 유효영상 기반 수집된 타위성영상 자료정리 현황	99
<표 3-17> 현장관측 후보지-1(인천)	102
<표 3-18> 현장관측 후보지-2(광주)	103
<표 3-19> 현장관측 후보지-3(울산)	104
<표 3-20> 현장관측 후보지-4(제주)	105
<표 3-21> 현장관측 현황(유효관측 3회)	108
<표 3-22> 광주지역_현장관측 수행 및 영상자료	111
<표 3-23> 제주지역_현장관측 수행 및 영상자료	112
<표 3-24> 울산지역_현장관측 수행 및 영상자료	113
<표 3-25> 반사율 촬영용 드론 최소 요구사양	115
<표 3-26> 분광복사계 (ASD Field Spec) 최소 요구사양	115
<표 3-27> 드론 조종자 준수사항(국토교통부)	117
<표 3-28> 현장관측자료 후처리 방법에 따른 반사율 차이(예)	122

## Ⅰ 그림목차 Ⅰ

<그림 1-1> 사업 수행사 조직도(참여기술자 현황) .....	4
<그림 2-1> 국토위성 대기보정 알고리즘의 검증 방안 흐름도(안) .....	13
<그림 2-2> 천리안위성 2A호 품질분석 보고서의 웹서비스 현황 .....	19
<그림 2-3> 천리안위성 2A호 품질분석 보고서 .....	19
<그림 2-4> 가시 및 근적외선 채널의 반사율 품질분석 .....	20
<그림 2-5> GEMS 육상 표면반사율 ATBD 상 정확도 검증 결과 .....	21
<그림 2-6> 원격반사도 검증 결과(예) .....	22
<그림 2-7> 아리랑위성(2호/3호/5호/3A호), 국토위성 품질분석 보고서 .....	23
<그림 2-8> Landsat 분기별 품질관리 보고서 목차 .....	25
<그림 2-9> PICS 지역(Chander et al., 2010) .....	26
<그림 2-10> 구름 마스크 자료 분포도(Foga et al., 2017) .....	28
<그림 2-11> 구름탐지 알고리즘별 구름탐지 정확도 .....	29
<그림 2-12> Sentinel 2A/B Level2 품질관리 활동 정의 및 담당 .....	30
<그림 2-13> Level 2 품질검증 보고서(예) .....	30
<그림 2-14> 밴드별 상관도 및 불확실도 분석결과(예) .....	32
<그림 2-15> 80개 AERONET 구성표 .....	32
<그림 2-16> 기후별 수증기 품질분석(예) .....	33
<그림 2-17> 기후별 AOD 품질분석(예) .....	33
<그림 2-18> 분류지도(구름지역/ 천정지역) 품질분석(예) .....	34
<그림 2-19> 천정지역, 권운 및 구름 탐지에 대한 품질분석 .....	35
<그림 2-20> 위성자료 획득 지역(DigitalGlobe, 2016) .....	36
<그림 2-21> 밴드별 현장관측자료(ASD)와 표면반사율 정확도 분석 .....	37
<그림 2-22> AOD 및 수증기 정확도 분석 .....	37
<그림 2-23> 정사영상의 본 표준과 참조 표준과의 관계 .....	44
<그림 2-24> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 제품 설명서(안) .....	49
<그림 2-25> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타정보 중 JulianDay 정보 ..	50
<그림 2-26> 웹에서 제공되는 태양천정각 정보(2021.10.24.) .....	51
<그림 2-27> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타정보 중 Sun-angle 정보 ..	51
<그림 2-28> 국토위성영상 내 수계정보 탐지 현황 및 구글지도 위치 확인 .....	52

<그림 2-29> 수계로 탐지된 위치의 오탐지 여부 확인 비교영상 .....	52
<그림 2-30> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타파일 내 기본정보(예) .....	53
<그림 2-31> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질관리 로드맵 .....	59
<그림 2-32> 품질관리를 위한 조직간의 유기적 관계 및 업무 흐름도 .....	60
<그림 2-33> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질관리 단계 .....	61
<그림 2-34> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 표준점검 및 개선 절차 .....	64
<그림 2-35> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질검사 및 개선 절차 .....	67
<그림 2-36> 국토위성 표면반사율 영상의 품질검사 절차 .....	69
<그림 2-37> 국토위성과 Landsat-8, Sentinel-2A의 분광반응함수 비교 .....	69
<그림 2-38> 품질오류 신고 관리 절차 .....	73
<그림 2-39> 픽셀단위정보의 품질검사 절차 .....	76
<그림 2-40> 육안판독을 통한 픽셀단위정보 참조 자료 생성(예) .....	76
<그림 3-1> RadCalNet 제공 자료(예, RVUS site) .....	86
<그림 3-2> 미국(RVUS) RadCalNet 자료제공 현황 .....	87
<그림 3-3> 현장관측 후보지(안) .....	101
<그림 3-4> 현장관측 흐름도(안) .....	106
<그림 3-5> 현장관측 계획서(예) .....	107
<그림 3-6> 드론 웨이포인트 비행(매핑) .....	108
<그림 3-7> 현장관측 결과보고서(안) .....	109
<그림 3-8> 드론 비행 제한 구역(2023.02.15. 기준) .....	116
<그림 3-9> 비행장치 신고 표기 기준 .....	118
<그림 3-10> Spectralon reference panel Reflectance .....	120
<그림 3-11> 기준패널의 태양과 기울기 변화에 따른 방사조도 변화 .....	120
<그림 3-12> ASD기기의 최적화 스펙트럼(예) .....	121
<그림 3-13> 현장관측의 순서도 .....	123
<그림 3-14> 품질관리 현장관측 가이드라인(예) .....	124
<그림 4-1> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질보고서(안) .....	127
<그림 4-2> 전문가 대상 평가의견 수집을 위한 간담회 .....	128

## Ⅰ 용어 및 약어 Ⅰ

약어	설명
AOD	Aerosol Optical Depth
AOT	Aerosol Optical Thickness
ARD	Analysis Ready Data
ASD	Analytical Spectral Devices
ATBD	Algorithm Theoretical Basis Document
BRDF	Bidirectional Reflectance Distribution Function
BSCN	Baotou Sand
BTCN	Baotou
CCA	Cloud Cover Assessment
CCD	A charge-coupled device
CE	Commission Error
CEOS	Committee on Earth Observation Satellites
DB	Data Base
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DOI	Digital Object Identifier
DOY	Day of the Year
ECCOE	Earth Resources Observation and Science Calibration and Validation Center of Excellence
ERD	Entity Relationship Diagrams
ESA	European Space Agency
FDGC	Federal Geographic Data Committee
FN	False Negative
GEMS	Geostationary Environment Monitoring Spectrometer
GK2A	GEO-KOMPSAT-2A
GOCI	Geostationary Ocean Color Imager
GONA	Gobabeb
GSICS	Global Space-based Inter-Calibration System
Lat	Latitude
LCFR	La Crau
Lon	Longitude
MAE	Mean Absolute Error
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
MapNum	Map Number
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MPC	Mission Performance Centre
MTF	Modulation Transfer Function

약어	설명
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGII	National Geographic Information Institute
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OA	Overall Accuracy
OE	Omission Error
OrbNo	Orbit Number
P	Precision
PICS	Pseudo-Invariant Calibration Site
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
R	Recall
RadCalNet	Radiometric Calibration Network
R&D	Research and Development
R <sup>2</sup>	Coefficient of Determination
RMSE	Root Mean Square Error
RPC	Remote Procedure Call
RVUS	Railroad valley plays
S/N	Signal-to-Noise
S2A	Sentinel-2A
S2B	Sentinel-2B
S2VT	Sentinel-2 Validation Team
SCL	Scene Classification Layer
SDLM	Science Data Lifecycle Model
SDSU	South Dakota State University
S-NPP	The Suomi National Polar-orbiting Partnership
SR	Surface Reflectance
SRF	Spectral Response Function
SW	Software
SZA	Solar Zenith Angle
SZAD	Solar Zenith Angle Difference
TP	True Positive
U	Uncertainty
USGS	U.S. Geological Survey
VAD	Viewing Angle Difference
VIIRS	Visible Infrared Imaging Radiometer Suite
VZA	Viewing Zenith Angle
WIFI	Wireless Fidelity
WV	Water Vapor





## 제1장

# 연구개요

1. 연구 배경
2. 연구 목표
3. 연구 범위
4. 사업 수행 조직도



## 1. 연구 배경

위성정보의 품질관리에 대해서는 정의된 바가 없으나, 기상청 데이터 품질관리 규정 및 환경부 데이터 품질관리 규정을 살펴보면, “데이터 품질관리”는 사용자에게 중요한 가치를 제공하도록 데이터의 품질을 확보하기 위한 품질 목표 설정, 품질관리 계획의 수립, 품질진단 및 개선 등 일련의 활동을 포함한다. 현 국내 위성관련 기관들의 품질관리 현황을 살펴보면, 국가기상위성센터에서는 복사보정과 위치보정 품질 지표를 월간보고서로 작성 및 웹서비스를 수행하고 있으며, 전지구위성자료 상호검정시스템을 기반으로 극궤도위성 반사율 영상을 이용하여 월별 품질검증을 수행하고 있다. 항공우주연구원에 소속된 국가위성정보 활용지원센터는 아리랑 위성의 상업판매 대행업체인 (주)SIIS의 웹페이지를 통해 3개월 주기로 제공되는 품질보고서는 기하보정 정확도와 광학적 품질분석 내용이 제공된다. 환경위성센터, 국가해양위성센터에서는 위성자료 관련 검증 및 정확도 정보를 기관 내부 모니터링용으로 활용하고 있다. 대부분의 국내 위성관련 기관들은 복사보정 및 기하보정에 대한 품질관리를 진행하고 있으나, 표면반사율 영상에 대한 품질관리 체계 및 현황은 아직까지 미흡한 실정이다. 이에 따라, 국토위성센터에서도 국토위성 표면반사율 영상 패키지 배포에 앞서, 패키지 품질의 일관성 및 신뢰성 확보를 위한 품질관리 체계를 갖춰야 한다. 이를 통해 국내에서 선도적으로 표면반사율 영상의 품질관리 기반이 마련될 수 있으며, 또한 배포기관 측면에서 사용자에게 체계적이고 주기적인 정확도 정보를 제공할 수 있다.

## 2. 연구 목표

본 사업에서는 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 기반 마련을 위하여 품질검사 체계, 대상, 방법 등 일련의 과정을 포함하는 품질관리의 지침을 마련하고 국토위성영상 품질검사에 필요한 기초자료를 수집하고자 한다.

### 3. 연구 범위

본 사업의 범위는 다음과 같다.

#### □ 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 마련

- 타기관 위성자료 품질관리 체계 및 현황조사 분석
- 품질검사 대상 정의
- 중장기적 품질관리 목표설정
- 품질관리 절차 및 시·공간자료 매칭 세부기준 마련 방안
- 품질검사의 지표 및 세부기준 마련 방안
- 품질관리 지침(안) 제작

#### □ 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질검사 기초자료 수집

- 해외 검보정 사이트(RadCalNet) 대상 유효영상 분류 및 대기 정보 수집
- 22년 상반기 촬영된 국토위성 유효영상 분류 및 동시기 촬영된 타위성영상 확보
- 현장관측 수행 및 가이드라인 보완

### 4. 사업 수행 조직도

본 사업을 수행한 (주)퍼픽셀의 사업 수행 조직도는 다음과 같다.



<그림 1-1> 사업 수행사 조직도(참여기술자 현황)

## 제2장

# 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 마련

1. 타기관 위성자료 품질관리 체계 및 현황 분석
2. 품질검사 대상 정의
3. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 제작



### 1. 타기관 위성자료 품질관리 체계 및 현황 분석

본 절에서는 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 마련을 위하여, 국내외 타기관 위성자료 품질관리 체계 및 현황 분석을 수행하였다. 새로운 품질관리 체계를 설계하기 보다는 국내 실정과 국토위성영상의 현황에 맞는 품질관리 체계를 설계하기 위하여 국내·외 사례를 최대한 참고하였다. 국내·외 위성자료 품질관리 체계 및 현황은 아래 자세히 기술하였다.

#### 가. 국내 위성자료 품질관리 체계 및 현황

국토위성 표면반사율 영상에 대한 품질관리를 위하여 위성정보의 활용기술 및 각 위성센터 기관별 현황을 조사하였다. 현재, 국내 주요 위성센터를 대상으로 표면반사율 영상에 대한 품질관리 사례는 없으나 위성자료의 품질관리는 진행되는 것으로 파악되었다.

##### 1) 국토위성정보 수집 및 활용기술 개발(국토교통부, 2021)

국토위성센터에 설치 및 운영될 국토위성정보 수집·활용 시스템을 개발하고, 고정밀 국토위성정보의 생산을 위한 활용기초기술 및 SW 개발하는 내용 등이 기술되어 있다. 보고서 내용 중 「국토위성정보 품질검증체계 및 법/제도 설계」에서는 표준 영상, 위성정밀영상, 활용산출물에 대한 품질관리(안)작성, 산출물기관 표준(안)작성 및 제안, 국토위성 산출물 품질기준(안) 마련에 관한 내용이 기술되어 있다. 그러나 표면반사율 영상 및 픽셀단위정보(구름, 수계)에 대한 품질관리 방안에 관한 내용은 포함되어 있지 않다. 본 보고서에서 제시하는 품질관리(안)은 KS X ISO 19157 데이터 품질 표준을 기반으로 하며, 이에 따라 국토위성 산출물에 대해 품질 평가(측정) 요소 항목의 정의하고 국토지리정보원의 기관표준인 NGII-STD. 2015-8, 정사영상 데이터 품질 표준에서 정의하고 있는 품질 평가(측정) 요소를 참조하였다.

<표 2-1> 외부보조자료 수집 목록

항목	세부항목	내용
완전성	초과	데이터에 포함된 초과 데이터
	누락	데이터에 누락 된 데이터
논리적 일관성	개념적 일관성	개념적 스키마 규칙 준수
	도메인 일관성	가치 도메인에 대한 가치 준수
	형식 일관성	물리적 구조에 따라 데이터가 저장되는 정도
	위상 일관성	데이터세트의 위상적 특성의 정확성
위치 정확성	절대적 정확도	보고된 좌표값이 실제에 근접한 정도
	상대적 정확도	지형지물의 상대적 위치가 실제에 근접한 정도
	그리드 데이터 위치 정확성	그리드 데이터의 공간 위치값이 실제에 근접한 정도
주제 정확성	분류 정확성	속성 또는 지형지물에 할당된 클래스의 비교
	비정량적 속성 정확성	비정량적 속성이 정확한지 여부에 대한 측정
	정량적 속성 정확도	정량적 속성값이 실제와 근접한 정도
시간적 품질	시간적 측정의 정확도	데이터의 시간적 정확도
	시간적 유효성	시간과 관련된 데이터의 유효성

<표 2-2> 국토위성 산출물 품질관리(안)의 품질 평가 요소

항목	세부항목	내용
완전성	누락	위성영상의 촬영에 영향을 미치는 요인으로 인하여 발생한 데이터의 누락 정도
논리적 일관성	도메인 일관성	생산된 위성영상의 밴드별 픽셀값이 일정한 범위의 도메인 또는 규격에 따라 생산되었는지에 대한 정보
	형식 일관성	생산된 데이터가 정해진 데이터 포맷에 따라 생산되었으며, 데이터나 관련 정보가 정상적으로 포함되었는지에 대한 정보
위치 정확성	절대적 정확도	생산된 위성영상의 임의의 위치가 실제의 위치에 근접한 정도
	상대적 정확도	생산된 위성영상 안에서 임의의 지형지물 또는 지점간의 상대적 위치가 현실에서의 위치와 근접한 정도
시간적 품질	시간적 유효성	생산된 위성영상이 가지는 시간적 유효성

품질 평가(측정) 요소에 대한 산출물의 실제 품질을 체계적으로 기술하기 위해서는 평가(측정) 방법 및 결과를 기술하기 위한 항목의 정의가 요구되며, 품질관리(안)에 다음과 같이 품질측정 및 결과에 관한 기술 항목을 정의하였다.



<표 2-3> 산출물의 품질을 기술하기 위한 항목 정의

항목	세부항목	내용
측정기준	측정항목명	품질을 측정하기 위한 항목명
	항목 정의	측정항목에 대한 설명 및 정의 내용
	측정값유형	품질 측정 값의 유형
	측정인자	품질 측정에 사용되는 인자
측정방법	평가일자	품질 측정 일자
	평가방법 설명	품질 측정 수행 방법에 대한 설명
	평가절차	품질 측정 수행 절차에 대한 설명
	평가방법 유형	품질 측정 유형(직접평가/간접평가 등)
측정결과	유효일자	품질의 측정결과 유효한 기간 또는 일자
	측정값	품질의 측정 결과값
	측정단위	측정 결과의 단위
	측정설명문	품질 측정 결과에 대한 설명

국토위성의 산출물과 세부 품질측정 항목을 아래 표에 기술하였다.

<표 2-4> 처리단계별 산출물 세부 품질측정 항목

단계	단계별 산출물	품질 요소	세부 요소	품질 측정 항목
Level 1 (표준영상)	표준영상 (L1R, L1G)	완전성	누락	운량
				적설
		논리적 일관성	도메인	영상의 잡음
				영상의 밝기
Level 2 (위성정밀영상)	위성정밀기하영상 (L2R)	논리적 일관성	도메인 일관성	영상 왜곡정도
		위치 정확성	절대적 정확도	위치정확도
	위성정밀정사영상 (L2G)	위치 정확성	절대적 정확도	매핑정확도
	도엽단위 정밀정사영상 (L2I)	시간적 품질	시간 유효성	입력영상의 촬영시간 차

<표 2-5> 품질측정 항목별 내용 및 품질 기준

품질측정 항목	측정내용	단위	등급 기준	기준범위
영상의 밝기	L1R 영상에 기록된 화소값의 (최대치-최소치)/이론적 밝기값 최대치(4096)	비율	A	0.25 이상
			B	0.1~0.25
			C	0.1 이하
영상의 잡음	영상에 포함된 잡음 양의 비율	%	A	영상 잡음 없음
			B	영상 잡음 2% 미만
			C	영상 잡음 2% 이상
운량	영상의 크기 대비 구름의 비율	%	A	비율 10% 이하
			B	비율 10~25% 사이
			C	비율 25% 이상
적설	적설량에 따른 영상의 지형지물 식별 가능 정도	%	A	주요 지형지물 식별가능 90% 이상
			B	주요 지형지물 식별가능 75% 이상
			C	주요 지형지물 식별가능 75% 미만
영상 왜곡정도	메타데이터 상에 기록된 Roll pitch 각도	도	A	촬영각도 5° 이하
			B	촬영각도 25° 이하
			C	촬영각도 25° 이상
영상의 위치정확도	검사점의 지상좌표에 갱신된 RPC계수를 적용하여 계산된 L2R 영상좌표와 검사점에 해당하는 실제 L2R 영상좌표 독취값 간 픽셀의 평균 제곱근 오차	Pixel	A	픽셀 오차 RMSE가 2 pixel 이하
			B	픽셀 오차 RMSE가 3~5 pixel 사이
			C	픽셀 오차 RMSE가 5 pixel 이상
영상의 매핑정확도	검사점에 해당하는 L2G 영상점을 독취하여 독취된 영상점의 지상좌표와 검사점의 지상좌표 간 차이의 평균 제곱근 오차	Pixel	A	픽셀 오차 RMSE가 1.5 meter 이하
			B	픽셀 오차 RMSE가 1.5~5 meter 사이
			C	픽셀 오차 RMSE가 5 meter 이상
1도엽을 구성하는 입력영상의 개수 및 촬영시간차	입력영상 간 촬영시기의 일자 차이	일	A	입력영상 1개 사용
			B	입력영상 2개 사용, 촬영시기 7일 이내
			C	입력영상 2개 사용, 촬영시기 7일 이상 또는 입력영상 3개 이상 사용

## 2) 국가기본도 활용을 위한 사용자 친화형 영상 제품 구축 기획연구(국토지리정보원, 2021)

사용자 친화형 영상 제품 구축을 위한 국토위성센터 ARD 구축사업의 추진방향 수립, ARD 기초기술 개발 기획, 국토위성센터 ARD 샘플 제작에 관한 내용이 정리되어 있다. 여기서, ARD란 분석준비자료(Analysis Ready Data, ARD)로써, ARD는 사용자가 최소한의 노력으로 위성영상 기반 분석이 가능하도록 전처리 과정을 거쳐, 타 자료와 상호운영될 수 있는 형태로 가공된 자료를 의미한다. 제2장 국토위성센터 ARD 구축사업 추진 방향 수립에서 CEOS에서 제공하는 ARD의 메타정보(대기보정 포함) 요구사항이 정리되어 있다. 대기보정의 최소 요구사항은 에어로졸과 분자(레일리)산란에 대한 보정이 시행되어야 하며, 이는 동료평가(Peer Review)를 거친 알고리즘으로 수행해야 하며, 해당 알고리즘의 기술문서 보정에 사용된 보조자료의 출처가 명시되어야 한다. 동료평가란, 전문가로 구성된 그룹이 CEOS의 기준에 따라 제공된 데이터에 대한 평가를 의미한다. 또한 수증기 보정이 수행되어야 하며, 해당 알고리즘 또한 동료평가를 거치고, 관련 기술문서가 작성되어야 한다. 목표 요구사항에는 최소 요구사항과 함께 측정값의 정규화 과정 및 오존에 대한 보정이 추가되어 있다.

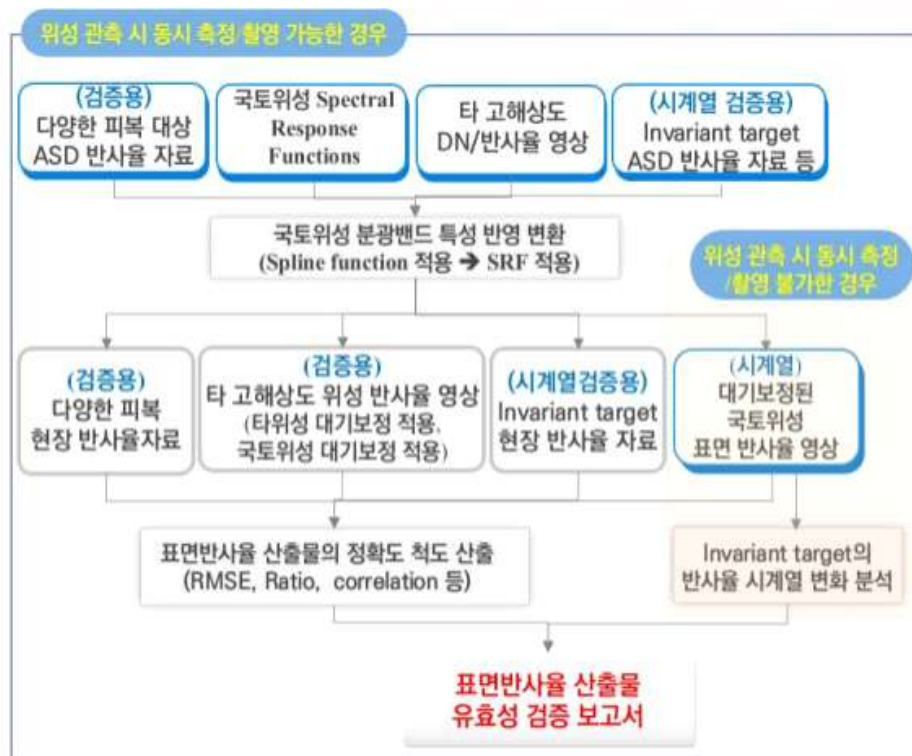
USGS의 Landsat, ESA의 Sentinel-2, Planet의 RapidEye과 PlanetScope, MAXAR의 GeoEye-1, WorldView-2, 국내 항공우주연구원의 KOMPSAT-3A ARD 구축사례 및 관련 동향 분석은 정리되어 있으나 구축된 자료의 품질관리에 관한 내용은 명시되지 않았다. 제3장 ARD 기초기술 개발 기획에서는 대기보정 방법론, 픽셀단위정보의 구름, 구름그림자, 수계, 눈·얼음, 지형그림자, 지형폐색, 에어로졸 광학두께 항목을 탐지하기 위한 기초기술은 소개되었으나 이에 대한 품질관리에 관한 내용은 명시되지 않았다.

<표 2-6> 복사 및 대기보정 메타정보 요구사항

번호	항목	임계(최소) 요구사항	목표 요구사항
3.1	측정값 (Measurement)	픽셀값은 지표면의 표면반사율에 대한 측정값을 표시해야 한다. 해당 값은 차원이 존재하지 않는다.	표면반사율 값은 SI 참조 표준에 따라 추적 가능해야 한다(1.1의 요구사항과 동일)
3.2	측정값 불확실성 (Measurement Uncertainty)	요구되지 않음	<p>측정값의 확실성에 대한 값은 측정값의 단위로 주어져야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>참고1: 1.1의 요구사항과 동일하게 SI 참조표준에 따라 추적 가능해야 함</li> <li>참고2: 측정값 불확실성에 대한 정보는 단일 DOI 랜딩 페이지 형태로 메타데이터에 제공되어야 함</li> </ul>
3.3	측정값 정규화 (Measurement Normalization)	요구되지 않음	측정값들은 광원과 시야각에 따라 정규화된다. BRDF 보정이나 지형 보정 등을 포함하는 항목이다.
3.4	대기 분산 (Directional Atmospheric Scattering)	<p>에어로졸과 분자(레이리) 산란에 대한 보정이 시행되어야 한다. 메타데이터는 단일 DOI 페이지로 다음에 대한 내용을 포함하는 정보를 제시해야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 동료평가를 거친 알고리즘에 대한 인용</li> <li>✓ 해당 알고리즘에 대한 기술문서</li> <li>✓ 보정에 사용된 보조자료의 출처</li> <li>• 참고1: 기술문서의 예시에는 알고리즘 기초기술 문서와 사용자 가이드 등을 포함한다.</li> </ul>	임계 요구사항과 동일
3.5	수증기 보정 (WaterVapor Corrections)	<p>수증기에 대한 보정이 시행되어야 한다. 메타데이터는 단일 DOI 페이지로 다음에 대한 내용을 포함하는 정보를 제시해야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 동료평가를 거친 알고리즘에 대한 인용</li> <li>✓ 해당 알고리즘에 대한 기술문서</li> <li>• 참고1: 기술문서의 예시에는 알고리즘 기초기술 문서와 사용자 가이드 등을 포함한다.</li> </ul>	임계 요구사항과 동일
3.6	오존 보정 (Ozone Corrections)	요구되지 않음	<p>데이터는 오존 보정되어야 한다. 1.8과 1.9 항목에 관련된 메타데이터가 있으며, 메타데이터는 단일 DOI 페이지로 다음에 대한 내용을 포함하는 정보를 제시해야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 동료평가를 거친 알고리즘에 대한 인용</li> <li>✓ 해당 알고리즘에 대한 기술문서</li> </ul>

### 3) 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작(국토지리정보원, 2022)

표면반사율 영상 생성 및 픽셀단위정보 생산을 위한 요소 기술 개발 내용과 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 시범제작 등의 내용을 담고 있다. 시범 제작된 산출물은 비교 분석 및 검증 과정을 통해 최종 사양이 기술되어 있으며, 국토위성 사용자 친화형 영상 제품의 품질관리 정의 및 항목 등이 제시되어 있다. 해당 보고서 제4장 시범제작 결과 검증 및 지속적 구축 방안 마련에서 아래 그림과 같이 ASD 관측자료를 이용한 검증, 타위성 또는 드론을 이용한 비교 검증, 시계열 영상을 이용한 반사율 비교로 구분하여 제작된 표면반사율 영상의 유효성 검증방안을 제시하였다. 위성 관측시 동시 측정 및 촬영이 가능한 경우에는 ① 현장관측 자료를 이용한 다양한 피복 검증, ② 타 위성 또는 드론을 이용한 비교 검증, ③ 시계열 영상을 이용한 반사율 비교 분석이 있으며, 위성 관측 시 동시 측정 및 촬영이 불가능한 경우에는 대기보정 된 국토위성에 포함된 Invariant Target의 표면반사율 시계열 변화 분석이 가능하다. 표면반사율의 산출물의 정확도 척도로 상관관계, RMSE, ratio를 제시하였다. Kambezidis H.D.(2012)에서 제시된 수식을 밴드별로 적용하여 RMSE 백분율(%)도 제시하였다.



<그림 2-1> 국토위성 대기보정 알고리즘의 검증 방안 흐름도(안)

<표 2-7> ASD 자료를 이용한 국토위성 표면반사율 영상의 유효성 검증(예)

척도	Band1	Band2	Band3	Band4
RMSE	0.059	0.073	0.099	0.118
Correlation	0.794	0.745	0.803	0.916
Ratio (ASD/국토위성)	2.081	0.698	0.634	0.762

$$RMSE(\%) = \frac{\sqrt{\left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (H_{ASD} - H_{CAS})^2 \right]}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_{ASD}} \times 100$$

<표 2-8> 국토위성영상 밴드별 RMSE 백분율(예)

척도	Band1	Band2	Band3	Band4
RMSE(%)	4.28	12.36	14.41	20.66

이와 함께, 픽셀단위정보 유효성 검증을 위해 토지피복, 지형, 구름 유무, 수계 유·무, 촬영시기, 촬영각 등을 고려하여 영상을 선정하고 해당 영상을 육안으로 분석하여 기준자료를 생성하였다. 검증영상과 기준자료를 통계적인 방법인 오차행렬을 작성하였으며 아래 <표 2-9>와 같이 픽셀단위정보 유효성 지표를 분석하였다.

<표 2-9> 픽셀단위정보 유효성 지표

지표	수식	설명
Accuracy (정확도)	$\frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN}$	- 전체 픽셀 중 픽셀단위정보와 기준자료가 일치한 픽셀 비율 - 전체적인 모델의 성능을 의미
IoU	$\frac{TP}{TP + FN + FP}$	- 픽셀단위정보와 기준자료의 유사성(Similarity) - 일반적으로 0.5 이상이면 모델 성능 준수
Precision (P, 정밀도)	$\frac{TP}{TP + FP}$	- 픽셀단위정보에서 예측한 True 중 정답의 비율 (사용자 정확도) - 일반적으로 Precision과 Recall은 Trade-off 관계
Recall (R, 재현율)	$\frac{TP}{TP + FN}$	- 기준자료의 True 중 픽셀단위정보에서 True로 검출된 비율 (생산자 정확도)
F1 Score	$\frac{2 * (P * R)}{P + R}$	- Precision과 Recall의 조화평균 - Precision과 Recall의 불균형 정도 확인 가능
Commission Error (작위오류)	$1 - P$	- 픽셀단위정보의 True 중 오답의 비율 - 오검출 비율

보고서 내, 제4장 시범제작 결과 검증 및 지속적 구축 방안 마련에서는 국내 위성의 검보정 사례가 기술되어 있다. GOCI-II 대기보정의 검증은 한국해양과학기술원 해양위성센터와 NASA와 공동으로 수행하였으며 2021년 7월 3일 ~ 15일까지(12일) 전형적인 1형수<sup>1)</sup>의 특징을 지닌 필리핀해에서 수집된 4개의 Rrs 자료를 이용 하였으며, 추가적으로 NASA에서 운영하는 무인 관측장비인 AERONET-OC를 통해 수집된 현장자료도 사용하였다. 정확도를 평가하기 위한 지표로 아래의 평균절대 오차(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)과 평균 제곱근 오차(Root Mean Square Error, RMSE)을 사용하였다. 국립환경과학원에서는 지준화(2008)과 송정현 등(2009) 연구결과를 기반으로 복사보정계수를 이용하여 절대 대기보정을 적용한 연구사례가 있었다. 시계열 KOMPSAT-2 위성영상의 invariant target 이용하여 대기보정 결과/검증을 분석하였다. Karpouzli E. and Malthus T.,(2003)에서 IKONOS 영상을 실험식 기반 상대 대기보정을 수행하고 검증은 현장측정 자료를 사용하였다. 이때 현장측정 자료는 분광학적으로 균일하고, 평평한 곳에 식생을 제외한 곳으로 선택하였으며, 위성영상 공간해상도(pixel size)의 3배 이상인 곳에 대하여 GER 1500 spectroradiometer(300-1100nm)를 이용하여 현장자료를 획득하여 이용하였다. 다양한 검증 사례를 보았을 때 정확도 평가를 위해 많이 사용되는 지표인 상관계수, 평균제곱근오차(RMSE), 평균절대오차(Mean Absolute Error, MAE), 평균제곱오차(Mean Squared Error, MSE), 평균절대비오차(MAPE)에 대한 수식과 내용은 <표 2-10>과 같다.

1) 해수의 광특성이 식물성플랑크톤에 의한 1차 생산 활동에 지배되는 특성을 가지는 해역을 1형수(case-I water)라고 하며, 그 이외의 해수는 2형수(case-II water)로 구분

<표 2-10> 정확도 평가 지표

지표	수식	설명
R	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>통계적 유의성을 표현하기 위한 상관관계를 수치로 표현</li> </ul>
RMSE	$\sqrt{\frac{\sum (X_t - Y_t)^2}{n}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>MSE에 루트를 씌운 값으로 큰차이의 에러에 덜 민감함</li> <li>오류 지표를 실제 값과 유사한 단위로 다시 변환하여 해석용이</li> <li>잔차를 제공하여 생기는 값의 왜곡이 MSE보다 적음</li> <li>실제값의 크기에 의존적이기 때문에 크기 의존적 에러 발생</li> </ul>
MAE	$\frac{\sum  X_t - Y_t }{n}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제값과 예측값의 차이를 절대값으로 변환해 평균한 값</li> <li>절대값으로 인한 가장 직관적인 지표</li> <li>실제값 대비 예측값의 차이를 쉽게 보여줌</li> </ul>
MSE	$\frac{\sum (X_t - Y_t)^2}{n}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제값과 예측값의 차이를 제곱해 평균한 값</li> <li>특이치에 민감하며 지표 자체가 직관적임</li> <li>잔차를 제공하기 때문에 이상치에 민감함</li> <li>1미만의 에러는 더 작아지고, 그 이상의 에러는 더 커지는 한계점</li> </ul>
MAPE	$\frac{\sum \left  \frac{X_t - Y_t}{X_t} \right }{n} * 100$	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제값 대비 예측값을 실제값으로 나눈 절대값 평균의 백분율</li> <li>실제값이 0일 경우 계산할 수 없으며, 해석이 의미있는 값에만 적용할 수 있는 한계점</li> </ul>

\*X는 실제값, Y는 예측값, n은 샘플의 개수

보고서에 제시된 해외 ARD 품질관리 방안 사례 조사 및 분석 결과, USGS, ESA, Planet에서는 산출물 품질관리를 위해 특정 주기마다 품질보고서를 작성하여 품질관리를 시행하고 있으며, 해당 보고서 내 참고문헌 내용에는 기하 및 방사의 특징, 제품 특징, 제품의 이상현상 등의 내용이 공통으로 기술되어 있었으며, 아래 <표 2-11>과 같이 품질정보 관리 목록을 정리하여 나타냈다. USGS는 SDLM모델과 FDGC 표준을 활용해 각 산출물의 처리 단계별 내용을 문서화하여, 동료평가, 신규 산출물과 기존 데이터의 비교, 공간데이터와 지도와의 중첩 등의 방법을 활용해 산출물의 품질을 평가하여 품질관리 문서의 적합성을 검증하고 있다. ESA의 경우, 자체 소프트웨어를 활용하여 산출물을 생성하여 산출물의 품질을 측정하고 L1C, L2A 제품별로 품질관리 보고서를 월별로 작성하는 것으로 확인되었다. Planet은 ESA의 품질관리 구조를 가져다 활용하였으며, 각 위성의(PlanetScope, Skysat 등) 제품별 품질관리 보고서 작성을 통해 산출물의 품질을 관리하고 있다. Maxar는 다른 타 기관과 다르게 국제데이터 품질표준 기관 등의 인증기관 증명을 3년 주기로 인증을 갱신 품질을 관리하고 있다.



<표 2-11> 해외 ARD 선도그룹의 품질관리 방안

구분		USGS	ESA	Planet	Maxar
형태		알고리즘 문서 및 품질관리 보고서 제공			국제 데이터 품질 표준 기관 및 인증 기관에서 인증 (인증서 발급)
주기		비주기적	월별	분기별	3 년마다 재인증
표면 반사율 영상 (SR)		<ul style="list-style-type: none"> <li>MODIS 자료와 대조를 통한 정확도 측정 방법 (LMCCS 구축)</li> <li>AERONET 데이터셋 기반의 각 밴드별 정확도, 정밀도, 불확실성 측정</li> <li>Ground Truth 측정을 활용한 유효성 검증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산출물의 지표반사율에 대한 정확도 측정 후 정량적 평가로 제공</li> <li>Sen2Cor를 기반으로 불확실성 및 정확도 측정</li> <li>참 조 자 료 : AERONET-corrected surface reflectance 데이터셋</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LaCrau, GoBabeb RadCalNet 사이트 자료 기반의 각밴드별 정확도, 정밀도, 불확실성 측정</li> <li>Landsat, Sentinel-2 위성자료와 표면반사율 상관성 비교·검증</li> <li>Landsat과의 AOT 추정치 비교</li> </ul>	-
일반 메타 정보	기하 정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>위치정확도 정량적 평가 측정</li> <li>수평 및 수직 정확도 오차정보 제공 (RMSE, 처리수준 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sen2Cor를 활용하여 산출물의 절대 위치정확도 측정 후 정량적 평가 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>절대 위치정확도와 Temporal registration, relative geolocation 의 RMSE 측정 (평균값, 최대·최소값)</li> </ul>	
	복사 보정 메타 정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>PICS에서 측정 및 검증</li> <li>현장자료 및 참조자료와의 비교분석을 통해 정확도 검증 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PICS 에서 측정 및 검증</li> <li>현장자료 및 참조자료와의 비교분석을 통해 정확도 검증 실시(참조자료: Landsat8, S2A, S2B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>참조자료 기반으로 보정(참조자료 : RadCalNet, SDSU)</li> <li>RapidEye 와 Landsat 8 / Sentinel-2 자료와의 대조</li> <li>정확도와 불확실성에 대한 평균값 측정</li> </ul>	
픽셀 단위정보		-	분류정확도 정확도 측정	기계학습 분류 모델 업데이트	

해외 ARD 선도그룹별 품질관리 방안 조사 결과를 바탕으로 아래 <표 2-12>, <표 2-13>과 같이 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 품질관리를 정의하였고, 품질관리 항목을 도출하였다.

<표 2-12> 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 품질관리 정의

번호	항목		국토위성 사용자 친화형 영상 제품 품질관리 정의(안)
1	형태		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ARD의 품질정보는 보고서, 인증서 등과 같은 형태로 사용자들에게 제공되어야 한다.</li> </ul>
2	제공주기		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ARD의 품질정보는 특정 주기마다 사용자들에게 품질정보를 제공할 수 있어야 한다.</li> </ul>
3	표면반사율영상(SR)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대기 관련 참조자료(AERONET 등)를 활용하여 지표반사율에 대한 정확도와 불확실성을 측정해야 한다.</li> <li>• 현장관측 자료 또는 타 위성영상과의 비교·분석을 통해 유효성을 검증할 수 있어야 한다.</li> </ul>
4	일반 메타정보	기하보정 메타정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기하보정 정확도는 아래와 같은 방법으로 절대위치정확도를 측정하여 정량적 평가 결과를 제공할 수 있어야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특정 SW를 활용한 기하보정 정확도 산출</li> <li>- Absolute geolocation</li> <li>- Multi-spectral / Multi-temporal registration</li> </ul> </li> </ul>
		복사보정 메타정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특정 주기마다 현장 관측을 수행하여 정확도 검증에 필요한 자료를 취득하여 자료의 신뢰성을 확보해야 한다.</li> <li>• 복사보정과 관련된 계수와 참조자료와의 비교 및 분석을 통한 복사보정에 대한 정량적 평가 결과를 제공할 수 있어야 한다.</li> </ul>
5	픽셀단위정보		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참조자료와의 비교 및 분석을 통해 픽셀단위정보에 대한 정확도를 검증이 가능해야 한다.</li> <li>• 다만, 픽셀단위정보의 각 항목은 보조자료로써 제공하기 때문에 정확도 세부 검증 계획은 추후 논의가 필요하다.</li> </ul>

<표 2-13> 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 품질관리 항목

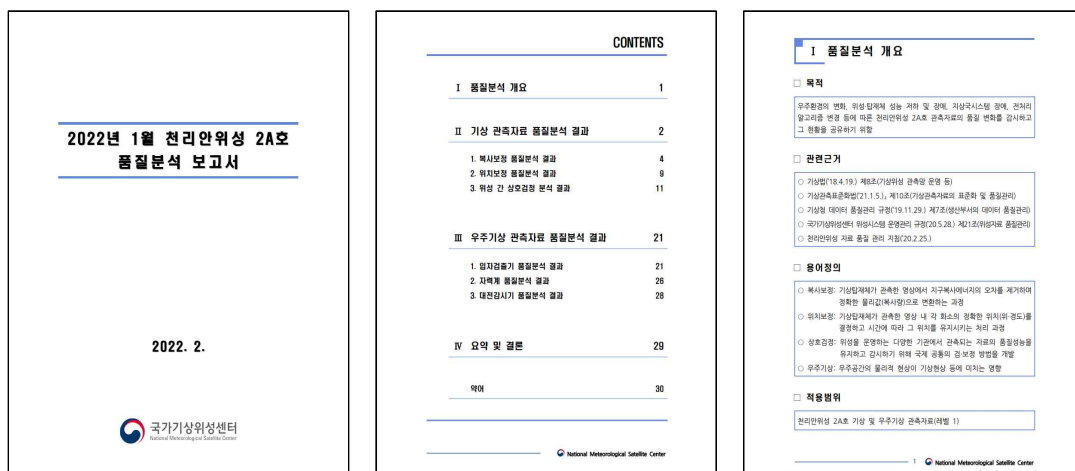
주요 항목		품질관리 방안 도출 결과(안)
형태		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국토위성 산출물 품질 관련 정보는 사용자들이 제품 정보를 쉽게 접근할 수 있도록 보고서 형태로 제공되어야 한다.</li> </ul>
주기		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국토위성 산출물 품질 관련 정보는 분기 혹은 반기별로 사용자들에게 보고서 형태로 제공되어야 한다.</li> </ul>
표면반사율영상(SR)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표면반사율 영상 정확도 검증을 위해 3개월 또는 6개월마다 현장관측을 통한 검보정 활동을 수행해야 할 것으로 판단된다.</li> <li>• 현장관측 자료 또는 국토위성 유사사양의 위성과의 비교·분석을 통해 정확도 검증을 수행해야 할 것으로 판단된다.</li> <li>• 절대대기보정 정확도 검증의 참조자료인 대기관측자료도 동시에 확보해야 한다.</li> </ul>
일반 메타정보	기하보정 메타정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3개월 또는 6개월에 1번 남·북한을 대상으로 샘플 사이트를 선정하여 검증자료를 확보해야 한다.</li> <li>• 아래의 항목과 같은 절대 위치정확도를 측정하여 정량적 평가를 제공해야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absolute geolocation</li> <li>- Multi-spectral / Multi-temporal registration</li> </ul> </li> </ul>
	복사보정 메타정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3개월 또는 6개월에 1번 현장관측을 통해 정확도 검증에 필요한 자료를 취득해야 한다.</li> <li>• 참조자료와의 비교 및 분석을 통해 정확도 검증을 수행할 수 있어야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참조자료 : 타 위성 자료(Landsat, Sentinel-2 등), RadCalNet, SDSU</li> </ul> </li> </ul>
픽셀단위정보		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3개월 또는 6개월에 1번 혹은 검보정 수행 시 한반도 내 샘플 사이트를 선정하여 정량적 평가를 수행하고 검증 결과를 사용자에게 제공해야 한다.</li> <li>• 참조자료와의 비교 및 분석을 통해 정확도 검증을 수행할 수 있어야 한다.</li> <li>• 다만, 픽셀단위정보의 각 항목은 보조자료로써 제공하기 때문에 정확도 검증 계획은 추후 논의 필요하다.</li> </ul>

#### 4) 국가기상위성센터

국가기상위성센터는 천리안위성 2A호 기상탑재체(GK2A) 전담 운영기관으로 관측 수신, 전처리 및 처리, 저장, 관리, 배포 및 활용의 업무를 수행한다. 기상법( ' 18.4.19.) 제 8조(기상위성 관측망 운영), 기상관측표준화법( ' 21.1.15) 제 10조(기상관측자료의 표준화 및 품질관리), 기상청 데이터 품질관리 규정( ' 19.11.29.) 제 7조(생산부서의 품질관리), 국가기상위성센터 위성 시스템 운영관리 규정( ' 20.5.28) 제 21조(위성자료 품질관리), 천리안위성 자료 품질관리 지침( ' 20.2.25)에 근거하여 품질분석을 수행한다. 품질분석 보고서는 <그림 2-2>와 같이 국가기상위성센터 홈페이지(<https://nmsc.kma.go.kr/>)를 통해 제공하고 있으며, 보고서에는 위성 간 상호검정 분석 결과를 포함한 복사보정 품질분석 결과, 위치보정 품질분석 결과, 우주기상 관측자료 품질분석 결과 등이 포함되어 있다.

년도	연차	월											
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2022		📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	
2021		📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄
2020		📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄	📄
2019		📄											

<그림 2-2> 천리안위성 2A호 품질분석 보고서의 웹서비스 현황

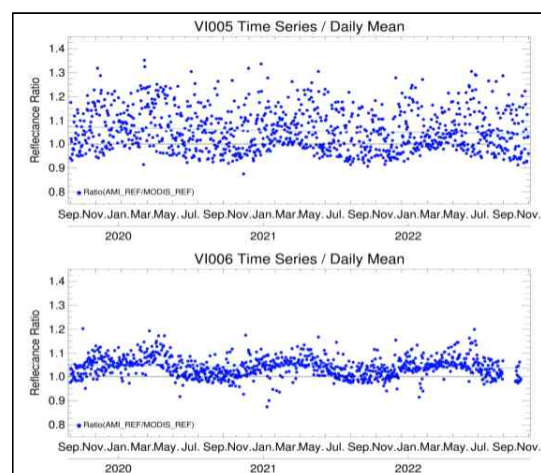
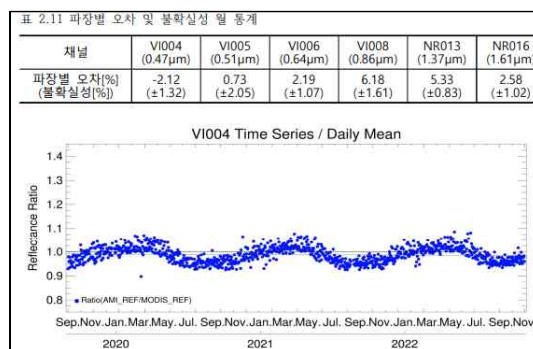


<그림 2-3> 천리안위성 2A호 품질분석 보고서

국가기상위성센터에서는 국제협력기구인 전지구위성자료(기상위성) 상호검정시스템(GSICS, Global Space-based Inter-Calibration System)을 기반으로 매일 천리안위성 2A호 Level 1 자료의 복사 검보정 및 품질관리를 수행하고 있다. 가시 및 근적외선 채널의 반사율의 경우 극궤도 위성과의 Ray - Matching으로 상호검정을 수행한다. Ray-Matching 기법은 극궤도 위성과 정지궤도 위성이 일직선상에서 동일 지역을 촬영하는 시점의 자료만을 비교하는 상호검정 방법이다. 검정에 주로 사용되는 극궤도 위성자료는 MODIS(Terra, Aqua), VIIRS(S-NPP, NOAA)가 있다. 이 자료들은 균질성 검사를 수행하고 반응함수를 일치시킨 후 검정을 수행한다. Ray-matching을 위한 검정자료 조건은 아래 <표 2-14>와 같으며, 검증 방법으로 원자료와 검증자료의 반사율 비율을 시계열로 분석하는 방법이 있다.

<표 2-14> Ray-Matching을 위한 검정자료의 조건

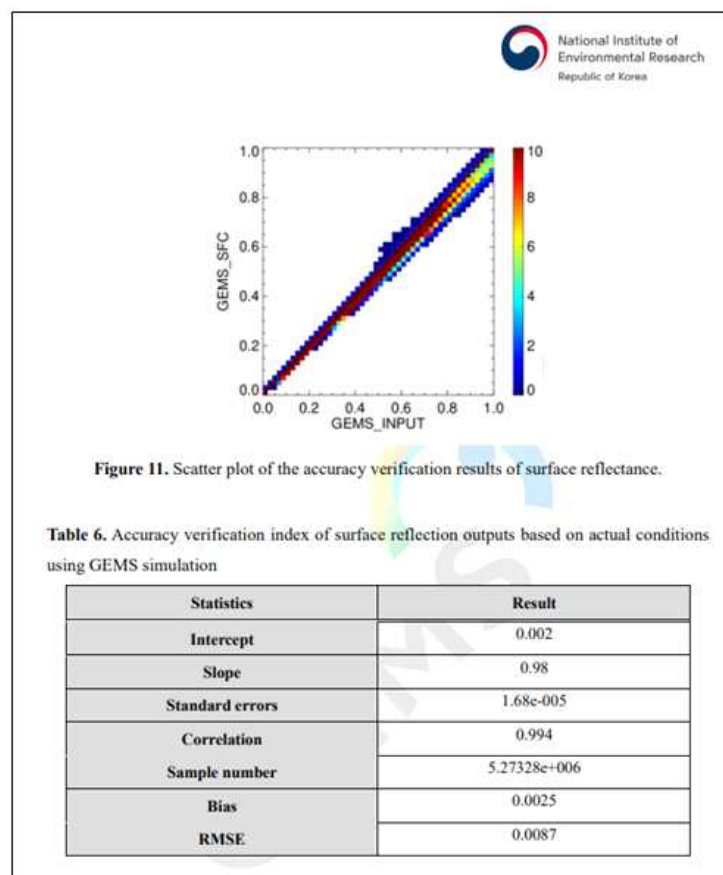
구분	조건(임계치)
Bin resolution	0.1° by 0.1° latitude/longitude
Latitude	30°N~30°S
Longitude	98.2°E~158.2°E (±30° of GEO satellite location)
Time Difference	≤ 5 minutes ≥
Bin Spatial homogeneity	> 80 %
Sun Glint Probability	< 15%
Solar Zenith Angle	< 40°
Viewing Zenith Angle	< 40°
Solar Zenith Angle Difference	≤ 5°
Viewing Angle Difference	≤ 5°



<그림 2-4> 가시 및 근적외선 채널의 반사율 품질분석(천리안위성 2A호 10월 품질분석 보고서)

## 5) 환경위성센터

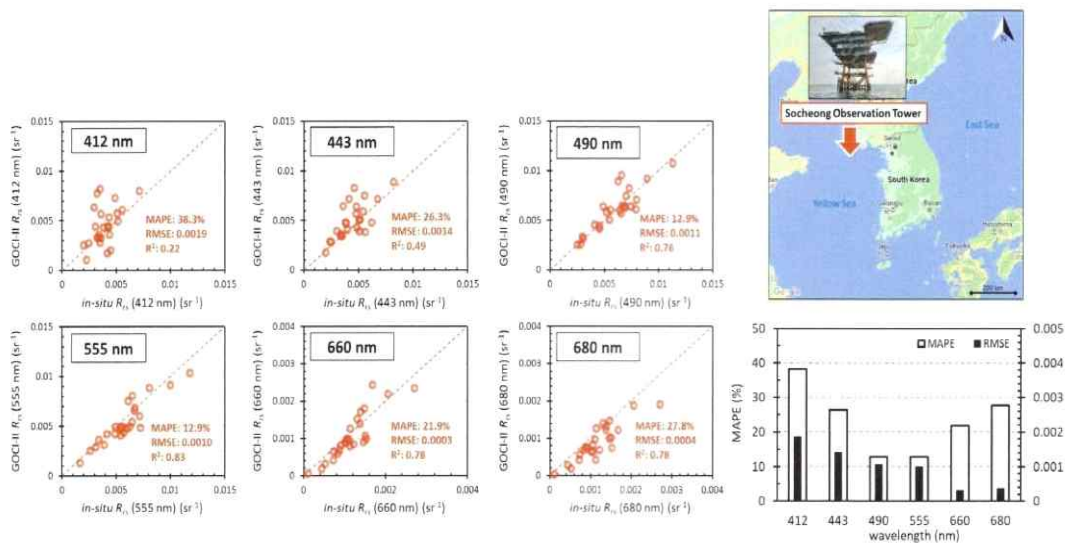
환경위성센터는 천리안위성 2B호 환경탐재체(GK2B-GEMS) 전담 운영기관으로 관측 수신, 전처리 및 처리, 저장, 관리, 배포 및 활용의 업무를 수행한다. 위성 자료는 환경부 데이터 품질관리 규정(환경부 훈령 제 1357호)에 따라 품질검증을 수행하고 있다. 이 규정에는 환경부에서 관리하는 데이터를 대상으로 데이터 품질관리 조직 및 업무, 데이터 품질관리(관리계획 수립, 데이터 표준관리, 구조관리, 연계데이터 정합성 관리 등)에 대한 담당자의 역할이 명시되어있다. 천리안 2B호 환경탐재체(GEMS) 대상 내부 현업용 자료 검증 클라이언트시스템으로 운영하고 있으며, GEMS Level 2 일부 산출물 대상검증 대상자료의 특성에 따라 구별되는 성능평가 지표가 산출물의 ATBD에 기술되어 있다. GEMS Level 2 산출물 중 국토위성의 표면반사율 영상과 유사한 표면반사율 영상 산출물이 생성되고 있으며, ATBD에 수록된 품질검증 방법은 TOA 반사율과 대기보정된 반사율과의 일대일 비교방법을 사용하고 있다.



<그림 2-5> GEMS 육상 표면반사율 ATBD 상 정확도 검증 결과(환경위성센터, 2020)

## 6) 해양위성센터

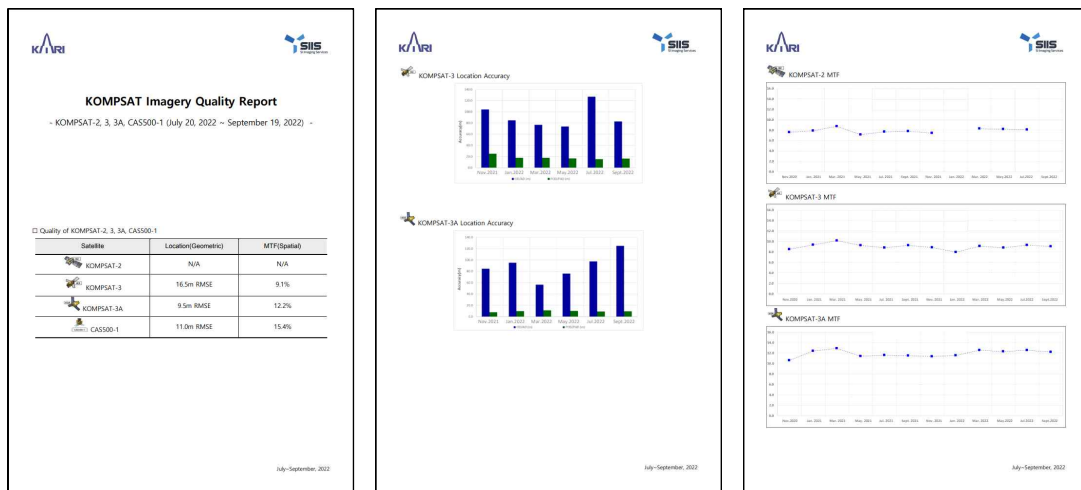
해양위성센터는 천리안위성 2B호 해양탐재체(GK2B-GOCI-II) 전담 운영기관으로 관측 수신, 전처리 및 처리, 저장, 관리의 업무를 수행한다. 해양위성센터에서는 GOCI-II의 원격반사도를 포함한 Level 2 산출물 품질관리를 위해 선박을 이용한 현장자료, 고정관측점(Aeronet-OC, buoy), 타 해양위성(MODIS, VIIRS) 자료를 이용하여 검증활동을 수행하여 대기보정과 해색알고리즘의 성능을 분석한다. 특히 현장자료 수집을 위해 매년 GOCI 검증 현장조사(Annual GOCI Validation Campaign)를 수행하고 있으며, 해양 광학 및 해수 성분 측정, 대기 에어로졸 측정 등에 관심 있는 연구팀의 신청을 받아 공동 현장조사를 수행하고 있다. 검증 방법은 수집된 참조자료와 산출물과의 회귀분석, MAPE, RMSE 등이 있다.



<그림 2-6> 원격반사도 검증 결과(예)

## 7) 국가위성정보 활용지원센터

한국항공우주연구원에 소속된 국가위성정보 활용지원센터는 아리랑위성(2호/3호/5호/3A호)의 관측 수신, 전처리 및 처리, 저장, 관리, 공공자료 배포 및 활용의 업무를 수행한다. 국가위성정보 활용지원센터와 아리랑 위성 상업판매 대행업체인 (주)SIIS의 웹페이지를 통해 Level 1의 품질보고서는 3개월 주기로 서비스하고 있으며 기하보정 정확도와 광학적 품질(MTF) 분석 내용이 포함되어 있다. 또한, 2022년 1월부터 국토 위성에 대한 기하보정 정확도와 광학적 품질(MTF) 분석 내용을 서비스하고 있다.



<그림 2-7> 아리랑위성(2호/3호/5호/3A호), 국토위성 품질분석 보고서

## 나. 국외 위성자료 품질관리 체계 및 현황

국외 주요 고해상도 위성영상 중 표면반사율 영상을 산출물로 서비스하는 위성을 대상으로 표면 반사율 영상 및 관련 산출물의 품질검증 수행 절차를 알아보았다. 대표적인 위성으로는 Landsat series, Sentinel-2A/B, World View series 등이 있다. 각 위성의 품질검증은 해당 위성 운영기관의 품질관리팀에서 수행하고 있으며 분기별, 월별 등 주기적으로 수행하는 곳이 있지만, 산출물에 따라 주기가 다를 수 있었다. World View series의 경우 외부에 공개된 자료로 보았을 때는 일회성으로 주기적이지 않았다. 표면반사도가 공통으로 검증 항목에 들어 있으며 그 외 구름탐지, 분류지도, AOD, 수증기 등이 있다. 표면반사도의 경우 시계열 분석, 상관도 분석을 수행하여 정확도를 측정하였고, Sentinel-2A/B의 경우 불확실도 분석을 추가로 진행하였다. 구름탐지, 분류지도 등의 경우는 분류의 정확도를 분석하는 분류 성능평가를 통해 분류의 정확도를 측정하였다. 위성별 품질관리에 대한 상세한 내용은 아래 기술하였다.

<표 2-15> 국외 위성 품질검증 비교

구분	Landsat series	Sentinel 2A/B	World View series
목적	데이터 품질 최고 수준으로 유지	사용자에게 데이터의 과학적인 의미 제시	AComp(대기보정) 검증 및 우수성
담당기관	USGS/ECCOE	ESA/MPC/S2VT	MAXAR
공개 주기	분기별(구름탐지의 경우 1회)	월별(분류지도 제외)	일회성
검증 항목	표면반사도, 구름탐지	표면반사도, 수증기, AOD, 구름탐지/분류지도	표면반사도, AOD
방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>표면반사도 : PICS 지역의 시계열 분석</li> <li>구름 탐지 : 분류 성능평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>표면반사도 : 65지역(RadCalNet, CNES, DL R) 현장관측자료와 상관도 및 불확실도 분석</li> <li>수증기 : AERONET 자료와 상관도분석</li> <li>AOD : AERONET 자료와 상관도분석</li> <li>분류지도 : 분류 성능평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>표면반사도 : 북미 6개 지역의 현장관측자료와 상관도 분석</li> <li>AOD : AERONET 및 MODIS와 상관도 분석</li> </ul>



## 1) Landsat Series

미국 지질조사국(USGS, U.S. Geological Survey)의 지구자원관측 및 과학 검보정 우수센터(ECCOE, Earth Resources Observation and Science Calibration and Validation Center of Excellence)는 수년간 다중 스케일 광학 시스템 기하학 및 방사학적 보정을 수행하여 데이터의 정확도, 정밀도, 교정 등 위성영상 품질을 향상하는 업무를 수행하고 있다. 이를 바탕으로 Landsat series의 기하학적 및 방사적 측정 성능, Level 2 표면반사율 영상을 지속적으로 모니터링하고, 필요에 따라 보정하여 데이터 품질을 최고 수준으로 유지하고 있으며 분기별로 품질 관련 보고서를 작성하고 서비스하고 있다. 또한, 품질보고서에 사용된 자료는 USGS Earth Explorer에서 확인할 수 있다. Landsat 위성자료는 기존 알고리즘 적용과 함께 보다 향상된 알고리즘을 개발 시 기존 알고리즘 적용 산출물과의 구별을 위해 Collection 버전(collection 1, collection 2)을 설정하였다(<https://www.usgs.gov/landsat-missions>). 본 과업에서는 국토 위성영상의 표면반사율 산출 알고리즘의 개선 시 Landsat 위성과 같은 collection 개념을 도입하였고, 개선 준비 기간의 설정 시 본 Landsat collection 준비 기간을 참조하였다.

<b>ECCOE Landsat Quarterly Calibration and Validation Report—Quarter 4, 2021</b>	
<b>Contents</b>	
Executive Summary .....	1
Introduction .....	1
Background .....	1
Purpose and Scope .....	2
Processing Level Definitions .....	2
Level 0 .....	2
Level 1 .....	2
Level 2 .....	2
Landsat Collection Definitions .....	2
Landsat Collection 1 .....	2
Landsat Collection 2 .....	3
Landsat 8 Radiometric Performance Summary .....	3
Radiometric Performance Summary .....	3
Operational Land Imager Signal-to-Noise Ratio .....	3
Thermal Infrared Sensor Noise Performance .....	4
Radiometric Stability .....	4
Updates to Absolute Radiometric Calibration .....	11
Relative Gains .....	18
Landsat 8 Geometric Performance Summary .....	23
Geometric Performance Summary .....	23
Band Registration Accuracy .....	23
Operational Land Imager to Thermal Infrared Sensor Alignment .....	23
Geometric Accuracy .....	25
Geodetic Accuracy .....	28
Landsat 8 to Sentinel-2 Registration Accuracy .....	28
Landsat 7 Radiometric Performance Summary .....	29
Onboard Calibrator Trends .....	29
Coherent Noise .....	29
Pseudo-Invariant Calibration Sites Trending .....	31
Landsat 7 Geometric Performance Summary .....	32
Geometric Performance Summary .....	32
Geodetic Accuracy .....	32
Band Registration Accuracy .....	33
Orbital Drift from Worldwide Reference System-2 .....	33
Quarterly Level 2 Validation Results .....	36
Level 2 Surface Reflectance Pseudo-Invariant Calibration Site Trending .....	36
Summary .....	37
References Cited .....	37

<그림 2-8> Landsat 분기별 품질관리 보고서 목차

Level 2 표면반사도를 검증하기 위해 변하지 않는 Calibration Site(Pseudo-Invariant Calibration Site, PICS)에 대한 표면반사율 추세를 분석하였다. USGS Earth Explorer에서 해당 자료를 제공하고 있으며, 대부분 아프리카지역에 있다. PICS는 반사율이 높고 보통 에어로졸 부하가 낮고 식물이 거의 없는 모래 언덕으로 구성되어 있어 장기적인 반사도 추세를 분석하기에 적합한 지역이다.

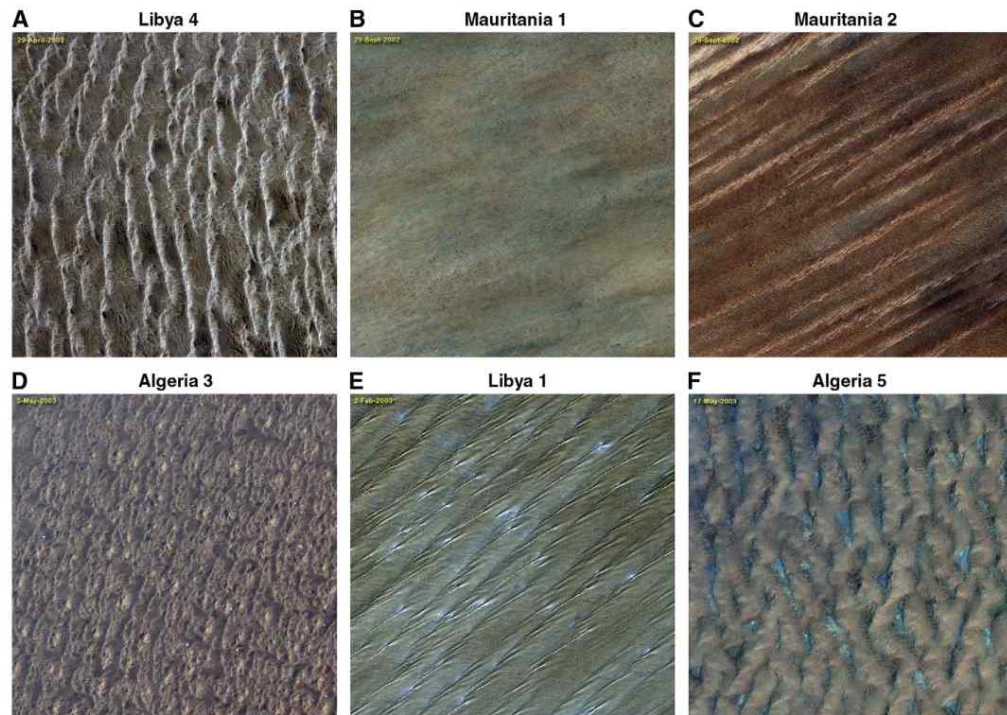
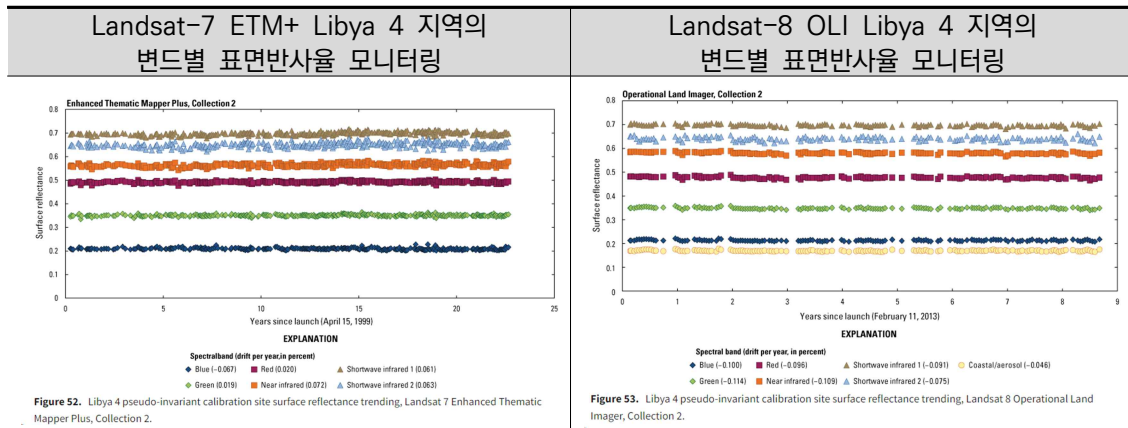


Fig. 2. CEOS reference standard pseudo-invariant test sites.

### <그림 2-9> PICS 지역(Chander et al., 2010)

아래 <표 2-16>은 ETM과 OLI의 리비아 4 지역에 대한 밴드별 표면반사율 추세를 보여준다. X축은 발사 후 시간을 나타낸다. 즉, Landsat-7 ETM+의 경우 0은 1999년 4월 15일이며 Landsat-8 OLI는 2013년 2월 11일이다. Y축은 표면반사율이며 색깔과 기호에 따라 밴드별 표면반사율을 나타낸다. 검증에 사용된 영상은 구름이 없는 깨끗한 영상이며 계절적 효과를 감쇄할 수 있는 자체적인 모델로 처리된 값을 주기적으로 관찰하였다.

<표 2-16> 밴드별 표면반사율 모니터링



USGS/EROS에서 Landsat-8 구름 피복을 검증하기 위해 96개의 L8 Biome Cloud Validation data set라고 불리는 96개의 Landsat-8 이미지(2013년 ~ 2014년)에서 구름 검증 데이터세트를 개발하였다. 자료의 다양성을 고려하여 전 세계의 다양한 장소, 8개의 고유한 생물 군과 3개의 구름 비율을 분류하여 영상을 선택하였으며, 3개의 구름 비율당 4장의 이미지를 사용하였다. 8개의 생물군은 International Geosphere Biosphere Programme (IGBP; Loveland *et al.*, 2000)을 기반으로 나누었다. 영상 한 켠 전체에 대한 구름비율 Landsat-8 Cloud Cover Assessment (CCA)을 기반으로 35% 미만, 35% ~ 65%, 65% 이상으로 나누었다.

<표 2-17> 구름 정의 및 비율(USGS, 2016)

Class	Threshold
Clear	less than 35 percent
MidClouds	between 35 and 65 percent
Cloudy	over 65 percent

<표 2-18> 구름 마스크 속성 정보(USGS, 2016)

Value	Interpretation
0	Fill
64	Cloud Shadow
128	Clear
192	Thin Cloud
255	Cloud

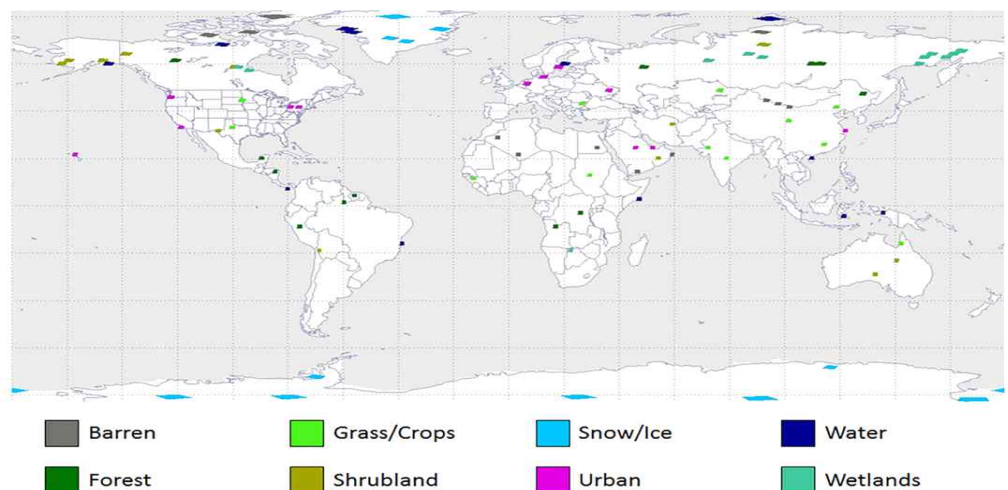


Fig. 2. Global distribution of the 96 unique Landsat 8 Cloud Cover Assessment (CCA) scenes, sorted by International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) biome. Twelve scenes were selected for each of the eight biomes.

<그림 2-10> 구름 마스크 자료 분포도 (Foga *et al.*, 2017)

Foga *et al.*, (2017)은 다양한 구름탐지 알고리즘으로 도출된 구름피복분류 자료와 위에서 언급한 L8 Biome Cloud Validation data set 이외에도 두 개의 Cloud Validation data set(L7 Irish, “L8 SPARCS)을 추가하여 구름탐지의 정확도를 비교하였다. 알고리즘마다 분류된 결과의 정의가 다르므로 각 알고리즘의 분류결과와 육안판독으로 분류된 결과를 아래의 표와 같이 정의하고 매칭시켰다.

<표 2-19> 알고리즘으로 분류된 결과와 육안판독으로 분류된 결과

Maunal mask	Algorithm correct if:	Algorithm false if:	Algorithm Ambig if:
Thick	Thick	Clear or Shadow	Ambig or Medium
Thin	Thick or Ambig or Medium	Clear or Shadow	-
Clear	Clear or Shadow	Thick	Ambig or Medium
Shadow	Clear or Shadow	Thick	Ambig or Medium

구름탐지의 정확도 비교 방법은 아래의 수식과 같이 정의하였다.

$$\%Correct = \frac{thick\_as\_thick + thin\_as\_thick + clear\_as\_clear + shadow\_as\_shadow}{npix} \quad (1)$$

Thick\_as\_thick의 경우 육안판독으로도 구름이 알고리즘으로 처리한 결과도 구름으로 나온 픽셀수이며, npix는해당 썬의 유효한 픽셀수 있다. Omission error는 아래의 수식에 따라 계산되었다.



$$\%Omission = \frac{total\_cloud - cloud\_as\_cloud}{total\_cloud} \times 100 \quad (2)$$

Total\_cloud는 알고리즘에서 구름으로 탐지된 총 픽셀수이며, cloud\_as\_cloud는 육안판독에서 구름으로 탐지되고 알고리즘에서도 구름으로 탐지된 픽셀수이다. Commission error는 아래의 수식에 따라 계산되었다.

$$\%Commission = \frac{clear\_as\_cloud + shadow\_as\_cloud}{total\_clear + total\_shadow} \times 100 \quad (3)$$

Clear\_as\_cloud와 shadow\_as\_cloud는 알고리즘에서 구름으로 잘못 탐지된 픽셀수이며, total\_clear와 total\_shadow 알고리즘 처리결과에서 탐지된 천정과 구름 그림자의 총 픽셀수이다. 구름탐지 알고리즘별 구름탐지 정확도는 아래와 같다.

Results of tested cloud algorithms and the respective masks used to perform each test, where "I" is "L7 Irish," "S" is "L8 SPARCS," and "B" is "L8 Biome."

Name	Masks used	% Correct	% False	% Ambig.	% Omission	% Commission
ACCA	I,S,B	83.83	6.39	9.78	6.66	5.85
AT-ACCA	I,S,B	87.52	11.21	1.27	12.42	9.83
CFMask	I,S,B	89.29	10.71	0.00	2.72	12.02
CFMask cloud conf.	I,S,B	90.45	8.16	1.38	3.65	10.06
CFMask T-Cirrus	S,B	85.14	14.86	0.00	0.94	23.05
CFMask T-Cirrus conf.	S,B	86.05	12.42	1.53	7.35	21.19
CFMask NT	I,S,B	79.15	20.85	0.00	34.56	8.38
CFMask NT cloud conf.	I,S,B	79.60	14.70	5.69	41.02	8.07
CFMask NT-Cirrus	S,B	83.90	16.10	0.00	5.41	22.67
CFMask NT-Cirrus conf.	S,B	84.81	12.08	3.11	12.48	20.92
FT-ACCA	I,S,B	74.20	5.84	19.96	8.07	3.75
LaSRC CCA	S,B	73.07	19.03	7.91	4.70	23.90
See5	I,S,B	85.79	11.72	2.50	14.83	5.71

Note that CFMask NT-Cirrus series, CFMask T-Cirrus series, and LaSRC CCA algorithms could not be run with the "L7 Irish" dataset, as they are Landsat ETM+ derived, therefore lacking the cirrus band.

## <그림 2-11> 구름탐지 알고리즘별 구름탐지 정확도

## 2) Sentinel-2A/B

Sentinel-2A/B는 ESA에서 개발 및 운영하는 위성이다. MPC(Mission Performance Centre)의 S2VT(Sentinel-2 Validation Team)가 Sentinel-2A/B Level 2 검보정을 수행한다. "Sentinel-2 Calibration and Validation Plan for the Operational Phase" 문서에는 Level 1의 복사보정 및 기하보정의 품질관리 활동에 대한 지침이 포함되어 있으며, Level 2의 품질관리 활동에 정의 및 담당자를 아래와 같이 명시한다.

		Activity	Description	Performer (periodicity)
Level-2A	Radiometric Calibration	Cloud Screening Parameterization	Algorithms calibration (e.g. threshold and parameters definition) based on an empirical approach using an imagery dataset.	MPC/ESL
		Atmospheric Correction Parameterization	Calibration using a set of test site representative of main surface-atmosphere types.	MPC/ESL
	Scene Classification Calibration	Classification Algorithm Parameterization	This activity includes the parameterization of the cloud screening algorithm.	MPC/ESL

		Activity	Description	Performer (periodicity)
Level-2A	Radiometric Validation	Atmospheric Correction Validation	On-Ground ad-hoc validation campaigns, using RADCALNET/AERONET sites or other reference sites.	MPC/ESL
		Cloud Screening Validation	Visual inspection of images and on-ground observations of the atmosphere status.	MPC/ESL
	Scene Classification Validation	Classification Algorithm Validation	This activity includes the validation of the cloud screening algorithm results.	MPC/ESL

<그림 2-12> Sentinel 2A/B Level2 품질관리 활동 정의 및 담당

Level 2의 품질 요구조건은 표면반사율의 부정확도(Uncertainty)가 5% 이내로 명시되어 있다. 위와 같은 지침을 바탕으로 MPC/S2VT는 표면반사율 및 관련 산출물 품질검증, 추가로 관찰된 이상 징후로 알려진 문제, 결함 있는 픽셀 목록, 처리과정의 개선 사항을 문서화하여 웹페이지를 통해 매월 서비스하고 있다.

COPERNICUS SPACE COMPONENT SENTINEL OPTICAL IMAGING  
MISSION PERFORMANCE CLUSTER SERVICE

Data Quality Report  
Sentinel-2 MSI L2A  
November 2022

OPT-MPC

Ref.: OMPC-CS.DQR.002.20-2022  
Issue: 15.0  
Date: 10/13/2022  
Contract: 4000336253/21/1-86

Optical MPC  
Data Quality Report - Sentinel-2 MSI L2A  
November 2022

Ref.: OMPC-CS.DQR.002.20-2022  
Issue: 15.0  
Date: 10/13/2022  
Page: 14

Table of content

1. INTRODUCTION	1
1.1 Scope of the Document	1
1.2 Main events for this month	1
2. MEASURED PRODUCT PERFORMANCES	2
2.1 PERFORMANCES OVERVIEW	2
2.2 PERFORMANCES	3
2.2.1 Surface reflectance radiometry	3
2.2.2 Water Vapour accuracy	5
2.2.3 Aerosol Optical Thickness	6
2.2.4 Clouds classification accuracy	7
3. PROCESSING CHAIN STATUS	12
3.1 PROCESSING BASELINE	12
3.1.1 Configuration and differences with Sentinel-2 User version	12
3.1.2 New processing baseline 03.00	13
3.1.3 New processing baseline 03.02	13
3.1.4 Major evolution: processing baseline 04.00	13
3.2 STATUS OF PROCESSING BASELINES AND KNOWN PROCESSING ANOMALIES	17
4. PRODUCT ANOMALIES	18
4.1 INTRODUCTION	18
4.2 INCORRECT FLAG ON WATER VAPOUR (WV)	18
4.3 INCORRECT NO DATA AREA (NDA)	18
4.4 ENCODING OF QUALITY BANDS (QB)	18
4.5 TRIMMED CORRECTION OVER CLOUDS (RCO)	19
4.6 MISSING OF QUALITY BANDS (QB)	19
4.7 INCORRECT CLOUD PROBABILITY NEAR THE BOUNDARY OF THE SWATH (PCL)	19
4.8 PRODUCTS PROCESSED WITHOUT DEM (DEM)	20
4.9 SCENE CLASSIFICATION AT HIGH SUN ZENITH ANGLE (HSA)	21
4.10 FLAG ON HIGH RANGE BOUNDARIES (HRS)	21
4.11 NO DATA PIXELS DEVELOPED IN THE SWATH	22
4.12 L2A SURFACE REFLECTANCE OVERVIEW > 32768 (PTA)	22

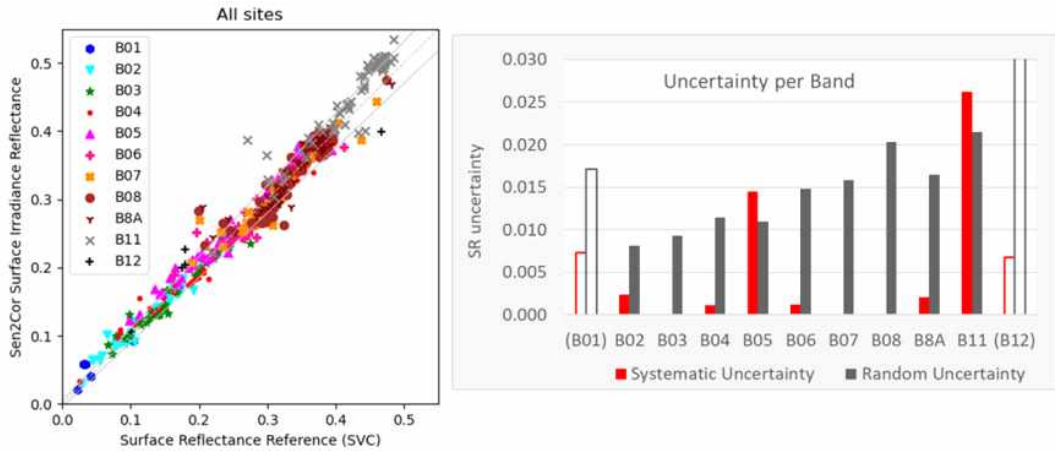
<그림 2-13> Level 2 품질검증 보고서(예)

Level 2A 품질을 검증하기 위해 표면반사율, 수증기, AOD, 분류지도의 정확도를 분석한다. 각 산출물의 기준은 아래 <표 2-20>과 같다.

<표 2-20> Level 2A 품질기준 및 결과

Requirement	Description	Measured performance
Surface reflectance accuracy	Uncertainty of Bottom-of-Atmosphere reflectance $\rho$ shall be less than $0.05\rho_{reference} + 0.005$	Uncertainty(U): all bands outside specification Accuracy: B5 and B12 outside specification for U, all other bands within
Water Vapor accuracy	The difference $\Delta WV$ of retrieved Water vapor to reference from AEONET $WV_{ref}$ shall be within $ \Delta WV  \leq 0.1 * WV_{ref} + 0.2$	92% of retrieved Water Vapor values are within requirement
Aerosol Optical Depth accuracy	The difference $\Delta AOT$ of retrieved Aerosol optical thickness 550nm to reference from AEONET $AOT_{ref}$ shall be within $ \Delta AOT  \leq 0.1 * AOT_{ref} + 0.03$	41% of retrieved Aerosol optical thickness values at 550nm are within requirement
Classification accuracy	No requirement defined.	omission and commission classification errors are 15% and 16% for recognition of clear pixels over land and water

표면반사율 영상 자체의 품질 검증에는 기준 표면반사율와 상관도 분석 및 불확실도가 있다. 기준 표면반사율 자료는 65개의 지역의 자료로 RadCalNet팀과 CNES에서 제공한 프랑스 사이트와 나미비아 사이트, DLR(Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt : Federal Republic of Germany's research centre for aeronautics and space) 에서 제공한 독일지역이 포함된다.



<그림 2-14> 밴드별 상관도 및 불확실도 분석결과(예)

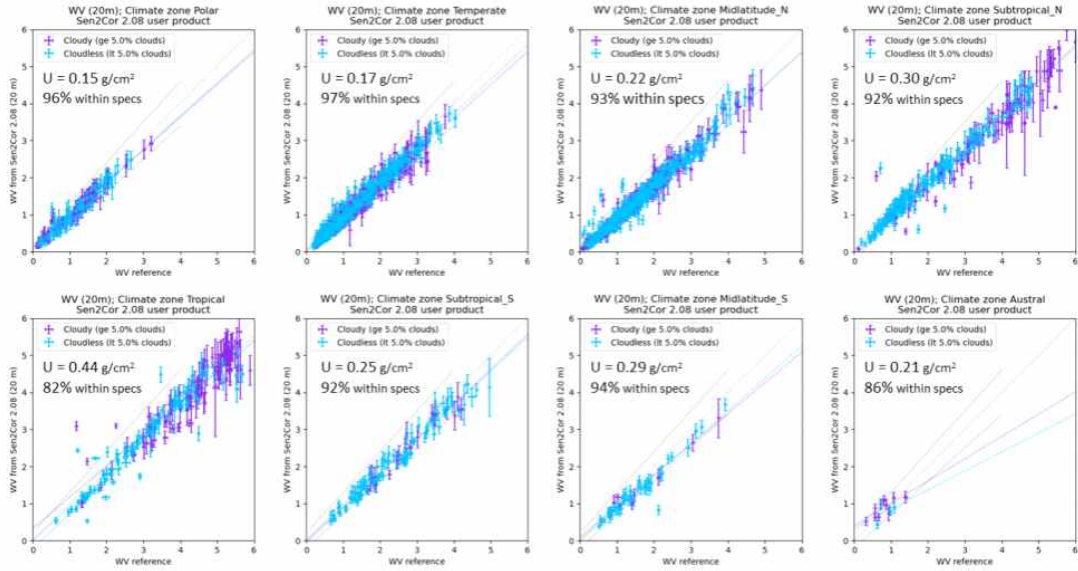
대기보정을 통해 도출된 수증기 및 AOD 정확도를 분석하기 위해 AERONET 태양 광도계를 중심으로 9km x 9km의 도출된 수증기 평균값과 AERONET 태양 광도계에 관측된 기준값과 비교 분석한다. 기준값은 촬영시점의  $\pm 15$ 분 안에 관측된 자료를 사용한다. 분석은 모든 대륙과 모든 기후 지역에 분포된 80개 AERONET 위치에서 2,397개의 데이터세트를 기반으로 한다.

climate zone	N-America	S- America	Europe	Africa	Asia	Australia	Antarctica	No. of Sites	No. of Tiles
Polar	2		5		1			8	224
Temperate	3		16		3			22	758
Midlatitude N	6		10	1	4			21	745
Subtropical N	3			2	4			9	290
Tropical		3		4	3	1		11	189
Subtropical S		2		1		1		4	117
Midlatitude S		1		1		2		4	60
Aural		1						1	14
number of sites	14	7	31	9	15	4	0	80	2397
percentage of sites	18%	9%	39%	11%	19%	5%	0%		
1/3 area + 2/3 access	17.5%	4.7%	52.8%	7.5%	13.5%	3.9%	3.5%		
data access	17.3%	0.4%	75.5%	0.1%	3.9%	2.8%	0.0%		
area fraction	18%	13%	7%	22%	33%	6%	10%		

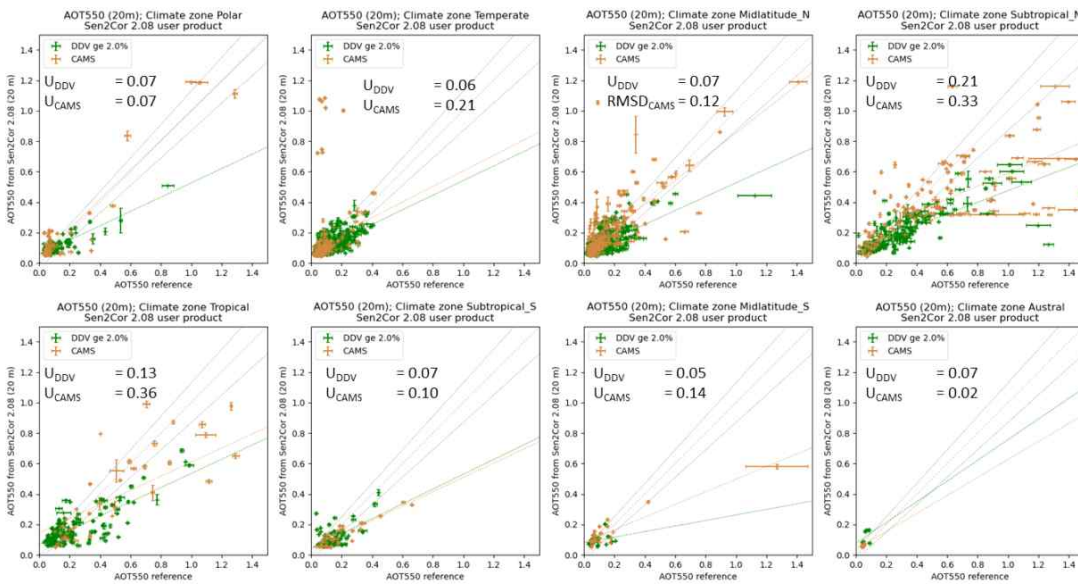


<그림 2-15> 80개 AERONET 구성표





<그림 2-16> 기후별 수증기 품질분석(예, 실선: 품질기준선)



<그림 2-17> 기후별 AOD 품질분석(예, 실선: 품질기준선)

분류지도의 품질을 검증하기 위해 기준 샘플과 Sen2Cor에서 산출된 분류지도와 비교 분석한다. 기준 샘플은 RGB 합성영상, false-RGB 합성영상, cirrus 영상, 분광특성을 고려하여 육안으로 분류한다.

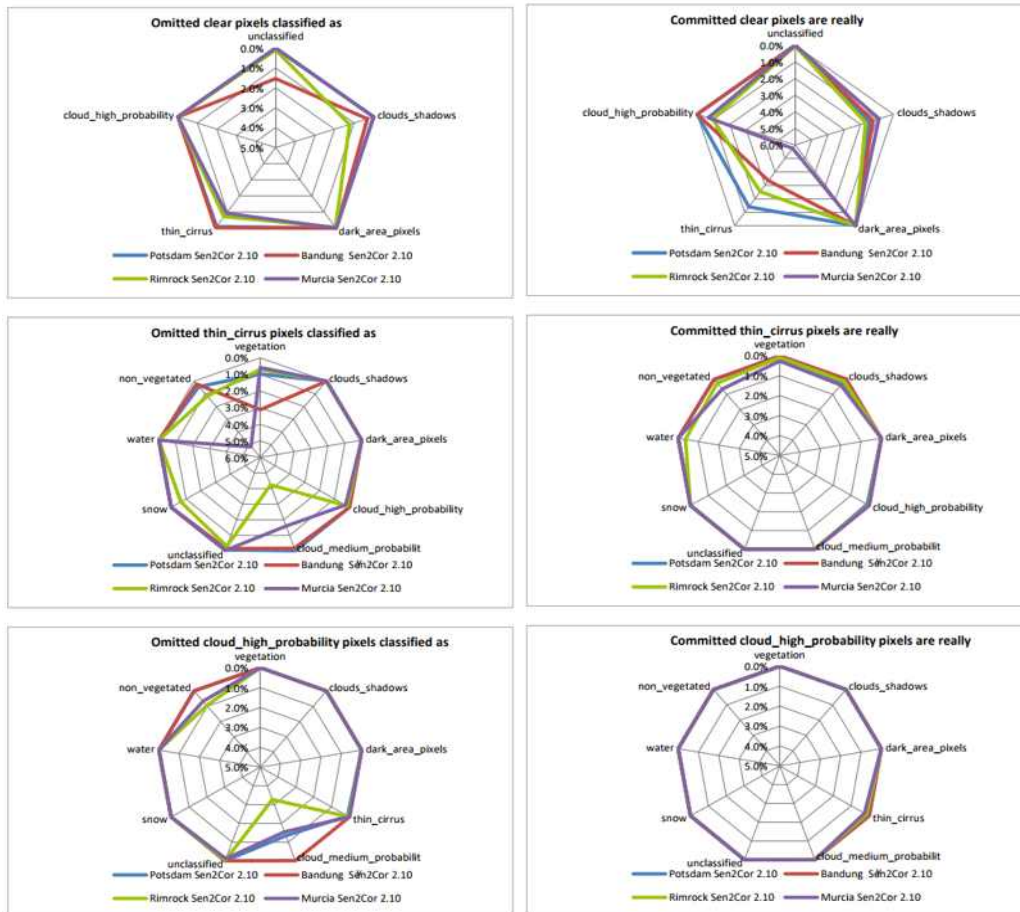
<표 2-21> 분류지도 검증을 위한 샘플 지역

Site	Tile	Date	Cloud cover(%)	No data pixels(%)
Potsdam (Germany)	T33UUU	08-02-20	0.83	34.28
		30-07-20	15.14	0.00
		19-12-20	1.00	33.46
		11-05-21	12.76	0.00
		08-10-21	19.71	0.00
Rimrock (USA)	T11TMM	17-03-20	11.00	8.52
		22-08-20	23.66	1.95
		14-01-21	22.72	1.83
		25-06-21	6.77	4.73
		10-11-21	32.14	2.04
Murcia (Spain)	T30SXH	30-04-20	18.71	0.00
		22-09-20	19.33	0.00
		19-02-21	3.10	0.00
		09-07-21	17.80	0.00
		11-12-21	4.66	0.00
Bandung (Indonesia)	T48MZT	16-05-20	19.39	0.55
		08-10-20	42.53	0.78
		14-08-21	19.09	0.83
		21-01-22	27.36	0.90

아래 <그림 2-18>은 분류지도 품질분석의 예로 PA(producer's accuracies), UA(user's accuracies), OE(omission error), CE(commission error), OA(overall accuracy)등이 포함된다. 분류지도는 크게 구름 지역과 천정 지역으로 나뉘며 구름 지역은 중간 확률의 구름, 높은 확률의 구름, 얇은 권운으로 나뉘며 천정 지역은 수계, 식생, 비식생, 눈으로 나뉜다.

Potsdam						
	Clear pixels	Clouds	sum	UA	CE	OA
Clear pixels	59%	4%	63%	94%	6%	96%
Clouds	0%	37%	37%	100%	0%	
sum	59%	41%	100%			
PA	100%	91%				Balanced OA
OE	0.2%	8.9%				97%

<그림 2-18> 분류지도(구름지역/ 천정지역) 품질분석(예)



<그림 2-19> 천정지역, 권운 및 구름 탐지에 대한 품질 분석

### 3) World View Series

World View Series는 (주)DigitalGlobe(현재, MAXAR) 개발 및 운영하는 상업 위성이다. 주기적으로 품질관리 관련 문서를 서비스하고 있진 않다. 하지만 Pacifici(2016)의 사례로 표면반사율 품질관리방안을 확인할 수 있었다. DigitalGlobe에서 개발한 AComp(대기보정)를 검증하기 위해 기후가 다른 북미의 시골(프레즈노, CA, 롱몬트, CO), 도시(워싱턴 D.C., 헬리팩스), 반건조(피닉스, AZ), 반열대(잭슨빌, FL) 등 6곳을 대상으로 700개 이상의 World View-2 시계열(2010년 ~ 2015년)영상을 사용하였다. 모든 위치에 대해 총 5,000개 이상의 데이터 샘플(모래, 테니스 및 농구 코트, 콘크리트 및 아스팔트 표면 등 14개 타겟)에 대해 ASD를 사용하여 여러 세트의 양방향 반사 분포 함수(BRDF) 현장측정 값을 획득하였다.

- 6 locations with different climates:
  - rural (Fresno, CA, Longmont, CO, Halifax, Canada)
  - urban (Washington D.C.)
  - semi-arid (Phoenix, AZ)
  - semi-tropical (Jacksonville, FL)

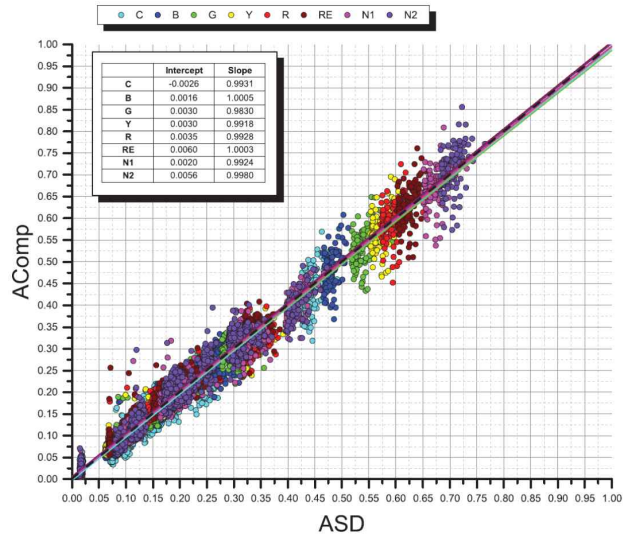


<그림 2-20> 위성자료 획득 지역(DigitalGlobe, 2016)

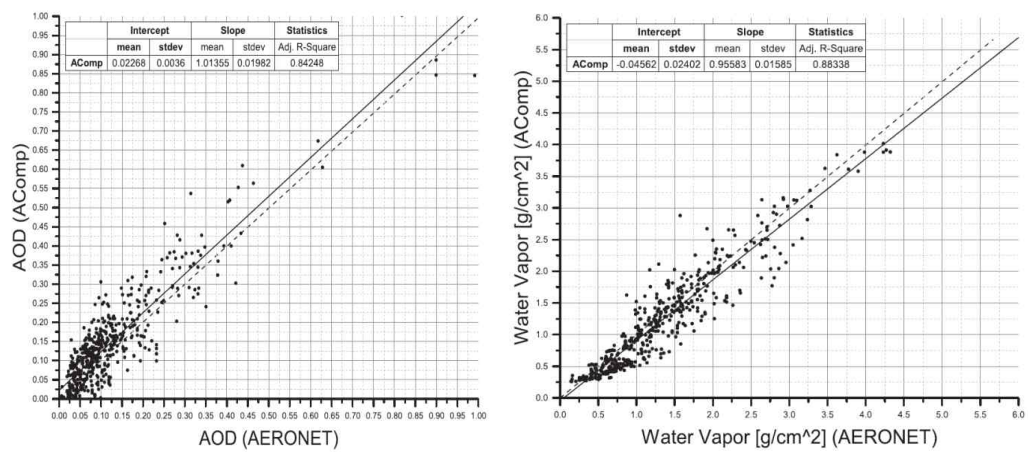
<표 2-22> 검증에 사용된 지역별 영상 수 및 현장관측지점 (Pacifiçi, 2016)

Location	# images	# BRDF targets
Fresno	189	2
Phoenix	150	2
Jacksonville	109	7
Longmont	83	2
Washington D.C.	101	4
Halifax	93	N/A

또한, 타위성인 MODIS와 AERONET 관측기에서 측정된 AOD와 수증기값을 사용하였다. 현장자료 관측값과 AComp 알고리즘으로 도출된 표면반사율의 회귀분석을 통해 정확도를 분석하였으며, 타위성인 MODIS와 AERONET 관측기에서 측정된 AOD와 수증기값과 AComp 알고리즘의 부가 산출물인 AOD와 수증기값의 회귀분석을 통해 정확도를 분석하였다.



<그림 2-21> 밴드별 현장관측자료(ASD)와 표면반사율 정확도 분석



<그림 2-22> AOD 및 수증기 정확도 분석

## 다. 국내·외 품질관리 체계 및 현황 기반 시사점

국내의 경우 국가기관을 중심으로 데이터 품질평가 및 표준 관련 체계 및 지침은 규정해 놓았으나, 위성자료 특히 표면반사율 영상에 대한 품질평가 체계를 갖추고 있지는 않은 실정이다. 표면반사율 위성영상의 품질관리를 수행하고 있는 국가기상위성센터의 경우 생산부서와 품질관리 부서로 나뉘 품질관리를 수행하고 있으며, 대국민 및 사용자를 위해 웹사이트를 통해 품질관리 보고서를 매월 서비스하고 있다. 반면에 국가해양위성센터에서는 품질관리시스템을 내부적으로 운영하고 있다. 이와 같이, 위성의 특성 및 기관의 사정에 따라 품질관리체계 방향성이 달라지는 것을 알 수 있었다. 또한 대외적으로 배포한 품질관리보고서를 통해 가독성을 중심으로 국토위성의 품질보고서 형식을 참고할 수 있었다. 국내 위성 관련 기관들은 수신, 전처리 및 처리, 저장, 관리, 배포 업무를 담당하고 있고, 위성운영을 담당하는 부서에서 내부적으로 위성자료 수신·처리와 품질관리를 나누어 담당하고 있다. 하지만 국토위성센터의 경우 수신처리 이후 후처리부터 배포까지의 업무를 담당하고 있어 품질관리를 위해서는 수신처리를 담당하는 기관과의 협력이 필요하다.

국외의 경우 미국 USGS의 Landsat series와 유럽 ESA의 Sentinel-2A/B 위성을 중심으로 표면반사율 자료에 대한 체계적인 품질체계를 갖추고 있었다. 내부적인 품질 향상과 사용자의 편의성을 높이기 위해 주기적으로 품질 관련 보고서를 웹사이트를 통해 서비스하고 있다. Landsat series는 분기별로 Sentinel-2A/B는 매월 품질관련 보고서를 서비스하고 있다. 더불어 반사율 자료 뿐만 아니라 구름과 같은 부가자료에 대한 품질검증(육안판독)도 수행하고 있어 본 과업에 최대한 반영하였다. 특히 반사율 자료를 검증하는 사이트 및 현장자료 수집 및 매칭 방법에 대해 참고할 수 있었다. 위에서 언급한 국외 위성의 경우 수신 및 처리와 품질관리를 구분하여 부서를 운영하고 있었다. 이는 지속적인 위성 발사로 많은 위성자료가 축적됨에 따라 품질관리와 같은 전담부서로 세분된 것으로 보인다.

국내·외 현황을 통해 국토위성 표면반사율 영상 품질관리를 위하여 공공데이터 관리지침을 준용한 국토위성 자료만의 품질관리 규정이 필요하다. 또한, 국토위성 1호 위성의 수명이 4년으로 설계되어 있어, 현재 약 24개월의 기대수명이 남아있는 현황이다. 국토위성 2호 및 향후 후속 위성이 발사될 수 있어 품질관리를 위하여 품질관리 조직체계를 구성하고, 담당자의 업무에 따라 위성자료의 품질개선을 위한 체계적인 절차가 마련되어야 한다. 또한 후속 위성과의 연계방안 및 품질관리 개선방안을 수립하는 것이 필요하다. 국내·외 사례를 바탕으로 위성자료의 품질평가는 매월, 3개월, 분기별 혹은 일회성으로 대외적으로 제공하고 있지만, 국토 위성의 경우 품질관리 조직체계가 완성되지 않은 시점이기 때문에 분기별 혹은 반기별로 제공하고 사용자 요구 및 기관의 상황에 따라 점차적으로 제공 횟수를 늘리는 것이 효과적이라 판단된다.



## 2. 품질검사 대상 정의

국토위성 표면반사율 영상 패키지는 ‘국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작 (2022)’ 과업을 통해 산출된 제품을 의미한다. 국토위성 표면반사율 패키지는 전정색 밴드를 제외한 청색, 녹색, 적색, 근적외선 밴드의 반사율 영상 4개와 픽셀단위정보에 대한 이진파일 레이어 8개로 구성되어 있다. 또한, 반사율 영상의 자연색 조합 칼라영상(.jpg)와 메타정보를 담고 있는 보조파일(.xml)이 제공된다. 본 절에서는 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 구성을 간략히 설명하고, 데이터 표준 준수여부를 조사·분석하였다. 또한, 자료의 이상현상 발생 유무를 확인하고, 표면 반사율 영상을 효율적으로 사용하기 위한 개선방안을 제안하였다.

### 가. 표면반사율 영상 패키지 자료의 구성 및 표준화 준수 현황

#### 1) 표면반사율 영상 패키지 자료의 구성

국토위성센터로부터 제공받은 국토위성 자료는 1:5000 도엽 단위로 제공되는 국토위성 표면 반사율 영상 패키지 샘플 자료로써, 구성된 영상 패키지 자료의 구성을 살펴보았다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 파일명은 입력영상인 정밀정사영상(L2G)의 파일을 기반으로 처리레벨을 제외한 1:5000 도엽번호(Map\_Num)를 추가하여 제작되었다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지는 12개의 Tiff 파일과 1개의 jpg 파일, 2개의 xml 파일로 구성된다. 표면반사율(SR) 영상 자료는 B, G, R, NIR Band의 영상자료로 구성되어 있으며, 픽셀단위정보는 높은 신뢰도 구름, 낮은 신뢰도 구름, 구름 그림자, 지형 그림자, 수계, 미획득자료, 손실자료, 방사포화도 8개의 부가정보를 나타내는 자료로 구성되어 있다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료는 모두 Korea2000(UTM-K) 좌표계를 가지고 있으며, 2m의 공간해상도를 가진다. 픽셀단위정보 Tiff 파일은 0과 1의 값으로 구성되어 있다. 픽셀단위정보 항목의 정의는 <표 2-24>에 정리하였으며, 패키지 자료는 <표 2-26>, <표 2-27>과 같이 영상자료들의 구성 형태 및 정보를 확인할 수 있다.

<표 2-23> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 파일명 정의

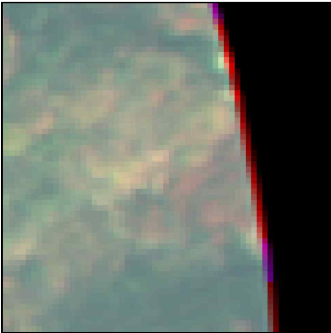
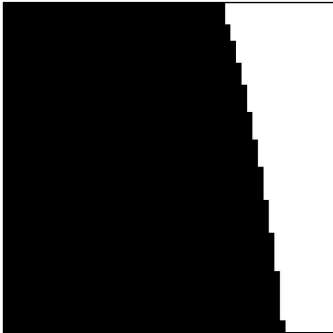
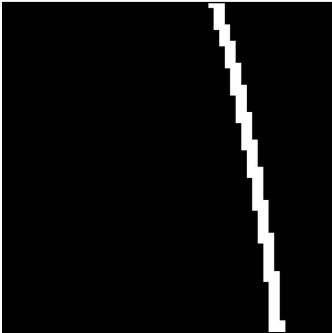
구분	설명	
파일형식	<b>C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_“Band”.tif</b> ex) C1_20211024021358_03282_00136229_37616010_B_SR.tif	
	항목	설명
	Time	촬영 영상의 중심점이 관측된 시간 (YYYYMMDDHHMMSS)
	OrbNo	궤도 번호
	LineOffsetNo	라인 오프셋 번호
	MapNum	도엽 번호
레이어 구성	레이어 정의	
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_B_SR.tif	Blue band(표면반사율 영상)
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_G_SR.tif	Green band(표면반사율 영상)
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_R_SR.tif	Red band(표면반사율 영상)
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_N_SR.tif	NIR band(표면반사율 영상)
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_HighConfidenceCloud.tif	높은 신뢰도 구름 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_LowConfidenceCloud.tif	낮은 신뢰도 구름 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_CloudShadow.tif	구름 그림자 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_TerrainShadow.tif	지형 그림자 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_Water.tif	수계 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_Nodata.tif	관측값이 없는 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_MissingData.tif	관측 및 처리 오류 화소
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_Saturation.tif	방사포화도
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_Aux.xml	영상 메타파일
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_th.jpg	Quick Look Image
	C1_“Time”_“OrbNo”_“LineOffsetNo”_“MapNum”_th.jpg.aux.xml	Quick Look 메타파일

<표 2-24> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 픽셀단위정보 항목 및 정의

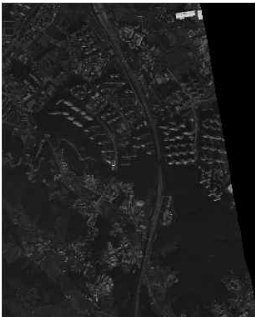


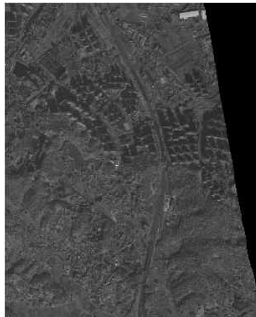
구분	설명
높은 신뢰도 구름(HighConfidenceCloud)	위성영상 내 95% 이상 신뢰도를 가지는 구름 화소
낮은 신뢰도 구름(LowConfidenceCloud)	위성영상 내 95% 이하 신뢰도를 가지는 구름 화소
구름그림자(CloudShadow)	위성영상 내 구름그림자 화소
지형그림자(TerrainShadow)	위성영상 내 지형그림자 화소
수계(Water)	위성영상 내 수계 화소
미획득자료(NoData)	위성영상 내 관측값이 아닌 의미 없는 값을 포함하는 화소
손실자료(MissingData)	위성영상 내 관측값 중 관측 오류 및 기하보정 처리 과정에서 오류가 발생한 화소
방사포화도(Saturation)	위성영상 내 방사포화가 발생한 화소








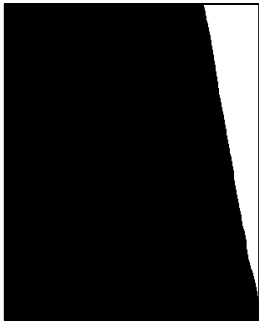
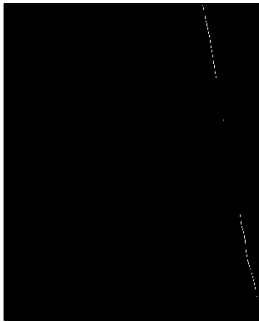
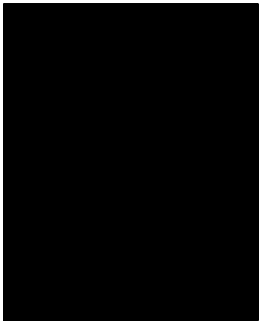
<표 2-25> 미획득자료 및 손실자료(예, 국토지리정보원, 2022)

국토위성영상	미획득자료(NoData)	손실자료(MissingData)
		

<표 2-26> 국토위성 표면반사율 영상(예)

Blue	Green	Red	NIR
			
구분	설명		
영상 단위	도엽 (1:5,000)		
좌표계	Korea 2000 / Unified CS (EPSG:5179)		
데이텀	한국측지체계 (Geocentric datum of Korea)		
타원체	GRS1980		
투영법	Transverse Mercator		
공간해상도	2.0m		
분광해상도	4 (Blue, Green, Red, NIR) bands		
표면반사율 환산계수	0.0001		
플래그	0 : 무효(Invalid)값, 1~9999 : 유효(Valid)값, 10000~32767 : 방사포화		
자료형	Integer 16		
파일 포맷	Geotiff		

<표 2-27> 국토위성 표면반사율 패키지 픽셀단위정보 자료(예)

HighConfidenceCloud	LowConfidenceCloud	CloudShadow	TerrainShadow
			
Water	NoData	MissingData	Saturation
			
구분	설명		
영상 단위	도엽 (1:5,000)		
좌표계	Korea 2000 / Unified CS (EPSG:5179)		
데이텀	한국측지체계 (Geocentric datum of Korea)		
타원체	GRS1980		
투영법	Transverse Mercator		
공간해상도	2.0m		
플래그	0 : 무효(Invalid)값, 1 : 유효(Valid)값		
자료형	Unsigned Integer 8		
파일 포맷	Geotiff		

<표 2-28> 반사율영상 및 픽셀단위정보 파일별 구성 메타정보(예)

구분			설명		
Name	Value	Type	Name	Value	Type
GeoTIFF Metadata			GeoTIFF Metadata		
GeoKeyDirectory			GeoKeyDirectory		
GTModelTypeGeoKey	ModelTypeProjected	ascii	GTModelTypeGeoKey	ModelTypeProjected	ascii
GTRasterTypeGeoKey	RasterPixelsArea	ascii	GTRasterTypeGeoKey	RasterPixelsArea	ascii
GTCitationGeoKey	Korea 2000 / Unified CS	ascii	GTCitationGeoKey	Korea 2000 / Unified CS	ascii
GeogCitationGeoKey	Korea 2000	ascii	GeogCitationGeoKey	Korea 2000	ascii
GeogAngularUnitsGeoKey	Angular_Degree	ascii	GeogAngularUnitsGeoKey	Angular_Degree	ascii
ProjectedCSTypeGeoKey	5179	int32	ProjectedCSTypeGeoKey	5179	int32
ProjLinearUnitsGeoKey	Linear_Meter	ascii	ProjLinearUnitsGeoKey	Linear_Meter	ascii
ModelPixelScaleTag	2.0, 2.0, 0.0	ascii	ModelPixelScaleTag	2.0, 2.0, 0.0	ascii
ModelTiePointTag	0.0, 0.0, 0.0, 953424.0, 1916921.0, 0.0	ascii	ModelTiePointTag	0.0, 0.0, 0.0, 953424.0, 1916921.0, 0.0	ascii
ImageWidth	1117	ascii	ImageWidth	1117	ascii
ImageLength	1394	ascii	ImageLength	1394	ascii
BitsPerSample	16	ascii	BitsPerSample	8	ascii
Compression	Uncompressed	ascii	Compression	Uncompressed	ascii
PhotometricInterpretation	BlacksZero	ascii	PhotometricInterpretation	BlacksZero	ascii
SamplesPerPixel	1	ascii	SamplesPerPixel	1	ascii
PlanarConfiguration	Chunky	ascii	PlanarConfiguration	Chunky	ascii
Software	MATLAB 9.12, Mapping Toolbox 5.3	ascii	Software	MATLAB 9.12, Mapping Toolbox 5.3	ascii
TileWidth	112	ascii	TileWidth	112	ascii
TileLength	144	ascii	TileLength	144	ascii
TileOffsets		ascii	TileOffsets		ascii
TileByteCounts		ascii	TileByteCounts		ascii
SampleFormat	Signed Integer	ascii	SampleFormat	Unsigned Integer	ascii

메타파일을 구성하고 있는 정보를 확인하면 <표 2-29>, <표 2-30>과 같다. 반사율영상의 경우 레이어는 파장별로 구분되며, Data Type은 int 16으로 구성되어 있다. 또한, 각 밴드별 정보에 대해서는 파장폭(Min, Max, Central) 및 Gain, Offset을 포함하고 있다. 픽셀단위정보 레이어는 PerPixel 메타데이터로 구분되어 있으며, Data Type은 int 8로 구성되어 있다. 각 밴드별 해당 픽셀 정보를 Percentage로 제공하고 있다.

<표 2-29> 반사율영상 메타 파일 속성정보(예)

영상 속성	</Band> <Band Category = "SR" DataType = "int16" InvalidData = "0">		
Blue	Green	Red	NIR
<BandWavelength> <Min unit="nm">450</Min> <Max unit="nm">520</Max> <Central unit="nm">485</Central> </BandWavelength> <RadianceConversion> <Gain>0.037</Gain> <Offset>42.982</Offset> </RadianceConversion>	<BandWavelength> <Min unit="nm">520</Min> <Max unit="nm">600</Max> <Central unit="nm">559</Central> </BandWavelength> <RadianceConversion> <Gain>0.081</Gain> <Offset>40.040</Offset> </RadianceConversion>	<BandWavelength> <Min unit="nm">630</Min> <Max unit="nm">690</Max> <Central unit="nm">656</Central> </BandWavelength> <RadianceConversion> <Gain>0.087</Gain> <Offset>28.501</Offset> </RadianceConversion>	<BandWavelength> <Min unit="nm">760</Min> <Max unit="nm">900</Max> <Central unit="nm">825</Central> </BandWavelength> <RadianceConversion> <Gain>0.108</Gain> <Offset>21.262</Offset> </RadianceConversion>

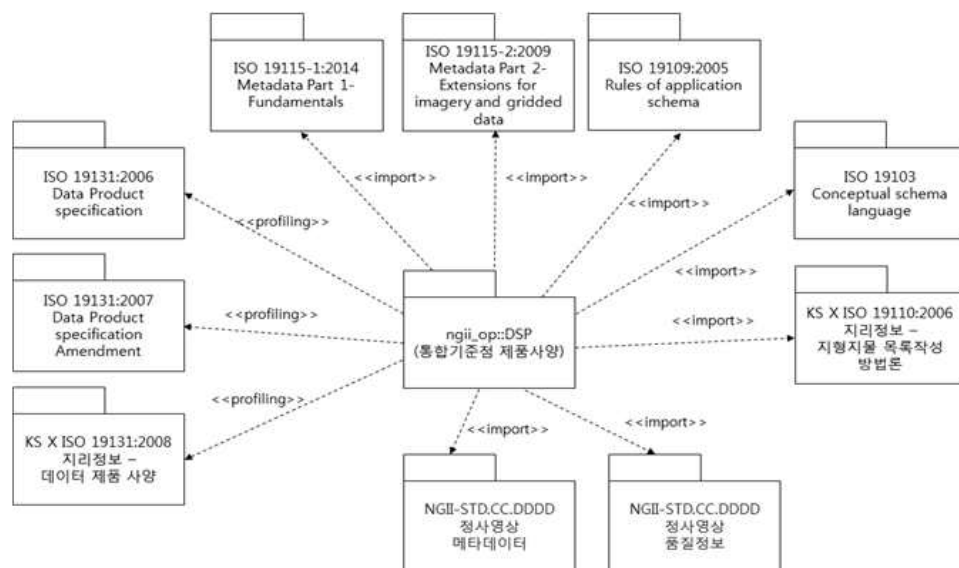
<표 2-30> 픽셀단위 정보 메타 파일 속성정보(예)

정보 속성	</Band> <Band Category = "PerPixelMetadata" DataType = "uint8" InvalidData = "0" ValidData = "1">	
Cloud	Water	
</ImageGSD> <PixelPercentage>0.000</PixelPercentage>	</ImageGSD> <PixelPercentage>0.646</PixelPercentage>	
TerrainShadow	NoData	
</ImageGSD> <PixelPercentage>1.158</PixelPercentage>	</ImageGSD> <PixelPercentage>45.501</PixelPercentage>	

## 2) 데이터 제품 표준화 준수 여부

### 가) 정사영상 데이터 제품 표준화 지침

정사영상의 경우 데이터 제품사양에 대한 참조표준(권고)이 있으며, 제품사양에 대한 국제 표준인 ISO 19131:2006 - Data Product Specification, 국가표준인 KS X ISO 19131 지리 정보 - 데이터 제품사양 및 ISO 19131:2007/Amd 1:2011 Data product specifications 내용을 국토지리정보원의 현황에 맞도록 프로파일링하여 사용하고 있다.



<그림 2-23> 정사영상의 본 표준과 참조 표준과의 관계(국토지리정보원, 2020)

<표 2-31> 정사영상의 참조표준(국토지리정보원, 2020)

참조표준	내용
국외 표준 (권고)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 19131:2007 Geographic information - Data product specifications</li> <li>ISO 19131:2007/Amd 1:2011, Geographic information - Data product specification</li> <li>ISO 19115-1:2014/AMD 1:2018 Geographic information - Metadata - Part 1: Fundamentals - Amendment 1</li> <li>ISO 19115-2:2019 Geographic information - Metadata - Part 2: Extensions for acquisition and processing</li> <li>ISO 19109:2015 Geographic information - Rules for application schema</li> <li>ISO 19103:2015 Geographic information - Conceptual schema language</li> </ul>
국내 표준	<ul style="list-style-type: none"> <li>KS X ISO 19131, 지리 정보 - 데이터 제품사양</li> <li>KS X ISO 19110, 지리 정보 - 지형지물 목록 작성 방법론</li> <li>NGII-STD.CC.DDDD/YYYY 정사영상 메타데이터</li> <li>NGII-STD.CC.DDDD/YYYY 정사영상 데이터 품질</li> </ul>

## 나) 데이터 표준 준수 현황

행정안전부의 공공데이터 공통표준용어자료(2022.07.)와 국토교통부 공통표준 및 데이터 표준관리 지침서(2021.11.)를 분석하여, 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 관련 항목들을 살펴보았다. 품질관리의 주요 대상인 표면반사율, 구름, 유효, 수계영상 등 사용되는 용어에 대한 정의는 포함되지 않았다. 품질관리 분야 및 위성영상 자료 분야와 관련된 용어를 <표 2-32>와 같이 추정하였다.

<표 2-32> 공통표준용어 내 국토위성 표면반사율 품질관리 관련 용어

용어명	용어영문명	도메인명	데이터타입	용어구성	용어영문정식명	정의
데이터	DATA	내용V100	VARCHAR(100)	데이터	DATA	데이터
데이터내용	DATA_CN	내용V4000	VARCHAR(4000)	데이터_내용	DATA_CONTENTS	데이터내용
데이터사용여부	DATA_USE_YN	여부	CHAR(1)	데이터_사용_여부	DATA_USE_Yes or No	데이터사용여부
데이터생성년월	DATA_CRT_YM	년월V6	VARCHAR(6)	데이터_생성_년월	DATA_Creation_YEAR AND MONTH	데이터생성년월
데이터송수신여부	DATA_TRSMRCV_YN	여부	CHAR(1)	데이터_송수신_여부	DATA_TRANSMIT AND RECEIVE_Yes or No	데이터송수신여부
데이터유형코드	DATA_TY_CODE	3자리코드	VARCHAR(3)	데이터_유형_코드	DATA_TYPE_CODE	데이터유형코드
데이터정밀도	DATA_PRCSDG	비율N20	NUMBER(20)	데이터_정밀도	DATA_PRECISION DEGREE	데이터정밀도
데이터파일사이즈	DATA_FILESIZE	파일사이즈N20	NUMBER(20)	데이터_파일_사이즈	DATA_FILE SIZE	데이터파일사이즈
데이터형식명	DATA_FOM_NM	명칭V100	VARCHAR(100)	데이터_형식_명	DATA_FORM_NAME	데이터형식명
데이터형식코드	DATA_FOM_CODE	3자리코드	VARCHAR(3)	데이터_형식_코드	DATA_FORM_CODE	데이터형식코드
배포일시	CRLTN_DT	연월일시분초D	DATETIME	배포_일시	Circulation_DATE AND TIME	신문이나 책자 등을 널리 나누어 준 날짜와 시각
생성일자	CRT_YMD	연월일C8	CHAR(8)	생성_일자	Creation_Year Month Day	사물이 생겨 이루어지게 한 날짜를 연월일로 표현
시스템명	SYS_NM	명V200	VARCHAR(200)	시스템_명	SYSTEM_NAME	기관이나 단체 등에서 업무 기능을 수행하기 위하여 조직화되고 규칙적으로 상호작용하는 집합체 이름

위성X좌표	SATLIT_X_C RDNT	좌표V20	VARCHAR (20)	위성_X_좌표	SATELLITE_X _COORDINA TE	위성X좌표
위성Y좌표	SATLIT_Y_C RDNT	좌표V20	VARCHAR(20 )	위성_Y_좌표	SATELLITE_Y _COORDINA TE	위성Y좌표
위성Z좌표	SATLIT_Z_C RDNT	좌표V20	VARCHAR (20)	위성_Z_좌표	SATELLITE_Z _COORDINA TE	위성Z좌표
위성경도	SATLIT_LO	위경도V100	VARCHAR (100)	위성_경도	SATELLITE_L ONGITUDE	위성경도
위성기준점명	SATLIT_CTR LPNT_NM	명칭V100	VARCHAR (100)	위성_기준점_명	SATELLITE_C ONTROL POINT_NAM E	위성기준점명
위성높이	SATLIT_HG	높이N22.5	NUMBER (22,5)	위성_높이	SATELLITE_H EIGHT	위성높이
위성레이어1유무	SATLIT_LYR _1_ENNC	유무	CHAR(1)	위성_레이어_1_유무	SATELLITE_L AYER_1_EXIS TENCE AND NONEXISTEN CE	위성레이어1유무
위성레이어유무	SATLIT_LYR _ENNC	유무	CHAR(1)	위성_레이어_유무	SATELLITE_L AYER_EXIST ENCE AND NONEXISTEN CE	위성레이어유무
위성위도	SATLIT_LA	위경도V100	VARCHAR (100)	위성_위도	SATELLITE_L ATITUDE	위성위도
위치X좌표	LC_X_CRDN T	좌표V20	VARCHAR (20)	위치_X_좌표	LOCATION_X _COORDINA TE	위치X좌표
위치Y좌표	LC_Y_CRDN T	좌표V20	VARCHAR (20)	위치_Y_좌표	LOCATION_Y _COORDINA TE	위치Y좌표
이미지가로길이	IMAGE_WID TH_LT	길이N22.5	NUMBER (22,5)	이미지_가로_길이	IMAGE_WIDT H_LENGTH	이미지가로길이
이미지가로해상도	IMAGE_WID TH_RSOLTN	해상도V4	VARCHAR(4)	이미지_가로_해상도	IMAGE_WIDT H_RESOLUTI ON	이미지가로해상도
이미지관리번호	IMG_MNG_N O	번호V16	VARCHAR (16)	이미지_관리_번호	Image_Mana gement_NU MBER	이미지관리번호
이미지그룹명	IMAGE_GRO UP_NM	명칭V100	VARCHAR (100)	이미지_그룹_명	IMAGE_GRO UP_NAME	이미지그룹명
이미지너비	IMAGE_BT	너비N20	NUMBER(20)	이미지_너비	IMAGE_BREA DTH	이미지너비
이미지녹색컬러	IMAGE_GRE EN_COLOR	색깔N3	NUMBER(3)	이미지_녹색_컬러	IMAGE_GREE N_COLOR	이미지녹색컬러
이미지높이	IMAGE_HG	높이N20	NUMBER(20)	이미지_높이	IMAGE_HEIG HT	이미지높이
이미지방향구분코드	IMAGE_DRC _SECD	18자리코드	VARCHAR (18)	이미지_방향_구분코드	IMAGE_DIRE CTION_SECTI ON CODE	이미지방향구분코드
이미지번호	IMG_NO	번호V100	VARCHAR (100)	이미지_번호	Image_NUMB ER	이미지번호

이미지빨강색컬러	IMAGE_RED_COLO_COLOR	색깔N3	NUMBER(3)	이미지_빨강_색_컬러	IMAGE_RED_COLOR_COLOR	이미지빨강색컬러
이미지사용여부	IMG_USE_YN	여부	CHAR(1)	이미지_사용_여부	Image_USE_Yes or No	이미지사용여부
이미지서식구분코드	IMAGE_FORMAT_SECD	3자리코드	VARCHAR(3)	이미지_서식_구분코드	IMAGE_FORMAT_SECTION_CODE	이미지서식구분코드
이미지세로길이	IMAGE_VERTICAL_LT	길이N22.5	NUMBER(22,5)	이미지_세로_길이	IMAGE_VERTICAL_LENGTH	이미지세로길이
이미지세로해상도	IMAGE_VERTICAL_RESOLUTION	해상도V4	VARCHAR(4)	이미지_세로_해상도	IMAGE_VERTICAL_RESOLUTION	이미지세로해상도
이미지스캔구분코드	IMAGE_SCAN_SECD	3자리코드	VARCHAR(3)	이미지_스캔_구분코드	IMAGE_SCAN_SECTION_CODE	이미지스캔구분코드
이미지축척	IMAGE_SCALE	비율N20	NUMBER(20)	이미지_축척	IMAGE_REDUCED_SCALE	이미지축척
이미지크기구분코드	IMAGE_MAGNITUDE_SECD	3자리코드	VARCHAR(3)	이미지_크기_구분코드	IMAGE_MAGNITUDE_SECTION_CODE	이미지크기구분코드
이미지파랑색컬러	IMAGE_BLUE_COLO_COLOR	색깔N3	NUMBER(3)	이미지_파랑_색_컬러	IMAGE_BLUE_COLOR_COLOR	이미지파랑색컬러
이미지파일명	IMG_FILE_NAME	명칭V200	VARCHAR(200)	이미지_파일_명	Image_FILE_NAME	이미지파일명
이미지파일아이디	IMAGE_FILE_ID	아이디V50	VARCHAR(50)	이미지_파일_아이디	IMAGE_FILE_ID	이미지파일아이디
이미지파일종류번호	IMAGE_FILE_KIND_NO	번호V5	VARCHAR(5)	이미지_파일_종류_번호	IMAGE_FILE_KIND_NUMBER	이미지파일종류번호
이미지파일확장자ID	IMAGE_FILE_EXTNS_ID	ID_V3	VARCHAR(3)	이미지_파일_확장자_ID	IMAGE_FILE_EXTENSION_ID	이미지파일확장자ID
이미지파일확장자명	IMG_FILE_EXTENSION_NM	명V5	VARCHAR(5)	이미지_파일_확장자_명	Image_FILE_Extension_NAME	시각적으로 표현하기 위하여 제공된 그래픽 콘텐츠 파일의 종류를 구분하기 위하여 파일명 마침표 뒤에 붙이는 문자의 이름
자료생성일자	DATA_CRT_YMD	연월일C8	CHAR(8)	자료_생성_일자	DATA_Creation_Year Month Day	연구나 조사 따위의 바탕이 되는 재료가 생겨 이루어지게 한 날짜를 연월일로 표현
자료수신일시	DATA_RCPTN_DT	연월일시분초D	DATETIME	자료_수신_일시	DATA_Reception_DATE AND TIME	자료수신일시
좌표계	CNTM	좌표V20	VARCHAR(20)	좌표계	COORDINATE SYSTEM	좌표계

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 메타파일 정보는 UTC와 같이 관용적으로 널리 알려진 단어는 영문 약어를 사용하며, 대다수의 단어는 약어를 사용하지 않고, 풀네임을 사용하여 사용자가 필요한 정보를 파악하기 쉽게 표현하고 있다. 메타정보에 수록되어 있는 내용은 대부분 정식 표준용어와는 다른 형태로 표현되어 있으나, 사용자가 해당 정보를 파악하기에 이질감은 없는 것으로 판단된다. 예를 들어 촬영날짜 정보를 파일네임으로 제시하고 있으나 자료수신일시(DATA\_Reception\_DATE AND TIME) 표준용어로 표기되어 있지 않으며, 좌표계 정보 또한 영상사이즈별 위치정보(TL, BL 등 표기)를 제공하나 표준 영문 정식명(LC\_X\_CRDNT)의 표기와는 다른 것으로 확인된다. 이는 파일 정보를 구성하고 표현하는 측면에서 각기 다른 정보를 제공하기에 표기법의 차이가 발생하는 것으로 판단된다. 추후, 표준용어 및 약어 사용 시, 표준용어 나 단어 신청 및 승인을 위한 기준과 관리절차를 통해 표준용어 정의서 및 표준단어 정의서 등 공공기관의 데이터베이스 표준화 지침(행정안전부고시 제2021-32호, 공공기관의 데이터베이스 표준화 지침 개정 고시, 2021.06.07.)을 참고하여 정의서 작성 과정이 필요하다. 위성영상 분야에서는 표준화 시스템이 미흡한 상태이고, 이미 개발 중인 자료의 용어 변경이 쉽지 않은 것이 현실이다. 이에 절대적으로 표준에 맞게 변경을 해야 하는 것이 아닌 최대한 표준화에 맞춰 준용할 수 있도록 향후 개선방안을 마련하고, 개선 시 표준용어를 적극 반영해야 한다.

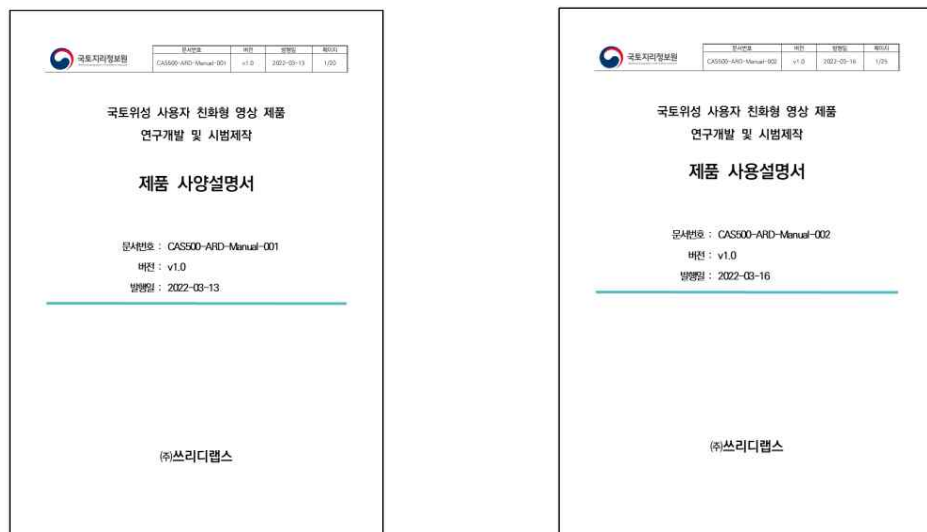
#### 다) 정보제공 포함항목 준수 현황

국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료가 데이터 품질 및 표준에 준수하고 있는지 점검하기 위하여 국토지리정보원에서 작성된 정사영상(L2G) 제품사양 표준문서(2020.12.31. 개정)를 바탕으로 기본적인 표준 정보를 만족하고 있는지 확인하였다. 제품사양 표준에 포함되어야 하는 항목은 제품에 대한 개요정보, 제공자의 연락처, 제품의 제작일자, 메타데이터 등이 포함되어야 한다. 표면반사율 영상 패키지의 경우 전차사업 ‘국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범 제작(2022)’에서도 해당 내용이 정리되어 있다. 현재까지의 샘플자료는 자세한 용어 및 정의, 공공기관의 연락처, 유지관리, 배포 정보 등에 대한 항목은 불포함되어 있다. 전차사업 보고서 내용에 따르면 제품 사용 설명서와 제품사양 설명서도 제작되었기 때문에 향후, 정식 산출물 제작 후 배포 시, 제품사양 표준에 미비한 부분을 포함하여 제품의 표준 정보를 포함한 PDF 문서가 함께 제공되어야 한다. 영상자료와 함께 부가 설명 자료를 제공한다면 제품 유지관리 및 사용자 측면에서도 많은 도움이 될 것으로 판단된다.



<표 2-33> 정사영상 제품사양 표준 대비 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료 준수 현황

구분	정사영상 제품 기준 사양 표준		패키지 내 포함 유·무	포함 여부
	항목	정의		
1	개요 (overview)	제품에 대한 개요정보	X	조건
2	연락처 (contact)	제품사양 제공자의 연락처	X	의무
3	일자 (dateInfo)	제품사양의 제작 일자	O	의무
4	역할: 식별 (identification)	제품사양의 식별정보	O	조건
5	역할 : 내용 (content)	제품의 내용 및 구조에 대한 정보	X	조건
6	역할: 참조체계 (rs)	제품사양이 기술하는 제품이 따르는 참조 체계 정보	O	조건
7	역할: 품질 (quality)	제품사양이 기술하는 제품의 품질 정보	X	조건
8	역할: 유지관리 (maintenance)	제품사양의 유지관리 정보	X	의무
9	역할: 배포 (delivery)	제품사양이 기술하는 제품의 배포 정보	X	조건
10	역할: 메타데이터 (metadata)	제품사양이 기술하는 제품에 대한 메타데이터 정보	O	조건
11	역할: 부가 정보 (additionalInformation)	제품사양이 기술하는 제품에 대한 부가 정보	X	의무



<그림 2-24> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 제품 설명서(안)(국토지리정보원, 2022)

## 나. 표면반사율 영상 패키지 자료의 이상현상 및 구성 개선(안)

국토위성 표면반사율 영상 패키지 샘플자료를 이용하여 구성된 정보에 대한 품질검사를 수행하였다. 메타파일 내 정보를 해석할 수 없던 항목인 JulianDay 정보에 대한 문제점을 제시하였으며, 영상자료를 통해 여러 픽셀단위정보 중 수계정보의 오탐지를 확인·분석하였다. 샘플로 제작된 자료는 구름이 없는 깨끗한 지역을 대상으로 제작된 자료로 인해 구름 및 구름그림자에 대한 정보는 확인할 수 없었다. 샘플자료를 살펴본 결과 해당 패키지 자료를 일반 사용자 입장에서 확인했을 시 가장 기본적으로 필요한 정보인 영상 촬영날짜에 대한 가독성 문제에 대해 정보 추가를 제안하였다. 또한, 영상 크기 및 위치 정보 등 동일한 내용의 반복으로 인한 불필요한 내용을 줄이고, 유효한 정보(픽셀단위정보 Percentage)만 그룹으로 구성하여 정보를 제공하는 것을 제안하였다.

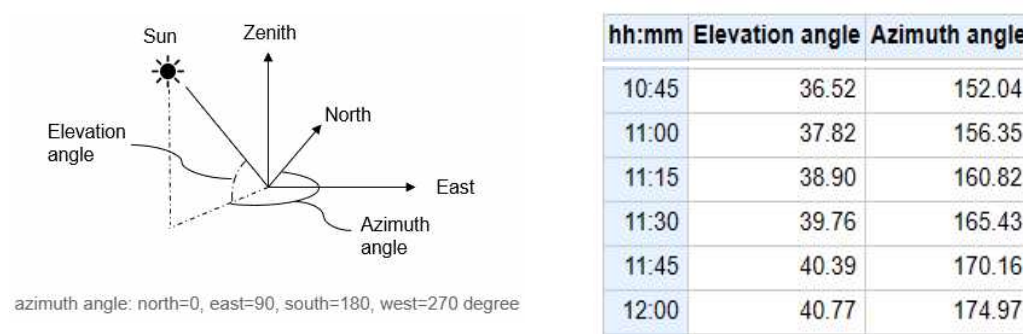
### 1) 표면반사율 영상 패키지 자료의 이상현상

국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료의 샘플자료를 이용하여 품질검사를 수행하는 과정에서 메타파일 정보 내 다음과 같은 이상현상이 발견되었다. 메타파일 내에 JulianDay 항목이 있는데 일반적인 JulianDay 표기법이 아닌 큰 단위의 숫자로 구성되어 있으며, 해당 숫자에 대한 추가 정보가 부족하여 해석하기 어려운 것으로 확인된다. 추후, 정식 산출물 제작 전 생산담당자의 확인이 필요할 것으로 판단된다.

```
<ImageFileName>C1_20211024021358_03282_00136229_L2G.tif</ImageFileName>
<ImageLevel>Level2G</ImageLevel>
<ImagingCenterTime>
  <UTC>20211024021410.1980975</UTC>
  <JulianDay>2459511.0000000</JulianDay>
  <JulianFraction>0.5931735890917</JulianFraction>
```

<그림 2-25> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타정보 중 JulianDay 정보

전차사업에서 샘플 영상 시범제작 시 이슈였던 태양 천정각에 대한 정보가 정확히 입력되어 있는지 메타정보를 확인하였다. 샘플자료의 국토위성 촬영날짜에 해당하는 태양 천정각 정보 및 영상 메타정보의 일치 여부를 확인하기 위하여, 태양천정각 정보를 제공하는 웹페이지(<http://keisan.casio.com/exec/system>) 자료를 이용하였다. 샘플영상(국토위성영상)이 취득된 2021년 10월 24일에 해당하는 날짜와 시간 정보를 검색 후 국토위성영상 내 메타정보와 비교·확인하였다. 오전 11시 14분에 촬영된 국토위성의 메타정보에 제시된 태양천정각 정보는 160.05°이며, 웹페이지에서 제공된 동일날짜의 오전 11시15분의 천정각 정보는 160.82°로 국토위성 메타정보에 입력된 값과 유사한 것으로 확인되었다. 이는 전차사업에서 발견된 이상현상에 대해 제대로 개선(반영)되었음을 확인하였다.



<그림 2-26> 웹에서 제공되는 태양천정각 정보(2021.10.24. 해당일 정보)

```
<SunAngle>
  <Azimuth>160.051675721</Azimuth>
  <Elevation>38.704520093</Elevation>
</SunAngle>
```

<그림 2-27> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타정보 중 Sun-angle 정보

국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료의 수계정보 Mask 영상을 표면반사율 자연광 합성 영상과 중첩시킨 결과는 <그림 2-28>과 같다. 붉은색으로 표시된 화소가 수계로 추출된 화소로써, 영상 내 봉담호수공원을 탐지한 것으로 확인되었다. Google 지도 및 항공사진 확인 결과 봉담호수공원 내 호수와 연결된 작은 하천의 일부가 수계로 탐지되었으며, 아파트 내 조경공원(분수대로 추정)이 수계화소로 추출되었다. 또한, 일부 오tam지로 추정되는 화소를 확인하기 위하여 V-world map과 카카오 스카이뷰, 네이버 로드뷰 영상을 이용하였으며, 아파트 내 놀이시설 일부가 수계로 오tam지 된 것을 확인 할 수 있었다. 이는 수계 추출 알고리즘의 영향 및 영상 촬영일에 따른 하천의 유량 등으로 인해 추출된 화소의 차이가 있을 것으로 판단된다. 오tam지의 경우, 주변 높은 아파트 건물의 그림자 등의 영향으로 수체와 비슷한 낮은 반사율 값을 지닌 것이 원인이라 파악된다. 전반적으로 영상 내 수계의 지리적 범위에 대한 정보는 잘 나타내고 있는 것으로 판단된다.



<그림 2-28> (좌) 국토위성영상 내 수계정보 탐지 현황 및 (우)Google 지도 동일 위치 확인



국토위성+수계화소



V-world map



카카오 스카이뷰



네이버 거리뷰

<그림 2-29> 수계로 탐지된 위치의 오탐지 여부 확인 비교영상

결론적으로, 샘플자료를 통해 확인된 오류는 메타파일 내 JulianDay에 대한 오류를 확인할 수 있었으며, 이는 일반적인 DOY 정보로 표기되어야 하는 것으로 판단된다. 이는 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료가 사용자에게 정식적으로 배포되기 전 수정이 가능한 부분으로 판단되며, 생산담당팀에서 해당 오류에 대해 수정 및 적용이 필요하다. 또한, 패키지 자료의 품질관리 측면에서 향후, 구름 및 수계 탐지 정확도 향상을 위한 알고리즘 개선 방안이 필요할 것으로 사료된다.

## 2) 표면반사율 영상 패키지 자료 구성 개선(안)

표면반사율 영상 패키지 샘플을 기준으로 전반적으로 다양한 정보를 제공하고, 지리적 범위 및 영상의 공간해상도 등 정확한 정보를 제공하는 것을 확인하였다. 하지만 국토위성 표면반사율 영상의 메타파일의 경우, 일반적인 사용자 입장에서의 해당 위성영상의 메인(기본) 정보에 대한 가독성이 떨어지는 것으로 판단된다. 영상자료를 일일이 열어서 확인이 아닌 메타정보만 이용하여 영상자료의 기본정보를 확인할 수 있도록 타위성의 메타정보 구성을 기반으로 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타자료의 구성이 변경되었으면 한다.

메타파일을 이용하여 해당 자료의 촬영날짜 정보를 확인하기 위하여 ImageFileName 등을 통해 자료의 풀네임(파일명)을 이용하여야 한다. 일반정보 내 CreateDate를 해당 영상의 날짜 정보로 혼동될 경우가 발생할 것으로 판단된다. 정보제공의 효율성 및 사용자의 가독성을 위하여 영상 촬영 날짜정보를 CreateDate 혹은 타위성영상의 메타정보와 유사하게 짧고 명확하게 제공되면 효과적인 정보전달이 될 것이다.

```
<General>
  <Satellite>CAS500-1</Satellite>
  <Sensor>AEISS-C</Sensor>
  <OrbitNumber>3282</OrbitNumber>
  <OrbitDirection>ASCENDING</OrbitDirection>
  <PassID>LOF_20211025064516_03300_296</PassID>
  <ImageFormat>GEOTIFF</ImageFormat>
  <CoordinateReferenceSystem>
    <CSCode>EPSG:5179</CSCode>
    <GeodeticCRS>Korea2000</GeodeticCRS>
    <Datum>GeocentricDatumofKorea</Datum>
    <Ellipsoid>GRS80</Ellipsoid>
  </CoordinateReferenceSystem>
  <Projection>TransverseMercator</Projection>
  <MapReferenceScale>1:5000</MapReferenceScale>
  <MapNumber>37616010</MapNumber>
  <DesignBitsPerPixel>12</DesignBitsPerPixel>
  <ImageBitsPerPixel>16</ImageBitsPerPixel>
  <ThumbnailImage>
    <ThumbnailImageFileName>C1_20211024021358_03282_00136229_37616010_th.jpg</ThumbnailImageFileName>
    <ThumbnailImageSize>
      <Width>140</Width>
      <Height>174</Height>
    </ThumbnailImageSize>
  </ThumbnailImage>
  <CloudCoverageAssessment>0.000</CloudCoverageAssessment>
  <CreateDate>2022-03-25T18:00:12</CreateDate>
  <VersionNo>Undefined</VersionNo>
```

<그림 2-30> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타파일 내 기본정보(예)

<표 2-34> 메타파일 제공정보 및 개선사항(예)

국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타파일 날짜정보		개선사항(추가)
FileName	C1_20211024021358_03282_00136229_37616010	파일이름 외 촬영날짜정보 (예: Date 2021-10-24)
CreateDate	2022-03-25T18:00:12	



<표 2-35> 타위성 영상 메타정보의 날짜정보 표기(예)

Sentinel-2A	
<pre> &lt;nl:General_Info&gt;   &lt;Product_Info&gt;     &lt;PRODUCT_START_TIME&gt;2021-10-29T02:18:21.024Z&lt;/PRODUCT_START_TIME&gt;     &lt;PRODUCT_STOP_TIME&gt;2021-10-29T02:18:21.024Z&lt;/PRODUCT_STOP_TIME&gt;     &lt;PRODUCT_URI&gt;S2A_MSIL2A_20211029T021821_N0301_R003_T52TEM_20211029T050825.SAFE&lt;/PRODUCT_URI&gt;     &lt;PROCESSING_LEVEL&gt;Level-2A&lt;/PROCESSING_LEVEL&gt;     &lt;PRODUCT_TYPE&gt;S2MSI2A&lt;/PRODUCT_TYPE&gt;     &lt;PROCESSING_BASELINE&gt;03.01&lt;/PROCESSING_BASELINE&gt;     &lt;GENERATION_TIME&gt;2021-10-29T05:08:25.000000Z&lt;/GENERATION_TIME&gt;     &lt;PREVIEW_IMAGE_URL&gt;Not applicable&lt;/PREVIEW_IMAGE_URL&gt;     &lt;PREVIEW_GEO_INFO&gt;Not applicable&lt;/PREVIEW_GEO_INFO&gt;     &lt;Datatake datatakeIdentifier&gt;"GS2A_20211029T021821_033176_N03.01"&gt;   &lt;SPACECRAFT_NAME&gt;Sentinel-2A&lt;/SPACECRAFT_NAME&gt;   &lt;DATATAKE_TYPE&gt;INS-NOBS&lt;/DATATAKE_TYPE&gt;   &lt;DATATAKE_SENSING_START&gt;2021-10-29T02:18:21.024Z&lt;/DATATAKE_SENSING_START&gt;   &lt;SENSING_ORBIT_NUMBER&gt;3&lt;/SENSING_ORBIT_NUMBER&gt;   &lt;SENSING_ORBIT_DIRECTION&gt;DESCENDING&lt;/SENSING_ORBIT_DIRECTION&gt; </pre>	
Landsat-9	MODIS_MOD09CMA
<pre> "IMAGE_ATTRIBUTES": {   "SPACECRAFT_ID": "LANDSAT_9",   "SENSOR_ID": "OLI_TIRS",   "WRS_TYPE": "2",   "WRS_PATH": "116",   "WRS_ROW": "34",   "NADIR_OFFNADIR": "NADIR",   "TARGET_WRS_PATH": "116",   "TARGET_WRS_ROW": "34",   "DATE_ACQUIRED": "2021-11-16",   "SCENE_CENTER_TIME": "02:13:29.1201630Z",   "STATION_ID": "LGM", </pre>	<pre> OBJECT      = EQUATORCROSSINGDATE CLASS       = "1" NUM_VAL     = 1 VALUE       = "2022-02-17" END_OBJECT  = EQUATORCROSSINGDATE  OBJECT      = EQUATORCROSSINGTIME CLASS       = "1" NUM_VAL     = 1 VALUE       = "01:17:01.156855" END_OBJECT  = EQUATORCROSSINGTIME </pre>

또한, 메타파일 내 변드별 정보를 제공하는 부분에서 영상의 지리적 범위 혹은 영상크기 등에 대한 정보는 모든 밴드가 동일하게 들어간 내용으로 반복된 정보를 제공하기 보다는 기본 정보에서 한번만 언급되는 것도 가독성 측면에 효과적일 것으로 판단된다. 표면반사율 영상 4개의 밴드와 픽셀단위정보 8개 밴드에서 영상사이즈 및 영상위치정보가 반복적으로 들어감에 따라 22 line에 표현될 수 있는 정보가 264 line의 길이로 제공되고 있다.

<표 2-36> 반사율영상 및 픽셀단위정보 메타파일 구성(예)

표면반사율 메타정보	픽셀단위정보 메타정보
<pre> &lt;Band Category = "SR" DataType = "int16" InvalidData = "0"&gt;   &lt;ImageFileName&gt;C1_20211024021358_03282_00136229_37616010_N_SR.tif&lt;/Image   &lt;ImageColor&gt;Near Infrared&lt;/ImageColor&gt;   &lt;ImageSize&gt;     &lt;Width&gt;1117&lt;/Width&gt;     &lt;Height&gt;1394&lt;/Height&gt;   &lt;/ImageSize&gt;   &lt;ImagingCoordinates&gt;     &lt;ImageGeogTL&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2500049&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;126.9748109&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogTL&gt;     &lt;ImageGeogTR&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2501139&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;127.0000005&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogTR&gt;     &lt;ImageGeogBL&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2248747&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;126.9749852&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogBL&gt;     &lt;ImageGeogBR&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2249837&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;127.0001664&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogBR&gt;   &lt;/ImagingCoordinates&gt;   &lt;ImageGSD&gt;     &lt;Column&gt;2&lt;/Column&gt;     &lt;Row&gt;2&lt;/Row&gt;   &lt;/ImageGSD&gt; </pre>	<pre> &lt;Band Category = "PerPixelMetadata" DataType = "uint8" InvalidData = "0" Va   &lt;PerpixelMetaType&gt;Water&lt;/PerpixelMetaType&gt;   &lt;ImageFileName&gt;C1_20211024021358_03282_00136229_37616010_Water.tif&lt;/Ima   &lt;ImageSize&gt;     &lt;Width&gt;1117&lt;/Width&gt;     &lt;Height&gt;1394&lt;/Height&gt;   &lt;/ImageSize&gt;   &lt;ImagingCoordinates&gt;     &lt;ImageGeogTL&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2500049&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;126.9748109&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogTL&gt;     &lt;ImageGeogTR&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2501139&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;127.0000005&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogTR&gt;     &lt;ImageGeogBL&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2248747&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;126.9749852&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogBL&gt;     &lt;ImageGeogBR&gt;       &lt;Latitude&gt;37.2249837&lt;/Latitude&gt;       &lt;Longitude&gt;127.0001664&lt;/Longitude&gt;     &lt;/ImageGeogBR&gt;   &lt;/ImagingCoordinates&gt;   &lt;ImageGSD&gt;     &lt;Column&gt;2&lt;/Column&gt;     &lt;Row&gt;2&lt;/Row&gt;   &lt;/ImageGSD&gt; </pre>

<표 2-37> 메타파일 위치정보 반복 구성(예)

메타정보	항목	Line 수	포함밴드
영상 사이즈	Width, Height	4	SR, 픽셀단위정보
영상 위치(좌표)	GeogTR, TL, BR, BL	18	

타위성영상의 메타정보에서도 중복되는 정보는 최소한으로 표현한 예시가 있었으며, 밴드별 정보제공이 아닌 정보별 정보제공 방식으로 밴드별 특정 정보를 한번에 볼 수 있도록 구성되어있는 것을 확인할 수 있었다.

<표 2-38> 타위성 영상 메타정보의 기본 구성(예)

Sentinel-2A	Landsat-9
<pre> &lt;/Spectral_Information_List&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="0"&gt;4.1046803&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="1"&gt;3.74820956&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="2"&gt;4.17291427&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="3"&gt;4.50386071&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="4"&gt;5.18471003&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="5"&gt;4.84893075&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="6"&gt;4.51067581&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="7"&gt;6.12874079&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="8"&gt;5.10955893&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="9"&gt;8.48295217&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="10"&gt;54.73520237&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="11"&gt;35.09858496&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;PHYSICAL_GAINS bandId="12"&gt;106.10005202&lt;/PHYSICAL_GAINS&gt; &lt;/Scene_Classification_List&gt;  &lt;NODATA_PIXEL_PERCENTAGE&gt;3.0E-5&lt;/NODATA_PIXEL_PERCENTAGE&gt; &lt;SATURATED_DEFECTIVE_PIXEL_PERCENTAGE&gt;0.0&lt;/SATURATED_DEFECTIVE_PIXEL_PERCENTAGE&gt; &lt;DARK_FEATURES_PERCENTAGE&gt;9.300032&lt;/DARK_FEATURES_PERCENTAGE&gt; &lt;CLOUD_SHADOW_PERCENTAGE&gt;0.522742&lt;/CLOUD_SHADOW_PERCENTAGE&gt; &lt;VEGETATION_PERCENTAGE&gt;12.559511&lt;/VEGETATION_PERCENTAGE&gt; &lt;NOT_VEGETATED_PERCENTAGE&gt;46.758473&lt;/NOT_VEGETATED_PERCENTAGE&gt; &lt;WATER_PERCENTAGE&gt;25.17049&lt;/WATER_PERCENTAGE&gt; &lt;UNCLASSIFIED_PERCENTAGE&gt;5.059762&lt;/UNCLASSIFIED_PERCENTAGE&gt; &lt;MEDIUM_PROBA_CLOUDS_PERCENTAGE&gt;0.178991&lt;/MEDIUM_PROBA_CLOUDS_PERCENTAGE&gt; &lt;HIGH_PROBA_CLOUDS_PERCENTAGE&gt;0.041058&lt;/HIGH_PROBA_CLOUDS_PERCENTAGE&gt; &lt;THIN_CIRRUS_PERCENTAGE&gt;0.255888&lt;/THIN_CIRRUS_PERCENTAGE&gt; &lt;SNOW_ICE_PERCENTAGE&gt;0.153049&lt;/SNOW_ICE_PERCENTAGE&gt; &lt;RADIATIVE_TRANSFER_ACCURACY&gt;0.0&lt;/RADIATIVE_TRANSFER_ACCURACY&gt; &lt;WATER_VAPOUR_RETRIEVAL_ACCURACY&gt;0.0&lt;/WATER_VAPOUR_RETRIEVAL_ACCURACY&gt; &lt;AOT_RETRIEVAL_ACCURACY&gt;0.0&lt;/AOT_RETRIEVAL_ACCURACY&gt; </pre>	<pre> "PROJECTION_ATTRIBUTES": {   "MAP_PROJECTION": "UTM",   "DATUM": "WGS84",   "ELLIPSOID": "WGS84",   "UTM_ZONE": "52",   "GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE": "30.00",   "GRID_CELL_SIZE_THERMAL": "30.00",   "REFLECTIVE_LINES": "7991",   "REFLECTIVE_SAMPLES": "7801",   "THERMAL_LINES": "7991",   "THERMAL_SAMPLES": "7801",   "ORIENTATION": "NORTH UP",   "CORNER_UL_LAT_PRODUCT": "38.50708",   "CORNER_UL_LON_PRODUCT": "124.63918",   "CORNER_UR_LAT_PRODUCT": "38.57633",   "CORNER_UR_LON_PRODUCT": "127.32049",   "CORNER_LL_LAT_PRODUCT": "36.35258",   "CORNER_LL_LON_PRODUCT": "124.76264",   "CORNER_LR_LAT_PRODUCT": "36.41665",   "CORNER_LR_LON_PRODUCT": "127.36818",   "CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT": "119700.000",   "CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT": "4271100.000",   "CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT": "353700.000",   "CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT": "4271100.000",   "CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT": "119700.000",   "CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT": "4031400.000",   "CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT": "353700.000",   "CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT": "4031400.000" } </pre>

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 메타정보의 가독성을 높이고 사용자가 필요한 정보만을 쉽게 확인하기 위해서는 타위성의 구성 방식을 참조하여 다음과 같은 추가사항 및 표기 개선(안)을 제안하였다. 메타정보 내 영상촬영 날짜 표기 및 공간해상도(2m) 정보를 추가하는 방안과 메타정보의 가독성을 위하여 각 밴드별 반복되는 정보 삭제 및 픽셀단위정보의 핵심정보(Percentage)만을 그룹화하여 제공하는 방안이 필요하다.

<표 2-39> 메타파일 정보 추가 및 개선(안)

추가 및 개선 항목	내용	비고
영상 촬영 일자	YYYY-MM-DD	예시: 2023-03-17
공간해상도	2m	또는 pixel size
위치 정보	반복항목 삭제	공통부분 1회 표기
픽셀단위정보 그룹화	레이어별 Percentage 내용 그룹화	-

### 3. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 제작

국토위성센터는 국토위성 표면반사율 영상과 부가정보를 포함한 패키지의 배포에 앞서, 패키지 품질의 일관성 및 신뢰성 확보를 위한 품질관리 체계를 갖춰야 한다. 이를 위해 국토위성 표면반사율 영상 패키지 대상 품질관리 지침을 제정할 필요가 있다. 국내의 경우 데이터 품질평가 및 표준 관련 체계 및 지침은 규정해 놓았으나, 위성자료 특히 표면반사율 영상에 대한 품질평가 체계를 갖추고 있지는 않은 실정이다. 국내 국가기관 소속 소수의 위성센터를 중심으로 위성자료에 대한 품질관리를 수행하고 있다. 또한 극소수 기관에서 표면반사율 영상에 대한 품질관리 체계 및 보고서를 제공하고 있으나 아직까지 초기 단계이다. 반면 국외의 경우, 미국 USGS와 유럽 ESA를 중심으로 광학위성 표면반사율 영상에 대한 체계적인 품질체계를 갖추고 있다. 표면반사율 영상뿐만 아니라 구름과 같은 부가정보에 대한 품질검증(육안판독)도 수행하고 있다. 특히, 호주의 경우 Landsat 및 Sentinel 위성의 표면반사율 영상을 검증하는 현장자료 수집 및 위성영상과 현장자료의 시·공간 매칭 방법에 대해 상세 지침을 문서화 하였다. 본 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침에서는 「공공데이터 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 명시된 단계별 품질관리 체계를 기반으로, 선진화된 국외 위성 표면반사율 영상의 품질관리체계의 최신 기술 및 추세를 최대한 반영하고 국토위성 표면반사율 영상 패키지 생산 현황을 실리적으로 반영하였다. 품질관리 지침서 계획 수립 및 관리 방안 내용을 상세하게 기술하여 “국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침(안)”을 제작하였다.

#### 가. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침 개요

##### 1) 품질관리 지침 목적

국토지리정보원 국토위성센터에서 생산하는 국토위성 표면반사율 영상 패키지 데이터에 대해, 체계적인 품질관리와 품질정보 제공을 위한 관리 원칙과 프로세스를 명시하고자 한다. 품질관리담당과 생산담당은 본 지침에서 제시하는 품질관리 체계 및 기준을 통해 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 정확한 품질정보를 제공해야 하며 이를 통해 활용성을 증대시키도록 한다.

국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침은 품질관리 대상, 품질관리 목표, 품질관리 단계별 기준 및 내용, 품질검사 및 개선활동, 품질관리 체계, 표준화 관리체계를 정의하고 관리 기준을 기술한다.



## 2) 품질관리 지침 관련 규정

공공데이터법에 따라 공공기관이 보유한 데이터에 대해 행정안전부에서 제정한 「공공데이터 관리 지침」(행정안전부 고시) 및 「국토교통부 데이터 표준관리 지침서」(국토교통부 고시)에 정의된 원칙 및 규칙을 준용하되, 정의가 없는 부문에 대해서는 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률 제22조(공공데이터 품질관리)」에 따라 국토위성센터 자체 지침을 정의하여 사용한다.

## 3) 품질관리 지침 주요 용어 및 관리 원칙

지침서에 사용되는 주요 용어 및 품질관리 주체 및 방법, 범위에 대한 주요 원칙을 아래와 같이 정의하였다. 품질관리 용어의 경우 국토위성 표면반사율 영상 패키지 지침서 내 핵심 용어를 정의하였으며, 품질관리 주요 원칙에 대하여 설명하였다.

<표 2-40> 품질관리 주요 용어 정의

용어	정의
국토위성 표면반사율 영상 패키지	대기보정 된 표면반사율 영상과 8개의 레이어(높은 신뢰도 구름, 낮은 신뢰도 구름, 구름그림자, 지형그림자, 수계, 미획득자료, 손실자료, 방사포화도)로 구성된 픽셀단위영상을 1:5,000 도엽 단위로 제작하고, 메타데이터와 함께 .ZIP 포맷으로 패키징 되어 제공되는 데이터
국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질 (Radiometric Quality)	본 해당 패키지의 최신성, 정확성, 상호연계성 등을 확보하여 사용자에게 유용한 가치를 줄 수 있는 수준
품질관리	사용자가 신뢰할 수 있는 자료를 제공하기 위한 목표 설정, 품질진단 및 개선 등 일련의 활동
국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질검사 및 개선	해당 패키지의 유효성, 정확성 등에 관하여 정해진 기준 및 절차에 따라 값의 이상 여부를 판단하는 일련의 활동을 말하며, 데이터의 품질을 검사하여 현재의 수준을 평가하고 품질 저하 요인을 분석하여 품질을 향상시키는 활동
품질오류	국토위성 표면반사율 영상 패키지의 값, 구조, 관리체계에서 발생하는 오류
국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리담당	해당 패키지의 품질관리 계획수립, 시행, 검사에 이르기까지 품질관리 전반을 총괄하는 담당
국토위성 표면반사율 영상 패키지 생산담당	품질관리담당에서 요구하는 품질 개선 활동을 수행하며, 해당 패키지를 생산 또는 관리하는 담당
국토교통부 메타데이터 관리시스템	국토교통부 소관 메타데이터를 관리하는 시스템으로 메타데이터(테이블, 컬럼, 도메인, 길이 등)와 메타데이터의 원천이 되는 표준단어, 표준용어, 도메인, 모델 등이 적재된 시스템
표준화	국토교통부 소관 정보시스템별로 관리되고 있는 데이터를 수집, 분석하여 메타데이터 관리시스템에 적재될 표준단어, 표준용어, 도메인, 표준코드, 표준UOM(Unit Of Measurement)을 정의

## □ 관리주체

- (독립성) 관리 지침의 적용·시행은 국토위성 표면반사율 영상 패키지(이하 패키지)를 보유한 국토 위성센터에서 수행한다.
- (전문성) 단, 전문성이나 효율성을 요구하는 관리활동(품질관리, 개방 및 이용활성화 등의 업무)에 대해서는 국토위성센터에서 위임·위탁한 수탁기관이 수행하되, 공개 여부 등에 관한 사항은 국토 위성센터와 협의하여 정한다.
- (객관성 확보) 패키지의 객관적 품질정보 제공을 위해 주기적으로 전문가들로 구성된 검토정그룹 과 함께 패키지 품질에 대한 상호 의견을 교류한다.

## □ 관리방법

- (지속성) 주기적이고, 지속적인 품질 모니터링을 통해 신뢰도 높은 패키지를 제공하고, 검사 결과에 따른 개선활동을 지속적으로 수행한다.
- (시스템화) 일관된 패키지 품질관리를 위하여 품질관리 활동을 시스템화하여야 한다.
- (노하우 축적) 패키지 품질관리의 문제점 및 해결방안과 품질관리 기술을 문서화하여 노하우를 축적하고, 최신 기술들의 개발 및 적용을 위해 노력한다.
- (투명한 품질결과 제공) 품질관리담당과 생산담당은 패키지 관리의 일관성 확보를 위하여 본 지침에 따라 담당 업무기준 및 매뉴얼 등을 보완해야 한다. 품질관리담당은 패키지 제공 시 해당 패키지의 품질 수준과 관련 품질관리 활동 등의 정보를 함께 제공할 수 있도록 노력해야 한다.
- (수요자 요구 맞춤) 패키지 품질과 관련된 요구사항이 발생할 경우 신속하게 원인을 파악하여 처리하고, 그 결과를 통지해야 한다.
- (주기적 개선) 주기적으로 요구사항을 수집·분석하여 문제점을 발굴하고 개선해야 한다.

## □ 관리범위

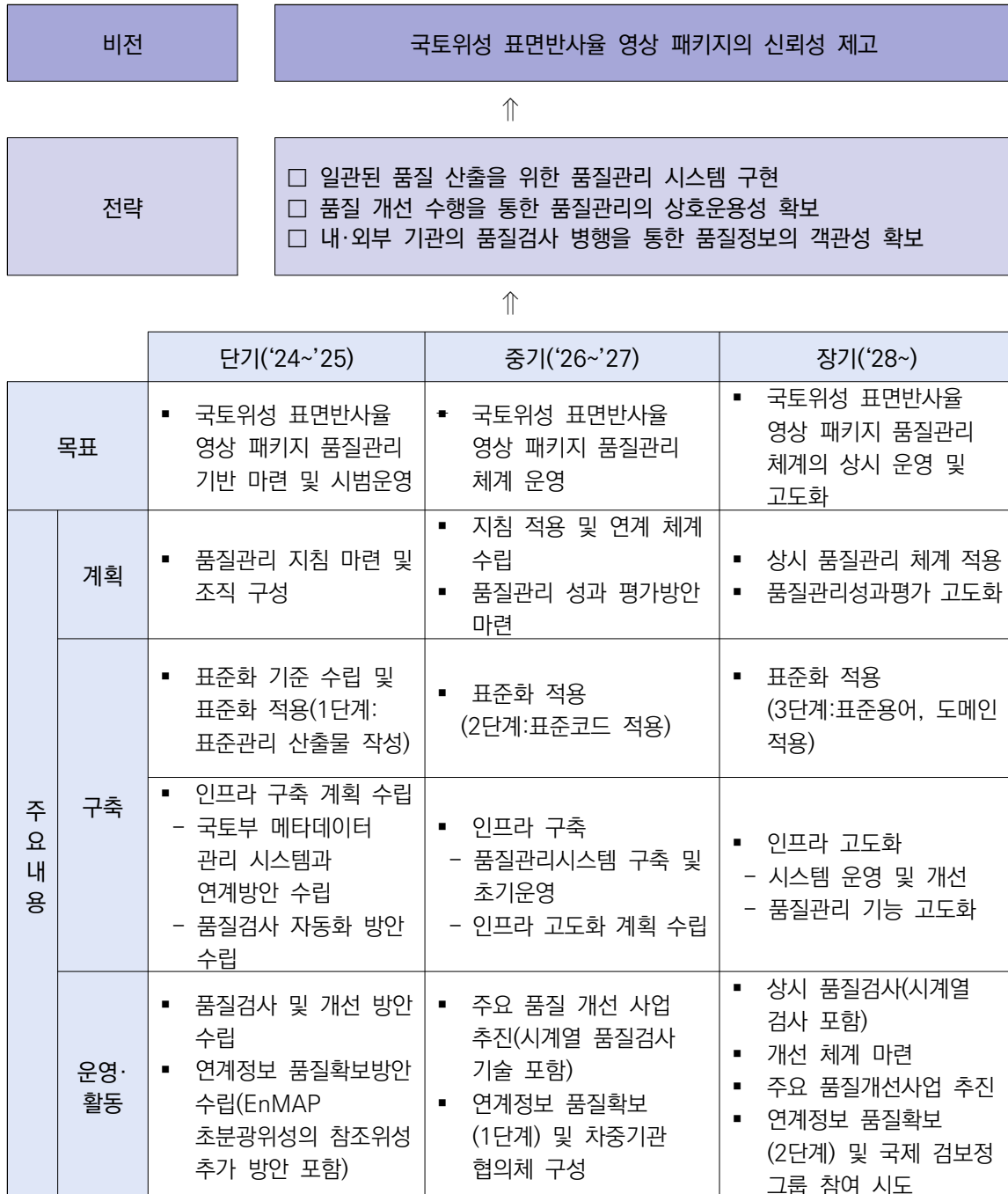
- (전주기 대상) 해당 패키지의 품질관리는 데이터의 생애 주기를 고려하여 생산에서부터 저장, 분석, 활용, 공유 및 제공의 전 과정에 대하여 수행한다.
- (전요소 관리) 해당 패키지의 품질관리는 데이터 값뿐만 아니라 표준, 구조, 연계, 메타데이터, 관리체계 등 품질에 영향을 주는 모든 요인들을 포함한다.

## 4) 국토위성 표면반사율 영상 패키지 단계별 품질관리

품질관리는 총 4단계로 계획관리, 구축관리, 운영관리, 활용관리 단계로 구분하였으며, 이에 따른 각 단계별 업무 및 절차를 수립하였다. 각 단계별 세부내용은 다음 조에 후술하였다.

## 나. 중장기적 품질관리 목표

국토 위성 표면반사율 영상 패키지에 대한 효율적인 품질관리를 위해서는 체계적인 품질관리 계획과 로드맵이 필요하다. 데이터 품질관리 목표 수립은 국토 위성센터의 데이터 품질관리 정책을 실행하기 위한 중·장기적인 품질관리 목표를 의미한다.

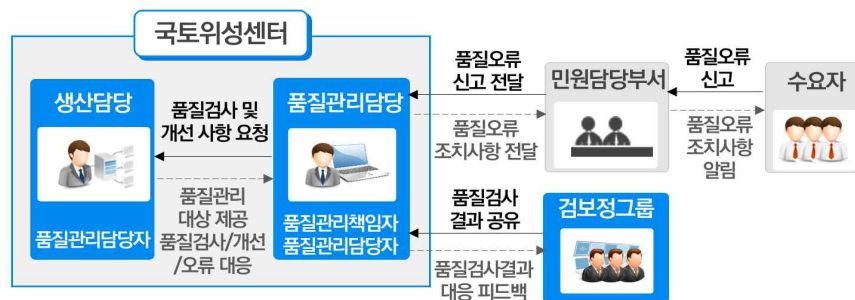


<그림 2-31> 국토 위성 표면반사율 영상 패키지의 품질관리 로드맵

## 다. 품질관리 절차 및 세부 기준

### 1) 품질관리 체계

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질관리 체계는 국토위성센터에 마련되며, 크게 품질관리담당과 생산담당으로 나뉘어 품질관리가 수행된다. 이와 함께, 독립적이고 객관적인 품질관리를 위해 전문가들로 구성된 대외기관 소속 검보정그룹이 본 패키지에 대한 다양한 품질검사를 수행하며, 해당 결과에 대해 국토위성 품질관리담당에서는 품질관리에 적극 반영한다. 이와 함께, 수요자들의 품질오류가 신고될 시 적극 개선을 수행하여 해당 패키지 품질관리의 선순환 체계를 갖추도록 한다.



<그림 2-32> 품질관리를 위한 조직간의 유기적 관계 및 업무 흐름도

<표 2-41> 품질관리를 위한 조직 구성 및 역할

구분	품질관리담당	생산담당	검보정그룹
정책	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질관리 지침, 기준, 계획 수립</li> <li>품질관리 계획서(품질검사 및 개선 방안 관련) 작성</li> <li>품질관리 인프라 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질관리 계획서(품질유지 및 개선 수행 관련) 작성</li> </ul>	-
생산	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질검증 관련 기기 유지 관리 및 검·교정</li> </ul>	-
저장	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준관리 계획 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준 기준 준수</li> </ul>	-
분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질검사 수행</li> <li>품질 개선 방안 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질 유지 업무 수행</li> <li>품질개선 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>독립적 품질검사</li> </ul>
공유·활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>연계 프로세스 관리</li> <li>검보정그룹 품질검사 결과에 따른 피드백 방안 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>연계 데이터 모니터링</li> <li>검보정 그룹 품질검사 결과에 따른 피드백 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질검사 공유</li> <li>피드백 검토</li> </ul>
서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>수요자 요구 조사 분석</li> <li>오류 신고 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>오류 처리</li> </ul>	-

## 2) 품질관리 단계별 절차 및 세부 기준

품질관리 단계는 공공데이터법에 따라 공공기관이 보유한 데이터에 대해 행정안전부에서 제정한 “공공데이터 관리지침”을 기본 원칙으로 설정하였으나, “공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률 제22조(공공데이터 품질관리)”에 따라 국토위성 영상자료의 특성에 맞게 설정하였다. 아래는 품질관리 전주기 단계에 따른 품질관리 절차, 내용에 대한 지침을 보여주고 있다.

1. 계획 단계 품질관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질관리담당에서는 체계적인 국토위성 표면반사율 영상 패키지(이하 패키지)의 품질관리를 위하여 품질관리 기본계획은 3년마다 수립 시행해야 한다. 기본 계획에는 아래와 같은 사항이 포함되어야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지 품질관리 조직 및 인력</li> <li>• 패키지 품질관리 목표 정의</li> <li>• 패키지 품질관리 대상 선정</li> <li>• 패키지 품질관리 진단·개선 계획</li> <li>• 패키지 품질관리 표준화 방안</li> </ul> </li> <li>○ 품질관리담당에서는 체계적인 패키지 품질관리를 위하여 매년 1월 데이터 품질관리 시행계획을 수립·시행해야 한다. 패키지 품질관리 시행계획에는 아래와 같은 사항이 포함되어야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지 품질관리 목표 및 추진체계</li> <li>• 패키지 표준 및 연계체계 관리</li> <li>• 패키지 품질검사·개선 계획</li> </ul> </li> </ul>
2. 구축 단계 품질관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질관리담당에서는 패키지 표준화를 위해 아래와 같은 업무를 수행한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지 표준화 관리체계 수립</li> <li>• 패키지 표준 수립</li> <li>• 패키지 표준 적용</li> <li>• 패키지 표준 점검 및 개선</li> </ul> </li> <li>○ 생산담당에서는 아래와 같은 업무를 수행한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지 표준 적용 및 최신화</li> <li>• 패키지 품질관리 대상 산출물의 작성 및 관리</li> </ul> </li> </ul>
3. 운영 단계 품질관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질관리담당은 생산담당자의 패키지 품질관리 수행 현황을 점검하여야 하며, 필요한 경우 패키지 품질관리의 개선 사항을 요청할 수 있다. 생산담당자는 특별한 사유가 없는 한 업무 요청 사항을 검토하고 필요한 조치를 하여야 하며, 그 결과를 품질관리담당에게 제출해야 한다. 생산담당자는 패키지 특성에 맞도록 패키지 품질관리를 실시하고, 수행 및 변경사항을 품질관리담당에게 통보해야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지 품질검사 (대상 정의, 검사 실시, QA 제공)</li> <li>• 패키지 품질개선 (개선 의견 수집 및 수렴, 개선 계획 수립, 개선 수행)</li> <li>• 개선된 패키지 산출물 검토</li> </ul> </li> </ul>
4. 활용 단계 품질관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 패키지 이용자의 요구사항 접수해야 하고, 품질 오류 신고 창구를 운영하며, 품질 오류 개선 체계 관리해야 한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 품질오류 신고 관리</li> <li>• 수요자 품질 요구 조사 및 분석</li> </ul> </li> </ul>

<그림 2-33> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질관리 단계

## 가) 계획단계 품질관리

체계적인 품질관리를 위하여 기본계획 수립(3년마다) 및 시행계획(1년마다)을 수립하여야 한다. 품질관리 기본계획 수립 시, 품질관리 조직 및 인력, 목표, 대상, 검사 및 개선 계획, 표준화 방안, 품질 확보 방안 등을 고려해야 한다. 품질관리 시행계획은 품질검사를 통해 패키지 품질 현황을 파악하고 개선방안을 도출하여 수행되는 일련의 품질관리 활동을 칭하며, 시행계획은 크게 품질검사 계획과 품질개선 계획으로 분리하여 수립하는 것이 효과적이다. 이에 검사 개요, 대상 및 범위, 일정, 수행조직 체계 등을 포함해야 한다.

<표 2-42> 품질검사 계획 및 개선 계획 시 포함 사항

품질검사 계획	품질개선 계획
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 품질검사 개요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표, 현황 및 추진방향</li> </ul> </li> <li>• 품질검사 대상 및 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품질검사 대상 개요</li> <li>- 품질검사 범위 및 주요 검사 방향</li> </ul> </li> <li>• 수행 일정 및 수행조직체계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 품질개선 개요 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표, 현황 및 추진방향</li> </ul> </li> <li>• 품질개선 대상 및 범위 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 품질개선 대상 개요</li> <li>- 품질검사 결과, 주요 품질개선 범위</li> </ul> </li> <li>• 수행 일정 및 수행조직체계</li> </ul>

## 나) 구축단계 품질관리

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 구축단계에서의 품질관리는 <표 2-43>에 제시한 단계로 수행된다. 해당 절차는 ‘국토교통부 데이터 표준관리 지침서(2021.12. 수정)’를 참조하였다.

<표 2-43> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 구축단계 품질관리 절차

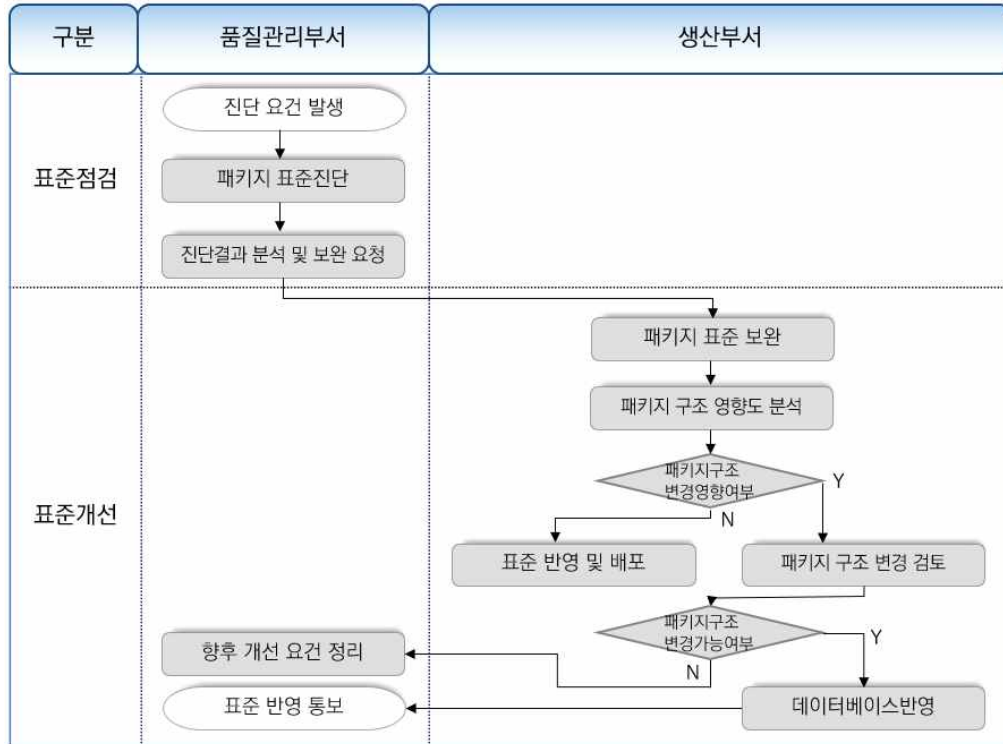
단계	단계별 수행 점검 사항
패키지 표준관리 체계 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지의 표준화를 위한 내부규정, 절차의 마련</li> <li>• 패키지의 표준화를 위한 담당자 지정 및 역할과 책임의 정의</li> <li>• 패키지의 표준화를 위한 단계별 절차 수립</li> </ul>
패키지 표준 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준코드 정의 및 ‘코드정의서’ 작성·관리</li> <li>• 표준용어 정의 및 ‘표준용어정의서’ 작성·관리</li> <li>• 표준도메인 정의 및 ‘도메인정의서’ 작성·관리</li> <li>• 패키지의 표준 정의 시 행정표준코드, 행정표준용어의 검토 및 적용</li> </ul>
패키지 표준 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 패키지 DB의 설계·구축 시 표준코드의 적용</li> <li>• 패키지 DB의 설계·구축 시 표준용어의 적용</li> <li>• 패키지 DB의 설계·구축 시 표준도메인의 적용</li> </ul>
표준화 점검 및 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터베이스 표준화 수준에 대한 주기적 점검(년 1회 이상) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 점검 항목 : 표준코드, 표준용어, 표준도메인 적용 수준 등</li> </ul> </li> <li>• 점검 결과 표준화가 미흡한 사항에 대한 개선 계획 수립·추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 차세대, 고도화 사업, 데이터 재구축 사업 등에 표준화 개선과업 반영 등</li> </ul> </li> </ul>
메타데이터 표준관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국토교통부 메타데이터 관리시스템에 따라 표준단어, 표준용어, 도메인, 모델 등 관리</li> </ul>

국토위성 표면반사율 영상 패키지 표준을 수립하여 각 자료에 적용하고, 지속적인 점검을 통해 개선할 수 있는 표준화 규정, 표준화 절차, 담당자 등을 포함하는 패키지 표준관리 체계를 수립·운영한다. 패키지 표준화는 기본적으로 데이터 모델 및 데이터베이스에서 정의할 수 있는 모든 요소들을 대상으로 수행하는 것이 이상적이나 효율성을 위해 주로 관리해야 할 요소들인 용어, 도메인 및 코드를 대상으로 표준을 정의한다. 필요시, 용어, 도메인 및 코드 이외 그밖에 데이터 관련 요소에 대한 표준을 정의하여 관리할 수 있다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 표준관리 항목은 다음과 같다.

<표 2-44> 품질검사 계획 및 개선 계획 시 포함 사항

용어	도메인	코드
<ul style="list-style-type: none"> <li>표준용어명</li> <li>영문명</li> <li>영어약어명</li> <li>용어구분</li> <li>용어설명</li> <li>주제영역</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도메인명</li> <li>도메인설명</li> <li>데이터타입</li> <li>데이터길이</li> <li>데이터값</li> <li>측정단위</li> <li>도메인분류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>코드명</li> <li>코드값</li> <li>코드값의미(한글/영문)</li> <li>설명</li> <li>코드소관부서</li> </ul>

국토위성 표면반사율 영상 패키지 표준 적용을 위하여 국토교통부 데이터 표준이 공표 이후에 구축되는 모든 DB에 적용함을 원칙으로 한다. 다만, 이미 구축된 DB(원천DB, 개방DB, 개방데이터파일)에 대해서도 공표되는 표준을 적용하도록 표준 확산을 위한 노력을 하여야 한다. 위 규정에도 불구하고 「행정기관 코드 표준화 추진 지침」 및 「공공데이터 공통표준용어」에 따른 행정기관 표준코드 및 표준용어는 모든 DB에 적용하여야 한다. 이미 구축된 DB는 공표되는 표준의 적용을 위하여 기관표준을 기존 DB 표준 사전에 등록하고 매핑정보를 관리하고, DB 재구축 시 관련 정보를 활용한다. 표준 적용 예외로 DB가 패키지나 솔루션 형태로 도입되는 경우와 다른 공공기관으로부터 제공받아 사용하는 연계 데이터 등은 자체적으로 검토하여 예외하거나 선별적으로 적용할 수 있다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 표준점검 및 개선을 위하여 표준화 수준을 필요에 따라 년 1회 이상 주기적으로 점검할 수 있으며, 문제점의 원인 분석 등을 통해 개선 계획을 수립, 시행해야 한다. <그림 2-34>의 절차에 따라 표준점검 및 개선하도록 노력한다.



<그림 2-34> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 표준점검 및 개선 절차

국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타데이터의 경우, 데이터 표준화를 국토교통부 메타데이터 관리시스템으로 관리하고 있으며, 동 시스템으로 메타데이터(테이블, 컬럼, 도메인, 길이 등)와 메타데이터의 원천이 되는 표준단어, 표준용어, 도메인, 모델 등을 관리하고 있다. 메타데이터 관리시스템은 <표 2-45>와 같은 기능을 가지고 있다.

<표 2-45> 메타데이터 관리시스템의 기능

구분	내용
표준관리	용어, 코드 등 데이터항목 신규 또는 변경사항 발생 시 표준등록을 위한 신청, 승인 및 반려 등 결재처리 기능
품질관리	개별 정보시스템별 표준 미준수율, 코드데이터 및 표준 도메인(데이터 형식) 등 데이터 품질 관리 기능
메타데이터 등록	현행 정보시스템의 메타데이터 정보나 모델링 정보, 관리정보 변경 시 엑셀로 작성하여 일괄 등록할 수 있는 기능

메타데이터 관리시스템을 통한 국토위성 표면반사율 영상 패키지 메타데이터 표준관리 프로세스는 국토교통부 데이터 표준관리 지침서를 참조하였으며, 절차 및 상세 설명은 <표 2-46>과 같다.



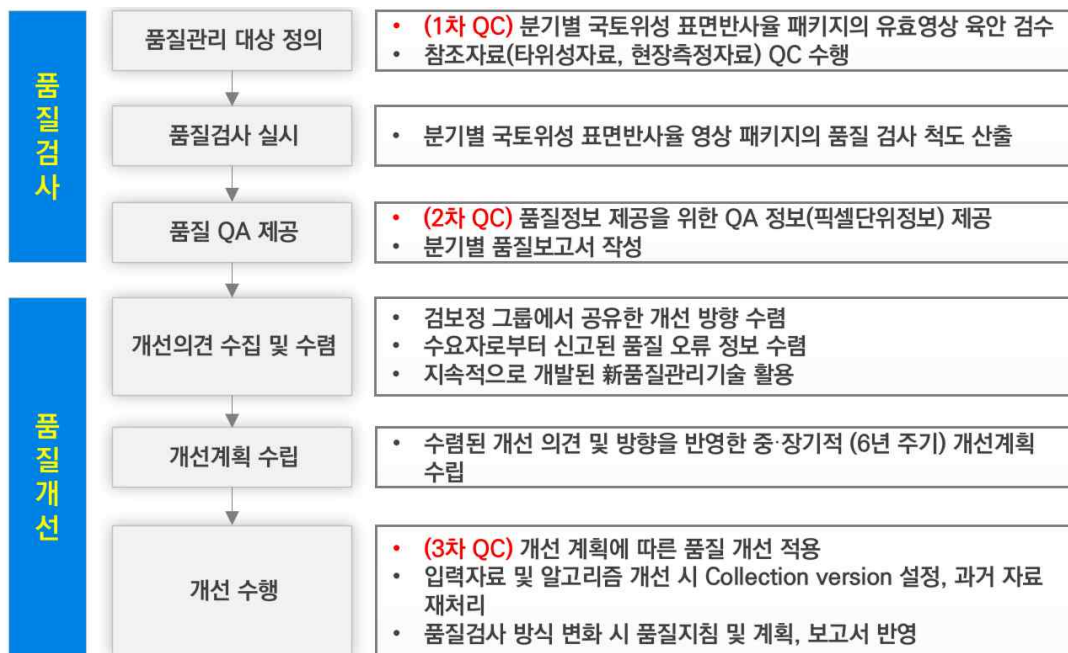
<표 2-46> 국토위성 표면반사율 패키지 메타데이터 표준관리 프로세스

번호	절차	시스템 기능	업무 주체	설명
1	표준 단어·용어 조회	메타데이터 조회 기능	데이터 소관부서 표준 실무자	데이터 담당관은 국토교통부 메타데이터 관리 시스템에 적재된 표준단어, 표준용어, 도메인 정의서, 코드 표준을 업무 목적에 따라 조회할 수 있다.
2	존재여부			데이터 담당관이 조회한 단어 및 용어에 대한 존재 여부 결과를 메타데이터 관리시스템이 제공한다.
3	단어·용어 신규 신청			조회 결과 표준 단어 및 용어가 존재하지 않을 시 메타데이터 관리시스템에서 신규 단어 및 용어를 신청한다.
3-1	단어·용어 신규 신청 (1차승인)	메타데이터 신청기능	데이터 실무 담당자	데이터 담당자가 신청한 신규 단어 및 용어의 적합성을 판단하여 1차로 승인한다.
4	변경 여부	메타데이터 신청기능	데이터 소관부서 표준 실무자	이미 표준으로 메타데이터 관리시스템에 적재된 표준 단어 및 용어에 대한 변경 여부를 판단한다.
5	수정·삭제 신청	메타데이터 신청기능		메타데이터 관리시스템에 적재된 표준 단어 및 용어의 변경이 필요한 경우 메타데이터 관리시스템에서 변경(수정, 삭제) 신청을 수행한다.
5-1	수정·삭제 신청 (1차승인)	메타데이터 신청기능	데이터 실무 담당자	데이터 담당자가 신청한 변경(수정, 삭제) 신청의 적합성을 판단하여 1차로 승인한다.
6	신청결과 조회	메타데이터 조회 기능	데이터 소관부서 표준 실무자	표준 단어 및 용어의 수정·삭제 등 변경 신청에 대한 결과를 메타데이터 관리시스템에서 조회한다.
7	승인 여부			변경 신청한 표준단어 및 용어의 승인여부에 따라 승인 시 모델 정의를 수행하고, 반려 시에는 반려사유를 확인 후 수정, 삭제 등의 변경 신청을 다시 한다.
8	모델(재)정의	-		메타데이터 관리시스템의 표준 단어, 용어, 도메인, 코드 등 메타 표준 데이터의 변경 승인 및 변경이 필요가 없을 경우 모델링 작업을 수행한다.
9	모델 Excel 변환 Upload	메타데이터 Excel Upload 기능		메타 데이터 관리시스템에 ERD를 Excel로 변환하여 Upload 또는 테이블 및 컬럼 정의서(Excel 양식)를 메타데이터 관리시스템으로 Upload하는 기능을 이용 Upload한다.
10	메타데이터 관리 시스템	-	데이터 소관부서 표준 실무자	메타데이터 관리시스템은 Upload한 정보와 정보시스템의 DB에 저장된 메타 데이터를 비교하여 차이를 메타데이터 품질관리자에게 제공한다.

11	정보시스템 DB 반영	-		11번 프로세스의 모델 Excel 변환 Upload가 완료되면 개별 정보시스템 DB에 변경된 메타데이터를 적용한다.
12	신청현황조회	메타데이터 조회 기능	데이터 표준 담당자	개별 정보시스템의 운영자로부터 신청된 표준 단어 및 용어, 도메인, 코드에 대한 신규 신청 및 수정, 삭제 신청 현황을 조회한다.
13	표준 확인	표준단어, 용어 등록 기능		신청된 용어를 구성하는 단어가 표준 단어사전에 적재되지 않았을 경우 단어 등록을 하고, 용어를 구성하는 단어가 표준단어 사전에 존재 시 신청된 용어가 표준에 위배되었는지를 확인한다.
14	승인/반려 사유 등록	승인 반려 기능		신청된 단어 및 용어에 대한 승인 시 승인 사유를, 반려 시 반려 사유를 메타데이터 관리 시스템에 등록한다.
15	메타데이터 관리 시스템	메타데이터 조회 기능		메타데이터 관리시스템은 승인 및 반려의 결과와 각 사유를 조회할 수 있도록 기능을 제공한다.
16	정합성 여부 진단 (모델 포함)	-	데이터 표준 담당자	취합된 단어, 용어, 코드, 도메인의 이력정보에 대한 정합성 여부를 진단한다. 정합성 진단은 ① 신청된 용어가 표준단어의 구성으로 되어 있는지 진단, ② 분류단어 도메인 적용 진단 등 ③ Excel Upload를 통한 ERD 정보의 컬럼 및 테이블의 표준단어, 용어 사용 품질 진단
17	정합성 위배 여부	메타데이터 조회 기능		20번 프로세스의 정합성 여부 진단을 통한 결과를 조회한다.
18	메타정보 수정	-		정합성 위배 시스템에 대해서는 메타데이터 관리시스템의 공지, e-mail을 통해 표준으로 수정을 요청한다.

## 다) 운영단계 품질관리

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질관리담당은 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 안정적인 품질관리 및 적절한 품질수준 확보를 위해 패키지의 품질진단을 상시적으로 실시하고, 품질검사에 따른 품질개선 활동을 수행해야 한다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질검사 및 개선은 아래 절차에 따라 수행한다. 기본적으로 3회의 품질 QC가 수행되는데, 첫 번째는 촬영된 많은 국토위성영상 중 광학적 질이 정상인 영상을 육안으로 검수하여 유효영상으로 분류하고, 이를 품질관리 대상으로 정의한다. 이후 품질검사 후 수요자에게 객관적 품질정보(Quality Assurance; QA)를 제공하면서 2차 QC가 수행된다. 마지막으로 중장기적으로 산출 알고리즘이나 입력자료의 변경 시 3차 품질개선이 수행된다. 품질개선의 경우 단기적으로 수행되는 것이 아닌, 중장기적 품질관리계획에 따라 수행되어야 한다.



<그림 2-35> 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질검사 및 개선 절차

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 1차 QC과정은 국토위성 표면반사율 영상 패키지 내 Quick Look Image(.jpg)영상을 육안판독 키를 이용하여 유효영상으로 정의한다. 아래 총 7가지 이상현상(녹색빛 이상현상, 오른쪽 경계 파란색, 영상 색상 톤 불균일, 전체적 헤이즈, 구름양 10% 이상, 디텍터 내 빛이 들어간 현상, 좌우 센서차)으로 정의된 영상 샘플을 기준으로 이와 비슷한 현상이 나타난 경우는 이상영상으로 정의하고, 이를 제외한 영상을 유효영상으로 정의한다 (<표 3-9> 육안판독키 참조). 이와 함께 향후 품질관리의 전과정 자동화를 위해 유효영상 판독과

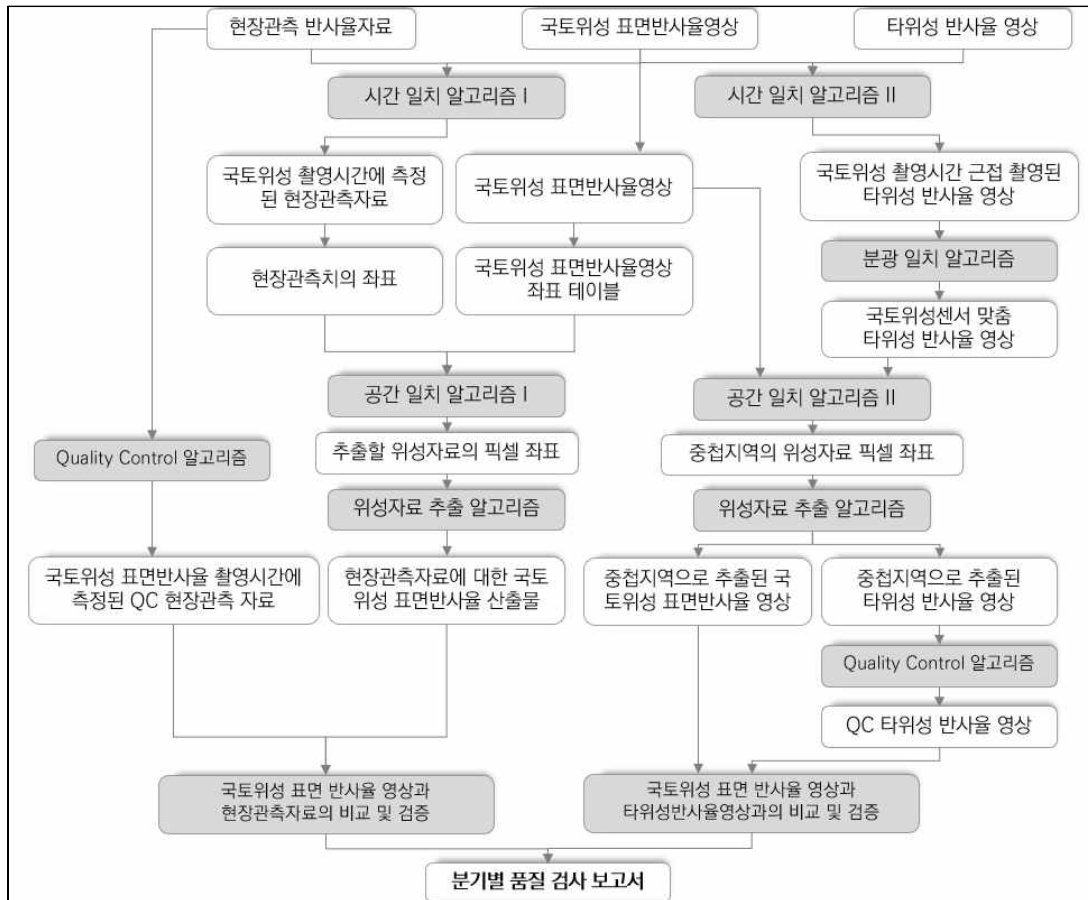
정에 대한 자동화 기법 연구를 진행해야 한다.

앞서 정의된 품질관리 대상인 국토위성 유효영상을 대상으로 검사에 사용된 참조 자료도 <표 2-47>과 같이 정의되며, 상세 조건을 만족하는 자료만을 사용한다. 또한, 추가적으로 국토위성 2호를 발사한 후에는 1호와 2호를 서로의 참조자료로 사용하여 비교할 수 있다.

<표 2-47> 참조자료의 종류 및 조건

자료	현장측정 반사율 자료	타위성 반사율 자료	
Product	ASD FieldSpec 4 Standard (확장자: .asd)	Sentinel-2A/B Level 2 (S2A_MSIL2A)	Landsat-8/9 Collection 2 L2 (LC08_L2SP)
제공처	수탁기관(현장관측팀)	ESA	USGS EROS
사용 조건	(시간 일치 알고리즘 I) • 국토위성 촬영 시간을 기준으로 전후 30분 이내에 촬영 영역안에서 측정된 ASD 반사율 자료 획득 - ViewSpecPro SW 이용한 자료처리(asd 파일을 ASCII파일(txt)로 변환) - 상세 조건은 ‘국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 현장관측 가이드라인(2023).pdf’ 참조	(시간 일치 알고리즘 II) • 국토위성 유효영상의 촬영일자와 가장 근접한 영상을 사용하되, 최대 ±5일 이내 촬영된 영상만을 사용 - 0~1사이의 반사율 수치로 변경하기 위해 scale factor 적용	

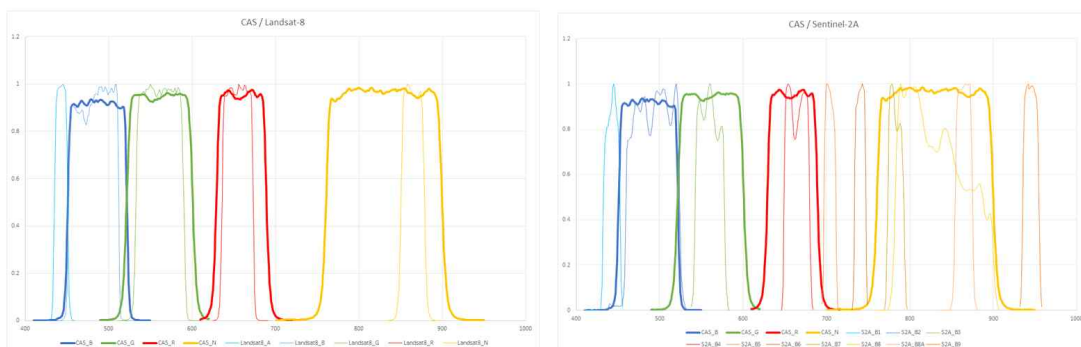
국토위성 표면반사율 영상 패키지 중 표면반사율 영상은 현장관측 자료와 타위성 반사율영상을 이용하여 품질검사를 분기별별로 진행하며, 나머지 구름, 구름 그림자, 지형 그림자, 수계영상은 육안판독한 기준자료를 이용하여 분류 성능평가를 분기별로 수행한다. 단, 픽셀단위정보의 품질검사는 분기별 결과가 지속적으로 동일하게 산출되는 경우, 품질검사를 수행하지 않고 알고리즘 변경 시 품질검사를 다시 수행하며, 해당내용을 품질보고서에 명시한다.



<그림 2-36> 국토위성 표면반사율 영상의 품질검사 절차

### (1) 분광 일치 알고리즘

타위성센서와 국토위성센서는 밴드별 파장영역 및 분광반응함수가 다르다. 따라서 Sentinel-2A/B와 Landsat-8/9 센서의 반사율자료에 국토위성센서의 분광반응함수를 적용하여 분광매칭을 수행한다. 분광매칭의 상세 기법은 ‘국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작(2022)’ 보고서를 준용한다.



<그림 2-37> 국토위성과 Landsat-8(좌), Sentinel-2A(우)의 분광반응함수 비교

## (2) 공간 일치 알고리즘 I

현장관측은 한 화소에 한 지점만이 할당되도록 2m 이상의 간격을 유지한다. 따라서 현장관측 지점은 국토위성영상의 한 화소에 포함되나, 현장관측과 국토위성영상의 위치오차를 고려하여 지상 측정지점을 중심으로 국토위성 반사율영상에서 3×3 화소(총 9개 화소)의 평균값을 추출한다.

## (3) 공간 일치 알고리즘 II

타위성영상인 Landsat-8/9는 30m의 공간해상도로 제공되며, Sentinel-2A/B는 10m의 공간해상도로 제공되며, 두 위성은 UTM 좌표체계(WGS-84, 52N zone)를 가진다. 우선, 타위성영상은 국토위성영상의 좌표체계인 Korea 2000(TM)으로 재투영한다. 이후, Landsat-8/9와의 비교를 위해 국토위성영상을 30m로, Sentinel-2A/B의 비교를 위해 10m로 리샘플링을 수행하며, 원 자료의 분광정보를 최대한 유지하기 위해 고등차수보간(Bicubic) 리샘플링 방식을 적용한다(Garg S., 2022).

## (4) 현장관측자료의 QC

현장관측자료는 국토위성 촬영시간과 동시기(위성영상 촬영 30분 전후 시간내)에 지상 타겟을 분광측정기로 측정된 반사율 스펙트럼 자료로써, 이상값의 영향을 최소화하며 타겟의 분광적 대표성을 반영하기 위해 아래 두 개의 QC를 수행한다.

- 분광복사기를 사용하여 지점별 1회 측정 시 10개(Spectrum averaging=10) 이상의 샘플의 평균값으로 이뤄진 스펙트럼을 획득
- 동일 타겟, 위치에 대해 3개 이상의 스펙트럼 파일을 저장(Number of files to save) 후 각 스펙트럼 자료의 중앙값을 산출

이러한 이상값의 영향을 최소화하며, 최대한 많은 관측치를 반영한 분광반사율 자료는 국토위성의 Spectral Response Function을 이용하여 국토위성 맞춤 현장관측 표면반사율 값으로 변환한다.

## (5) 타위성 반사율영상의 QC

Sentinel-2A/B L2A 영상과 Landsat-8/9 영상은 아래와 같이 QA 정보를 제공하며, 국토위성영상의 품질검사를 위해 구름, 그림자, 눈 지역을 제외하는 QC를 수행한다. <표 2-48>에서는

Sentinel-2A/B L2A의 QA정보를 제공하는 Scene Classification Layer (SCL)의 화소값 중 4, 5, 6, 7인 화소만을 참조자료로 사용한다. Landsat 8/9 LaSRC의 Pixel QA(pixel\_qa) 레이어에서는 화소값이 1인 화소만을 참조자료로 사용한다. 아래 <표 2-49>와 같이 1을 제외한 다른 화소값은 구름, 눈, 그림자 등의 화소값을 나타낸다.

<표 2-48> Sentinel-2A/B L2A의 QA정보

Pixel value	Classification
0	No data
1	Saturated or defective
2	Dark area pixels
3	Cloud shadows
4	Vegetation
5	Bare soils
6	Water
7	Unclassified
8	Cloud medium probability
9	Cloud high probability
10	Thin cirrus
11	Snow or ice

<표 2-49> Landsat-8/9 L2SP의 QA정보

Attribute	Pixel value
Fill	1
Clear terrain, cloud, cirrus	322,386,834,898,1346
Water	324,388,836,900,1348
Cloud shadow	328,392,840,904,1350
Snow/ice	336,368,400,432,848,880,912,944,1352
Cloud	352,368,416,432,480,864,880,928,944,992
Low confidence cloud	322,324,328,336,352,368,834,836,840,848,864,880
Medium confidence cloud	386,388,392,400,416,432,898,900,904,928,944
High confidence cloud	480,992
Low confidence cirrus	322,324,328,336,352,368,386,388,392,400,,416,432,480
High confidence cirrus	834,836,840,848,864,880,898,900,904,912,928,944,992
Terrain occlusion	1346,1348,1350,1352

다양한 품질검사 결과는 분기별 품질보고서에 반영하며, 타위성과 마찬가지로 패키지의 8개 레이어로 구성된 픽셀단위정보를 국토위성 표면반사율 영상의 QA정보로 제시함으로써, 사용자가 원하는 품질 수준에 따라 사용할 수 있도록 한다. 다양한 품질검사 결과는 분기별 품질보고서

에 반영하며, 타위성과 마찬가지로 패키지의 8개 레이어로 구성된 픽셀단위정보를 국토위성 표면반사율 영상의 QA정보로 제시함으로써, 사용자가 원하는 품질수준에 따라 사용할 수 있도록 한다. 또한, 사용자가 표면반사율 영상 패키지 자료의 영상 품질에 따라 선택적으로 사용할 수 있도록 표면반사율 영상에 대한 품질 등급 정보를 메타파일에 제공한다. 품질 등급은 크게 High quality, Low quality, No quality information 등 3개로 나뉘어 제공된다. 현장관측 표면반사율자료 및 참조 타위성자료가 있는 국토영상에 대해서는 High 혹은 Low quality 등급 정보를 영상 메타파일에 제공한다. 현 등급에 대한 조건 임계치는 ‘국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작’ 보고서(2022) 내 국토위성 표면반사율영상의 검증 결과를 반영하여 설정하였다.

<표 2-50> 패키지의 품질 등급 및 조건

품질 등급	등급 조건
High quality	현장관측 표면반사율 자료와 RMSE(%)가 20% 이하이거나 참조 타위성자료와 상관계수가 0.7 이상인 경우
Low quality	현장관측 표면반사율 자료와 RMSE(%)가 20% 초과이거나 참조 타위성자료와 상관계수가 0.7 미만인 경우
No quality information	품질 참조자료가 없는 경우

분기별 품질보고서 작성양식은 아래 표와 같다. 품질보고서 작성 시 아래 목차 및 내용을 반드시 포함해야 하며, “국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질보고서(별첨)”를 참조한다.

<표 2-51> 품질보고서 구성 및 주요 내용

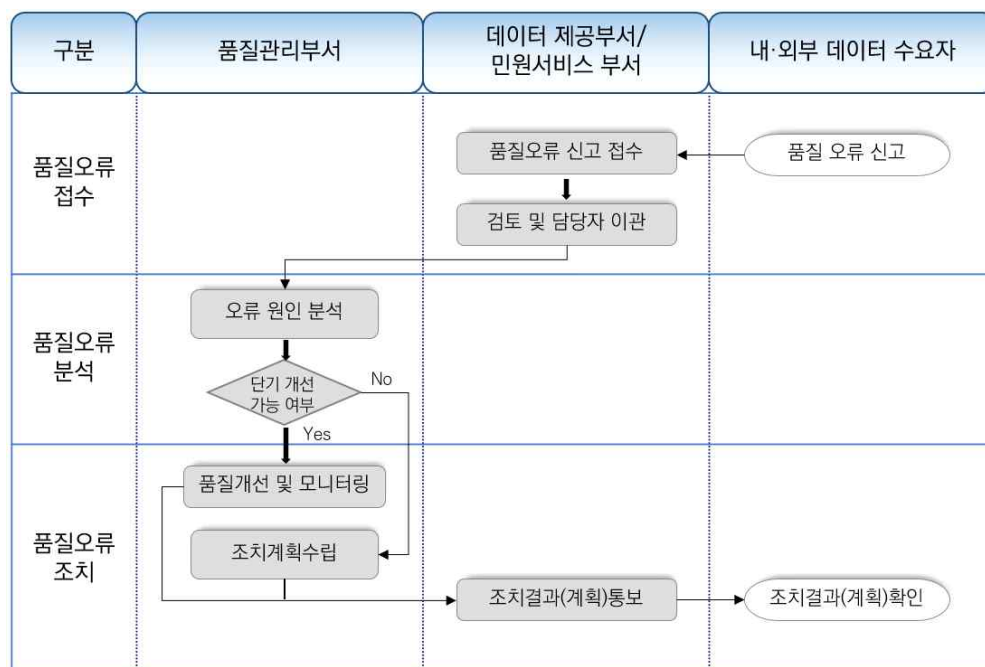
목차	내용	비고
1	품질관리 개요	문서번호, 작성일, 작성자, 작성부서 등
	품질관리 개요 및 대상	목적 및 일반사항, 사용자료 기간 등
2	품질검사 대상	품질검사 대상 자료
3	품질검사 결과	표면반사율 분석결과
		픽셀단위정보 분석결과
		시계열 반사율 변화
4	결론	결론 및 요약
5	품질오류 현황	이상징후(예시)
6	부록	약어, 용어 정의



국토위성 표면반사율 영상 패키지의 2차 QC까지 마치고 분기별 품질보고서가 산출되는 정기적인 품질검사와는 별도로, 년 1회 검토정 그룹에서 공유하는 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 검사 결과 및 개선 방향 관련 의견을 수집한다. 또한, 수시로 수요자로부터 신고된 품질오류 정보를 수집한다. 위의 개선 의견을 검토하여 선별적으로 수렴, 개선 계획을 6년에 한번 수립한다. 이때 지속적으로 개발된 품질관리 신기술을 활용한다. 해당 개선 계획에 따라 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 3차 QC가 수행되게 된다. 입력자료 및 알고리즘 개선 시, 국토위성 표면반사율 영상 패키지 collection version 부여, 개선 시점 기준 과거 영상은 새로운 입력자료 및 알고리즘을 적용하여 재처리하는 방식 또는 품질검사 방식의 변화 시, 품질 지침 및 계획, 보고서에 반영으로 수행될 수 있다. 개선된 국토위성 표면반사율 영상 패키지 산출물의 검토를 위하여 품질관리 담당에서는 6년에 한 번 수립되는 개선 계획 및 방법 등을 생산담당에게 통지하여 시스템 내 반영되도록 하며, 생산담당도 반영 여부에 대한 정보를 품질관리 담당에게 알려야 한다. 이후 추가적인 시정조치 사항이 있다면 품질관리 담당은 생산담당에게 통보해야 한다.

## 라) 활용단계 품질관리

활용성 제고를 위한 품질오류 신고관리 절차를 마련하고, 오류 사항 및 요구사항을 분석하여 해당 사항에 대한 조치 후 수요자에게 통지해야 한다. 또한, 수요자 품질 요구 조사 및 분석을 통해 개선방안을 마련하여 품질관리 정책 및 계획에 반영시켜야 한다.



<그림 2-38> 품질오류 신고 관리 절차

## 라. 품질검사 지표 및 세부기준

### 1) 표면반사율 영상과 현장관측자료와의 품질검사

국토위성 반사율로 계산된 현장관측 자료와 국토위성영상의 품질검사를 수행하기 위하여, 두 자료의 결정계수( $R^2$ ), 평균제곱근편차 백분율(%), RMSE Percent), 평균절대오차(MAE), 편의(Bias)를 검사 지표로 이용한다. 현장관측 자료는 현장에서 측정된 자료로 참값으로 가정하여 국토위성과의 비교를 진행한다, 검사지표의 수식은 아래 표와 같다. 결정계수의 경우, 0 ~ 1 사이의 값을 가지며 1에 가까울수록 예측값이 실측값에 가깝다는 것을 의미하며, RMSE와 MAE는 값이 작을수록 실측값과 유사하다고 해석될 수 있다. 품질검사 자료의 유효성 검증 기준치는 검사 지표 중 RMSE(%)의 경우, 밴드별 15% 이내의 값을 갖는 자료를 기준으로 한다(“국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범 제작(2022)”보고서 참조). 품질검사에 사용되어야 하는 표본수는 다양한 지표물이 분포하고 다양한 주변 환경을 포함하는 지역을 대상으로, 영상당 20개 이상의 값을 추출하여 2회 이상의 현장관측값(Total 30개 이상)을 사용하여 분기별 전체 통계값을 추정한다(황세웅, 2023).

<표 2-52> 현장측정자료 참조 시 국토위성 표면반사율 영상의 품질 척도

척도	수식	비고
$R^2$ -Score (결정계수)	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2}{\sum_{i=1}^n (A_i - \hat{A}_i)^2}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>실제값의 분산대비 예측값의 분산 비율</li> <li>1에 가까울수록 좋음</li> </ul>
Root Mean Squared Error (평균제곱근편차)	$RMSE(\%) = \frac{\sqrt{\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2\right]}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i} \times 100$	<ul style="list-style-type: none"> <li>제곱 오차에 대한 왜곡을 줄여줌</li> <li>기준치: 밴드별 15% 이내</li> </ul>
Mean Absolute Error (평균절대오차)	$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n  A_i - B_i }{n}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>매우 직관적인 척도</li> <li>값이 작을수록 좋음</li> </ul>
Bias (편의)	$Bias = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)}{n}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mean Error(평균오차)개념</li> <li>Bias &gt; 0 (예측치가 과소평가되었음을 의미함)</li> </ul>

\* A는 실측값, B는 예측값, ^는 평균값

## 2) 표면반사율 영상과 타위성영상과의 품질검사

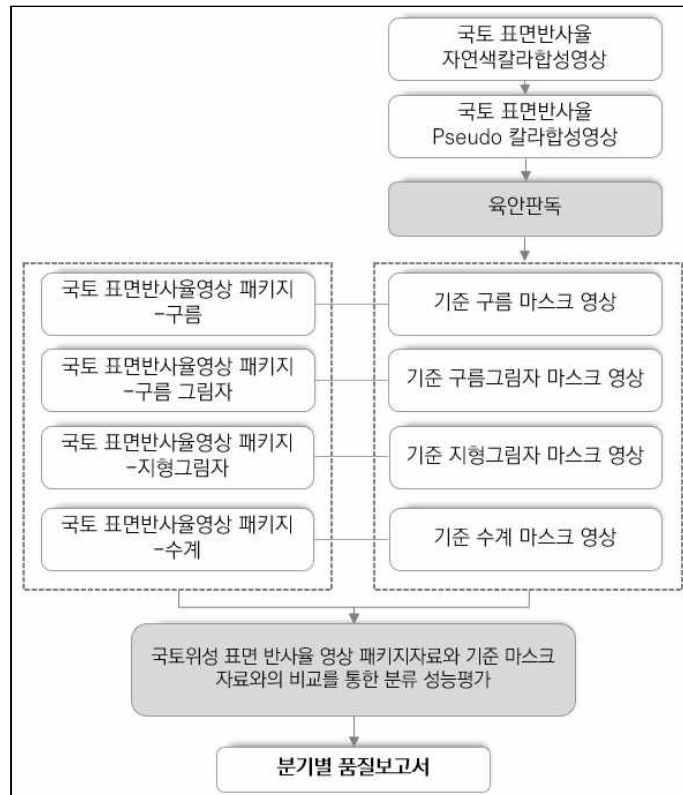
국토위성영상과 타위성영상 모두 구름, 그림자, 눈지역을 제외하고 중첩된 지역만을 산출 후 품질검사를 수행한다. 이때 현장관측 자료는 현장에서 측정된 자료로 참값으로 가정하나, 본 타 위성 반사율 자료는 참값으로 가정하지 않고 비교 자료로 사용됨으로 오차값이 아닌 밴드별 상관관계(결정계수)와 RMSE를 산출, 비교한다.

## 3) 시계열 반사율 변화 추이 검사

국제적인 광학위성 운영기관에서는 광학센서의 변화 및 노후화 등을 모니터링하고 반사율의 시계열 추이를 분석하기 위해, 시간에 따라 반사율의 변화가 적은 아프리카 사막지역을 PICS로 잡아 시계열 모니터링하고 있다. 이에 따라 국토위성의 표면반사율 영상의 시계열 변화 추이 검사를 위해 PICS 중 촬영이 용이한 1곳 이상을 선정하여 월 1회 이상 촬영 후 시계열 밴드별 반사율 변화 패턴을 분석하며 이를 분기 보고서에 반영해야 한다.

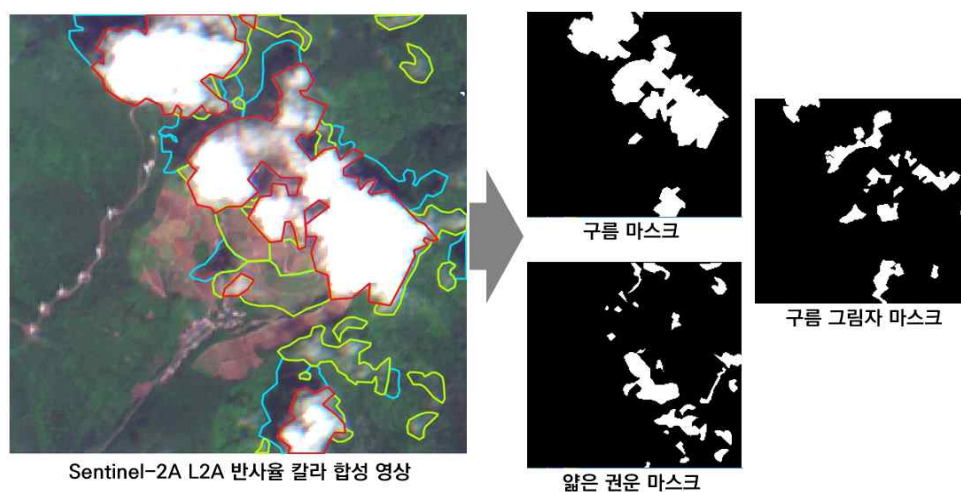
## 4) 픽셀단위정보의 품질검사

국토위성 표면반사율 영상 패키지의 픽셀단위정보의 품질검사를 수행하여 <그림 2-39>와 같은 절차를 통해 품질검사를 수행한다.



<그림 2-39> 픽셀단위정보의 품질검사 절차

자연색 칼라합성영상과 pseudo 칼라합성영상(예: NIR-Red-Green)을 이용하여 <그림 2-40>과 같이 작업자가 육안판독을 통해 위성영상에서 바로 마스크 영상(구름, 구름그림자, 지형그림자, 수계)을 그리는 스크린 디지털라이징을 수행한다. 이를 통해 총 4개의 Mask 영상 (GeoTiff)를 제작한다.



<그림 2-40> 육안판독을 통한 픽셀단위정보 참조 자료 생성(예)

육안분석으로 생성된 기준자료와 픽셀단위로 비교를 수행하여 오차행렬을 작성한다. 이를 이용하여 픽셀단위정보의 유효성을 평가하는 지표를 산출한다. 작위오류 및 누락오류의 기준치는 “국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작” 보고서(2022)을 참고하였다.

<표 2-53> 픽셀단위정보의 품질검사 지표 및 기준치

지표	수식	설명
Accuracy (정확도)	$\frac{TP + TN}{TP + FN + FP + TN}$	- 전체 픽셀 중 픽셀단위정보와 기준자료가 일치한 픽셀 비율 - 전체적인 모델의 성능을 의미
F1 Score	$\frac{2 * (P * R)}{P + R}$	- Precision과 Recall의 조화평균 - Precision과 Recall의 불균형 정도 확인 가능
Commission Error (작위오류)	$1 - P$	- 픽셀단위정보의 True 중 오답의 비율 - 오검출 비율 기준치 : 구름(0.05), 구름그림자(0.3), 수계(0.1)
Omission Error (누락오류)	$1 - R$	- 기준자료가 True이나 픽셀단위정보는 검출하지 못한 픽셀 비율 - 미검출 비율 기준치 : 구름(0.5), 구름그림자(0.7), 수계(0.1)

참고) 정밀도(Precision):  $P = \frac{TP}{TP + FP}$  , 재현율(Recall):  $R = \frac{TP}{TP + FN}$

		픽셀단위정보 기준자료 (육안분석)	
		TRUE (1)	FALSE (0)
픽셀단위정보	TRUE (1)	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	FALSE (0)	False Negative (FN)	True Negative (TN)



## 제3장

# 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질검사 기초자료 수집

1. 해외 검보정 사이트 대상 유효영상 분류 및 현장자료 수집
2. 국내 국토위성 유효영상 분류 및 동시기 타위성 영상자료 수집
3. 현장관측 및 가이드라인 보완





### 1. 해외 검보정 사이트 대상 유효영상 분류 및 현장자료 수집

본 절에서는 광학위성영상의 광학 보정 및 광학 품질 모니터링을 위하여 운영되는 국제적 사이트인 RadCalNet(<https://www.radcalnet.org>)을 촬영한 국토위성영상 중 육안판독을 통해 품질 검사에 사용될 유효영상을 정의하고자 한다. 해외 검보정 사이트 대상 국토위성 유효영상과 동시기의 RadCalNet 현장관측 자료를 수집하였다. RadCalNet은 반사율이 일정한 지표물이 존재하고, 영상신호에 큰 영향을 미치는 에어로졸과 수증기의 영향이 최소화된 건조한 지역에 위치하고 있다. 오전 9시 ~ 오후 3시까지 30분 간격으로 대기정보 및 분광반사율 정보, 측정자료의 정확도 정보가 제공된다.

#### 가. 해외 검보정 사이트 대상 육안판독키 정의 및 유효영상 분류

##### 1) 해외 검보정 사이트 대상 유효영상 분류를 위한 육안판독키 정의

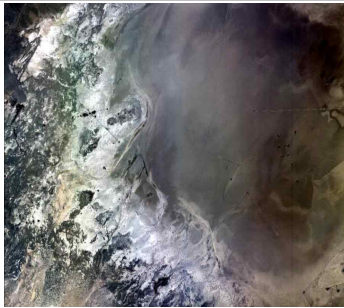

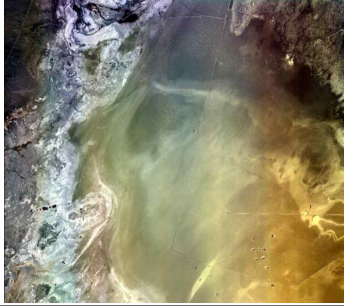
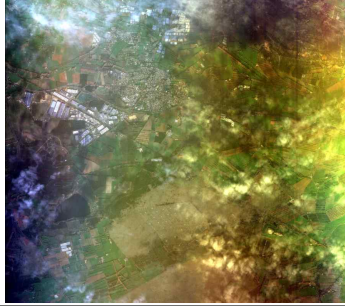
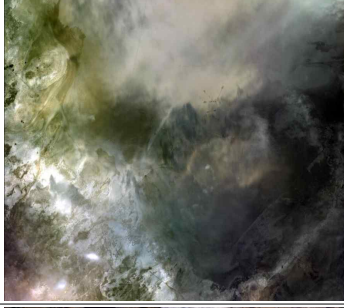



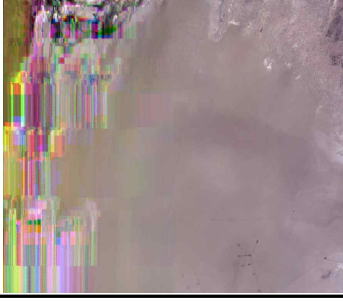
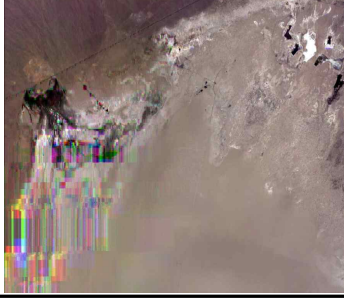
국토위성이 촬영한 해외 검보정 사이트인 RadCalNet 위치의 유효영상 분류를 위하여 2021년 10월 28일부터 2022년 12월 5일까지 해당 지역을 촬영된 국토위성 영상을 발주처로부터 제공받았다. 약 14개월 동안 RadCalNet 주변을 촬영한 국토위성 영상은 총 3,341장이며, 해외 검보정 사이트 촬영 영상의 Quick Look Image를 제공받아 각 나라별로 구분하여 유효영상을 분류하였다. RadCalNet 위치는 총 5개 지역으로 미국(Railroad valley playa, RVUS), 프랑스(La Crau, LCFR), 나미비아(Gobabeb, GONA), 중국(Baotou, BTCN), 중국(Baotou Sand, BSCN)으로 구분된다. 중국지역의 경우 두 개의 사이트(BTCN, BSCN)가 가까이 위치하고 있어 하나로 묶어 총 4개 지역으로 분류하였다. 국토위성이 스트립 형식으로 해당 지역을 촬영하기 때문에 현장관측이 이뤄지는 지점(Point)을 촬영한 영상을 분류하기 위하여, 초기 제공받은 3,341장의 Quick Look Image를 이용하여, RadCalNet 측정(위치정보)을 기준으로 1차 분류를 수행하였다. 본 과업인 해외 검보정 사이트에 정확히 일치하는 영상은 총 291장으로 분류되었다. 국토위성이 촬영한 미국(RVUS), 프랑스(LCFR), 나미비아(GONA), 중국(BTCN, BSCN) 지역의 291장의 위성영상 중 유효영상 분류를 위하여 Google 영상을 기반으로 육안판독키(색감 이상현상, 센서 이상현상, 헤이즈 이상현상, 구름양 10% 이상현상, 영상 수신불량 현상)를 정의하고 유효영상을 분류하였다. 육안판독키 기준 설정 시, 구름양에 따른 이상현상의 기준은 구름양

10%로 정하고, 구름양 10% 이하의 영상만 유효영상으로 분류하는 기준을 설정하였다. 이는 국토위성정보 수집 및 활용기술개발(국토교통부, 2021) 보고서 내용을 발췌하여, 데이터 품질측정 품질 기준에서 영상 크기 대비 구름의 비율이 10% 이하가 A등급으로 구분되는 항목을 참조하였다. 또한, Landsat 위성자료를 이용하여 구름 없는 깨끗한 합성영상을 만들기 위하여 구름 10% 미만의 영상 획득 가능 여부에 관한 내용(Li and Wang, 2017)을 참고하여 국토위성 표면반사율 유효영상 분류 기준도 구름양 10%로 정의하였다(〈표 2-5〉 참고). 이외, 해당 자료에서는 관찰되지 않았으나 녹색 및 청색빛 이상현상, 영상 색상 톤 불균일 등의 이상현상이 발견될 수 있다.

<표 3-1> 구글영상 기반 유효영상 기준(예)

미국	프랑스
나미비아	중국

<표 3-2> 해외 검보정 사이트 대상 촬영 영상 판독키 기준

구분	영상(이상현상 예시)	
<p>1. 색감 이상 : 구글영상과 대비 시 색감차가 크고 명도가 어둡고 탁하며 본연의 색상이라 보기 어려움</p>		
<p>2. 센서 이상 : 빛으로 인해 카메라센서의 이상으로 초록과 노랑등 여러빛색상으로 영상확인이 어려움</p>		
<p>3. 헤이즈 : 얇은 연무가 영상 전체 혹은 부분적으로 나타나 영상확인이 어려움</p>		
<p>4. 구름 10% 이상 : 영상전체를 기준으로 구름양 10%이상이면 제외</p>		
<p>5. 영상 수신 불량 : 한쪽부분에 지표 이상 노이즈(고스트,화면깨짐)가 발견되어 영상확인이 어려움</p>		

## 2) 국토위성이 촬영한 해외 검보정 사이트 위성영상에 대한 유효영상 분류

국토위성센터로부터 제공받은 해외 검보정 사이트 위성영상 291장(1차 분류를 통해 선정된 영상의 수)을 이용하여 유효영상을 분류하였다. 육안판독키를 통해 구분된 유효영상은 총 153장으로 확인되었으며, 분류에 사용된 영상을 기준으로 약 52%에 해당하는 영상이 유효영상으로 구분되었다. 각 사이트별 유효영상은 다음과 같다. 미국은 84장의 촬영 영상 중 유효영상은 40장으로 구분되었으며, 프랑스는 68장 영상 중 유효영상은 32장, 나미비아는 75장 중 유효영상 48장, 중국은 64장 중 유효영상 33장으로 유효영상이 분류되었다. 본 보고서에 표에 표기된 영상 파일 및 자료목록 위치는 과업 준공 시 제출되는 산출물 목록 내 납품 폴더의 위치를 나타낸다. 목록(.xlsx)에는 카탈로그 ID, RadCalNet 사이트명, 유효영상 유·무, 비고(유효영상이 아닌 이유, 판독키) 정보가 제공되며, 유효영상의 Quick Look Image(.jpg) 파일을 수집하였다.

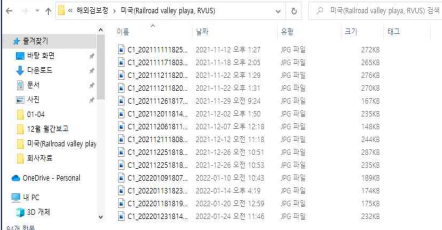
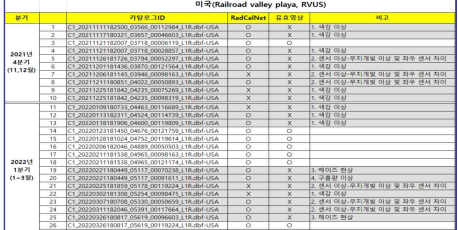
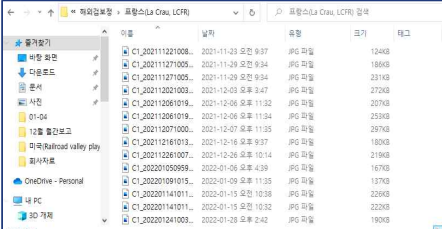

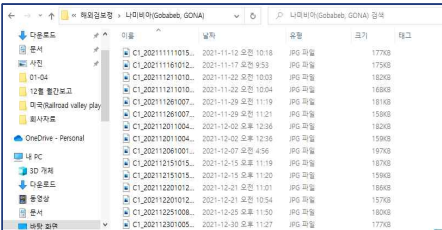
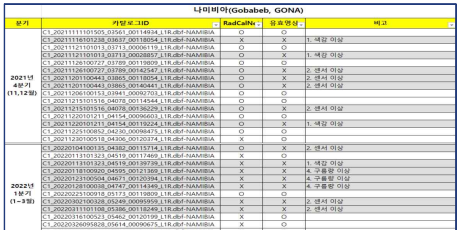
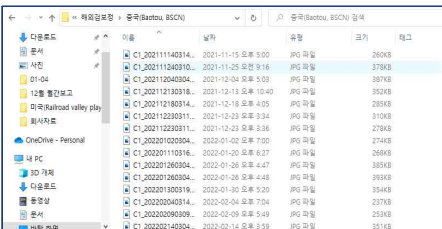
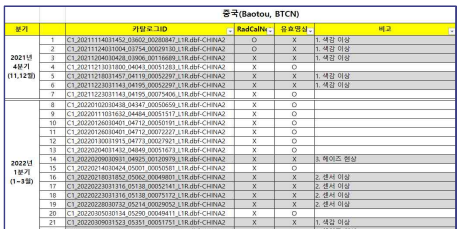
<표 3-3> RadCalNet 지역별 국토위성 유효영상 수

(단위: 장)

영상종류	미국 (RVUS)	프랑스 (LCFR)	나미비아 (GONA)	중국 (BTCN, BSCN)	총합
전체영상	84	68	75	64	291
유효영상	40	32	48	33	153



<표 3-4> RadCalNet 지역별 국토위성 유효영상 목록 및 납품자료 현황

구분	영상파일	유효영상 자료목록
미국		
프랑스		
나미비아		
중국		

- 영상파일 위치 : 2023\_국토품질 > RadCalnet 자료 > 국토위성 > 각 사이트별 폴더
- 자료목록 위치 : 2023\_국토품질 > RadCalnet 자료 > 해외 유효영상 분류리스트(Excel) > 미국/프랑스/나미비아/중국 sheet

## 나. 유효영상에 따른 현장자료 수집

### 1) RadCalNet 자료 현황

국제적 사이트인 RadCalNet은 Nadir-view TOA 정보와 기상자료(surface pressure, surface temperature, water vapour content, ozone column)가 제공된다. 제공되는 자료는 400nm~2500nm까지 10nm 간격으로 측정되고 있으며, 현지 표준시간 오전 9시 ~ 오후 3시까지 30분 간격으로 측정한다.

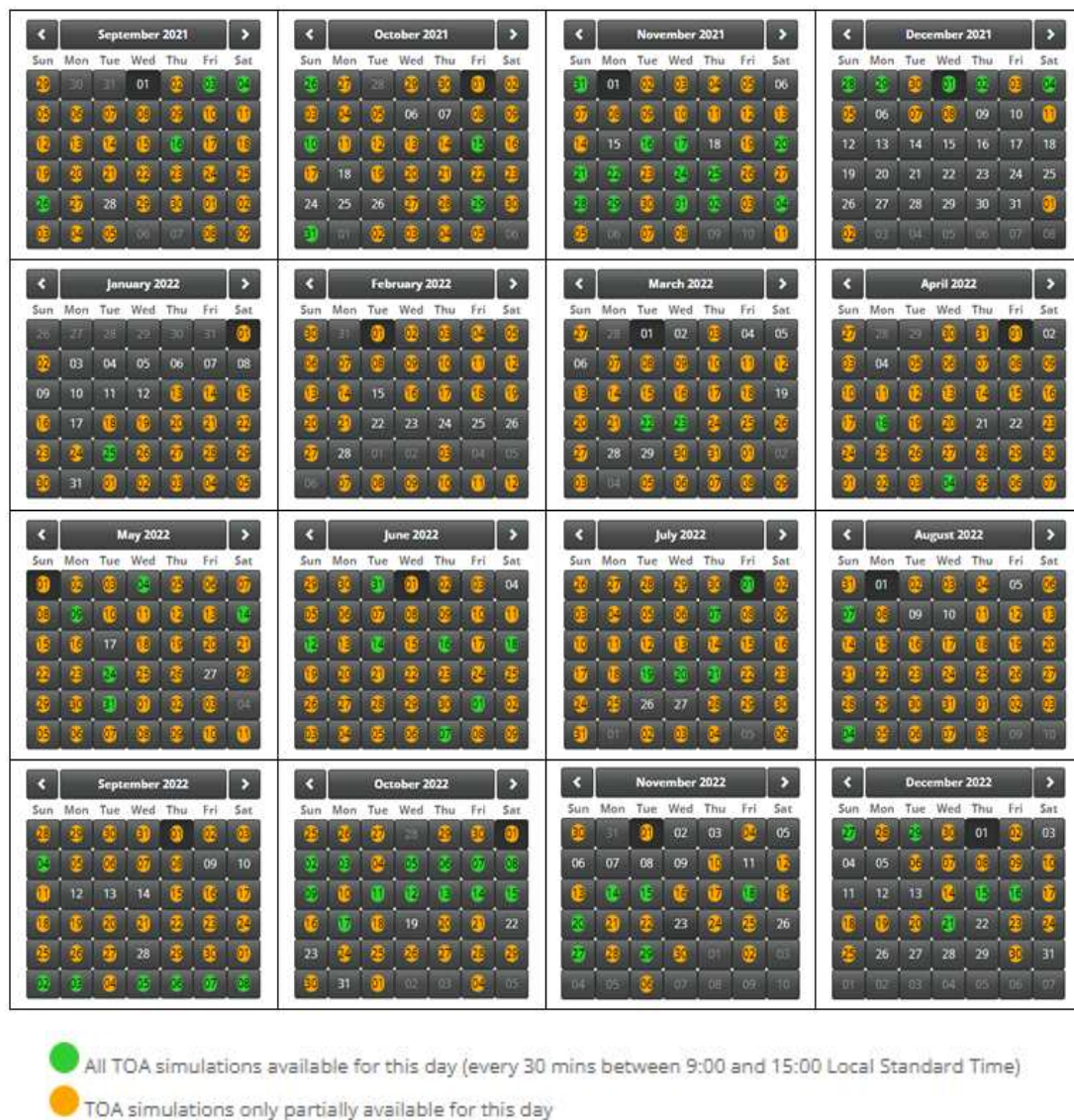
<표 3-5> RadCalNet 자료 제공 일자(2023.01.02. 기준)

구분 (Site)		시작일	최근 자료
Railroad Valley Playa	미국	2013.03.01.	2022.12.30.
La Crau	프랑스	2015.01.06.	2022.12.17.
Gobabeb	나미비아	2017.07.19.	2022.12.30.
Baotou	중국	2016.04.05.	2022.11.06.
Baotou Sand	중국	2017.06.26.	2022.10.09.

Site:	RVUS00												
Lat:	38.497												
Lon:	-115.69												
Alt:	1435												
Year:	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022
DOY(U):	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
UTC:	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00
DOY(L):	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
Local:	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00
P:	860	860	860	860	860	860	859	859	858	858	858	858	858
T:	287.3	288.9	290.8	292.7	293.3	294	295.6	296.5	298	298	298.7	298.4	298.6
WV:	0.766	0.768	0.755	0.721	0.712	0.714	0.735	0.794	0.781	0.781	0.781	0.755	0.746
O3:	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
AOD:	0.124	0.13	0.123	0.121	0.096	0.104	0.098	0.107	0.1	0.096	0.102	0.092	0.083
Ang:	0.281	0.273	0.273	0.238	0.345	0.33	0.367	0.347	0.398	0.48	0.494	0.58	0.698
Type:	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Zen:	57.2464	53.3286	50.0668	47.6026	46.0687	45.5621	46.1174	47.6969	50.2014	53.4974	57.4435	61.9087	66.781
Azi:	134.226	141.932	150.466	159.805	169.799	-179.83	-169.48	-159.51	-150.2	-141.71	-134.04	-127.14	-120.89
esd:	0.99749	0.99748	0.99748	0.99747	0.99746	0.99746	0.99745	0.99745	0.99744	0.99743	0.99743	0.99742	0.99742
400	0.2905	0.2824	0.2806	0.2756	0.2728	0.2747	0.2744	0.2757	0.2779	0.2796	0.2861	0.2906	0.2977
410	0.2887	0.2817	0.2801	0.276	0.2734	0.2752	0.275	0.2764	0.2782	0.2797	0.2857	0.2896	0.2961
420	0.2894	0.2836	0.2824	0.2792	0.2767	0.2786	0.2786	0.2799	0.2815	0.2827	0.2881	0.2913	0.2969

<그림 3-1> RadCalNet 제공 자료(예, RVUS site output file)

해외 검보정 사이트 대상 국토위성 유효영상과 동시기의 현장관측 자료를 확보하기 위하여, RadCalNet 사이트별 현장관측 자료 제공 현황을 살펴보았다(2023.01.02. 기준). 2021년 9월 ~ 2022년 12월 기간의 RadCalNet 관측자료 제공 유·무는 다음과 같다. <그림 3-2>와 같이 유색으로 표시된 날짜의 자료만 현장관측 자료를 제공받을 수 있다. 그림 내 표시된 초록색의 경우 오전 9시 ~ 오후 3시까지 30분 간격으로 관측된 모든 현장관측 자료를 제공하고, 주황색의 경우 부분적으로 관측한 현장관측 일부 자료만 제공한다. 국토위성의 유효영상을 기준으로 동시기의 RadCalNet 자료를 확보하였다.

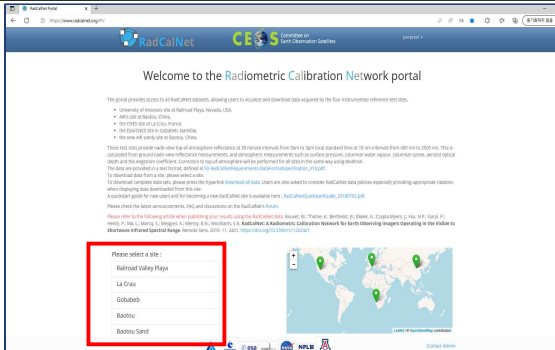
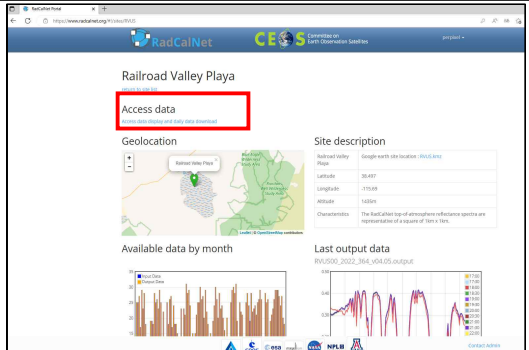
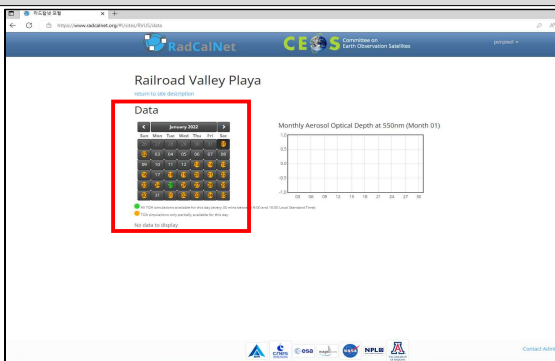
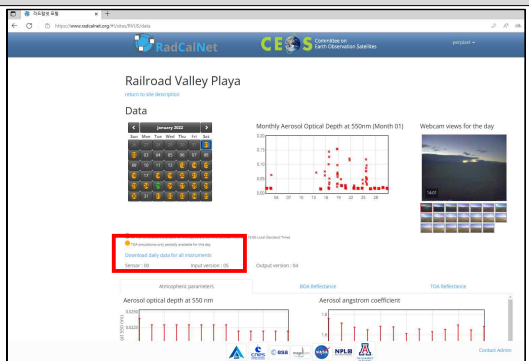


<그림 3-2> 미국(RVUS) RadCalNet 자료제공 현황

## 2) RadCalNet 자료 수집

국토위성이 촬영한 RadCalNet 지역 위성영상 중 유효영상으로 분류된 153장(미국 40장, 프랑스 32장, 나미비아 48장, 중국 33장)을 기준으로, 유효영상과 동시기의 RadCalNet 현장관측 자료를 수집하였다. 미국과 나미비아 사이트의 현장관측 자료는 전반적으로 자료제공이 원활하여 많은 양의 현장관측 자료를 확보하였으나, 프랑스와 중국 사이트의 경우 2021년 12월 ~ 2022년 3월, 2022년 8월 이후로는 현장관측 자료의 제공이 원활하지 않아 현장관측 자료 수집이 어려웠다. 제공되는 현장관측 자료를 바탕으로 각 사이트별 현장관측 자료를 일별 압축파일 형태(.zip)로 작업자가 수동으로 수집하여 총 72개의 RadCalNet 현장자료가 수집되었다. 수집된 파일에 대한 자료 목록(.xlsx)에는 카탈로그 ID, RadCalNet 파일명, 비고(중국 BTCN과 BSCN 구분) 정보가 제공된다.

<표 3-6> RadCalNet 자료 수집과정

<p><b>1. RadCalNet (https://www.radcalnet.org) → RadCalNet 대상지 목록</b></p> 	<p><b>2. 대상지 Site (예: Railroad valley playa) → Access data에서 일일데이터 다운로드 클릭</b></p> 
<p><b>3. 유효영상 날짜 확인하여 클릭</b></p> 	<p><b>4. Download daily data for all instruments → 파일저장</b></p> 

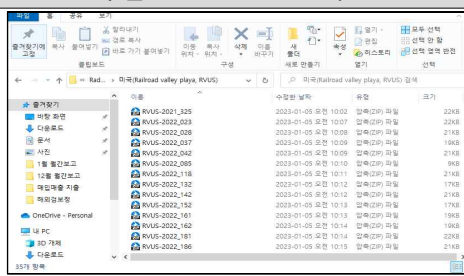
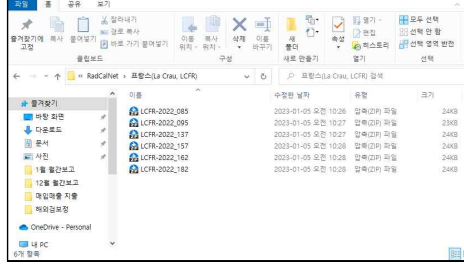
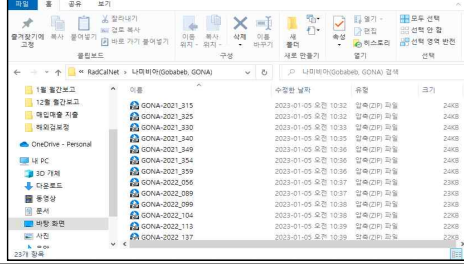
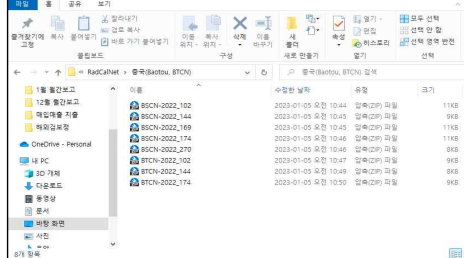


<표 3-7> 유효영상 기반 RadCalNet 자료 수집현황

(단위: 장)

영상종류	미국 (RVUS)	프랑스 (LCFR)	나미비아 (GONA)	중국 (BTCN, BSCN)	총합
유효영상	40	32	48	33	153
RadCalNet 자료	35	6	23	8	72

<표 3-8> 수집된 RadCalNet 납품자료 현황

구분	수집된 RadCalNet 자료	자료목록																																																																																																								
미국		<table> <tr> <th colspan="4">RadCalNet</th></tr> <tr> <th colspan="2">유효영상 키워드 ID</th><th>RadCalNet 자료</th><th>비고</th></tr> <tr><td>1</td><td>CL_20211121182007_03718_00006119_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2021_325</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>CL_20220121181450_04676_00121759_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_033</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>CL_20220121181024_04752_00119814_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_038</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>CL_20220004182046_04889_00050583_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_037</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>CL_20220011181538_04965_00008183_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_042</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>CL_20220011181538_04965_00121174_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_042</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>CL_2022001803807_05618_00117824_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_085</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>CL_20220428181315_06121_00075386_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_118</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>CL_20220121181317_06148_00007584_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_132</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>CL_20220221802737_06486_00028584_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_142</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>CL_20220221802737_06486_00051049_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_142</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>CL_20220004180453_06618_00072113_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_152</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>CL_20220010182020_06775_00002703_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_161</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>CL_20220011180120_06790_00009302_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_162</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>CL_20220010181040_07079_00008473_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_181</td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>CL_20220010180742_07116_00001118_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_186</td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>CL_2022010180453_07231_00051127_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_191</td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>CL_20220171818109_07307_00009793_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_191</td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td>CL_20220171418038_07368_00070353_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_195</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_196</td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td>CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_200</td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td>CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_210</td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td>CL_20220004180453_07506_00006173_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_215</td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td>CL_2022012181734_07723_00093799_1.LR.dbf-USA</td><td>RVUS-2022_224</td><td></td></tr> </table>	RadCalNet				유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	비고	1	CL_20211121182007_03718_00006119_1.LR.dbf-USA	RVUS-2021_325		2	CL_20220121181450_04676_00121759_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_033		3	CL_20220121181024_04752_00119814_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_038		4	CL_20220004182046_04889_00050583_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_037		5	CL_20220011181538_04965_00008183_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_042		6	CL_20220011181538_04965_00121174_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_042		7	CL_2022001803807_05618_00117824_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_085		8	CL_20220428181315_06121_00075386_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_118		9	CL_20220121181317_06148_00007584_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_132		10	CL_20220221802737_06486_00028584_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_142		11	CL_20220221802737_06486_00051049_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_142		12	CL_20220004180453_06618_00072113_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_152		13	CL_20220010182020_06775_00002703_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_161		14	CL_20220011180120_06790_00009302_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_162		15	CL_20220010181040_07079_00008473_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_181		16	CL_20220010180742_07116_00001118_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_186		17	CL_2022010180453_07231_00051127_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_191		18	CL_20220171818109_07307_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_191		19	CL_20220171418038_07368_00070353_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_195		20	CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_196		21	CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_200		22	CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_210		23	CL_20220004180453_07506_00006173_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_215		24	CL_2022012181734_07723_00093799_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_224	
RadCalNet																																																																																																										
유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	비고																																																																																																							
1	CL_20211121182007_03718_00006119_1.LR.dbf-USA	RVUS-2021_325																																																																																																								
2	CL_20220121181450_04676_00121759_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_033																																																																																																								
3	CL_20220121181024_04752_00119814_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_038																																																																																																								
4	CL_20220004182046_04889_00050583_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_037																																																																																																								
5	CL_20220011181538_04965_00008183_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_042																																																																																																								
6	CL_20220011181538_04965_00121174_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_042																																																																																																								
7	CL_2022001803807_05618_00117824_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_085																																																																																																								
8	CL_20220428181315_06121_00075386_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_118																																																																																																								
9	CL_20220121181317_06148_00007584_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_132																																																																																																								
10	CL_20220221802737_06486_00028584_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_142																																																																																																								
11	CL_20220221802737_06486_00051049_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_142																																																																																																								
12	CL_20220004180453_06618_00072113_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_152																																																																																																								
13	CL_20220010182020_06775_00002703_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_161																																																																																																								
14	CL_20220011180120_06790_00009302_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_162																																																																																																								
15	CL_20220010181040_07079_00008473_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_181																																																																																																								
16	CL_20220010180742_07116_00001118_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_186																																																																																																								
17	CL_2022010180453_07231_00051127_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_191																																																																																																								
18	CL_20220171818109_07307_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_191																																																																																																								
19	CL_20220171418038_07368_00070353_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_195																																																																																																								
20	CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_196																																																																																																								
21	CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_200																																																																																																								
22	CL_20220171818109_07368_00009793_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_210																																																																																																								
23	CL_20220004180453_07506_00006173_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_215																																																																																																								
24	CL_2022012181734_07723_00093799_1.LR.dbf-USA	RVUS-2022_224																																																																																																								
프랑스		<table> <tr> <th colspan="4">RadCalNet</th></tr> <tr> <th colspan="2">유효영상 키워드 ID</th><th>RadCalNet 자료</th><th>프랑스(La Crau, LCFR)</th></tr> <tr><td>1</td><td>CL_20220326101607_05614_00071194_1.LR.dbf-FRANCE</td><td>LCFR-2022_085</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>CL_20220405100800_05766_00075386_1.LR.dbf-FRANCE</td><td>LCFR-2022_095</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>CL_20220517101555_06405_00090519_1.LR.dbf-FRANCE</td><td>LCFR-2022_137</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>CL_20220606101051_06789_00073851_1.LR.dbf-FRANCE</td><td>LCFR-2022_137</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>CL_20220611100900_06789_00074844_1.LR.dbf-FRANCE</td><td>LCFR-2022_162</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>CL_20220701095802_07089_00097383_1.LR.dbf-FRANCE</td><td>LCFR-2022_162</td><td></td></tr> </table>	RadCalNet				유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	프랑스(La Crau, LCFR)	1	CL_20220326101607_05614_00071194_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_085		2	CL_20220405100800_05766_00075386_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_095		3	CL_20220517101555_06405_00090519_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_137		4	CL_20220606101051_06789_00073851_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_137		5	CL_20220611100900_06789_00074844_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_162		6	CL_20220701095802_07089_00097383_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_162																																																																									
RadCalNet																																																																																																										
유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	프랑스(La Crau, LCFR)																																																																																																							
1	CL_20220326101607_05614_00071194_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_085																																																																																																								
2	CL_20220405100800_05766_00075386_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_095																																																																																																								
3	CL_20220517101555_06405_00090519_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_137																																																																																																								
4	CL_20220606101051_06789_00073851_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_137																																																																																																								
5	CL_20220611100900_06789_00074844_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_162																																																																																																								
6	CL_20220701095802_07089_00097383_1.LR.dbf-FRANCE	LCFR-2022_162																																																																																																								
나미비아		<table> <tr> <th colspan="4">RadCalNet</th></tr> <tr> <th colspan="2">유효영상 키워드 ID</th><th>RadCalNet 자료</th><th>나미비아(Gobabeb, GONA)</th></tr> <tr><td>1</td><td>CL_2021111101305_03961_00114544_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_315</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>CL_2021112101305_03961_00006119_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_325</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>CL_20211126100727_03789_00119809_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_330</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>CL_202112061007153_03941_00002703_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_340</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>CL_20211215101516_04078_00114544_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_340</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>CL_20211220101211_04154_00096603_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_354</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>CL_20211225100802_04265_00008473_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2021_350</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>CL_20220225100918_05173_00119809_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_056</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>CL_20220303101411_05675_00113179_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_089</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>CL_20220409100537_05827_00098163_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_099</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>CL_20220414100030_05903_00072578_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_104</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>CL_20220414100030_05903_00094731_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_104</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td>CL_20220421100933_06040_00051873_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_113</td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td>CL_20220517094816_06405_00091289_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_137</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td>CL_20220520093753_06405_00081193_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_142</td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>CL_20220610101032_06770_00091839_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_161</td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td>CL_20220705093752_07110_00091795_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_186</td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td>CL_20220714101449_07287_00071793_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_195</td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td>CL_20220714101449_07287_00091839_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_195</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td>CL_20220809095559_07581_00092079_1.LR.dbf-NAMIBIA</td><td>GONA-2022_215</td><td></td></tr> </table>	RadCalNet				유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	나미비아(Gobabeb, GONA)	1	CL_2021111101305_03961_00114544_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_315		2	CL_2021112101305_03961_00006119_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_325		3	CL_20211126100727_03789_00119809_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_330		4	CL_202112061007153_03941_00002703_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_340		5	CL_20211215101516_04078_00114544_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_340		6	CL_20211220101211_04154_00096603_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_354		7	CL_20211225100802_04265_00008473_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_350		8	CL_20220225100918_05173_00119809_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_056		9	CL_20220303101411_05675_00113179_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_089		10	CL_20220409100537_05827_00098163_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_099		11	CL_20220414100030_05903_00072578_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_104		12	CL_20220414100030_05903_00094731_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_104		13	CL_20220421100933_06040_00051873_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_113		14	CL_20220517094816_06405_00091289_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_137		15	CL_20220520093753_06405_00081193_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_142		16	CL_20220610101032_06770_00091839_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_161		17	CL_20220705093752_07110_00091795_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_186		18	CL_20220714101449_07287_00071793_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_195		19	CL_20220714101449_07287_00091839_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_195		20	CL_20220809095559_07581_00092079_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_215																	
RadCalNet																																																																																																										
유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	나미비아(Gobabeb, GONA)																																																																																																							
1	CL_2021111101305_03961_00114544_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_315																																																																																																								
2	CL_2021112101305_03961_00006119_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_325																																																																																																								
3	CL_20211126100727_03789_00119809_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_330																																																																																																								
4	CL_202112061007153_03941_00002703_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_340																																																																																																								
5	CL_20211215101516_04078_00114544_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_340																																																																																																								
6	CL_20211220101211_04154_00096603_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_354																																																																																																								
7	CL_20211225100802_04265_00008473_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2021_350																																																																																																								
8	CL_20220225100918_05173_00119809_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_056																																																																																																								
9	CL_20220303101411_05675_00113179_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_089																																																																																																								
10	CL_20220409100537_05827_00098163_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_099																																																																																																								
11	CL_20220414100030_05903_00072578_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_104																																																																																																								
12	CL_20220414100030_05903_00094731_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_104																																																																																																								
13	CL_20220421100933_06040_00051873_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_113																																																																																																								
14	CL_20220517094816_06405_00091289_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_137																																																																																																								
15	CL_20220520093753_06405_00081193_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_142																																																																																																								
16	CL_20220610101032_06770_00091839_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_161																																																																																																								
17	CL_20220705093752_07110_00091795_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_186																																																																																																								
18	CL_20220714101449_07287_00071793_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_195																																																																																																								
19	CL_20220714101449_07287_00091839_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_195																																																																																																								
20	CL_20220809095559_07581_00092079_1.LR.dbf-NAMIBIA	GONA-2022_215																																																																																																								
중국		<table> <tr> <th colspan="4">RadCalNet</th></tr> <tr> <th colspan="2">유효영상 키워드 ID</th><th>RadCalNet 자료</th><th>중국(Baotou, BTCN)</th></tr> <tr><td>1</td><td>CL_20220412030404_05088_00096603_1.LR.dbf-CHINA2</td><td>BSCN-2022_102</td><td>BTCN-2022_102</td></tr> <tr><td>2</td><td>CL_20220524031716_06507_00092547_1.LR.dbf-CHINA2</td><td>BSCN-2022_144</td><td>BTCN-2022_144</td></tr> <tr><td>3</td><td>CL_20220524031716_06507_00092547_1.LR.dbf-CHINA2</td><td>BSCN-2022_144</td><td>BTCN-2022_144</td></tr> <tr><td>4</td><td>CL_20220618030836_06887_00052297_1.LR.dbf-CHINA2</td><td>BSCN-2022_169</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>CL_20220628030605_06961_00098475_1.LR.dbf-CHINA2</td><td>BSCN-2022_174</td><td>BTCN-2022_174</td></tr> <tr><td>6</td><td>CL_20220627030514_08423_00095667_1.LR.dbf-CHINA2</td><td>BSCN-2022_270</td><td></td></tr> </table>	RadCalNet				유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	중국(Baotou, BTCN)	1	CL_20220412030404_05088_00096603_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_102	BTCN-2022_102	2	CL_20220524031716_06507_00092547_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_144	BTCN-2022_144	3	CL_20220524031716_06507_00092547_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_144	BTCN-2022_144	4	CL_20220618030836_06887_00052297_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_169		5	CL_20220628030605_06961_00098475_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_174	BTCN-2022_174	6	CL_20220627030514_08423_00095667_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_270																																																																									
RadCalNet																																																																																																										
유효영상 키워드 ID		RadCalNet 자료	중국(Baotou, BTCN)																																																																																																							
1	CL_20220412030404_05088_00096603_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_102	BTCN-2022_102																																																																																																							
2	CL_20220524031716_06507_00092547_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_144	BTCN-2022_144																																																																																																							
3	CL_20220524031716_06507_00092547_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_144	BTCN-2022_144																																																																																																							
4	CL_20220618030836_06887_00052297_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_169																																																																																																								
5	CL_20220628030605_06961_00098475_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_174	BTCN-2022_174																																																																																																							
6	CL_20220627030514_08423_00095667_1.LR.dbf-CHINA2	BSCN-2022_270																																																																																																								

- 영상파일 위치 : 2023\_국토품질 > RadCalnet 자료 > RadCalNet\_현장자료 > 각 사이트별 폴더
- 자료목록 위치 : 2023\_국토품질 > RadCalnet 자료 > 국토위성 해외 유효영상 분류리스트(Excel) > 미국/프랑스/나미비아/중국 sheet

## 2. 국내 국토위성 유효영상 분류 및 동시기 타위성 영상자료 수집




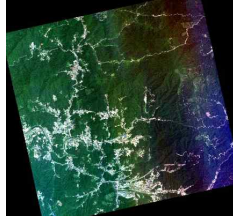
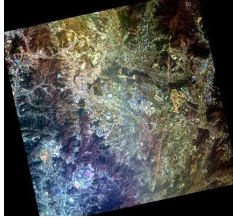
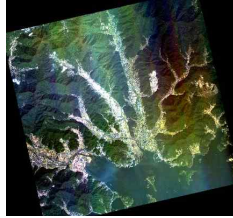
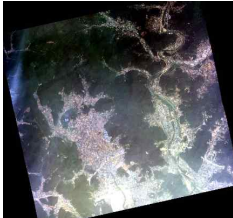
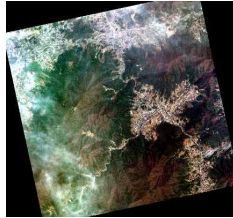

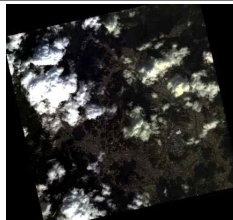
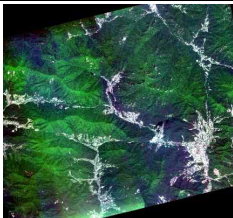
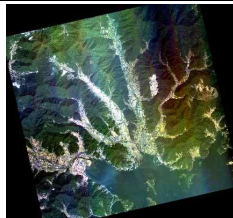
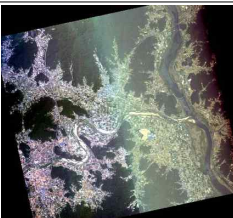
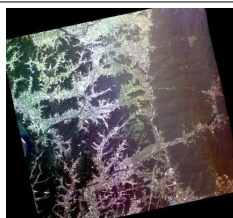
본 절에서는 2022년 국내를 촬영한 국토위성 영상 중 육안판독을 통해 유효영상을 정의하였다. 유효영상으로 분류된 국토위성 영상자료의 촬영일을 기준으로 전후 5일 이내 기간 내 동일 지점을 촬영한 타위성 표면반사율 영상을 수집하였다. 수집 대상 타위성 자료는 공간해상도는 다소 떨어지거나 무료로 제공되고 반사율 영상의 신뢰도 정보를 제공하는 Landsat-8/9, Sentinel-2A/B 영상을 대상으로 하였으며, 본 과업 수행 시 현장관측이 이루어진 시점에는 고해상도 상업 위성영상인 Skysat 영상자료도 수집하였다. 이때, 타위성 자료의 확보 기간에 대한 효용성 사전점검을 통해 수집자료의 적절성 및 영상의 활용 여부에 대한 기준을 제시하였다.

### 가. 국내 국토위성 촬영영상 대상 육안판독기 정의 및 유효영상 분류

#### 1) 국내 촬영영상을 대상으로 유효영상 분류를 위한 육안판독기 정의

국토위성이 촬영한 국내 위성영상의 유효영상 분류를 위하여 육안판독의 기준을 정의하였다. 즉, 확보한 국내 촬영 국토위성 영상을 기준으로 유효영상 판독기를 정의하였다. 판독기에는 밝기(톤), 색상, 질감, 형태 등을 고려하였으며, 국토위성 영상의 경우 자연색 칼라합성영상을 판독자가 육안으로 관찰 후, 판독기 요소 관련 이상 현상들을 정의하고 해당 샘플 영상을 정의한다. 2022년 상반기(3월 ~ 5월)와 하반기(9월 ~ 11월)에 국내 지역을 촬영한 국토위성 영상을 대상으로 <표 3-9>와 같이 이상현상 판독기를 정의하였다. ‘국토정보플랫폼’에서 제공되는 Quick Look Image를 이용하여, 현재 발견되는 국토위성 영상 내 이상현상은 크게 7종(녹색 빛 이상현상, 영상 색상 톤 불균일, 영상 내 헤이즈, 구름양 10% 이상, 디텍터의 빛바람 현상, 좌우 센서차)으로 나눌 수 있다. 이상현상을 나눈 기준은 다음과 같다. ① 녹색 빛 이상은 빛의 굴절로 인한 영상의 한쪽 부분부터 전체적으로 녹색 빛이 발생하여 영상확인이 어려운 형태, ② 청색 빛 이상은 렌즈에 빛의 이상으로 한쪽 부분에 청색빛이 발생하여 영상확인이 어려운 형태, ③ 영상 색상 불균일은 빛으로 인한 카메라 센서 이상으로 영상 전체에 여러 빛바람 형태로 나타나 영상 확인이 어려운 형태, ④ 헤이즈는 영상 전체 혹은 부분적으로 얇은 연무가 나타나는 형태, ⑤ 영상 전체를 기준으로 구름 10% 이상인 영상은 이상영상으로 제외, ⑥ 디텍터에 빛이 노출되어 영상의 밝기 이상현상으로 인한 영상확인이 어려운 형태, ⑦ 카메라 렌즈센서 이상으로 좌우 색상이 대비되어 영상확인이 어려운 형태로 구분하였다.

<표 3-9> 국토위성 국내촬영 위성영상 판독키 기준

구분	영상(이상현상 예시)	
1. 녹색 빛 이상 : 빛의 굴절로 인해 영상의 한쪽부분부터 전체적으로 녹색빛이 발생하여 영상확인이 어려움		
2. 청색 빛 이상 : 렌즈에 빛의 이상으로 한쪽부분에 청색 빛이 발생하여 영상확인이 어려움		
3. 영상 색상 불균일 : 빛으로 인해 카메라센서 이상으로 여러 빛 색상으로 나타나 영상확인이 어려움		
4. 헤이즈 : 얇은 연무가 영상 전체 혹은 부분적으로 나타나있어 영상확인이 어려움		
5. 구름 10% 이상 : 영상 전체에 구름양 10%이상에 대한 영상 제외		
6. 디텍터 이상(빛바람) : 디텍터에 빛이 노출되어 영상의 밝기에 이상으로 영상확인이 어려움		
7. 좌우 센서 차 : 카메라 렌즈센서 이상으로 좌우 색상이 대비되어 영상확인이 어려움		

## 2) 국토위성이 촬영한 국내 위성영상에 대한 유효영상 분류

‘국토정보플랫폼’에서 제공하는 Quick Look Image 자료를 이용하여, 유효영상 분류를 위한 판독키의 기준으로 이상현상 7종(녹색빛 이상현상, 오른쪽 경계 파란색, 영상 색상 톤 불균일, 영상 내 헤이즈, 구름양 10% 이상, 디텍터 내 빛이 들어가 영상의 빛바람 현상, 좌우 센서차)에 대하여 월별 유효영상 분류를 진행하였다. 2023년 1월 16일 기준으로 ‘국토정보플랫폼’에 업로드되지 않은 9월~11월 기간의 국토위성 영상자료를 국토위성센터로부터 제공 받아 유효영상을 분류하였다. 2022년 국내를 촬영한 국토위성 영상의 상·하반기(총 6개월)에 해당하는 356개의 위성영상 중 235개의 위성영상이 유효영상으로 분류되었다. 이는 해당기간에 포함하는 국토위성 기준(전체)영상의 약 66%에 해당되는 자료가 유효영상으로 구분되었다. 유효영상 목록은 월별로 분류되어 있으나 분기를 나타내는 항목을 추가 작성하였다. 또한 목록(.xlsx)에는 카탈로그 ID, 위성명, 촬영시각, 센서명, 궤도방향, 궤도번호, 운량, 촬영모드, RollTilt, PitchTilt, YawTilt, 유효영상 유무, 유효영상이 아닌 이유(판독키 항목)가 제공되며, 유효영상의 Quick Look Image(.png) 파일을 수집하였다.

<표 3-10> 2022년 국내 촬영 국토위성 유효영상(2023.01.16. 기준)

(단위: 장)

영상종류	3월	4월	5월	9월	10월	11월	총합
전체영상	15	78	70	54	68	71	356
유효영상	10	70	44	29	42	40	235



<표 3-11> 2022년 국내 지역 국토위성 유효영상 자료정리 현황

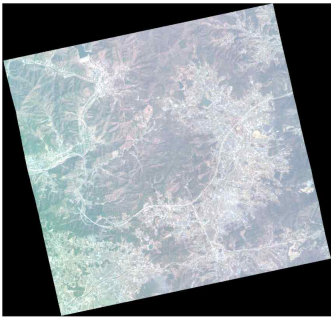

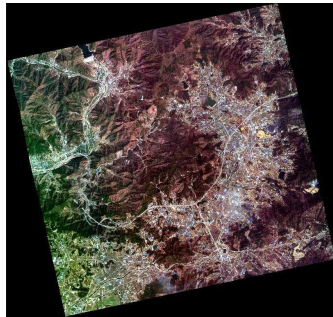
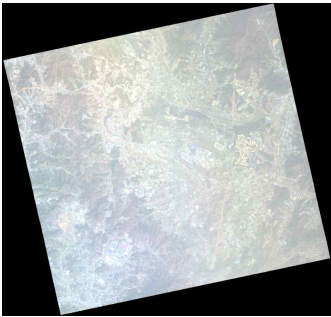

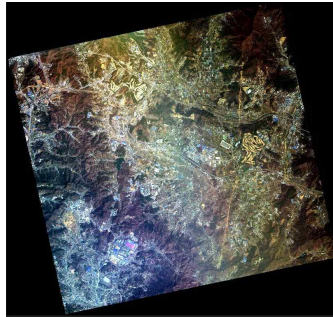
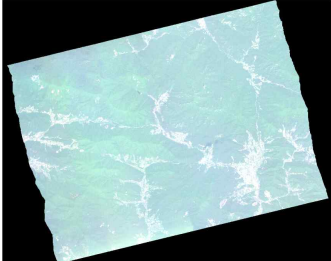
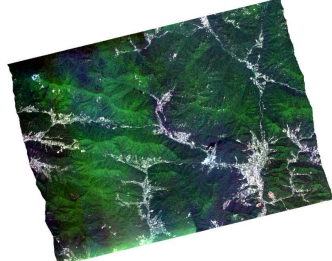
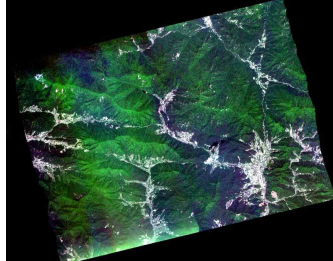
구분	영상파일	유효영상 자료목록
3월		
4월		
5월		
9월		
10월		
11월		

- 영상파일 위치 : 2023\_국토품질 > 타위성자료 > 국토위성 > 각 월별 폴더
- 자료목록 위치 : 2023\_국토품질 > 타위성자료 > 국내 유효영상 분류리스트(Excel) > 월별 sheet

### 3) 국토위성 원영상 및 Quick Look Image 비교

이상현상이 발견된 위성영상 자료를 원본영상과 Quick Look Image의 차이를 비교하였다. 원본영상에 비해 Quick Look Image 자료가 저장형태 및 영상 사이즈로 인해 이상현상으로 구분되어질 확률이 있을 것이란 예상하에 두 자료를 비교하였다. QGIS SW를 이용하여 국토위성 원본영상 자료를 RGB밴드를 이용하여 자연광합성을 만들어 Quick Look Image 자료와 비교해본 결과는 <표 3-11>과 같다. QGIS S/W를 이용하여 영상 디스플레이 시 두 자료가 차이가 나는 것처럼 보였으나, 원본영상의 배경(Null)값을 제거하면 중간 그림과 같이 영상 디스플레이 영역에 대한 데이터셋이 변경되어 색감이 도드라지는 현상이 나타났다. 국토위성 원본영상과 Quick Look Image를 비교한 결과, Quick Look Image를 이용하여 유효영상 분류가 유효하다는 것을 확인할 수 있었다.

<표 3-12> 영상 배경값 유무에 따른 영상 표현 비교

국토위성 원자료 자연광합성	배경값(Null) 제거	Quick Look Image
		
		
		

## 나. 유효영상에 따른 동시기 타위성 영상자료 수집

### 1) 타위성 자료 확보기간에 대한 효용성 사전점검

국토위성 촬영지점과 동일한 지점을 촬영한 타위성 표면반사율 영상 수집을 진행하였다. 수집 대상 영상은 해상도는 다소 떨어지나 무료로 제공되고 표면반사율 영상의 신뢰도 정보를 제공하는 Landsat-8/9 L2SP와 Sentinel-2A/B L2A 표면반사율 위성영상을 선택하였다. Sentinel-2A/B는 공식적으로 재방문 주기가 10일이나 2A와 2B 위성 두 대로 운영되며 5일 주기로 영상을 획득할 수 있으며, Landsat-8/9 영상은 위성 2기의 운용으로 인하여 영상 획득이 기존 1기를 운용하는 16일에서 7~8일 사이로 촬영주기가 짧아졌다는 특징을 가지고 있다. 국토 위성 촬영일에 가장 근접한 날짜에 촬영한 타위성 자료를 사용하는 것이 가장 좋으나, 실제 구름으로 인해 사용할 수 있는 타 위성영상의 획득 유무를 확인할 필요가 있다. 이를 위해 국토위성영상이 촬영된 2022년 11월 7일 광주지역과 2022년 11월 16일 제주도 지역을 대상으로 해당 촬영날짜를 기준으로 전후 10일 기간에 대해 두 위성영상을 검색하였다. 광주지역은 11월 7일을 기준으로 전후 10일의 기간을 설정하여(10월 27일~11월 17일), 제주지역은 11월 16일을 기준으로 11월 6일~11월 26일까지 타위성 영상검색을 수행하였다. <표 3-13>을 살펴보면 Sentinel-2A/B 위성영상은 국토위성 촬영일 기준으로 1일 ~ 8일 차이로 촬영되었으며, Landsat-8/9 위성영상은 국토위성 촬영일 기준을 2일 ~ 10일 차이로 촬영됨을 알 수 있다. 또한, 구름 10% 미만의 사용할 수 있는 영상을 살펴보면 국토위성영상 촬영 일 기준 전후 5일 이내 타위성영상의 수집이 가능할 것으로 판단된다. 이와 함께, 국토위성영상과 타위성영상 간 촬영날짜 차이에 따라 분광적 통계적 유의성을 살펴볼 필요가 있으나, 현 과업에서는 보다 많은 위성영상의 획득이 어려워 고려하지 않았다. 향후 이 부분에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 추가적으로 SkySat 위성영상은 현재까지 TOA reflectance 영상을 제공하고 있어, 참조자료로써의 사용은 어려운 실정이다. 본 과업에서는 기존 현장관측 가이드라인을 통한 현장관측이 수행되어 기존과 동일하게 타위성자료인 Skysat 위성자료를 수집하였으나, 추후 품질검사에는 사용되지 않을 것이다. 본 과업에서 수행한 현장관측 가이드라인(2023)에는 Skysat 위성영상 수집 항목은 제외하였다.

<표 3-13> 현장관측지역 기준 타위성영상 검색 현황 (유색: 구름 10% 미만)

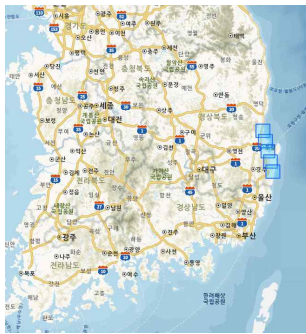


현장관측 지역	국토위성 촬영일자 (타위성검색기간)	Sentinel-2A/B (국토위성촬영일자와의 간격)	Landsat-8/9 (국토위성촬영일자와의 간격)	구름 10% 이하(영상수)
광주	22.11.07. (10.27.~11.17.)	S2B_MSIL2A_20221029T0 21809_N0400_R003_T52S CE(-8일)	LC08_L2SP_116036_20221 027_20221107_02_T1 (-10일)	Sentinel-2A /B(2), Landsat-8/ 9 (4)
		S2A_MSIL2A_20221103T0 21841_N0400_R003_T52S CE(-4일)	LC09_L2SP_115036_20221 028_20221030_02_T1 (-9일)	
		S2B_MSIL2A_20221108T0 21859_N0400_R003_T52S CE(+1일)	LC09_L2SP_116036_20221 104_20221106_02_T1 (-3일)	
		S2A_MSIL2A_20221113T0 21941_N0400_R003_T52S CE(+6일)	LC08_L2SP_115036_20221 105_20221115_02_T1 (-2일)	
		-	LC08_L2SP_116036_20221 112_20221121_02_T2 (+5일)	
		-	LC09_L2SP_115036_20221 113_20221115_02_T1 (+6일)	
제주	22.11.16. (11.06.~11.26.)	S2B_MSIL2A_20221108T0 21859_N0400_R003_T52S BB_20221108T043018 (-8일)	LC08_L2SP_116037_20221 112_20221121_02_T2 (-4일)	Sentinel-2A /B(2), Landsat-8/ 9 (0)
		S2A_MSIL2A_20221113T0 21941_N0400_R003_T51S YS_20221113T053854 (-3일)	LC09_L2SP_115037_20221 113_20221115_02_T1 (-3일)	
		S2B_MSIL2A_20221118T0 21959_N0400_R003_T52S BB_20221118T042839 (+2일)	LC09_L2SP_116037_20221 120_20221122_02_T2 (+4일)	
		S2A_MSIL2A_20221123T0 22021_N0400_R003_T51S YS_20221123T053308 (+7일)	LC08_L2SP_115037_20221 121_20221129_02_T1 (+5일)	



## 2) 타위성영상 수집 현황

2022년 국내 촬영 국토위성 유효영상(총 235장)을 기준으로 타위성 표면반사율 영상자료를 확보하였다. Sentinel-2A/B, Landsat-8/9 위성의 반사율값을 가지는 Level 2 영상자료 중에서 국토위성 촬영일자 전후 5일 이내, 구름양 10% 이하, 국토위성의 촬영 지역 전체가 가장 잘 나타나는 영상을 기준으로 타위성 영상자료를 확보하였다. 우선 Landsat-8/9 영상은 USGS Earth Explorer(<https://earthexplorer.usgs.gov/>)에서 수집되었으며, Sentinel-2A/B 영상은 Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>)에서 제공되었다. 수집 대상 위성영상의 촬영폭은 국토위성은 12km이며, Sentinel-2A/B 위성은 100km의 타일 형태로 제공되며, Landsat-8/9 위성은 185km의 촬영 영역을 포함한다. 따라서 타위성 영상자료의 경우, 국토위성 영상보다 더 넓은 영역을 촬영하게 되어 Sentinel-2A/B 위성영상 1개당 국토위성 유효영상 1~7개, Landsat-8/9 위성영상 1개당 1~10개가 포함될 수 있다. 국토위성 영상이 타위성의 촬영 영역에 중첩된 지역에서 촬영되었을 경우, 국토위성 유효영상 1개당 타위성 자료는 2개로 간주하였다. 동시기 타위성 영상자료 수집 현황은 국내 국토위성 유효영상 리스트 파일 내 Sentinel-2A/B 파일명, 구름양, Landsat-8/9 파일명, 구름양 속성정보를 추가하여 목록화 하였다. Sentinel-2A/B 표면반사율 영상은 총 128장의 국토위성영상 대비 총 38장의 영상이 수집되었으며, Landsat-8/9 표면반사율 영상은 총 123장의 국토위성영상 대비 총 21장의 영상이 수집되었다. 수집된 타위성 참조 영상들은 월별로 Sentinel-2A/B 위성자료는 .zip 파일 형태로, Landsat-8/9 위성자료는 .tar 파일 형태로 분류되었으며, 국토위성 유효영상 목록 파일에 타위성영상 파일 이름과 구름양을 기입하였다.

<표 3-14> 위성별 동일궤도 대비 촬영영역(예)

구분	국토위성	Sentinel-2A/B	Landsat-8/9
동일궤도 대비 촬영 영역			
촬영 면적	12km*12km	100km*100km	170km*183km

<표 3-15> 국내 국토위성 유효영상 기반 타위성영상 수집 현황

(단위: 장)

구분	국토위성 유효영상	Sentinel-2A/B (매칭되는 국토위성 유효영상)	Landsat-8/9 (매칭되는 국토위성 유효영상)	비고
3월	10	1(1)	1(1)	조건에 부합하는 국토위성 유효영상 1장에 대해 각 타위성 확보
4월	70	16(61)	10(70)	-
5월	44	4(9)	1(6)	Landsat-8/9의 경우 국 토위성유효영상( 동일일 자, 동일궤도) 8장에 대해 1장 확보
9월	29	4(13)	1(8)	-
10월	42	7(29)	6(32)	-
11월	40	6(15)	2(6)	-
총계	235	38(128)	21(123)	-

**<표 3-16> 국토위성 유효영상 기반 수집된 타위성영상 자료정리 현황**

[illegible]

- 영상파일 위치 : 2023\_국도품질 > 타위성자료 > 타위성영상 > 각 월별 폴더
- 자료목록 위치 : 2023\_국도품질 > 타위성자료 > 국내 유효영상 분류리스트(Excel) > 월별 sheet

### 3. 현장관측 및 가이드라인 보완

본 절에서는 ‘국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작(2022)’ 과업에서 도출된 현장관측 가이드라인을 바탕으로 국토위성영상 촬영시간에 맞춰 ASD 분광측정기를 이용하여 표면반사율 측정, 드론을 이용한 반사율 영상을 획득하였다. 현장관측은 3회 유효관측을 목표로 수행되었으며, 현장관측이 수행되는 지역은 드론 촬영이 가능하며 접근이 용이하고 다양한 피복이 평평하게 분포된 사이트를 선정하였다. 본 현장관측을 통해 현장에서의 적용 및 수행 시 문제점 및 개선사항을 도출하여 현장가이드라인을 보완하였다. 또한, 현장관측에 사용되는 ASD 분광측정기 및 드론 등 향후 품질관리에 사용될 장비 스펙에 대한 최소 요구사항을 제시하였다.

#### 가. 현장관측

##### 1) 현장관측 후보지 선정

현장관측 후보지 선택에는 ‘국토위성 사용자 친화형 영상제품 연구개발 및 시범 제작(2022)’ 과업에서 도출된 현장관측 가이드라인을 바탕으로 다음과 같은 고려사항을 포함하는 곳으로 예상 후보지를 선정하였다.

- 지형학적으로 평지(평평)에 위치하며 주변에 고층 건물이나 높은 수목 등이 분포하지 않아서 관측 시 그림자 등에 의해 반사율 측정값이 영향을 받지 않는 지점
- 관측지역 (반경 1km) 내에 다양한 피복과 불변성 지표물이 고루 분포된 지점
  - 반사율 검증 지표물의 다양성 확보를 위해 대표적 피복 (트랙, 수체, 나지, 아스팔트, 잔디, 식생을 포함한 7종<sup>2)</sup> 이상의 지표물을 선택)
- 국토위성 촬영 일정에 맞춰 준비시간 내에 진행이 가능한 거리에 위치한 지점
- 드론 비행금지구역에 속하지 않은 촬영 가능지역에 해당되는 지역(〈그림 3-8〉 참조)
- 대기 자료 (국내 기상관측 시정자료, AERONET 관측자료) 확보가 용이한 지역
- 국내 다양한 지리적 위치에 분포된 현장관측 후보지
- 겨울 시기의 경우 강원도지역은 잦은 강설과 낮은 기온으로 지표에 눈이 쌓여 있으므로 현장관측을 진행하기 힘들기에 기후 여건을 고려하여 후보지 선정

---

2) 환경부 토지피복도 대분류 기준

즉, 현장관측을 진행하기 위해서는 드론촬영에 규제가 없어야 하며, 접근이 용이하고 다양한 피복이 평평하게 분포된 지역을 선정하고자 한다. 또한 주변에 높은 건물이 없어야 그림자로 인한 영향을 고려할 수 있다. 국토위성 촬영일정과 현장관측이 수행되는 지역과 날씨가 정해지면 해당일의 기상상태 확인도 진행하여야 한다. 기상상태(날씨, 대기현황)에 따라 현장관측 가능여부가 판단되기 때문이다. 본 과업에서 총 3회의 유효관측을 목표로 현장관측을 계획하고 있어, 다양한 지역에 대한 현장관측을 진행하고자 하였다. 위의 고려사항을 참고하여 조건에 만족하는 예상 후보지 네 곳(인천, 광주, 울산, 제주)을 선정하였다. 국내의 다양한 위치에서의 후보지를 고려하였으며, 강원도 지역(동해안)은 과업이 진행되는 동안(현장관측 예정기간은 11월 ~ 1월을 계획함) 눈이 많이 올 것으로 판단되어 후보지로 고려하지 않았다. 이후 발주처로부터 매월 국토위성 월간 촬영계획(안)을 공유받아 월간 국토 위성 path를 확인하여 현장관측 지역과 날짜를 예정한 후, 국토위성영상을 획득할 수 있는 현장관측 장소와 정확한 수행 날짜를 확정하였다.



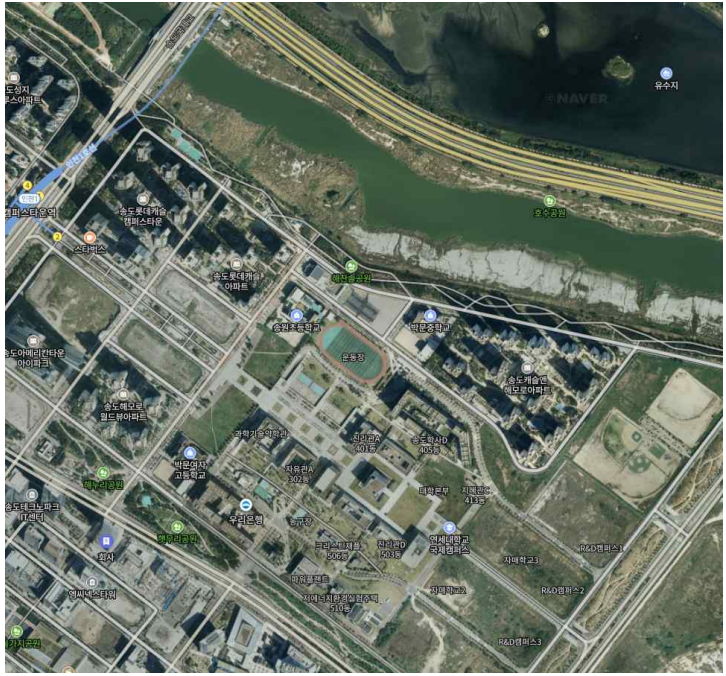
<그림 3-3> 현장관측 후보지(안)



가) 인천-연세대학교 국제캠퍼스

- 수도권으로 접근이 용이하다는 장점이 있는 후보지
- 드론 촬영이 가능한 지역으로, 인천기상대로부터 11km 떨어져 있음
- 인천지역에서 2022년 5월부터 에어로넷 관측을 시작함
- 주변의 차선택 후보지로 인하대학교 용현캠퍼스가 있음 (인천기상대로부터 4km 떨어져 있음)

<표 3-17> 현장관측 후보지-1(인천)

구분	내용
대상지 (Kakao 위성영상 기반 대상지 위치 확인)	
위치(주소)	연세대학교 국제캠퍼스(인천광역시 연수구 송도과학로 85)
드론비행	비행가능지역(조종사 준수사항 준수)
기상청과의 거리(시정정보)	인천기상대로부터 11km
AERONET site	Incheon (2022.05.12.부터 측정 시작)

나) 광주-광주과학기술원(GIST)

- 드론 촬영이 가능한 지역으로, 광주기상대로부터 7.5km 떨어져 있음
- 평지에 위치하며 주변에 높은 건물이 없으며, 다양한 지표물이 분포하는 것으로 확인됨
- 주변의 차선택 후보지로 전남대학교 광주캠퍼스가 있음 (광주기상대로부터 1.5km 떨어져 있음)


<표 3-18> 현장관측 후보지-2(광주)

구분	내용
<p>대상지 (Kakao 위성영상 기반 대상지 위치 확인)</p>	
위치(주소)	광주과학기술원(광주광역시 북구 오룡동1)
드론비행	비행가능지역(조종사 준수사항 준수)
기상청과의 거리(시정정보)	광주기상대로부터 7.5km
AERONET site	Gwangju_GIST

다) 울산-울산과학기술원(UNIST)

- 드론 촬영이 가능한 지역으로, 울산기상대로부터 13km 떨어져 있음
- 주변의 차선택 후보지로 문수 월드컵경기장이 있음 (울산기상대로부터 8.5km 떨어져 있음)

<표 3-19> 현장관측 후보지-3(울산)


구분	내용
대상지 (Kakao 위성영상 기반 대상지 위치 확인)	
위치(주소)	울산과학기술원(울산광역시 울주군 언양읍 반연리)
드론비행	비행가능지역(조종사 준수사항 준수)
기상청과의 거리(시정정보)	울산기상대로부터 13km
AERONET site	KORUS_UNIST_Ulsan



라) 제주-고산중학교

- 드론 촬영이 가능한 지역으로, 고산기상대로부터 2km 떨어져 있음
- 남한의 다양한 후보지를 고려하기 위하여 제주도에 위치한 후보지를 제안함
- 주변의 차선택 후보지로 애월근린공원을 고려함 (고산기상대로부터 23km, 제주기상대로부터 19km 떨어져 있음)

<표 3-20> 현장관측 후보지-4(제주)

구분	내용
<p>대상지 (Kakao 위성영상 기반 대상지 위치 확인)</p>	
위치(주소)	고산중학교(제주시 한경면 용고로 70)
드론비행	비행가능지역(조종사 준수사항 준수)
기상청과의 거리(시정정보)	고산기상대로부터 2km
AERONET site	Gosan_NIMS_SNU Gosan_SNU

## 2) ASD 분광측정 및 드론을 이용한 현장관측(유효관측 3회)

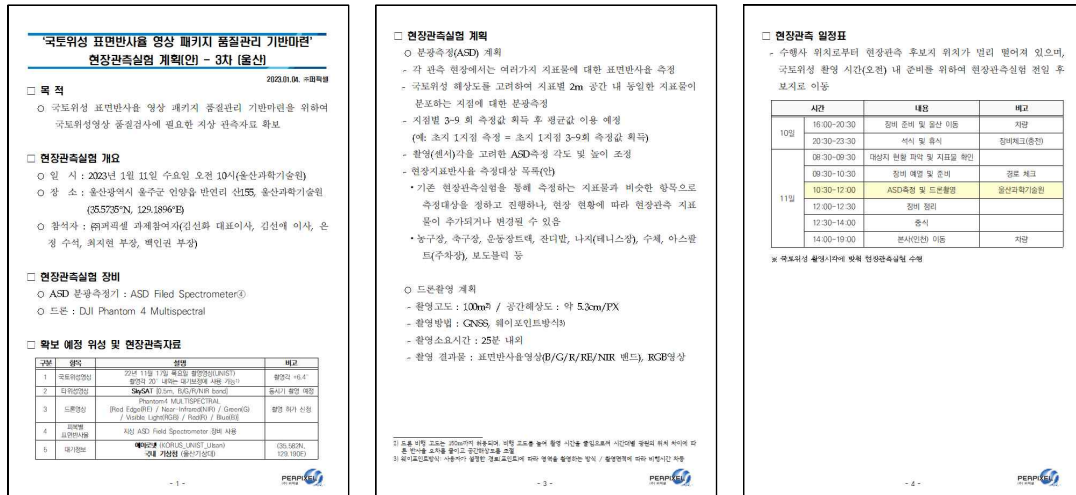
국토 위성 촬영일정을 고려하여 과업수행 기간동안 3회의 유효관측을 목표로 현장관측을 수행하였다. 최종 현장관측이 수행된 지역은 광주('22.11.07.), 제주('22.11.16.), 울산('23.01.11.) 지역으로 유효관측 3회에 따른 현장자료 수집을 완료하였다. 울산지역의 경우 총 2회의 현장관측이 수행되었으나, 1차시 구름의 영향으로 국토 위성 영상을 획득할 수 없었으며, 2차시를 통해 국토 위성 촬영과 함께 현장관측 자료를 수집할 수 있었다. 이처럼 현장관측 시 날씨의 영향이 크기 때문에 향후 현장관측 대상지를 고려할 때, 현장관측을 수행하는 수행사에서 이동이 용이한 지역을 선택하는 것이 필요하다.



<그림 3-4> 현장관측 흐름도(안)

### 가) 현장관측 계획서

국토 위성 촬영일정에 맞춰 현장관측 장소 및 일자가 정해지면 현장관측 계획서를 작성한다. 계획서 안에는 현장관측의 목적, 위치, 일시, 참여자, 실험장비, 측정계획 등의 일정표를 포함한다. 국토 위성 촬영일정이 정해지면 해당지역의 날씨정보를 확인하고 현장관측 유·무를 결정한다. 기상청 날씨예보를 통해 현장관측 대상지의 날씨를 특정하고 계획서를 작성한다. 작성된 계획서는 현장관측 2일전(D-2)까지 발주처(국토 위성센터)로 제출한다. 계획서 작성과 동시에 타 위성자료 수집방안(유료 영상의 경우 영상촬영신청 등)을 모색한다.



<그림 3-5> 현장관측 계획서(예)

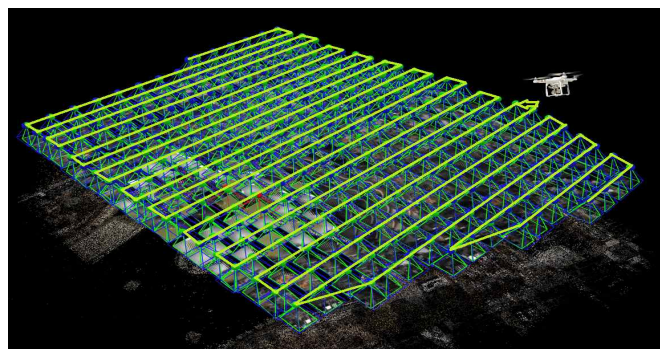
## 나) 현장관측 수행

계획서를 기반으로 현장관측 일정에 맞춰 현장관측을 수행한다. 오전 11시를 전·후로 국토위성이 해당지역을 촬영하며, 그 전에 미리 현장에서 장비 예열 및 셋팅을 진행한다. 다양한 분광측정 대상 지표물의 위치를 확인하고, 이동경로를 파악한 후 드론장비의 촬영영역을 설정한다. 본 과업 수행 시 현장관측이 진행된 지역의 경우, 수행사 위치로부터 멀리 떨어져 있는 대상지역으로 인해 계획서 작성 시 웹사이트의 지도 및 현황사진(로드뷰) 등을 통해 1차 이동경로를 파악하였고, 현장관측 전일 대상지로 이동하여 실제 현장의 현황 및 지표물을 확인하였다. 국토위성의 공간해상도를 고려하여 2m 이상의 간격으로 동일타겟에 대한 분광반사율을 측정하였으며, 지표물당 평균 3~9회 이상의 자료를 수집하여 유효자료를 획득할 수 있도록 측정을 진행하였다. 측정대상은 기존 현장관측의 지표물과 비슷한 항목으로 측정 대상을 정하고 진행하나, 현장 현황에 따라 현장관측 지표물이 추가되거나 변경될 수 있는 점을 감안하였다. 또한, ASD 측정 시 국토위성 촬영각과 동일하게 틸트하여 측정이 진행될 수 있도록 하였다.

<표 3-21> 현장관측 현황(유효관측 3회)

구분	1회	2회	3회
대상지	광주	제주	울산
관측일	2022.11.07.	2022.11.16.	2023.01.11.
국토위성 촬영각	+2°	-7.2°	+6.4°
지표물 종류 (분광반사율 자료)	8종 (총 19개)	8종 (총 18개)	9종 (총 23개)

1차 광주지역 현장관측 대상지에서는 기존 광주과학기술원 교내를 관측대상지로 특정하였으나, 현장에 도착하여 장비 준비 시 ASD Field Spectrometer 장비와 노트북(컨트롤러) 간의 WIFI 연결 차단이 발생하여, 장비간의 WIFI 신호가 검색되지 않는 상황이 발생되었다. 해당 기관영역 내에 WIFI 주파수 혼선으로 인한 이상현상이 현장에서 확인되었으며, 차선책으로 광주과학기술원 건너편에 위치한 쌍암공원에서 현장관측이 수행되었다. 추후, 이와 같은 현장관측의 예상치 못한 변수를 고려하기 위하여, 유선(UTP케이블) 연결을 사용하여 무선 주파수 혼선에 대비책을 마련하였다. 3차 울산지역 현장관측 대상지는 날씨의 영향으로 인해 2회의 현장실험이 수행되었다. 2022년 11월 17일 해당지역(울산)의 날씨는 기상청 날씨예보 결과 '맑음'이었으나, 현장관측 당시(오전 11시) 구름이 넓게 분포하고 있는 대기상황으로 국토위성 영상을 획득할 수 없었다. 이후, 국토위성 촬영일정에 맞춰 두 번째 관측을 수행하여 현장관측 유효자료를 수집하였다. 드론관측의 경우, 촬영고도는 100m 높이에서, 공간해상도는 약 5.3cm/PX로 진행하였다. 드론 비행 고도는 150m까지 허용되며, 비행 고도를 높여 촬영 시간을 줄임으로써 시간대별 광원의 위치 차이에 따른 반사율 오차를 줄이고 공간해상도를 조절할 수 있다. GNSS를 기반으로 웨이포인트방식(사용자가 설정한 경로 및 영역에 따라 촬영)으로 촬영을 진행하였다.



<그림 3-6> 드론 웨이포인트 비행(매핑)

### 3) 현장관측 결과

결과보고서 안에는 현장관측 계획서의 기본 내용(일정, 수행자, 관측기기 등) 및 수집자료 현황, 현장관측 위치 및 지표물(ASD 측정 Point), 현장 사진, 드론 촬영 반사율 영상 등을 포함하며, 수집된 현장자료의 후처리를 통한 국토위성에 맞는 지표물별 ASD 반사율 패턴 확인을 포함하였다. 작성된 결과보고서는 현장관측 수행 후 10일 이내(D+10)까지 발주처(국토위성센터)로 제출한다.

**국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 기반마련**  
현장관측실업 결과보고 - 3차 (울산)

2023.01.26 ~ 27 일차별

□ 현장관측실업 목적

- 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 기반마련을 위하여 국 토위성영상 품질검사에 필요한 지상 관측자료 확보

□ 현장관측실업 개요

- 일 시 : 2023년 1월 11일 수요일 오전 10시
- 장 소 : 울산광역시 울주군 언양읍 반변리 산155, 울산과학기술원 (35.5735°N, 129.1896°E)
- 참석자 : ㈜비박셀 과제장어지(김선화 대표, 김선에 이사, 은정 수 석, 최지현 부장, 백인원 부장)

□ 현장관측실업 장비

- ASD 본관측정기

◀ 표 1-1 ASD 본관측정기 사양

분류	ASD Field Spectrometer
측정 범위	350~2500 nm
광학 대역폭	1.4nm @ 350~1000nm, 1.3nm @ 1001~2500nm
광학 해상도	3nm @ 700nm, 12nm @ 1400/2100nm

□ 수집 자료 현황

○ 현장관측 자료 및 위성 자료 목록

◀ 표 4-1 현장관측 자료 및 대기자료 수집 목록

구분	항목	일정	비고
1	국토위성영상	23년 1월 11일 수요일 촬영영상 촬영각 45도	
2	위성영상	PhySAT (0.5m, 8/5/6/7/8 band) 2023.01.11	400~900nm 총 7개 채널의 반사율 (0.5m, 8/5/6/7/8 band)
3	조류영상	PHANTOM MULTISPECTRAL로 다중광학 반사율 영상 2023.01.11	400~900nm 총 7개 채널의 반사율 (Red(R) / Red Edge(RED) / Blue(B) Near-Infrared(NIR) / Green(G) 파일: 20230111_본관측정기_2023-01-11
4	지표물 표면반사율	ASD 측정 자료 반사율 라이브러리 (중 3종)	중 3종 다양한 지표 20230111_지표물반사율_ash.txt 20230111_지표물반사율_ash.txt
5	대기정보	울산 기상대 기상정보 2023.01.11 AMS2500T 기상자료 2023.01.11 MODIS CMA 위성영상 2023.01.11 MODIS CMA 위성영상 2023.01.11	시정정보 20230111_울산기상대_ash AOD AOT, Water Vapor Cloud

◀ 표 7-1 MODIS 대기자료

◀ 표 7-2 MODIS 대기자료 수집 현황

MODIS CMA (AOT, 550nm band, 2023.01.11)

MODIS CMA (Water Vapor band, 2023.01.11)

MODIS CMA (Cloud band, 2023.01.11)

◀ 표 8-1 현장 지표를 촬영한 사진 목록

지표물	내용	지표물	내용
1. 수계	수계	6. 야스밭	야스밭
ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영
2. 초지	초지	7. 농구장	농구장
ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영
3. 보도	보도	8. 테니스장	테니스장
ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영
4. 축구장	축구장	9. 나지	나지
ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영
5. 트랙	트랙		
ASD 측정 각 45도 촬영	ASD 측정 각 45도 촬영		

○ ASD 현장 측정 결과

◀ 표 9-1 ASD 현장측정 자료

구분	No.	지표물	위치	ASD 파일명	사진 파일명
1. 수계	1	수계	35	20230111_4-5_ash.txt	20230111_수계_ash.jpg
	2	수계	36	20230111_4-6_ash.txt	20230111_수계_ash.jpg
	3	수계	37	20230111_4-7_ash.txt	20230111_수계_ash.jpg
2. 초지	4	초지	38	20230111_5-1_ash.txt	20230111_초지_ash.jpg
	5	초지	39	20230111_5-2_ash.txt	20230111_초지_ash.jpg
	6	초지	40	20230111_5-3_ash.txt	20230111_초지_ash.jpg
	7	초지	41	20230111_5-4_ash.txt	20230111_초지_ash.jpg
3. 보도	8	보도	42	20230111_6-1_ash.txt	20230111_보도_ash.jpg
	9	보도	43	20230111_6-2_ash.txt	20230111_보도_ash.jpg
	10	보도	44	20230111_6-3_ash.txt	20230111_보도_ash.jpg
	11	보도	45	20230111_6-4_ash.txt	20230111_보도_ash.jpg
4. 축구장	12	축구장	46	20230111_7-1_ash.txt	20230111_축구장_ash.jpg
	13	축구장	47	20230111_7-2_ash.txt	20230111_축구장_ash.jpg
	14	축구장	48	20230111_7-3_ash.txt	20230111_축구장_ash.jpg
	15	축구장	49	20230111_7-4_ash.txt	20230111_축구장_ash.jpg
5. 트랙	16	트랙	50	20230111_8-1_ash.txt	20230111_트랙_ash.jpg
	17	트랙	51	20230111_8-2_ash.txt	20230111_트랙_ash.jpg
	18	트랙	52	20230111_8-3_ash.txt	20230111_트랙_ash.jpg
	19	트랙	53	20230111_8-4_ash.txt	20230111_트랙_ash.jpg
6. 야스밭	20	야스밭	54	20230111_9-1_ash.txt	20230111_야스밭_ash.jpg
	21	야스밭	55	20230111_9-2_ash.txt	20230111_야스밭_ash.jpg
	22	야스밭	56	20230111_9-3_ash.txt	20230111_야스밭_ash.jpg
	23	야스밭	57	20230111_9-4_ash.txt	20230111_야스밭_ash.jpg
7. 농구장	24	농구장	58	20230111_10-1_ash.txt	20230111_농구장_ash.jpg
	25	농구장	59	20230111_10-2_ash.txt	20230111_농구장_ash.jpg
	26	농구장	60	20230111_10-3_ash.txt	20230111_농구장_ash.jpg
	27	농구장	61	20230111_10-4_ash.txt	20230111_농구장_ash.jpg
8. 테니스장	28	테니스장	62	20230111_11-1_ash.txt	20230111_테니스장_ash.jpg
	29	테니스장	63	20230111_11-2_ash.txt	20230111_테니스장_ash.jpg
	30	테니스장	64	20230111_11-3_ash.txt	20230111_테니스장_ash.jpg
	31	테니스장	65	20230111_11-4_ash.txt	20230111_테니스장_ash.jpg
9. 나지	32	나지	66	20230111_12-1_ash.txt	20230111_나지_ash.jpg
	33	나지	67	20230111_12-2_ash.txt	20230111_나지_ash.jpg
	34	나지	68	20230111_12-3_ash.txt	20230111_나지_ash.jpg
	35	나지	69	20230111_12-4_ash.txt	20230111_나지_ash.jpg

ASD\_Reflectance

Reflectance

Wavelength (nm)

그림 11 나지 촬영반사율

○ 드론 현장관측 위치

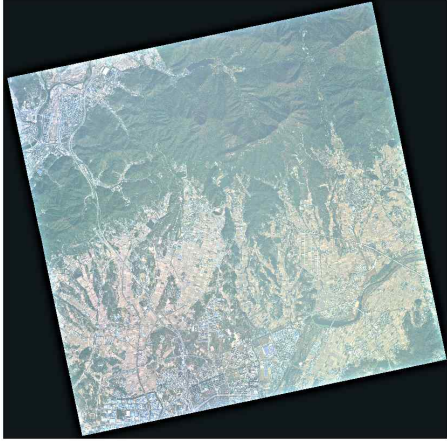




그림 12 Phantom 4 드론 360도 촬영 영상 및 본관측 위치

<그림 3-7> 현장관측 결과보고서(안)

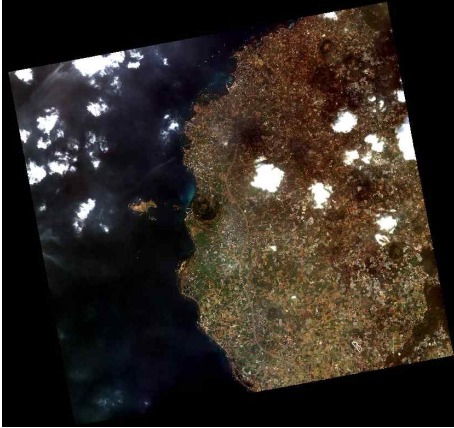

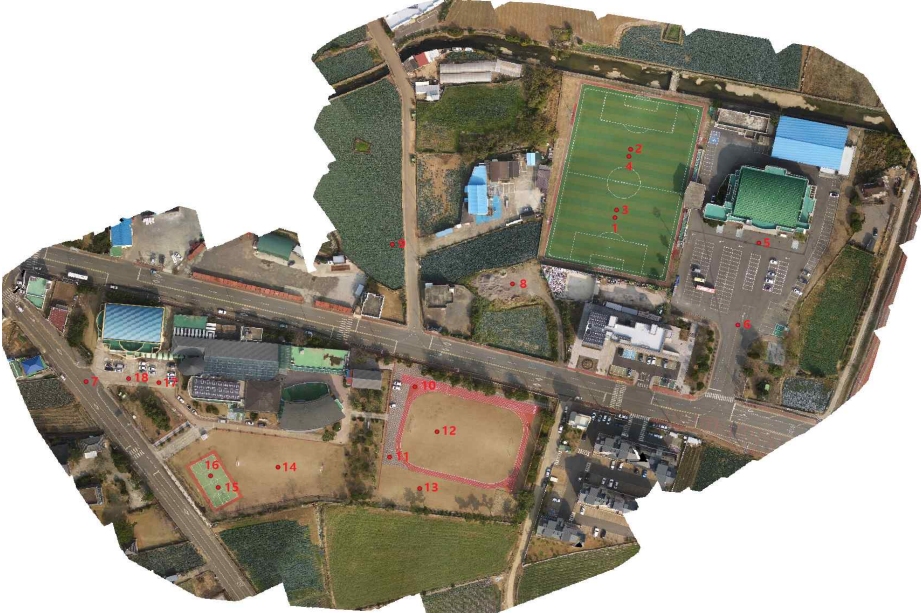


결과보고서를 작성하기 위하여 현장관측을 통해 수집된 ASD분광반사율 자료와 드론촬영 영상자료의 후처리를 통해 반사율 자료로 재가공하였다. 또한, 현장관측의 동일날짜에 해당하는 대기자료 수집을 진행하였다. 대기자료는 기상청 시정자료와 AERONET 관측자료, MODIS 대기자료(AOD, WV, Ozone)를 수집하였다. 국토위성 촬영영상은 공간자료신청을 통해 국토위성 센터로부터 해당일의 영상을 제공받아 자료를 확보하였으며, 타위성자료의 경우, 동시기 촬영요청을 통해 고해상도 위성영상(유료)인 Skysat 위성영상을 수집하였다. 이는 전년도사업에서 작성된 가이드라인에 맞춰 수행된 결과를 기준으로 수집된 자료로써, 결과적으로 사용이 불가능할 것으로 판단되었다. 이에 본 과업에서 수행한 현장관측 가이드라인(2023)은 Skysat 위성자료의 수집 항목은 제외하였다. 이 외에도 기존에 가이드라인에서 제시된 대기자료(시정자료, AERONET, MODIS 자료)수집에 대한 부분도 제외하였다. 본 연구에서 개선된 가이드라인 작성 시 현장관측자료 수집만을 대상으로 진행되며, 대기자료의 경우 국토위성 SW구축 사업에서 자동으로 수집되어 DB에 구축되어 있을 자료이기 때문에 해당 과업에서는 별도로 자료수집이 필요하지 않다.



<표 3-22> 광주지역\_현장관측 수행 및 영상자료

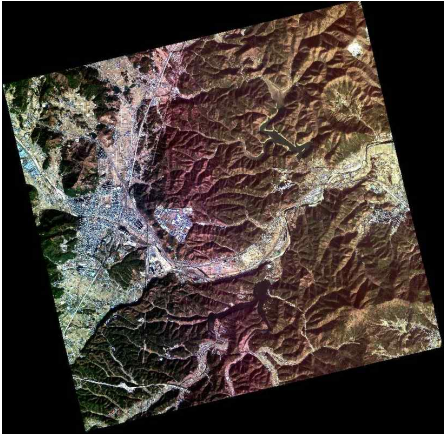

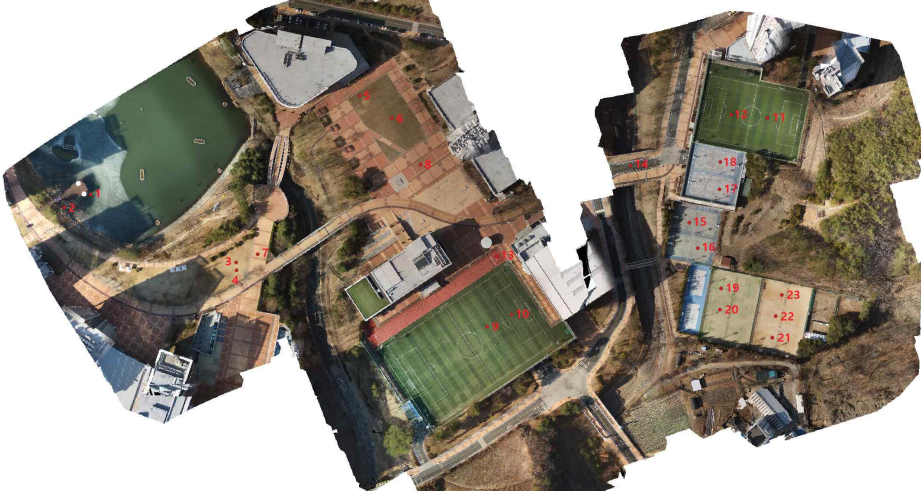
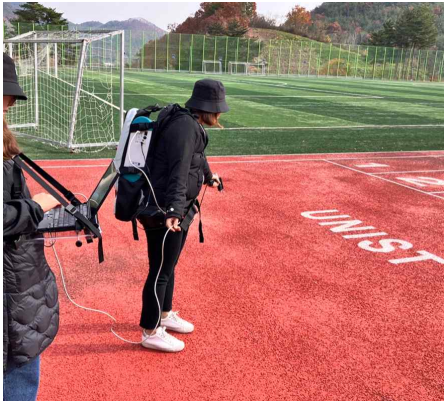
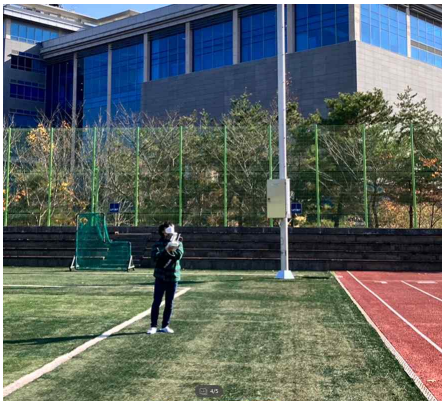
구분	내용	
위성영상	 <p data-bbox="630 975 737 1012">[국토위성]</p>	 <p data-bbox="1101 975 1198 1012">[Skysat]</p>
드론영상 및 ASD 관측지점		
현장관측 수행		

<표 3-23> 제주지역\_현장관측 수행 및 영상자료

구분	내용	
위성영상	 <p data-bbox="630 966 743 996">[국토위성]</p>	 <p data-bbox="1101 966 1198 996">[Skysat]</p>
드론영상 및 ASD 관측지점		
현장관측 수행		



<표 3-24> 울산지역\_현장관측 수행 및 영상자료

구분	내용	
위성영상	 <p data-bbox="626 959 737 996">[국토위성]</p>	 <p data-bbox="1101 959 1198 996">[Skysat]</p>
드론영상 및 ASD 관측지점		
현장관측 수행		

## 나. 현장관측 가이드라인 보완

### 1) 현장관측을 위한 사용 장비 요구사항

드론의 경우 국토위성이 가지고 있는 유사한 촬영밴드를 가지고 있어야 한다. 현재 꼭 필요한 파장(밴드)은 Blue, Green, Red, NIR 밴드를 포함하고, 반사율측정이 가능한 드론카메라를 사용하여야 한다. 현재 반사율 측정이 가능한 드론의 경우 완제품은 DJI사에서 제작하는 Multispectral 드론이 유일하고 그 외에는 분광카메라를 드론에 장착하는 제작 드론을 사용하고 있다. 드론 측정장비 사양의 보편적인 기준 정립하기 위해서 완제품인 DJI사의 드론을 최소 요구 기준사항으로 제시하였다. 또한, 분광 복사계의 경우 방사 에너지(복사 및 복사조도) 측정이 가능한 범용 분광계를 사용해야 한다. 관측기기의 선택 시 실험실에서의 측정뿐만 아니라 야외 현장 관측을 위하여 휴대성, 측정 대상물과 직접적인 물리적 접촉 없이 가시 근적외선(VNIR) 및 단파 적외선(SWIR)을 통한 측정물의 정확한 정보 수집이 가능한지가 고려되어야 한다. 현장 분광 측정에 있어서 아직 국제 표준이 마련되지 않았기에 1990년 세계 최초의 휴대용 분광복사계를 제작하고 현재 전 세계 현장 연구자들의 대다수가 사용하고 있는 ASD(Analytical Spectral Devices)사의 분광복사계(ASD Field Spec<sup>3</sup>)의 장비사양을 기준 요건으로 제시하였다. 현재 휴대용 분광복사계를 통한 다중 스펙트럼 센서 현장 실측 및 교정 등 원격탐사 응용 연구에는 ASD FieldSpec 시리즈를 많이 사용하고 있으며, 해당 사업에 유효한 데이터를 얻기 위한 현장 관측기기도 ASD FieldSpec을 사용하였다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 품질검사를 위한 현장 관측자료 수집을 위하여 350nm ~1,000nm 파장의 유효한 현장 표면반사율 데이터의 측정이 가능해야 한다. 이를 위해서 분광복사계와 반사율 촬영 드론 등의 측정 장비는 아래와 같은 사양 이상의 요건을 충족하여야 한다.


---

3) 현장관측 기기의 최소 요구사항을 표기하기 위하여 Field Spec 3.0 스펙으로 본 보고서에 제시함(현재 4.0 버전 기기 구매 가능)

<표 3-25> 반사율 촬영용 드론 최소 요구사항

	
기기명	DJI Phantom 4 Multispectral
카메라 센서	1/2.9" CMOS 센서 6개 (가시광 촬영용 RGB 센서 1개, 다중 스펙트럼 촬영용 모노크롬 센서 5개). 센서당: 유효 픽셀 2.08 MP (총 2.12 MP)
GPS 정확도	수평 1.5m, 수직 0.5m
카메라 영상	Visible Light(RGB) / Blue(B):450nm±16nm / Green(G):560nm±16nm / Red(R):650nm±16nm / Red Edge(RE):730nm±16nm/ Near-Infrared(NIR):840nm±26nm

<표 3-26> 분광복사계 (ASD Field Spec) 최소 요구사항

	
Spectral Range	350–2500nm
Spectral Resolution	3nm (Full-Width-Half-Maximum) at 700nm 10nm (Full-Width-Half-Maximum) at 1400nm 10nm (Full-Width-Half-Maximum) at 2100nm
Sampling Interval	1.4nm for the spectral region 350–1000 nm 2nm for the spectral region 1000–2500 nm
Scanning Time	100 milliseconds
Detectors	VNIR: 512 element silicon photo-diode array for the spectral region 350–1000nm SWIR1: graded index, TE-cooled, extended range, InGaAs, photo-diode for the spectral region 1000nm to 1830nm SWIR2: graded index, TE-cooled, extended range, InGaAs, photo-diode for the spectral region 1830nm to 2500nm
Noise Equivalent Radiance (NEdL)	UV/VNIR $1.1 \times 10^{-9} \text{ W/cm}^2/\text{nm/sr}$ @700nm NIR $2.4 \times 10^{-9} \text{ W/cm}^2/\text{nm/sr}$ @ 1400nm NIR $4.7 \times 10^{-9} \text{ W/cm}^2/\text{nm/sr}$ @ 2100nm
Weight	12 lbs (5.6 kg)

## 2) 現 가이드라인 문제점 및 개선사항

전차사업을 통해 작성된 現현장관측 가이드라인을 바탕으로 새로 개정된 드론 관련 법규 및 측정자료의 수집과 후처리 방안을 개선하고자 하였다.

## 가) 드론 비행 및 영상 촬영 시 필요 제반사항

국내 초경량 비행장치(드론) 비행시 통제구역은 아래와 같다. 해당 제한구역은 드론원스톱 민원서비스(<https://drone.onestop.go.kr/common/flightArea>)에서 자세한 위치 확인이 가능하다.



<그림 3-8> 드론 비행 제한 구역(드론원스톱, 2023.02.15. 기준)



드론 비행을 위해 조종사는 ‘항공 안전법 시행규칙 제 310조(국토교통부)’에 의해 다음과 같은 준수사항을 숙지하고 있어야 한다.

<표 3-27> 드론 조종자 준수사항(국토교통부)

준수사항	설명
가시거리 범위 외 비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>초경량 비행장치 조종자는 항공기 또는 경량 항공기를 육안으로 식별하여 미리 피할 수 있도록 주의</li> </ul>
음주 비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>조종업무를 정상적으로 수행할 수 없는 상태에서 조종하는 행위 또는 비행 중 주류 등 섭취하거나 사용 금지</li> </ul>
비행 중 낙하물 투하 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>인명이나 재산에 위험을 초래할 우려가 있는 낙하물 투하 금지</li> </ul>
유인항공기 접근 시 회피	<ul style="list-style-type: none"> <li>초경량 비행장치 조종자는 모든 항공기, 경량항공기 및 동력을 이용하지 아니하는 초경량 비행장치에 대하여 진로 양보</li> </ul>
인구 밀집 상공 위험한 비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>인구가 밀집된 지역이나 그 밖에 사람이 많이 모인 장소의 상공에서 위험한 비행 금지</li> </ul>
장치에 소유자 정보 기재	<ul style="list-style-type: none"> <li>사고나 분실에 대비하여 소유자 이름 및 연락처 기재</li> </ul>
야간비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>일몰 후부터 일출 전까지 야간시간 비행 금지</li> </ul>
고도 150m 이상 비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>지면·수면 또는 구조물 최상단 기준, 150m이상 고도에서 비행해야 할 경우, 지방항공청 또는 국방부 허가 필요</li> </ul>
비행금지구역 비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>청와대 인근/중심(P73A)으로부터 3.8km</li> <li>서울 강북 청와대 인근/중심(P73B)으로부터 8km</li> <li>휴전선 부근(P518)</li> <li>원전 중심으로부터 18.6km(P61~P65)</li> </ul>
관제권 비행 금지	<ul style="list-style-type: none"> <li>비행장 공항 참조점(ARP)으로부터 9.3km 이내</li> </ul>
(기타) 조종자 유의사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>군 방공 비상사태 인지 시 즉시 비행중지</li> <li>항공기 부근에 접근 금지</li> <li>다른 초경량 비행장치에 가깝게 접근 금지</li> <li>사주 경계 철저</li> <li>기상 악화 시 비행 금지</li> <li>기체 흔들기, 자세 기울이기, 급상승, 급하강, 급선회 금지</li> <li>최대 이륙 중량 초과 금지</li> <li>이륙 전 기체 및 엔진 점검</li> <li>장애물 없는 곳에서 이착륙</li> <li>정해진 용도 이외 사용 금지</li> <li>고압 송전선 부근 비행 금지</li> </ul>

2020년 5월 27일 개정된 ‘항공 안전법’에 따라 21년 3월 1일부터 드론 조종에 관련하여 기체의 이륙중량에 따른 초경량 비행장치 조종자 증명이 필요하다(항공 안전법 제125조, 시행규칙 제306조). 250g 이하 드론은 완구용으로 분류하여 자격 증명이 필요 없으나, 최대 이륙 중량이

250g을 초과하고 2kg 이하인 무인 동력 비행장치(일반적인 레저용 드론들과 팬텀4 multispectral(이륙 중량 : 1,487g) 같은 경량 항공촬영용 드론이 해당)는 무인 멀티콥터 4종 자격 증명 취득이 필수적이다.

초경량 비행장치를 소유한 사람은 장치의 종류·용도·소유자 이름 등을 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 관할 지방항공청에 신고해야 한다. 배터리를 포함한 중량이 12kg을 초과하는 장치를 운용하거나, 12kg 이하이라도 영리를 목적으로 사업에 활용하려면 이를 반드시 신고하여야 한다. 소유권 이전이나 말소도 신고해야 하며, 이 규정을 어길 시에 벌금형에 처한다. [항공안전법 제 122~123조, 시행규칙 301~303조(초경량 비행장치 신고 및 변경, 말소 신고)] 장치의 무게가 12kg 이하인 비사업용인 경우는 신고할 필요가 없다. 초경량 비행장치의 신고는 기기를 소유한 날로부터 30일 이내에 장치의 소유관계를 증빙할 수 있는 서류와 제원, 성능표, 장치 사진 등을 첨부해 관할 지방항공청장에게 제출하여야 한다(항공사업법 제 48조). 신고 방법은 드론원스톱 민원서비스를 통해 진행하면 되고, 처리 기간은 접수일로부터 7일(휴일 제외) 소요 된다. 영리 목적의 사업자일 경우 사업등록 신고도 하여야 하는데 드론원스톱 사이트에서 함께 진행하고 있다. 사업등록 신고의 경우 처리 기간은 14일(휴일 제외)이고, 등록수수료 1만원이 필요하다. 초경량 비행장치의 소유자는 장치 신고증명서의 신고 번호(S로 시작하는 번호)를 지방항공청장이 정한 방법에 따라 장치에 부착하여야 한다.

신고번호 표기			
소유자는 신고번호가 잘 보일 수 있도록 드론기체에 적절한 방법으로 표기하여야 하며, 미 표기시 100만원 이하 과태료 처분 대상			
신고번호의 각 문자 및 숫자의 크기			
구분		규격	비고
세로 길이	가로세로비	2:3의 비율	아라비아숫자 1은 제외
	주날개에 표시하는 경우	20cm이상	
	동체 또는 수직꼬리날개에 표시하는 경우	15cm이상	회전익비행장치의 동체 아랫면에 표시하는 경우에는 20cm이상
선의 굵기		세로길이의 1/6	
간격		가로길이의 1/4이상 1/2이하	
<b>!</b> 장치의 형태 및 크기로 인해 신고번호 크기를 규격대로 표시할 수 없을 경우 가장 크게 부착할 수 있는 부위에 최대크기로 표시할 수 있다.			

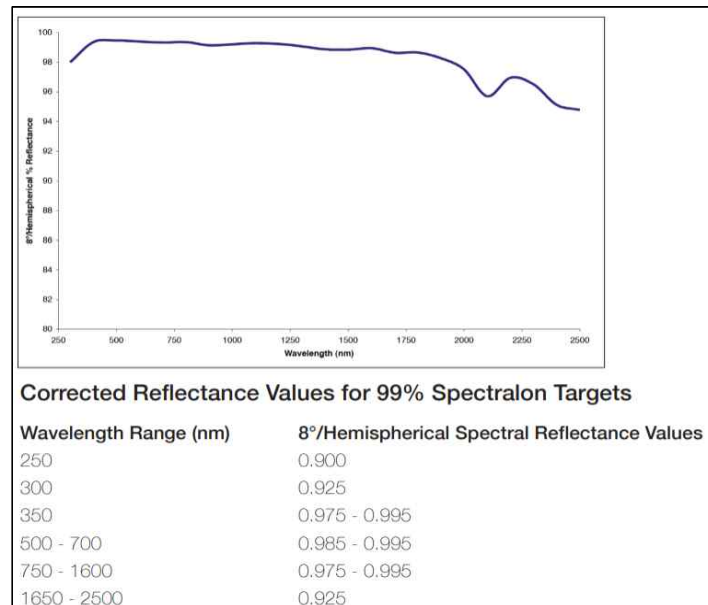
<그림 3-9> 비행장치 신고 표기 기준(드론원스톱)

초경량 비행장치를 운용하여 비행 및 촬영을 위해서는 요건에 맞게 사전 신청을 진행하여야 한다. 드론 비행의 경우 <그림 3-8>의 표시된 구역을 제외한 지역은 ‘주간에 고도 150m 미만, 최대이륙중량 25kg 이하의 무인동력비행장치는 비행승인 없이 비행이 가능 (단, 사유지, 해수욕장, 국립공원, 문화재, 청와대, 교도소, 군부대, 국가중요시설 등은 해당지역의 소유자 및 관리사무소가 있을 경우 반드시 사전에 협의)’ 하고, 항공 촬영을 하고자 하는 자는 개활지 등 촬영금지시설이 명백하게 없는 곳에서의 촬영을 제외하고는 촬영금지시설 포함 여부를 확인하기 위해 드론원스톱 민원서비스 등을 통해 항공촬영 신청을 해야 한다. 신청에 대한 확인의 유효기간은 1년에 한한다(항공촬영 지침서 제5조, 22.12.01.부). 영리 목적의 비행 및 항공촬영을 하기 위해서는 사전에 신청 접수하고 허가를 받은 후에 진행을 해야 한다. 비행 및 촬영 사전 신청은 드론원스톱 민원서비스에서 할 수 있으며, 비행 승인의 처리 기간은 3일(휴일 제외)이며 신청 기간은 최대 6개월을 초과할 수 없다(서울지역 제외, 군공역은 주말에만 사용 가능). 또한, 항공촬영의 경우 처리 기간은 4일(휴일 제외) 이기 때문에 비행 및 촬영 예정일에서 최소한 4일(휴일 제외) 전에는 신청 접수를 마쳐야 한다. 비행 승인과 항공촬영은 한번에 신청이 가능하지만, 접수는 지방항공청과 국방부로 각각 따로 처리가 진행되기 때문에 민원 접수 후 ‘마이페이지’에서 각각의 민원 처리현황을 확인한다. 각각의 신청이 개별로 반려되어 불가 또는 보완요구 사항이 있을 수 있으니 꼭 민원 처리현황을 따로 확인하여야 한다.

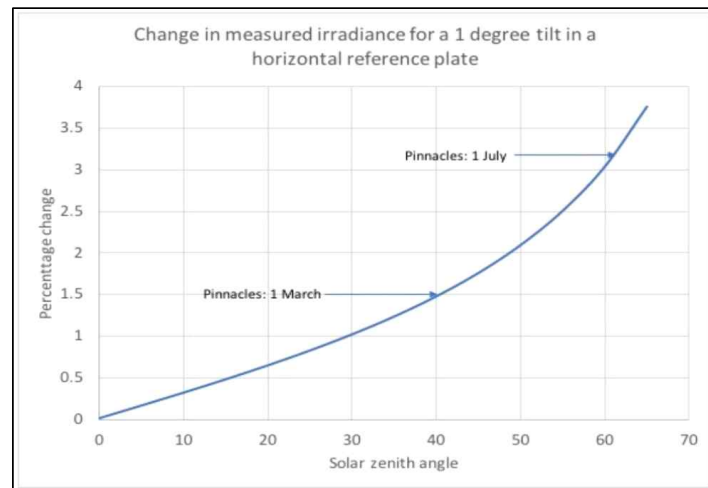
## 나) ASD 측정자료 수집 및 처리

### (1) ASD 관측의 유효자료 기준

ASD Field Spectrometer 4를 이용하여 현장관측을 수행하며 ASD 분광측정기를 최적화하고 관측 데이터의 신뢰성을 높이기 위해서 Spectralon reference panel을 사용하고 있다. 이는, Polytetrafluoroethylene material로 소결된 White Panel로써 현장관측을 시작하기 전 기준패널로 사용된다. 기준패널은 먼지 등 이물질로 인해 오염될 수 있으므로 지면으로부터 띄워서 위치한다. 패널은 태양을 향하도록 하고 완전히 수평이 되도록 배치하고, 측정값이 그림자의 영향을 받지 않도록 측정자 위치를 조정한다. 시야와 그림자의 영향을 고려하여 563mm 높이에서 기준패널을 측정하여 최적화를 수행한다.



<그림 3-10> Spectralon reference panel Reflectance(Labsphere, 2020)



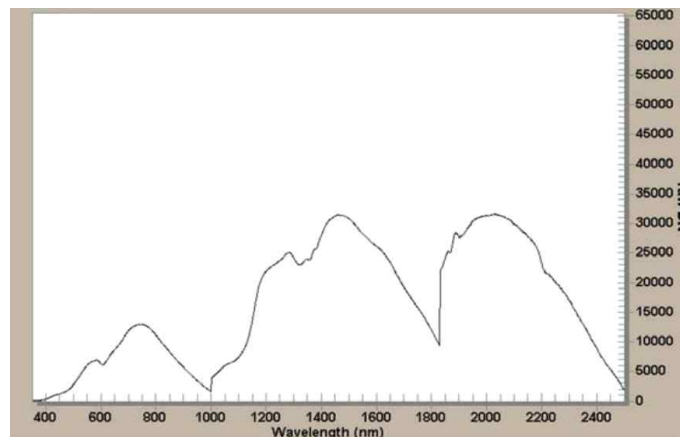
<그림 3-11> 기준패널의 태양과 기울기 변화에 따른 방사조도 변화(www.csiro.au)

ASD 관측을 수행하며, 측정 시 광량(신호)에 압도되어 지표물의 스펙트럼을 식별할 수 없을 때 ‘Saturation Error’를 발생시켜 기기를 보호하고 부정확한 데이터의 측정을 차단하여 수집 데이터의 신뢰성을 높여준다. ‘Saturation Error’ 발생 시 RS<sup>3</sup> 프로그램의 ‘Opt’ 기능을 이용하여 기기를 최적화한다. 최적화 후 기준패널을 사용하여 white reference 값을 설정한다. 관측대상(지표물)의 스펙트럼을 측정하여 데이터를 수집한다.



## (2) ASD 관측 전 최적화 작업을 통한 광원 변화에 따른 오류 데이터 수집 차단

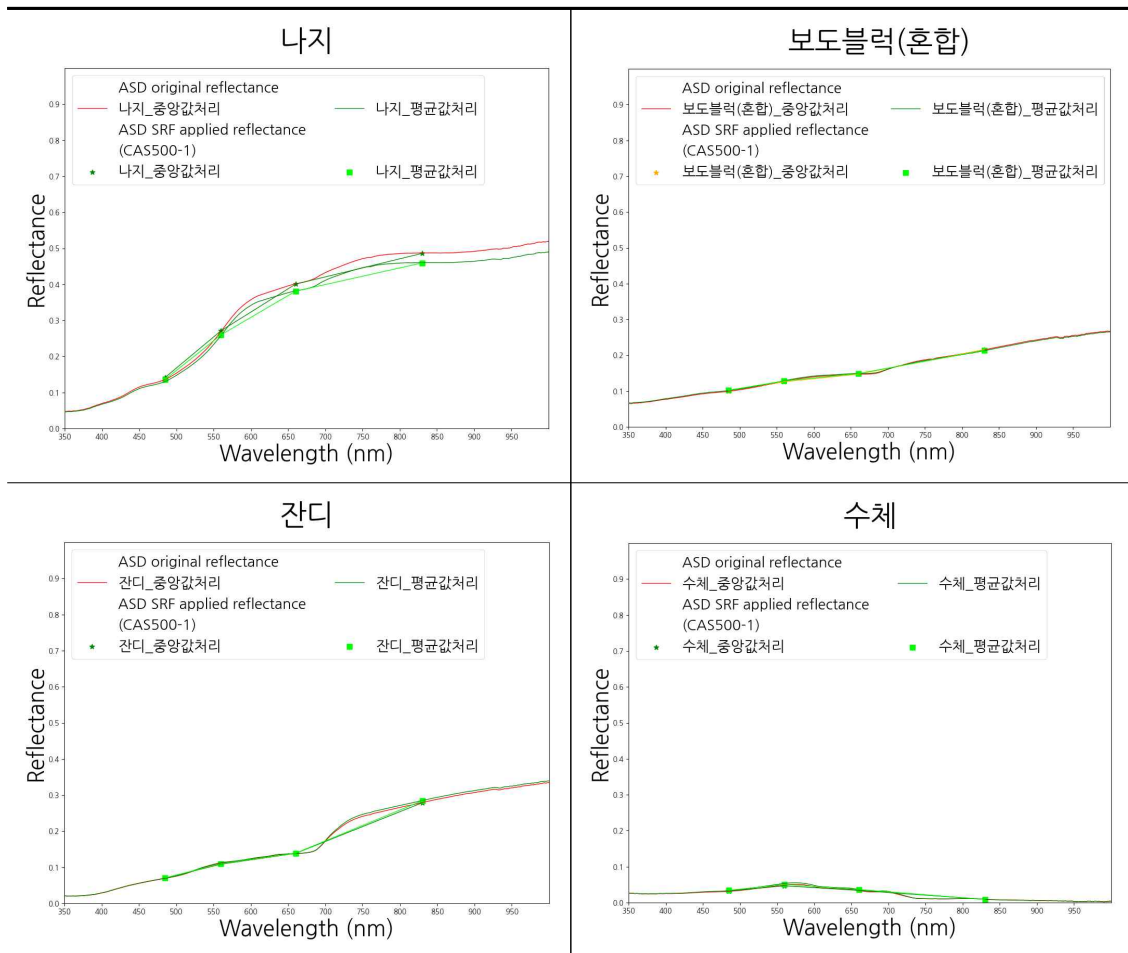
광학센서를 사용하여 정확한 데이터 측정을 진행하기 위해서는 포토다이오드 어레이(CCD 센서)에 사용 가능한 에너지양(광량)까지 감도(integration time)를 조정하는 최적화 작업을 진행해야 한다. 관측을 시작할 때 RS<sup>3</sup> 프로그램에 내장된 최적화 작업을 시작하여 변화하는 광원 조건에 따른 오류 데이터 측정을 제한할 수 있다. 광량의 변화로 측정값이 포화 상태로 이동하면 Saturation Alarm이 작동하여 오류 데이터 수집이 차단된다.



<그림 3-12> ASD기기의 최적화 스펙트럼(예)

## (3) 현장관측자료 후처리

ASD 분광복사계를 사용하면 1회 측정 시 최소 1개에서 최대 32,000개의 스펙트럼을 수집할 수 있다. ASD 분광복사계 프로그램(RS<sup>3</sup>)은 이렇게 측정된 스펙트럼의 더 나은 S/N 비를 구하기 위해 평균화를 자동 수행하도록 설정되어 있다. ASD 측정 가이드에서는 약 10~25개의 샘플 평균이 충분하다고 보고 있으며, 비정상적 스펙트럼 이상을 제거하기 위해 후처리 과정에서 평균화하는 것을 선호한다. 본 실험에서는 국토위성 촬영시간에 맞춰 짧은 시간 안에 측정해야 하는 여러 가지 지표물 개수와 지표물간의 이동거리를 고려하여 10회의 스펙트럼 수를 설정하여 측정하였다. 기존 방안에서는 10개 스펙트럼의 평균값으로 측정된 스펙트럼(지표물당 3~9회 관측) 중 메인 스펙트럼의 일반 범주를 벗어난 측정값을 보이는 스펙트럼을 제외하고 평균값을 사용하였다. 측정된 데이터의 이상값 영향을 최소화하기 위해서는 평균값 처리보다 중앙값 처리가 더 유효한 데이터 산출이 가능하므로, 향후 후처리 진행 시 중앙값을 사용한다.



<표 3-28> 현장관측자료 후처리 방법에 따른 반사율 차이(예, 광주 현장관측자료)

## 다. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 현장관측 가이드라인 제작

전차사업에서 작성된 現현장관측 가이드라인을 기반으로 현 시점에서의 변경사항 및 고려사항을 살펴보고 이에 따른 개선방안을 마련하여, 현업에 적용 가능한 기준으로 국토위성 표면반사율 검증을 위한 현장관측 가이드라인을 보완하여 재작성하였다.

개선된 현장관측의 순서도는 다음과 같다. 기존의 현장관측 준비의 일정을 드론 촬영허가 단계의 추가로 3일에서 5일로 변경하였다. 이는 실제 현장관측 준비에 있어 국토위성 촬영 일정 등을 고려하여 실질적인 필요시간으로 수정하였다. 날씨상황도 고려해야 할 뿐만 아니라, 최근 개정된 드론 촬영 항공법에 따라 현장관측 시 필요한 행정적인 절차가 추가되었다. 또한, 現현장관측 가이드라인은 현장자료 수집만을 범위로 하고 있는데 반해, 본 가이드라인에서는 표면 반사율 현장관측자료 산출을 위한 후처리 과정까지 포함하고 있다.



<그림 3-13> 현장관측의 순서도(최소 필요시간)

ASD 자료 후처리 부분의 상세설명은 앞 절에 설명되어 있으며, 현장측정 자료의 이상값을 제외하기 위하여 기존 평균값을 이용한 반사율 값을 산출하였으나, 자문위원 의견 및 ASD 사용 매뉴얼 등 관련 자료처리 문서를 참조하여 이상값 영향을 최소화하기 위한 중앙값을 활용하여 유효자료를 구축하기 위한 개선하는 방안을 마련하였다.



## 제4장

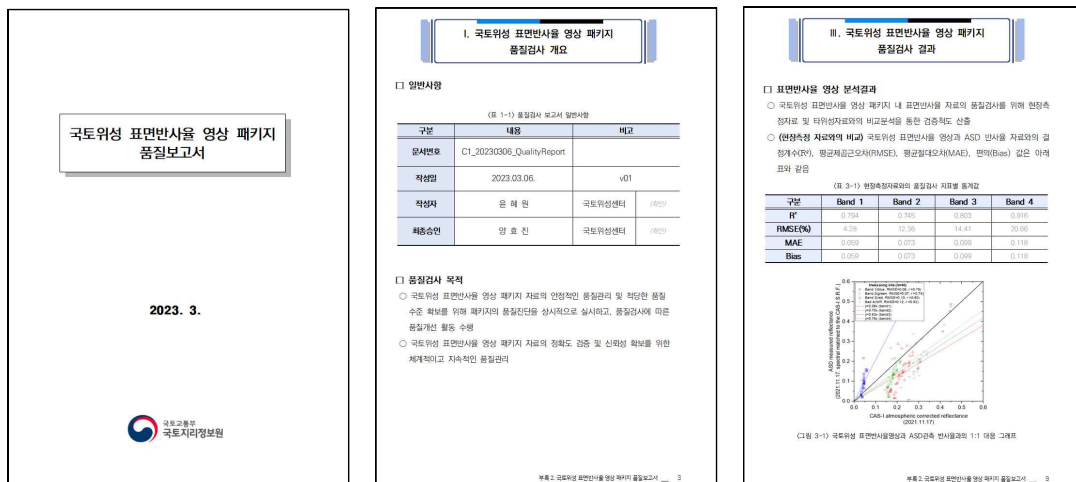
# 추가제안

1. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료 품질보고서 샘플 제작
2. 전문가 대상 평가의견 수집 및 분석



## 1. 국토위성 표면반사율 영상 패키지 자료 품질보고서 샘플 제작

본 사업에서 제시한 품질보고서 표준 양식 설정에 맞춰 품질보고서 샘플을 제작하였다. 품질보고서 샘플 제작의 목표는 실제 설계한 품질관리 지침 및 표준양식이 실제 국토위성영상의 품질관리 관리자나 사용자 측면에서 유용한지 확인해보기 위함이다. 시범제작 된 품질보고서는 품질검사 개요, 품질검사에 사용된 자료 및 척도, 품질검사 결과, 요약 및 결론, 품질 오류 현황, 부록 등 총 6개의 항목으로 구성되었다. 1장에는 문서번호 및 작성일 등 일반사항과 품질검사의 목적, 품질검사 자료의 정보를 기술하였다. 2장은 품질검사에 사용된 자료의 종류 및 사용자료 기간을 명시하였으며, 품질검사에 사용된 척도에 대한 설명을 간략히 수록하였다. 3장은 보고서의 주요 핵심 내용인 품질검사 결과로, 국토위성 표면반사율 영상 패키지의 표면반사율 영상과 현장자료 및 타위성자료와의 비교를 통한 검증척도의 산출 값을 작성하였다. 또한, 픽셀단위정보에 대한 품질검증 결과도 함께 수록되었다. 향후, 국토위성영상 자료의 지속적인 자료 수집 및 분석을 통한 반사율 시계열 변화 추이 그래프도 수록될 예정이다. 4장은 요약 및 결론에 대해 간략하게 정리된 내용을 기술하였으며, 5장에서는 품질 오류 현황에 대한 예시가 작성되었다. 6장 부록은 국토위성1호의 제원 정보 및 보고서에 사용되는 용어 및 약어에 대한 내용을 수록하였다. 제시된 샘플을 사용하여 품질보고서 작성을 수행하고 개선해 나간다면, 국토위성 표면반사율 영상의 향상된 품질관리 방안이나 국토위성 산출물에 대한 모니터링에도 도움이 될 것으로 예상된다. 향후, 일관성 있는 품질보고서 제작을 위하여 “국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질보고서” 샘플을 별책에 첨부하였으며, 별책을 통해 자세한 품질보고서 구성 현황을 확인 할 수 있다.



<그림 4-1> 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질보고서(안)



## 2. 전문가 대상 평가의견 수집 및 분석

본 사업을 통해 제작된 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침서의 내용의 적절성 및 자료의 검증을 위하여 전문가 집단(품질관리, 원격탐사 등)을 구성하고, 간담회 개최를 통해 전문가 그룹별 품질 지침 및 방법에 대한 의견을 수집·분석하였다.

2023년 2월 14일(화) 국토지리정보원에서 진행된 ‘국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리’ 관련 전문가 간담회에는 학술 및 현업관리자 전문가 9인이 참석하여(서면자문 3인), 품질관리 지침(안)에 대한 평가의견 및 현황에 대한 정보공유를 진행하였다.



<그림 4-2> 전문가 대상 평가의견 수집을 위한 간담회(2/14, 국토정보지리원)

간담회 및 자문의견서를 통해 ‘국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침(안)’에 대한 다수의 전문가 의견을 수집하였다. 지침서의 세부적인 내용 구성에 대한 의견 및 각 현업 분야별 현황, 지침 내용 추가제안 등에 대한 내용을 아래와 같이 많은 의견을 공유할 수 있었다. 수집된 전문가 의견을 바탕으로 ‘국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 지침(안)’ 내용을 수정·보완하였으며, 최종 작성된 품질관리 지침서를 본 보고서의 별첨자료로 제공하였다. 아래는 전문가 의견 및 간담회 내용을 간략히 정리하였다.

□ 01. 주요 용어 정의 관련 모호한 부분이나 통일성이 필요한 부분이 있는가?

- 가독성을 위한 전문용어에 대한 한글/영문 병기 필요 (범용적인 단어는 영문명 그대로 사용)
- '국토위성 표면반사율 영상 패키지'를 약어로 표현(이하 '패키지' 등 축약 필요)
- 단어 표기의 일관성 검토 필요
- 품질관리담당과 생산담당에 대한 용어 정의 부분이 모호함(생산에서 실제 품질관리된 데이터를 생산한다는 의미가 포함되거나 생산에서는 관리 기능이 빠지는 방안, 알고리즘 개선방안을 수립하고 수행하는 것이 구분될 수 없는 역할 같음)
- 레이어 항목의 정의가 명확했으면 함(미획득자료, 손실자료의 차이가 레이어를 나눌만큼 의미가 있는지 궁금함)
- 용어 정의 필요(표면반사율, 픽셀단위영상, 도메인, QC, QA, 연계정보, 품질관리시스템 등)
- 향후 국토위성 자료를 해외에 공급할 상황이 발생할 수 있을 듯하여, ARD라는 용어 사용 검토 필요(Maxar에서도 ARD 용어 사용 중)

□ 02. 단/중/장기 목표의 방향성이 적절한지 혹은 비현실적인 부분은 없는가?

- 단기 목표에 시스템에 대한 프로토타입이라도 시스템에 대해 일부 진행할 수 있다면, 중기 때 좀 더 좋은 시스템으로 갈 수 있다고 생각됨
- 단계별 구분이 모호하며 목표달성을 위한 물리적 기간 설정이 필요함
- 각 단계에 맞는 품질관리 요소가 명시되었으면 함(예: 단기~중기에는 자료의 정확도에 초점을 둔다면 장기에는 시계열 안정성, 알고리즘 흐름내의 불확실성에 초점을 둔다는 식 등)
- 품질관리 목표가 아닌 품질관리 지침 마련을 위한 중장기 계획처럼 보여짐
- 표준화 적용 1단계, 2단계, 3단계에 구분할 수 있는 내용 규명 필요
- 시스템 고도화의 경우 중기의 기간이 길면 상관없으나 장기와 같이 병행이 필요할 것으로 판단됨

□ 03. 품질관리 조직 구성은 적절한지? 부서별 역할의 정의는 적절한지? 생산부서에서와 품질관리부서와의 구분은 현실적으로 어떻게 이뤄지는지?

- 품질관리 및 생산담당 간의 품질관리 업무에 대한 역할을 명확히 구분되어야 함(생산담당 중 품질관리를 위한 패키지 생산 실무 담당자 등 명확한 구분 필요)
- 생산담당의 업무 중 품질개선 담당 파트를 따로 두는 것이 필요함
- 조직구성과 역할은 적절해 보이나 세부적인 항목에 대한 역할 정의가 필요함

- 검보정 그룹은 영상활용 그룹 혹은 위성제작파트 등으로 변경하는 것이 어떠한가? (범용적)
- KARI는 검보정, SIIS는 생산과 품질관리로 구성되어 있음
- KIOST의 경우 인력 부족으로 인해 생산과 품질을 같이 진행하고 있음
- 문제 발생 시 책임소재로 인한 생산/품질 팀의 역할 구분 (생산부서는 전처리를 통한 산출물이 제시간에 나오는지만 체크, 품질은 알고리즘 개발자나 영상처리팀에서 개선방안을 마련)
- Maxar의 경우, 생산/품질 구분되어 있음

#### □ 04. 검보정 그룹의 운영이 현실적인지? 실제 국내에서 이런 사례가 있는지?

- 검보정 그룹(전문가) 및 활용 그룹을 위한 지속적 연구과제, 주기적 모임 필요(예: AVIRIS Workshop)
- 검보정 그룹 운영이 필요함(운영이 잘되면 시너지효과가 높을 것)
- 항우연에 내부적으로 검보정 팀이 있기 때문에 국토위성센터에서 주도하기보단 항우연과의 협의가 주기적으로 이루어질 필요가 있음
- 항우연 내부에서의 검보정은 참조자료를 위주로 관리를 하는 상황이며, 업체에서는 전수조사를 수행하고 있으나 리포트만 하고 개선은 하지 않음. 고객에게 QA를 해서 만족스러운 자료를 얻을 수 있도록 센서 성능 모니터링을 통한 품질관리는 진행하고 있음
- 정지궤도(기상-환경-해양)검보정 협의체 운영 중. 추후 국토위성을 중심으로 협의체 구성필요(국토-산림 등)
- 국가해양위성센터에서는 생산된 해양위성자료의 품질관리를 위한 기반자료 수집과 비교분석을 통한 데이터 품질검증을 수행하며, 외부기관(해양과학기술원)에서 생산단계에서의 초기데이터 정확도 향상을 위한 검보정 사업을 연구사업(R&D)으로 추진중에 있음
- 매년 국토위성 활용 워크숍을 개최하여 검보정 그룹을 운영하는 것도 필요
- 필요성이 있다고 생각되나, 운영에 필요한 예산 등의 문제 고려하여 지속적 운영 방안 필요
- 그룹 운영 시 객관성 확보를 위한 검증방법 통일 제안 필요(서로 다른 결과 발생에 따른 오류를 줄일 수 있을 것으로 판단됨)

#### □ 05. 행정안전부 “공공데이터 관리지침”에 맞춰 구성한 본 단계가 적절한지? 실제 현업에서도 이러한 관리체계를 반영하는지?

- 이 정도의 디테일한 체계를 수립하지 않음. 매월 타위성자료 및 현장자료를 이용한 상관성 정도만

내부 자료용으로 작성하고 있음. 기상청도 본 지침서 급의 체계를 수립하지 않았으며 조직규모의 차이로 인해 벤치마킹도 쉽지 않은 상황임. 현실적인 사항이 고려되었으면 함. 인력 규모 등 현실성 고려(단계 등 축소방안 고려 필요)

- 국가해양위성센터에서는 구체적인 관리체계는 수립되어 있지 않으나 큰 맥락은 유사한 업무 구조 하에 수행 중임

#### □ 06. 계획서 수립의 주기가 적절한지? 실제 계획서대로 품질관리가 잘 진행되는지?

- 최소 주기를 정하되, 변화가 필요없다면 기존 계획을 계속 사용하는 방안 고려(비정기적)
- 상세계획보다는 최소 목표를 설정하는 것을 추천함(현장측정 시 발생 될 이벤트 상황 고려)
- 국토위성의 주기에 맞춰 계획되었는지 검토 필요(위성 n개에 맞춰 계획 여부)
- 통계청의 경우 공간자료나 위성영상은 아니지만, 공표되는 통계에 대해 자체통계품질진단을 생산 담당이 매해 수행하고 있으며, 5년에 1번씩 정기통계품질진단을 품질담당(통계청)에서 수행하며, 정기통계품질 진단 시 외부 심사를 같이 시행 중임

#### □ 07. 표준화 부분은 현업 부분에서 그 중요도가 어떠한지? 위성자료의 경우 아직까지 구체적인 부분이 없는데 현업에서는 어떻게 진행되는지?

- 체계적인 업무수행에는 필요한 항목임
- 국가해양위성센터에서도 데이터 표준화를 위한 관련지침 마련 등 단계적으로 표준화를 위한 업무를 진행 중임
- 과기부나 항우연에서 선제적으로 수행했어야 하나, 위성자료의 경우 아직 선사례가 없는 만큼 해외 위성의 현황과 국내 다양한 위성 등을 포괄할 표준화를 만들어 등록하는 일련의 과정이 필요할 것임
- 지침서 내 표준점검 등의 점검 주기(년 1회 이상)를 제시한 문구를 수정 혹은 보완문제 발생 시 계획을 개선 할 수 있다 등으로 러프(대략적)하게 변경할 필요성이 있음

#### □ 08. 품질검사 및 개선 절차가 적절한지? 실제 현업에서 QC가 많이 이뤄지는지?

- 환경위성센터에서는 월별자료의 품질검사를 통해 QC진행
- QA 수행은 주기적, QC인 경우는 필요에 따라 수행(주기보다는 기준에 미치지 않으면 적용 수행 등)

- 해양분야에서는 산출물이 어느 정도의 신뢰도를 반영하는가에 중점을 두고 있으며, 현장자료와의 비교분석을 최우선으로 하여 품질관리 절차를 수립하는 중(육안검수, 프로그램을 통한 자동 검수 등 수립예정)
- 통계청의 경우 자체통계품질진단(매해)에서는 생산담당이 매해 개선사항을 도출하며, 다음해 개선 사항의 수행여부를 품질관리 점수에 일부 포함시키고 있음
- 아리랑 위성은 진행하고 있으나 전부 개선은 아님(파라미터가 각기 다르기 때문에 필요한 경우에 따라 시스템적인 방향으로 개선 적용). 개선의 여지가 있는 선에서 품질 향상 방안을 마련하여 최대한 제공하려 노력 중
- 국외의 예로 Planet을 이용한 RadCalNet 데이터와의 비교 후 분기별 리포트를 작성하고 있음

#### □ 09. 유효영상의 구분이 수동으로 진행되는데 적절한지?

- 유효영상 구분시 육안판독 방법은 적절함
- 단기적으로는 수동작업으로 진행하나, 장기적 측면에서는 자동화가 가능할 것으로 사료됨(반자동화의 경우, 이미지 간 비교하여 자동 판독 후 이상자료에 대한 플래그 처리 후, 플래그 처리된 영상만 육안 검수 / 자동분류 시 특이사항 표기 등)
- 생산량을 고려한 육안판독을 위한 적정인원 및 예산 도출 필요 (1일 생산량(자료수)에 따른 고려 사항)
- 초기 육안검토 비중을 점차 줄여가며 자동화 방안 마련이 필요함
- 실제 운용(산출물 생산량) 시, 산출물 생산량 및 소요시간, 필요인력 등의 구체적 계획이 필요함. 자동화를 해야 효율적일 것이나 오류가 일반적이지 않아 애매할 것으로 생각됨
- 국토위성의 촬영영상 개수 증가 시 물리적으로 전수조사가 가능한 양인가? 향후, 자동화를 고려하여 시스템화를 생각한다면 특정 샘플지역을 선정하고 검토하는 방안을 마련하는 것도 효율적이라 생각됨
- 환경위성센터의 경우 육안판독까지는 생산담당자의 역할이나, 정량적 검증은 품질담당자의 역할로 구분되어 있음. 일 8회 촬영에 따른 약 200개의 산출영상에 대해 생산담당팀이 기본적으로 육안판독을 매일 진행하고 있음

#### □ 10. 참조자료의 종류가 적절한지? 사용 기준이 적절한지?

- 타위성영상, 현장관측, PICS의 구성은 타당한 것으로 사료됨

- 국내 고정 Site 추가되면 좋겠음(Tarp, 년주기 현장 자료 구축 등)
- 추후, 농림위성 발사되면 농림위성 활용 여부 검토 필요
- 타위성자료를 ‘참조’라고 표기되어 적절하다 생각되나, 추후 지속적인 자료검토를 통해 타위성자료가 추가될 필요 있음
- 타위성자료는 센서 차로 인해 단순 참조자료로만 사용하시고, 현장자료 사용을 중점으로 진행하는 것이 효과적임
- 타위성자료와 비교 시 공간해상도가 낮은 자료에 맞춰 진행하는 것을 추천함(도심지의 경우 픽셀 내에 다양한 지표들이 섞여 있기 때문). 식생분야에서 반사율 영상을 많이 사용하기 때문에 식생 분야 자료 수집 및 활용을 고려해야 함

#### □ 11. 해당기관의 산출물에 대한 품질관리 기준을 만들 때 쓰는 참조자료는 무엇인지?

- 환경위성센터에서는 타위성 유사산출물, 현장관측자료, 항공관측자료를 사용하며, 타위성을 이용한 결과를 공개하여 사용자에게 참고자료로 제공하고 있음. 현장관측자료가 가장 정확하나 현실적으로 한계가 있음
- 국가해양위성센터의 품질검사 방법과 유사함. 현장관측 기반자료 수집률과 매칭률을 반영하여 시공간 일치점을 위한 자료처리 부분 상세히 개선해 나가면 적절한 품질검사가 이루어 질수 있을 것으로 판단됨
- 해외 영상 판매사의 경우에도 Landsat, Sentinel 위성자료를 활용하여 품질관리에 활용하고 있음. 그러나 현장에서 측정된 자료를 비중있게 사용해야 함
- Fluxtower 사용 고려 필요
- 세트랙아이에서도 동일한 참조자료를 사용하나, 현장측정 자료 사용을 권함
- 타위성자료 사용 시 평균값을 사용하면 오차가 줄어들 수 있음

#### □ 12. 표면반사율 영상의 품질검사 과정이 적절한지?

- 기하오차가 반사율 품질검증에 영향이 있을수 있기 때문에 기하오차를 고려한 공간일치 알고리즘(화소개수) 필요
- 검사과정은 적절하나, 순서도를 간략하게 표현해주면 좋겠음(가독성)
- 시·공간 해상도 차이가 반영된 알고리즘이 좀 더 사용되었으면 좋겠음
- 최근접화소 보다는 평균값 사용 고려 필요

- 국토위성 1호, 2호에 대한 상대 품질 검사 루트 정의 필요(동일조건의 위성이기 때문에 동일 품질이 유지되어야 할 것으로 판단)

□ 13. 표면반사율 영상의 품질 척도 및 기준치가 적절한지? 사용자 입장이나 활용성 증대를 위해 추가적으로 필요한 품질 정보 및 척도가 있는지?

- 품질에 대한 인자별 목표치(임계치), 최고수준 제시 필요(collection별 비교를 위해). 목표치는 자료가 축적되면서 개선되는 이력을 보고서에 제시
- 수치가 아닌 등급으로 구분하여 표현하는 것이 직관적이며, Landsat 또한 tier 등급으로 제공하고 있음
- 가장 가까운 시기에 촬영된 영상과의 반사율 차이를 나타내주면 좋을듯함
- 기준치를 정해놓긴 하지만 사용자들이 사용 여부를 선택할 수 있으면 좋겠고, 처리한 '입력에 대한 정보'값도 제공할 필요가 있다고 생각함
- 왜 많은 척도를 사용하는지 궁금함(각 척도의 의미를 제시할 필요 있음)
- 향후, 15% 이내 정확도는 향상될 필요가 있음

□ 14. 픽셀단위정보에 대한 정확도 정보가 필요한지?

- 정확도는 아니지만 마스크 영상은 필요
- 유효영상 전체 영상에 대해 정보를 제공하지 않는다면 불필요할 것으로 판단됨
- 정확도 평가는 필요하지만, 육안판독을 통한 신뢰도보다는 알고리즘의 신뢰도를 제시하는 것이 효과적임
- 알고리즘의 변경사항이 있을 경우에만 제시하는 것은 어떠한가? 분기별 제공은 불필요할 것으로 판단됨

□ 15. 품질보고서 구성은 적절한지?

- Collection별 혹은 장기간 보정계수, 알고리즘의 이력과 그에 따른 품질 변화 제시 필요
- 위치정확도 정보가 추가되면 좋을 듯 함
- 품질보고서 내 기하정보에 대한 내용을 추가할 필요는 없음
- 시계열 변화 부분은 주기를 늘리는 것이 좋을 듯 함(분기보다는 연 단위)

□ 16. 개선 방식, 순서, 주기가 적절한지? 현실적인지?

- 개선 방식의 경우 검보정 그룹에서 수집하는 것은 객관성 확보로 좋음
- 6년에 한번 수립되는 개선 계획 및 방법에 대한 절차가 명확히 수립되어야 함(시스템 추가개발 등이 발생할 경우, 예산 및 수행 방법 등 대략적인 계획이 같이 이루어져야 함)
- 재해분석 활용을 위하여 이벤트성 분석이 필요할 것으로 생각됨(짧은 주기의 변화 탐지에 활용)
- 1년 이상의 시간이 지나면 Stable(안정화)할테니, 향후 추이 분석 후 기간 확정이 효과적

□ 17. 품질 오류 신고가 실제 접수되는지? 수요자 품질 요구분석이 주기적으로 수행되는지? 이뤄진다면 어떠한 방식으로 수행되는지?

- 상용판매의 경우 초기에는 많이 접수되었으며 KARI와 함께 분석 및 개선작업을 수행하였음
- 해외 판매사의 경우 수요자들에게 이메일을 통해 조사를 진행함
- 셋트랙아이의 경우, 오류 신고가 접수되면 개선은 단위영상에 대한 ASAP로 수행됨(현상에 패턴이 생긴다면 주기를 가리지 않고 바로 검보정 수행 필요)
- 통계청의 경우, 품질오류 신고 및 품질관련 문의가 꾸준히 접수되고 있음
- 현재 천리안 2B호가 생산하는 위성산출물에 대한 품질검증 절차를 마련해 나가며 각 산출물별 품질검증을 진행 중인 단계로 실제 품질결과의 제공이나 요구분석 단계는 수행 안함
- 환경위성센터에서도 원칙에 작성했다가 수정함. 학회 등을 통해 산출물 설문조사를 진행하고 있으나, 조치 불가능 항목이 많기 때문에, 국토위성센터에서 작성되는 지침에서도 '당장은 개선할 수 없으나 장기적으로 수정할 수 있도록 계획하겠다' 등으로 러프(대략적)하게 작성할 것을 추천함

□ 기타의견

- 사용자 요구 시 원하는 Collection으로 처리할 수 있는 SW 배포하면 연구용으로 좋을듯함
- 품질관리 지침을 국토위성 법령, 예규로 등록할 것이라면 지침을 간략히 작성하고 세부내용은 매뉴얼로 분리하는 것을 고려
- 품질관리 활동이 지속적으로 수행되고 있다는 것이 보여져야 함(결과보고서 등 꾸준한 활동이 보여지면 국토위성의 품질 신뢰로 이어질 수 있을 것으로 판단됨)
- Quick Look 영상에 대한 Meta 파일이 왜 제공되는가?(왜 필요한 레이어인가?)
- 향후, 산림청에서도 본 지침의 활용이 가능할 것으로 기대함





---

## 참고문헌

---

- 국가기상위성센터 (2022), 2022년 1월 천리안 위성 2A호 품질분석 보고서.
- 국가기상위성센터 (2022), 2022년 10월 천리안 위성 2A호 품질분석 보고서.
- 국방부 (2022), 항공촬영 지침서.
- 국토교통부 (2021), 국토교통부 데이터 표준관리 지침서(Version 2.3).
- 국토교통부 (2021), 국토위성정보 수집 및 활용기술 개발.
- 국토지리정보원 (2020), 정사영상 제품 사양, 국토지리정보원 공고 제2020-386호(개정),
- 국토지리정보원 (2021), 국가기본도 활용을 위한 사용자 친화형 영상 제품 구축 기획연구.
- 국토지리정보원 (2022), 국토위성 사용자 친화형 영상 제품 연구개발 및 시범제작.
- 송정현, 이동한, 김용승, 임효숙 (2009). 다목적실용위성2호의 발사 후 복사검보정 결과, GIS 공동춘계학술대회, pp. 45-51.
- 지준화 (2008), KOMPSAT-2 고해상도 위성영상의 절대복사보정과 검증, 인하대학교 공과대학 석사학위논문.
- 행정안전부 (2022), 공공데이터 공통표준용어.
- 황세웅(2023), 데이터 분석가가 반드시 알아야 할 모든 것.
- Chander Gyanesh, Xiaoxiong Xiong, Taeyoung Choi.Amit Angal (2010), Monitoring on-orbit calibration stability of the Terra MODIS and Landsat 7 ETM+ sensors using pseudo-invariant test sites, Remote Sensing of Environment, Vol. 114, pp. 925-939.
- DigitalGlobe (2016), Validation of the DigitalGlobe Surface Reflectance product.
- Environmental Satellite Center (2020), Surface Reflectance Algorithm-ATBD.
- ESA (2014), Sentinel-2 Calibration and Validation Plan for the Operational Phase.
- ESA (2022), S2 MPC - Level 2A Data Quality Report.
- Foga Steve, Pat L. Scaramuzza, Song Guo, Zhe Zhu, Ronald D. Dilley Jr, Tim Beckmann, Gail L. Schmidt, John L. Dwyer, M. Joseph Hughes, Brady Laue (2017), Cloud detection algorithm comparison and validation for operational Landsat data products, Remote Sensing of Environment, Vol. 194, pp. 379-390.
- Kambezidis H.D. (2012), 3.02-The Solar Resource, Comprehensive Renewable

Energy, Vol. 3, pp.27-84.

Karpouzli E., Malthus T. (2003), The empirical line method for the atmospheric correction of IKONOS imagery, International Journal of Remote Sensing, Vol. 24, No. 5, pp. 1143-1150.

Labsphere (2020), Spectralon® Diffuse Reflectance Targets.

Loveland T.R., B.C. Reed, J.F. Brown, D.O. Ohlen, Z. Zhu, L. Yang, J.W. Merchant (2000). Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1 km AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, 21, pp. 1303-1330.

Li Junhua, Shusen Wang (2017), A new method for generating a clear-sky Landsat composite for cropland from cloud-contaminated Landsat-7 and Landsat-8 images, International Journal of Digital Earth.

OPT-MPC ESA (2022), Data Quality Report Sentinel-2 MSI L2A.

Pacifici Fabio (2016), Validation of the DigitalGlobe Surface Reflectance product, IGARSS Conference.

SIIS (2022), KOMPSAT Imagery Quality Report - KOMPSAT-2, 3, 3A, CAS500-1( July 20, 2022~September 19, 2022)-

USGS (2016), L8 Biome Cloud Validation Masks. U.S. Geological Survey, Data release.

USGS (2021), ECCOE Landsat Quarterly Calibration and Validation Report - Quarter 4.

공간정보 오픈플랫폼 지도서비스 (<https://map.vworld.kr/map/ws3dmap.do>)

국가기상위성센터 (<https://nmisc.kma.go.kr/homepage/html/main/main.do>)

국토교통부 (<http://www.molit.go.kr/portal.do>)

국토정보플랫폼 (<https://map.ngii.go.kr>)

네이버 지도 (<https://map.naver.com/v5/>)

드론원스톱 민원서비스 (<https://drone.onestop.go.kr/>)

법제처 국가법령정보센터 (<https://www.law.go.kr/>)

(주)SIIS (<https://www.si-imaging.com/>)

카카오 지도 (<https://map.kakao.com/>)

한국교통안전공단 배움터 (<https://edu.kotsa.or.kr/>)

해양위성센터 (<https://kosc.kiost.ac.kr/index.nm>)

행정안전부 (<https://www.mois.go.kr/>)

환경위성센터 (<https://nesc.nier.go.kr/>)

Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>)

CSIRO ([www.csiro.au](http://www.csiro.au))

Google Earth (<https://earth.google.com/web/>)

Keisan online calculator (<https://keisan.casio.com/>)

RadCalNet Web page (<http://www.radcalnet.org/>)

USGS Web page (<https://www.usgs.gov/landsat-missions>)

USGS Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)



---

# Abstract

---

## Development of Quality Management Foundation for Surface Reflectance Image Package of CAS-I satellite

Sun-Hwa Kim·Jeong Eun·In Kwon Beak·Sun-ea Kim·Ji Hyun Choi·Joung-Mi Ruy

### Analysis of quality management status of satellite data of other institutions

In the case of Korea, data quality evaluation and standards-related systems are regulated by national institutions, but there is no quality evaluation system for satellite reflectance images. The National Meteorological Satellite Center performs quality verification by comparing reflectance images from geostationary orbit satellites with polar orbit satellite reflectance images. The Korea Aerospace Research Institute provides a web service for quality reports on satellite images, and the Environmental Satellite Center and the National Ocean Satellite Center operate internal quality systems. It has a systematic quality system for optical satellite reflectance data centered on USGS and European ESA. The agency conducts quality inspections (visual interpretation) on additional data such as clouds as well as quantitative scales and reference values for reflectance data on a quarterly basis.

### Definition of Quality Inspection Target

The “CAS-I satellite surface reflectance image package”, which is the subject of quality inspection, is the output of the CAS-I satellite divided into 1:5,000 map units, and contains four surface reflectance images (R, G, B, NIR Band) and pixel unit information (cloud and water mask etc.). It refers to a file provided in zip format including 8 types of mask images, metadata, and Quick Look Image.

### Preparation of quality management guidelines(draft)

In this project, a quality control guideline(draft) was prepared that specified management principles and processes for systematic quality management and provision of quality information for the CAS-I satellite surface reflectance image package produced by the National Land Satellite Center. These guidelines include quality

management targets, mid- to long-term goals, standards and contents for each stage, quality inspection and improvement activities, system, standardization management system, etc. The quality management of this package sets the ultimate goal of improving the reliability of the package, implements a quality management system for consistent quality output, secures interoperability for effective improvement, and implements a strategy to secure objectivity through quality inspections by domestic and foreign institutions. The goals and strategies were divided into short, medium and long term, and detailed implementation details were established. For quality management, an organization was formed with the quality control department responsible for establishing the overall plan, quality inspection, technology development and improvement plans for quality control within the National Land Satellite Center, and the production manager responsible for maintaining and improving quality. In addition, a calibration group was established to perform independent package quality inspection to acquire more objective quality information. In accordance with the “Public Data Management Guidelines,” the quality management stage was divided into planning, construction, operation, and utilization stages, and detailed guidelines were prepared for each stage. In the planning stage, a basic plan for quality management and an implementation plan are established, and in the construction stage, a standard management system for packages and metadata is established and inspected. In particular, the metadata standard management process referred to the data standard management guidelines of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport. In the operation stage of quality inspection and improvement of the package, the quality inspection guidelines for each of the surface reflectance images and pixel unit information of the CAS-I satellite were defined in detail. Along with this, the quality improvement method was also defined by collecting improvement opinions. First of all, the surface reflectance image is defined as an effective image through visual interpretation, and then quality inspection is performed using field observation reflectance data and other satellite reflectance data as reference data. After applying various spatial and temporal matching algorithms, four measures (coefficient of determination, root mean square deviation, mean absolute error, and bias) are calculated. Correlation coefficients are extracted with other satellite images, and trends in time series change are also analyzed, focusing on PICS. After generating reference data through visual reading and screen digitizing, pixel unit information calculates four scales (accuracy, F1, designation error, omission error). In addition, the quality level is divided into 3 levels (high quality, low quality, no quality information) so that end users can use it selectively according to quality. The results of these quality inspections are included in the quarterly quality report. Improvement plans are developed by collecting

improvement opinions on a regular basis. To be established once every 6 years. In the utilization stage, quality error reporting management guidelines and consumer quality requirements are investigated.

### **Classification of effective images for foreign calibration sites and collection of field data**

From October 28, 2021 to December 5, 2022, 291 CAS-I satellite Quick Look Images of the RadCalNet region, an foreign calibration site, were collected. The United States(RVUS), France(LCFR), Namibia(GONA), and China(BTCN / BSCN) RadCalNet sites, except for France, which are mostly desert areas. For effective image classification, Google satellite images of these sites are used as reference data, and visual interpretation keys (color abnormality, sensor abnormality, haze, cloudiness of 10% or more, poor image reception) are defined and anomalies are classified. Effective images classified through the visual interpretation were confirmed as 153 out of a total of 291 images. As for the number of effective CAS-I satellite images by site, in the US, 40 out of 84 captured images were classified as valid, in France, 32 out of 68, in Namibia, 48 out of 75, and in China, out of 64, there were 32 effective images. RadCalNet field measurement data (TOA information, atmospheric information, etc.) in the form of a total of 72 compressed files (.zip) measured on the same date as the effective image were collected.

### **Classification of effective images from domestic CAS-I satellites and collection of image data from other satellites acquired at the same time**

A total of 356 quick look images of CAS-I satellite images taken in Korea were collected during the period of March to May and September to November 2022. A visual interpretation keys were defined for valid image classification, and currently discovered anomalies in CAS-I satellite images can be roughly divided into 7 types, which are green and blue light anomalies, image color tone unevenness, haze in images, cloudiness of 10% or more, light fading phenomenon, left and right sensor difference, etc. Through the visual interpretation keys, 235 images out of a total of 356 images corresponding to South Korea were identified as valid images. Based on the collected images, about 66% of the images were classified as valid images. In addition, effective images from CAS-I satellites and reflectance images from other satellites (Sentinel-2A/B L2A, Landsat-8/9 L2SP) taken within 5 days before and after were collected. At this time, a total of 38 Sentinel-2A/B and 21 Landsat-8/9 reflectance images that satisfy the conditions of being within 5 days before and after the capture date of the effective



image of the CAS-I satellite, less than 10% of the amount of clouds.

### **Field observation and supplementation of guidelines**

A total of three effective observation field observation experiments were conducted based on the field observation experiment guidelines (current guidelines) derived from the task of 'Research and development and pilot production of user-friendly imaging products for CAS-I satellites'. First of all, after sharing the monthly shooting plan (draft) of the CAS-I satellite shooting schedule from the client, field observation experiments were conducted. The same additional data was collected based on the existing field observation guidelines, but in the case of Skysat satellite images acquired at the same time as field observation, only TOA reflectance images are provided, making it difficult to use as reference data. The relevant data collection items were deleted. The 'Guidelines for Field Observation (2023) for Verification of Surface Reflectance of CAS-I Satellites' prepared in this task focused on problems that occurred while applying the existing guidelines to the field, and added measures to improve them. In addition, the minimum requirements for the function of field equipment were presented, a detailed description of observation equipment, improvement of post-processing of observation data, and administrative processing and other matters due to the revision of the Aviation Act were added.



### 주 의 사 항

1. 본 보고서는 국토교통부 국토지리정보원의 수탁을 받아 (주)퍼픽셀에서 수행한 보고서입니다.
2. 본 내용을 대외적으로 게재, 인용할 때에는 반드시 국토교통부 국토지리정보원의 사전 허락을 받기 바라며, 무단 복제는 절대 금합니다.

## 국토위성 표면반사율 영상 패키지 품질관리 기반마련

인쇄·2023년 3월

발행·2023년 3월

발행자·(주)퍼픽셀

발행처·국토교통부 국토지리정보원

주소·경기도 수원시 영통구 월드컵로 92(원천동)

전화·031-210-2700

FAX·031-210-2644