

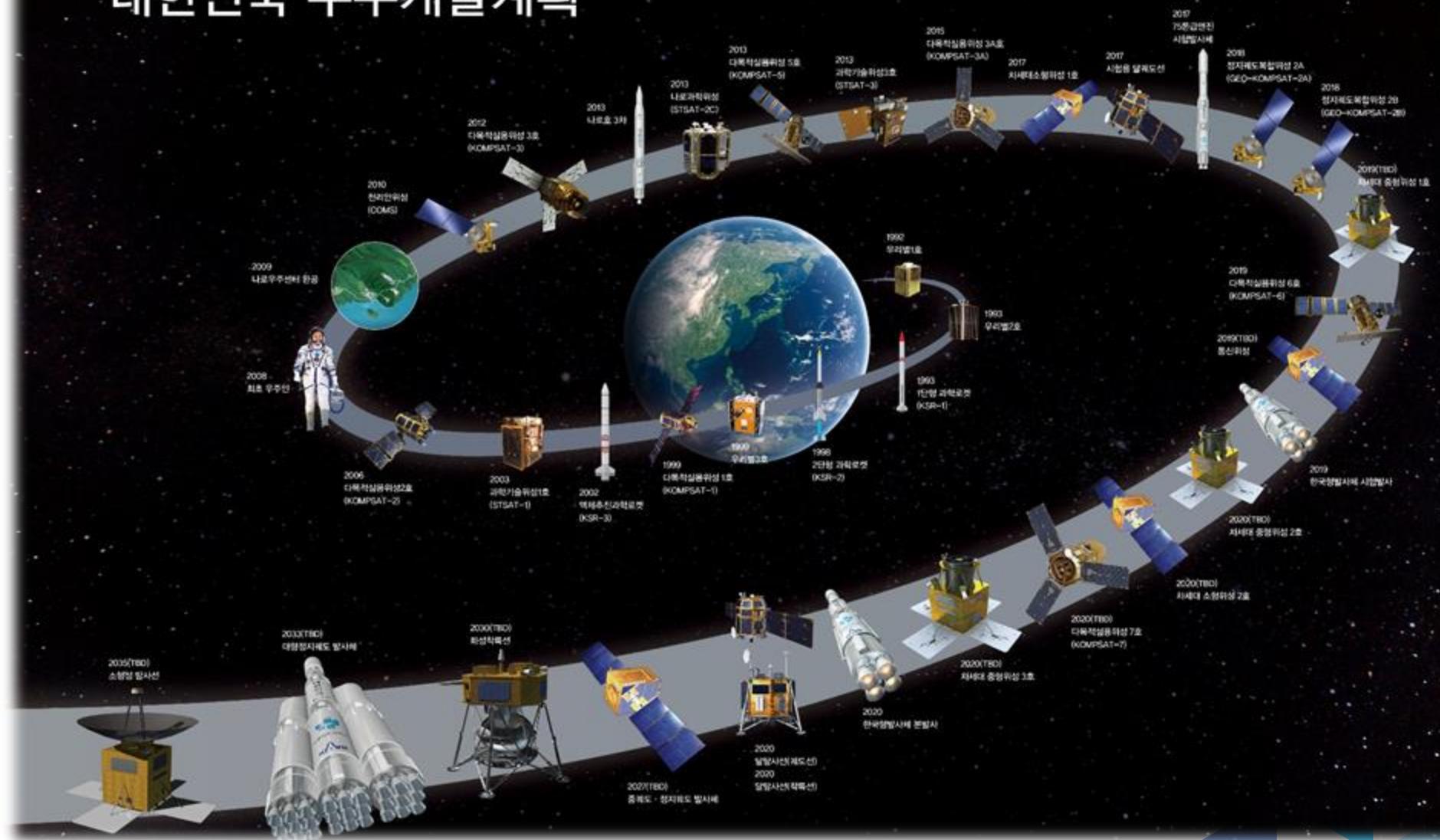
# 위성 영상 응용 서비스 / 처리 과정

Application services and process

about satellite information

# 위성 영상 응용 서비스

## 대한민국 우주개발계획



# 위성 영상 응용 서비스

## 대한민국 발사체

50

40

30

20

10

구분	KSR-I	KSR-II	KSR-III	KSLV-I	KSLV-II
길이(m)	6.7	11.1	14	33	47.5
무게(t)	1.25	2	6	140	약 200
로켓단/연료	1단/고체	2단/고체	1단/액체	2단/액체(1단), 고체(2단)	3단/액체
비행거리(km)	101	124	79.5	2,750(1단)	75톤급 4.2t(1단), 75톤(2단), 7톤급(3단)
추력(t)	8.8	30.4	13	2단/70톤급(1단), 7톤급(2단)	2018~2021
발사연도(년)	1993	1998	2002	2013	한국
제작	한국	한국	한국	한국(2단), 러시아(1단)	한국



# 위성 영상 응용 서비스

## 아리랑 위성

아리랑 3호

발사년도 : 2002년  
직경 : 2m  
높이 : 3.4m  
폭 : 6.3m  
70kg급  
전자광학카메라 탑재



아리랑 2호

발사년도 : 2006년  
직경 : 1.8m  
높이 : 3m  
폭 : 6.3m  
다중대역 카메라(MSC) 탑재  
렌즈직경 60cm,  
화면 해상도 1m x 1m, 칠라  
해상도 4m x 6m



아리랑 5호

발사년도 : 2022년  
직경 : 4m  
높이 : 3.7m  
폭 : 9.3m  
전면후  
영상레이더(SAR) 탑재

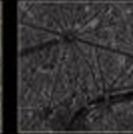
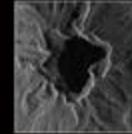
아리랑 2호 관측 영상 비교



아리랑 3호 관측 영상 비교



아리랑 5호 관측 영상 비교



아리랑 3A호



아리랑 3A호 광학관측 영상 비교



아리랑 3A호 제원과 임무

- 직경 : 2m
- 높이 : 3.8m
- 폭 : 6.3m
- 중량 : 5t
- 발사 후 최대인 528km 상공을 통해 차구관측임무 수행
- 해상도 5.5m급의 고정능 천원선 센서, 0.5m급의 국내 최고 해상도 광학센서 탑재
- 하부 주야간 두 차례씩 원반도 성공률 최상위 광학센서로 10분, 적외선센서로는 2분간 원반도 활용
- 전선초 차구관측을 위해 2006년부터 2013년 2천 350여 퀘를 투입해 개발한 실용급 위성
- 국내 최초의 적외선 관측 센서 및 국내 최고 해상도 광학센서를 탑재

# 위성 영상 응용 서비스

<https://www.kari.re.kr>

POPUP  
ZONE

우주과학관은 매주 월요일 휴관입니다. 개관시간



ENGLISH SITEMAP

KARI 소개

연구개발

KARI TV

KARI IMAGE

항공우주 법령 및 계획

e-정책정보센터

과학교육

항공우주 중소기업 지원

정보공개

윤리경영

하늘과 우주를 향한 도전, KARI

세계 수준의 항공우주 과학기술 개발로 국민경제의 발전과  
국민생활의 질 향상에 기여해 나가겠습니다.



<http://www.narospacecenter.kr>

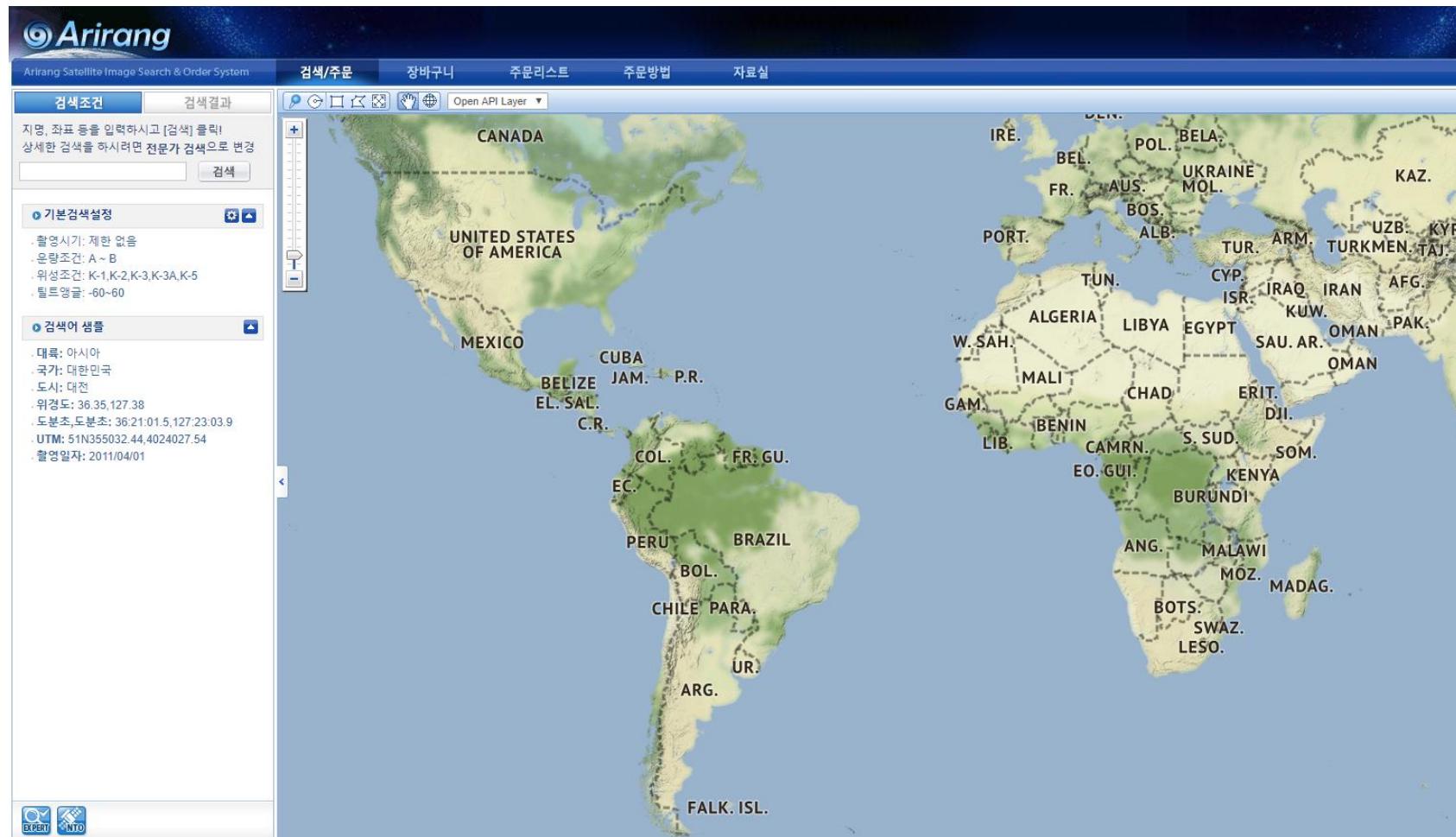
# 위성 영상 응용 서비스

<http://ksatdb.kari.re.kr> (영상 검색)



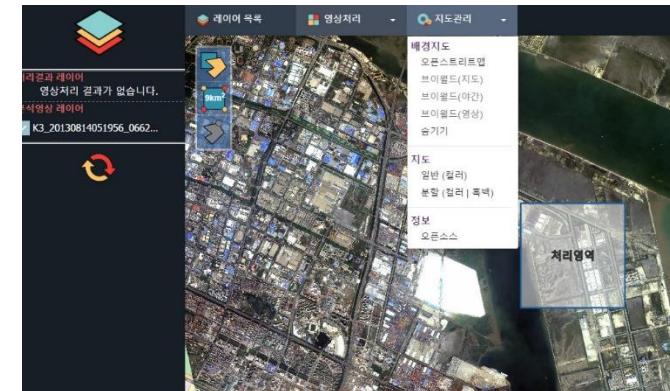
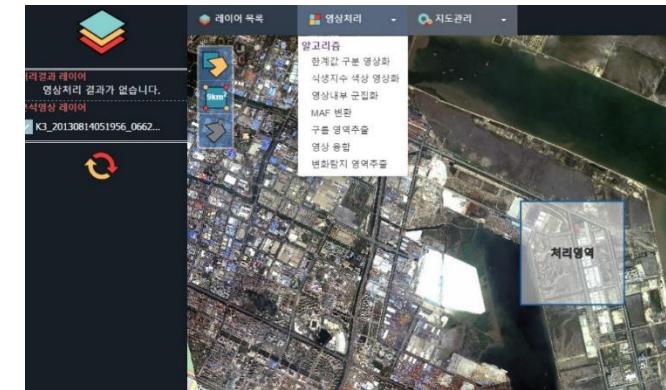
# 위성 영상 응용 서비스

<https://ksatdb.kari.re.kr/arirang/map/map.jsp> (영상 구매)



# 위성 영상 응용 서비스

<https://ksatdb.kari.re.kr> (영상 분석)



# 위성 영상 촬영 방식



## 에너지 전달

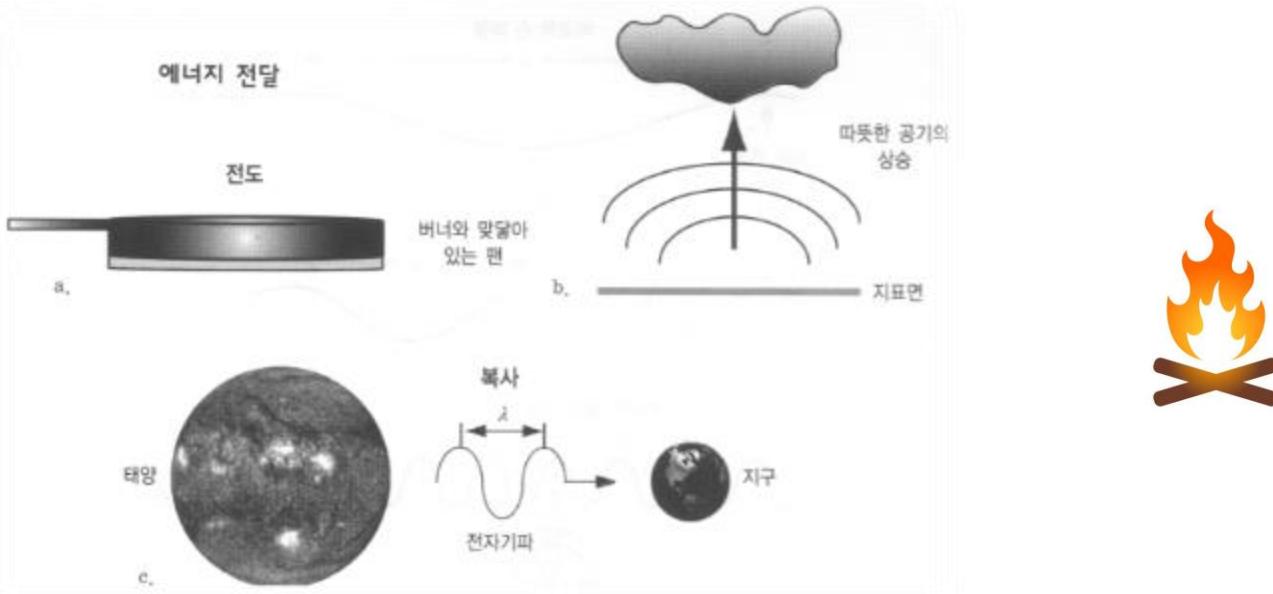
- 전도, 대류, 복사 세 방법으로 전달

전도: 직접 맞닿아 있는 경우

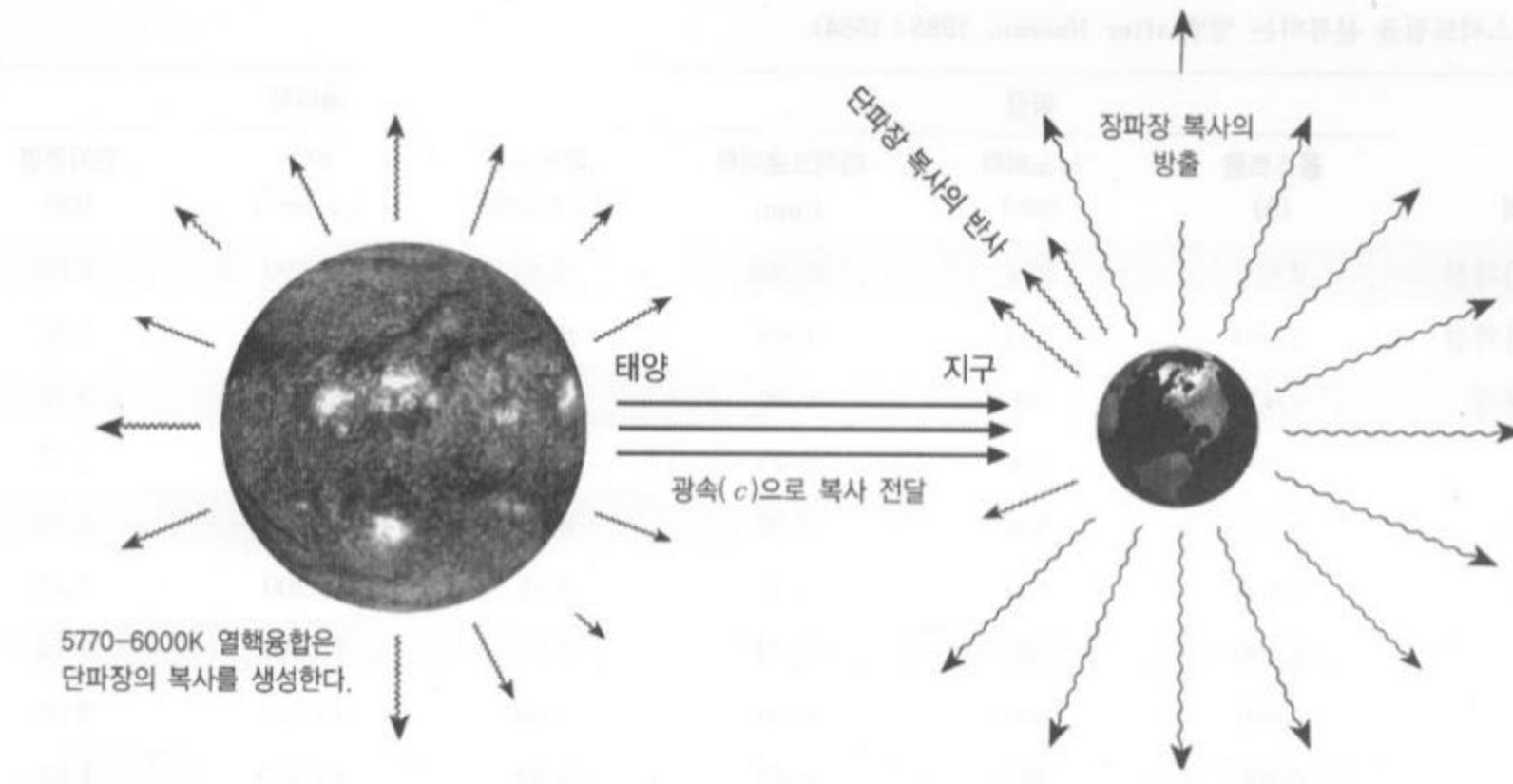
대류: 태양은 지구 표면에 복사에너지를 보내고 그 결과 지표 부근 공기 온도 상승  
밀도가 낮은 공기가 상승하여 대기에 대류 만듬

복사: 전자기 복사 형태로 된 에너지 전달 현상

(전기에너지는 태양에서 지구까지 **전자기파**의 형태로 진공의 우주 공간을 통해 전달)



# 위성 영상 촬영 방식



# 위성 영상 촬영 방식

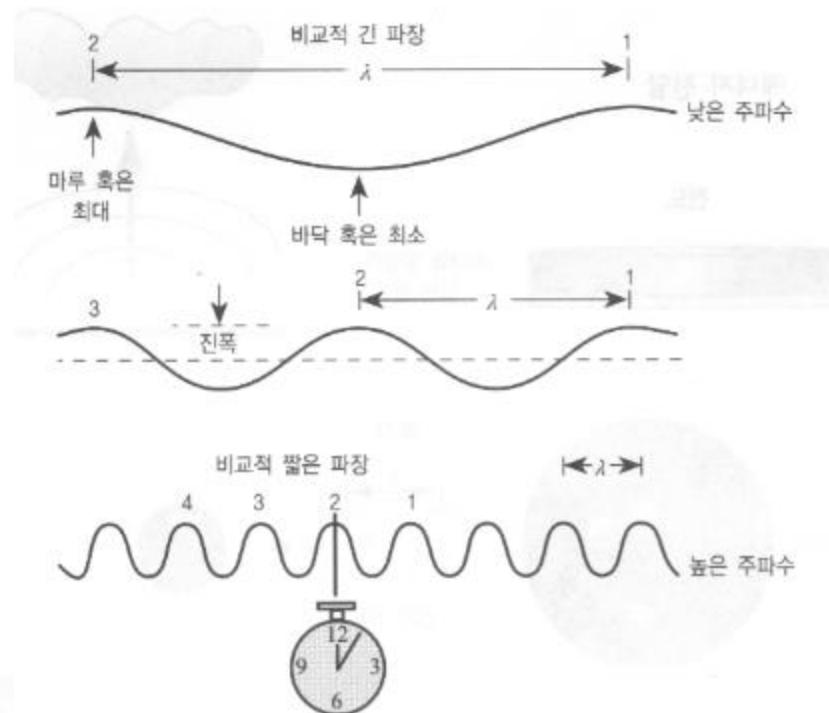
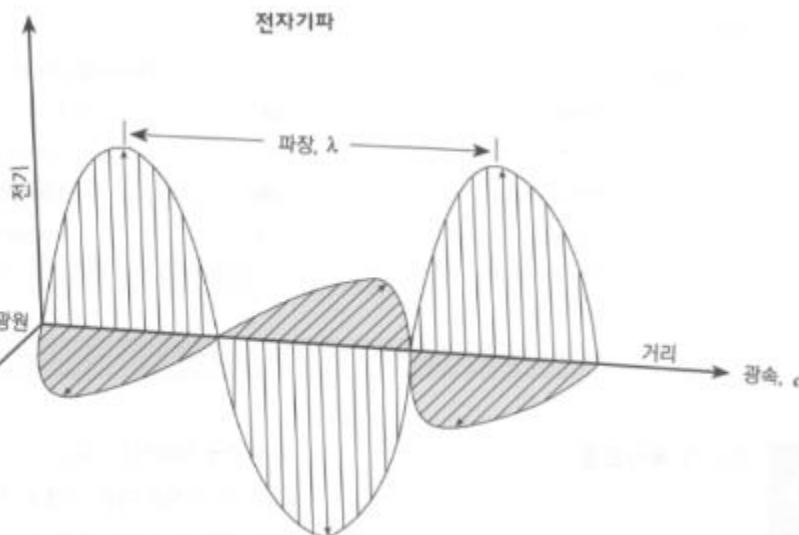


## 전자기파

- 특정 전자기적인 과정에 의해 복사되는 에너지
- 서로 직교하는 전기 벡터 / 자기 벡터로 이루어져 있음
- 파장 / 주파수는 반비례

파장이 길수록 낮은 주파수

파장이 짧은 수록 높은 주파수



# 위성 영상 촬영 방식



## 전자기파

단파장 Short wavelength



고주파, 고에너지

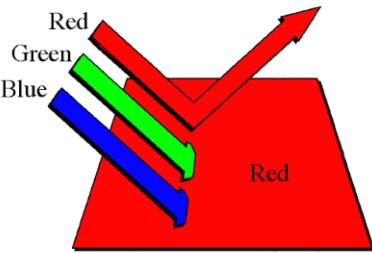
High frequency High energy

장파장 Long wavelength

저주파, 저에너지

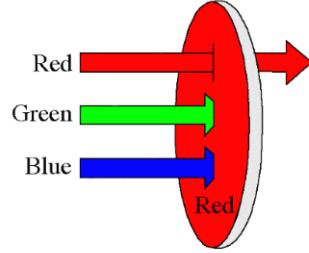
Low frequency Low energy

Reflection

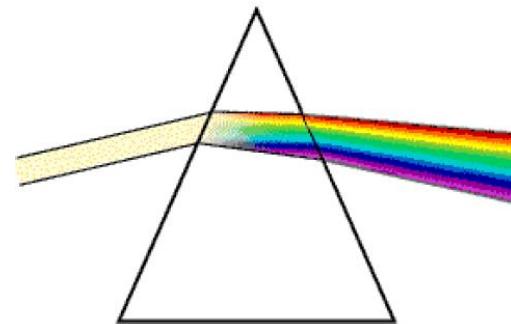


Red object absorbs green and blue light, looks red.

Transmission

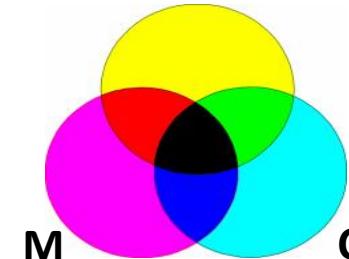
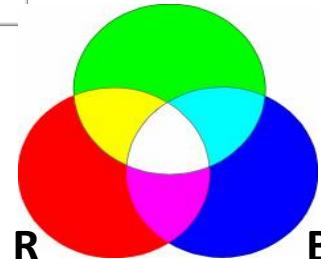


Red filter absorbs green and blue light, looks red.



G

Y

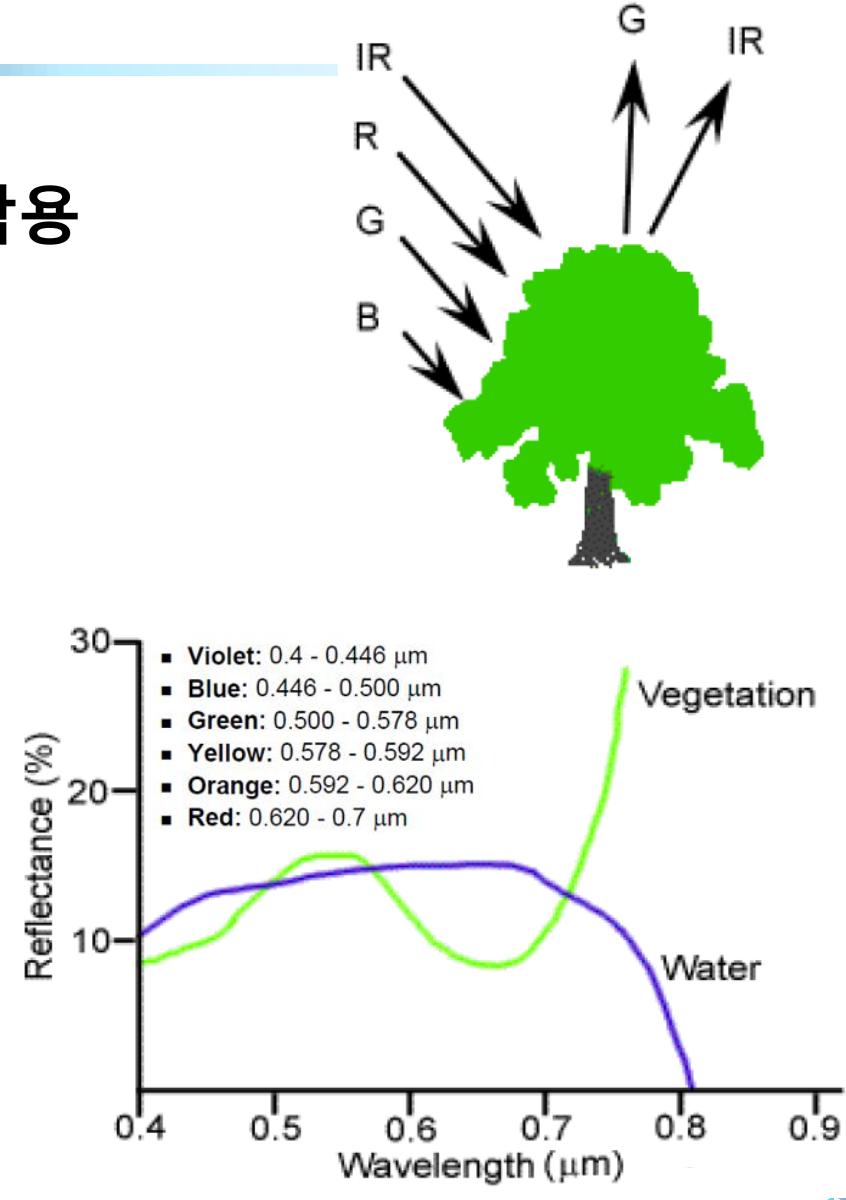
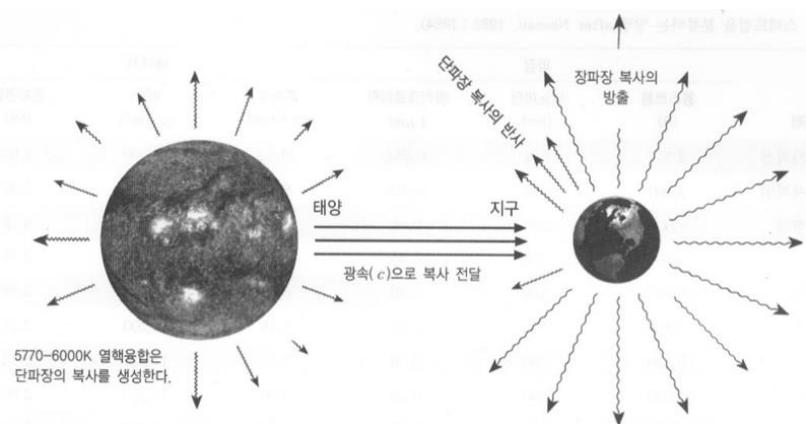
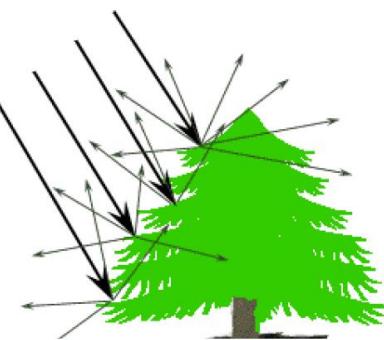
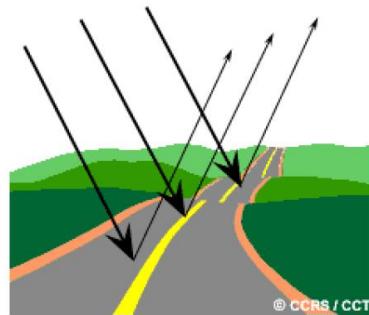


- **Violet:** 0.4 - 0.446 μm
- **Blue:** 0.446 - 0.500 μm
- **Green:** 0.500 - 0.578 μm
- **Yellow:** 0.578 - 0.592 μm
- **Orange:** 0.592 - 0.620 μm
- **Red:** 0.620 - 0.7 μm

# 위성 영상 촬영 방식



## 지표 또는 대상과의 상호작용

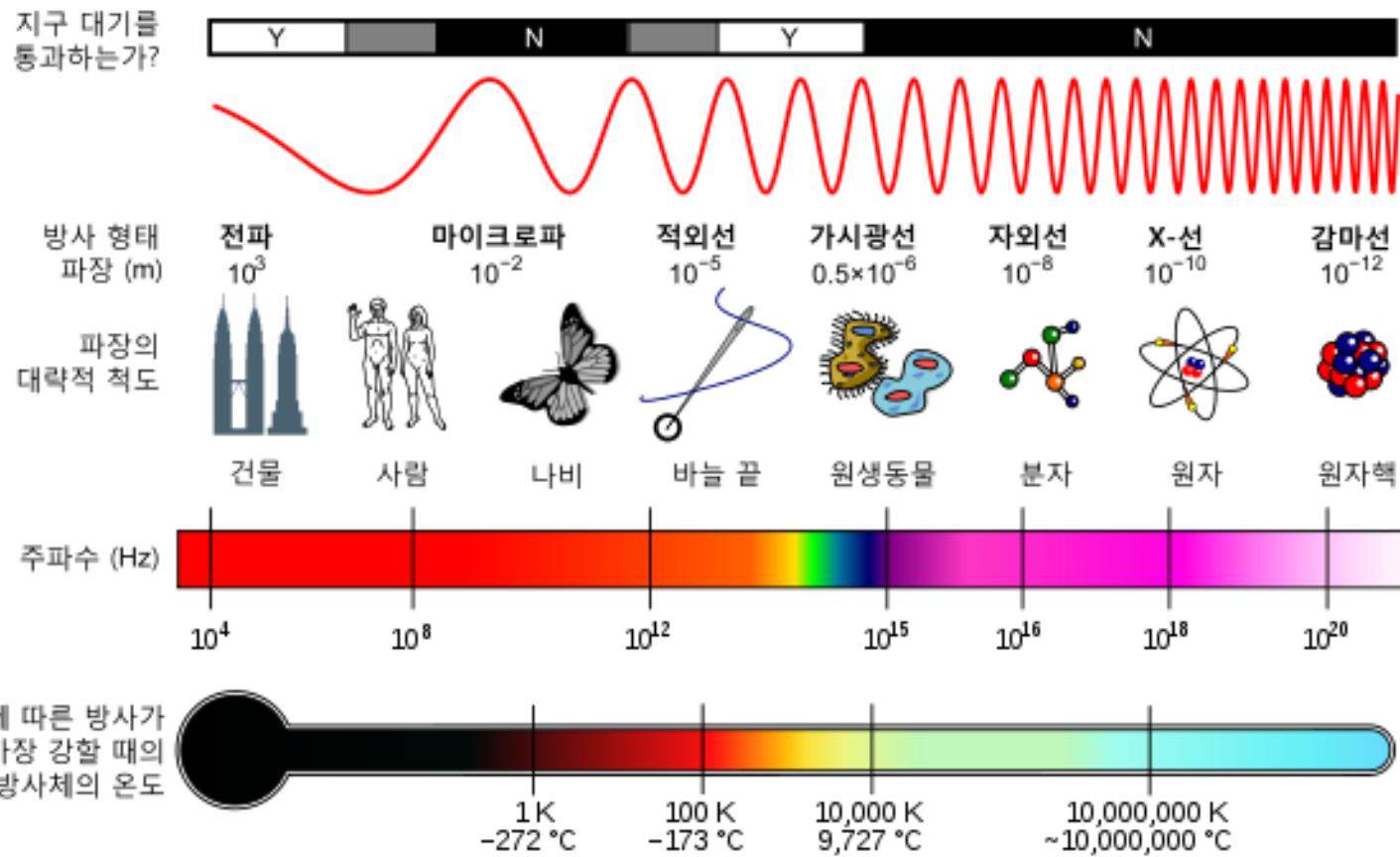


# 위성 영상 촬영 방식



## 전자기파 스펙트럼

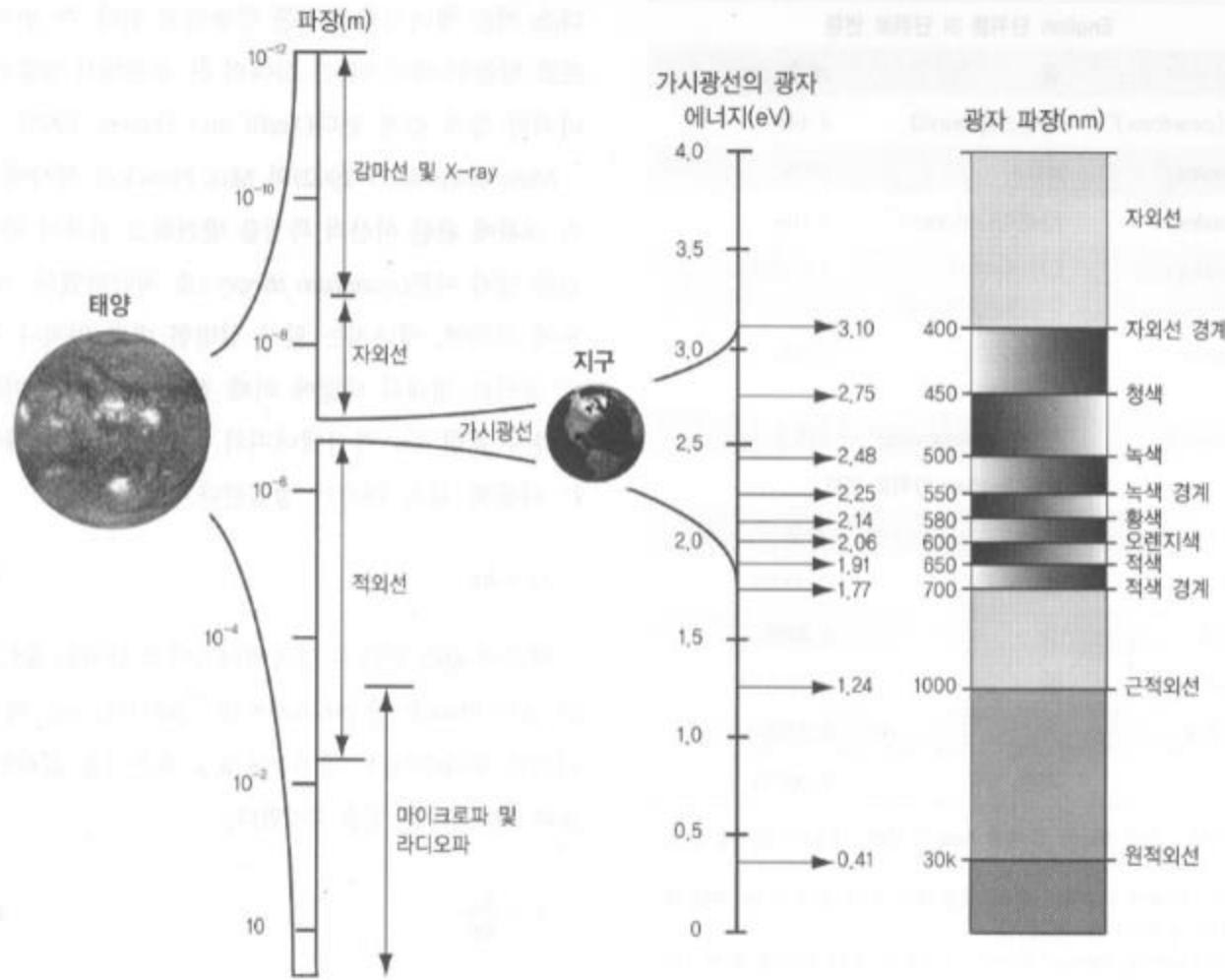
- 스팩트럼: 빛을 프리즘 등 도구로 색깔에 따라 분해해서 살펴보는 것
- 전자기파 파장에 따라 분해하여 배열한 것



# 위성 영상 촬영 방식



## 전자기파 스펙트럼



# 위성 영상 촬영 방식



## 전자기파 스펙트럼

- 적외선

- > 대략  $780\text{m}\mu - 1\text{mm}$

- 가시광선

- > 대략  $380\text{m}\mu - 780\text{m}\mu$

- > 사람 눈으로 관찰할 수 있는 빛

- > 파장에 따라 다른색으로 보임

- 자외선

- > 대략  $10\text{m}\mu - 380\text{m}\mu$



# 위성 영상 촬영 방식



## 전파

### - 극저주파 / 저주파

> 0 – 1Khz / 1- 500Khz

> 전자제품, 사무용기기, 전철, 고압 송전선로 등

### - 마이크로파

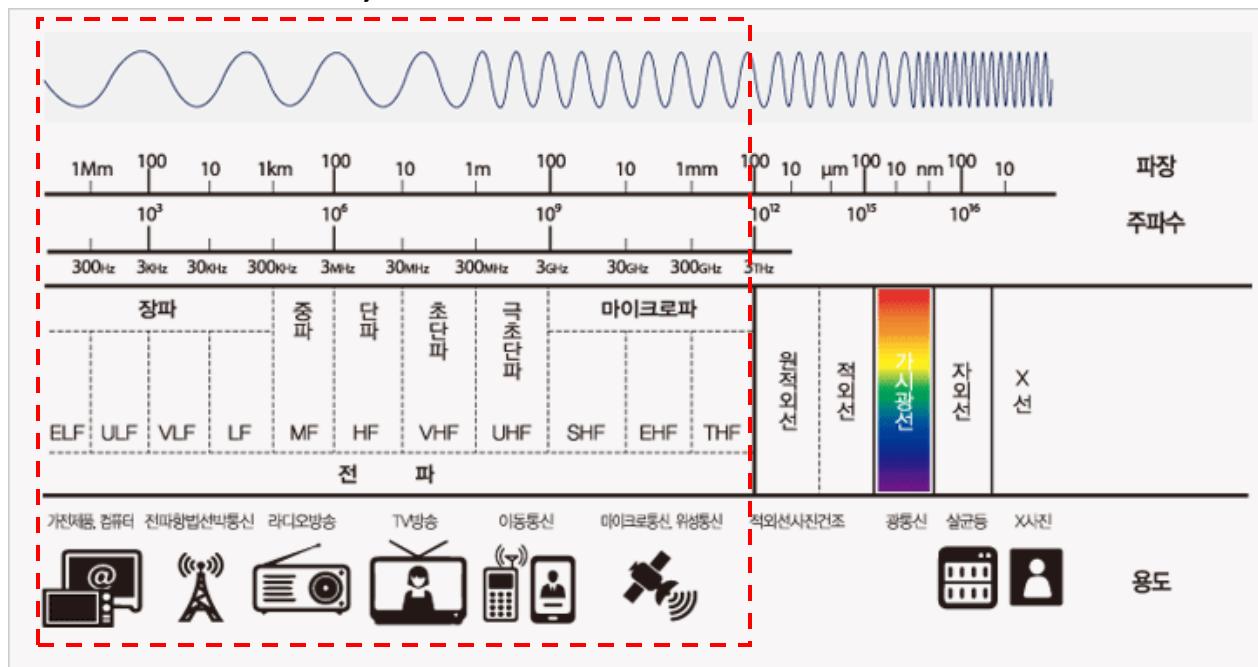
> 300Mhz – 300Ghz

> 휴대폰, 레이더 기지 등

### - 통신 주파

> 500Khz – 300Mhz

> 라디오파, TV 방송 등



# 위성 영상 촬영 방식



## 적외선, 가시광선, 자외선, X선, 감마선

### - 적외선

> 가시광과 마이크로파 사이 존재

### - 가시광선

> 인간의 눈으로 느낄 수 있는 광선

### - 자외선

> 화학작용이 강하여 피부가 화상 입거나 손상  
> 기억 장치(ROM) 속에 있는 기억 내용 삭제에도 이용

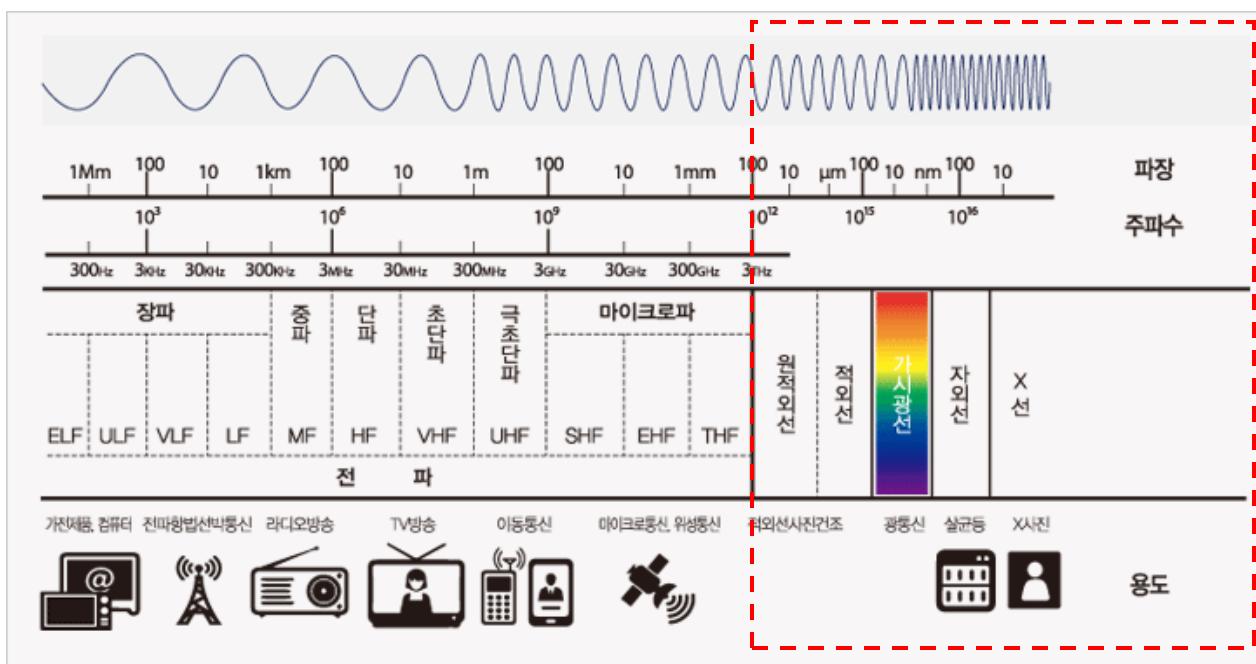
### - X선

> 짧고 투과력이 강한 방사선

> 재료 시험/의학용

### - 감마선

> 방사성 원소로부터 나오는 전자파 한가지  
> X선보다 파장이 짧음

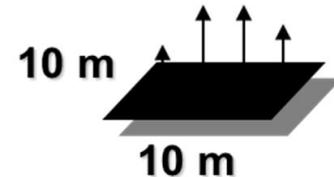


# 위성 영상 촬영 방식



# 원격 탐사 센서 해상도

- 공간 해상도 (Spatial resolution)  
> 순간 시야각의 크기 예) 10m X 10m



- 분광 해상도 (Spectral resolution)  
> 센서에 저장되는 스펙트럼 크기와 수



- 시간해상도 (Temporal resolution)  
> 얼마나 자주 동일지역의 자료를 취득하는지 나타내는 해상도



- 복사해상도 (Radiometric resolution)
    - > 얼마나 전자기 에너지의 작은 차이를 감지할 수 있는지를 나타내는 해상도
    - > 감지기의 민감도로써 정의 예) 8bit, 11bit

# 위성 영상 촬영 방식



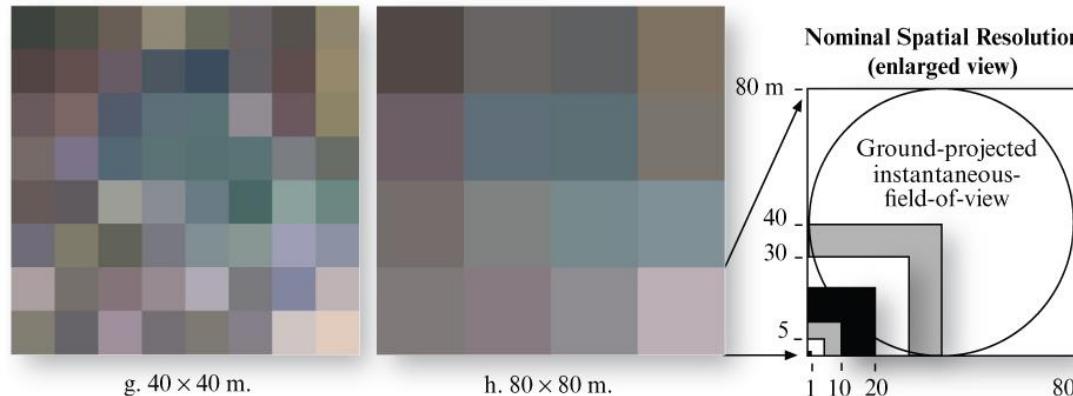
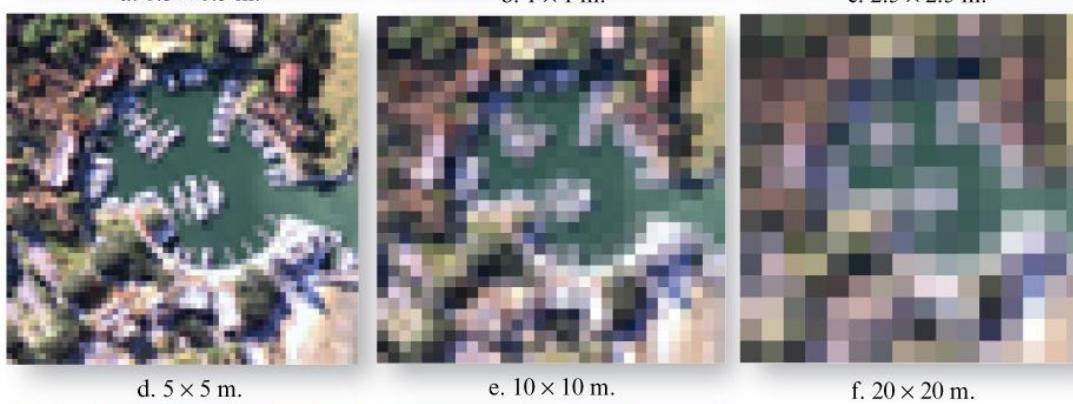
## 공간 해상도

- 10cm : 사람
- 1m : 차량, 나무, 전투기
- 5m : 도로, 대형차량, 건물
- 10m : 큰 건물, 넓은 도로
- 500m : 수온, 대륙 식생분포
- 수 Km : 전지구적 변화 감시



# 위성 영상 촬영 방식

Imagery of Harbor Town in Hilton Head, SC, at Various Spatial Resolutions



# 위성 영상 촬영 방식

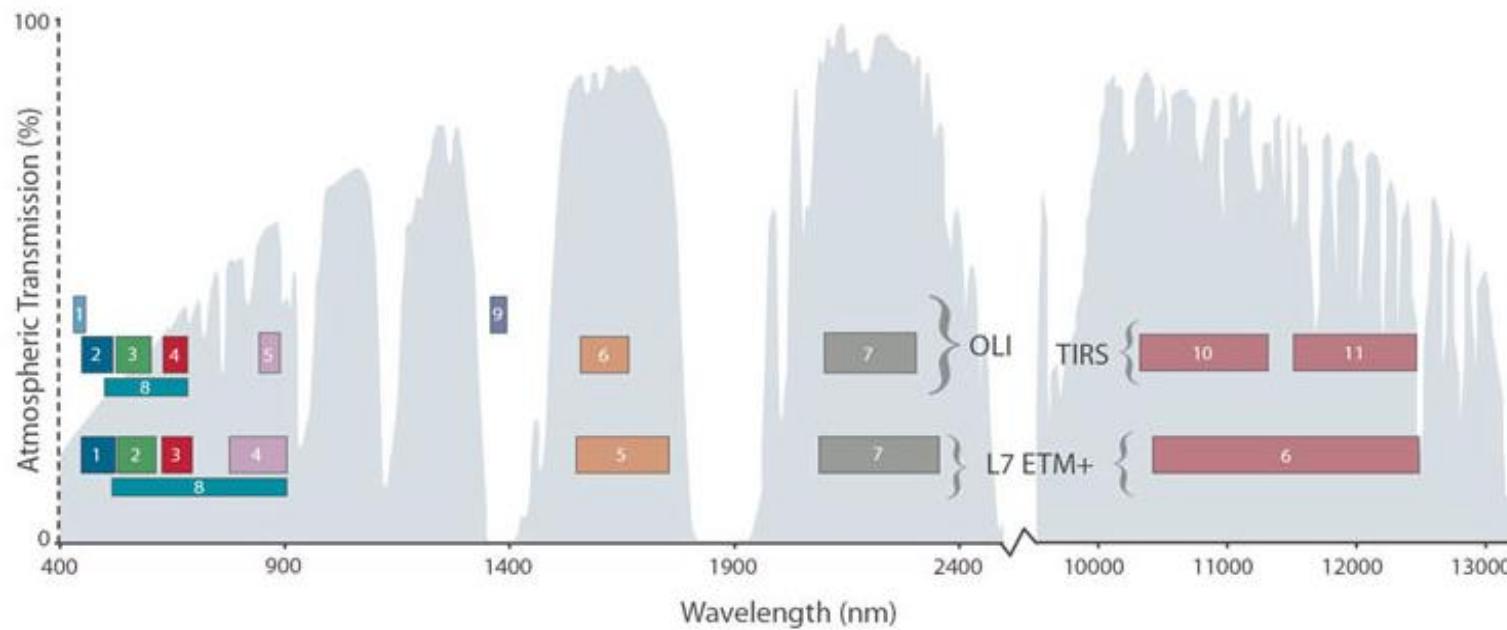


# 위성 영상 촬영 방식

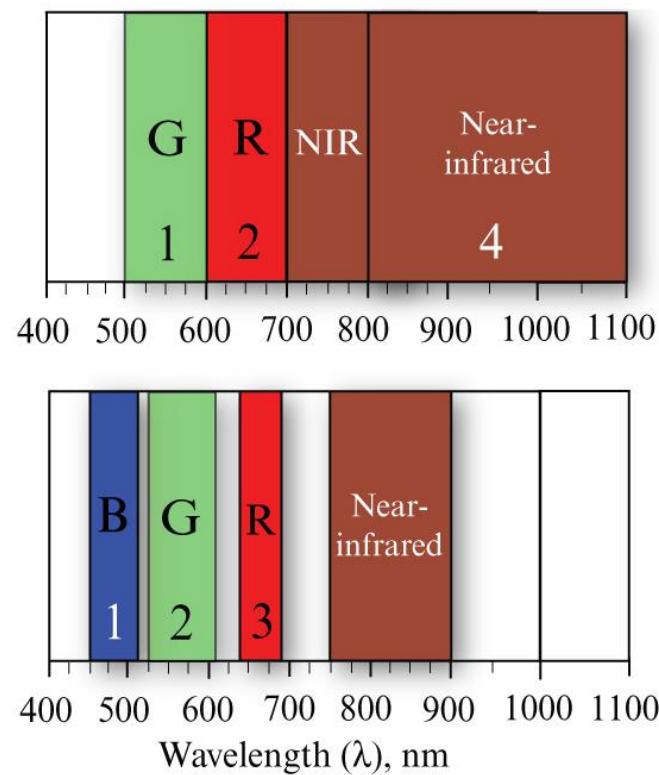
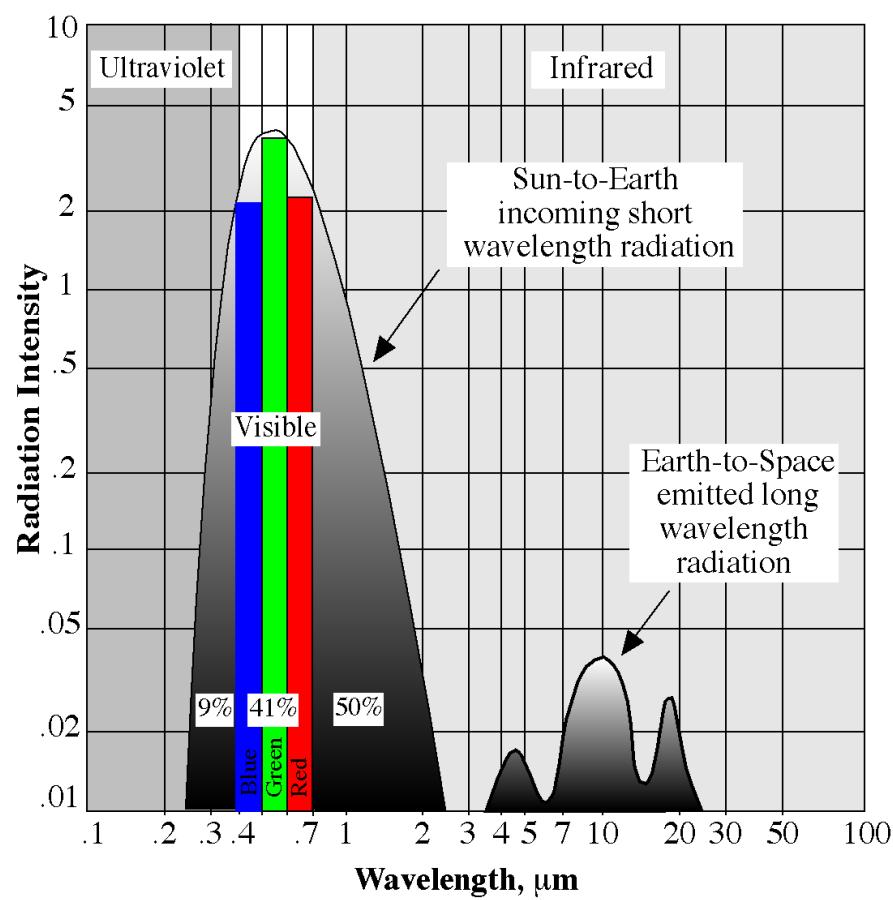


## 분광 해상도

- 전자기 스펙트럼 특정파장 간격의 크기와 수
- 스펙트럼 영역을 얼마나 좁게 관측?
- 얼마나 많은 스펙트럼 영역을 관측?



# 위성 영상 촬영 방식



a. Spectral bandwidths.

The relatively coarse spectral bandwidths of the four Landsat Multispectral Scanner (MSS) bands compared with the bandwidths of a typical digital frame camera.

# 위성 영상 촬영 방식

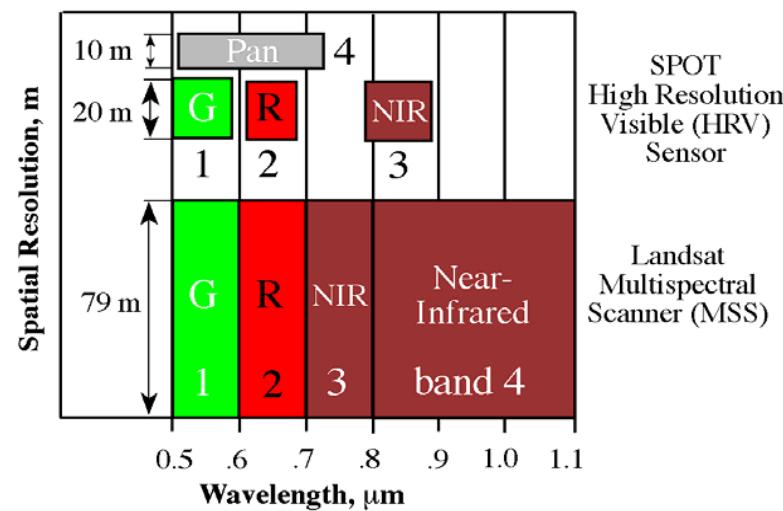
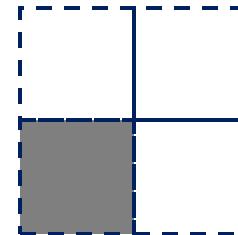
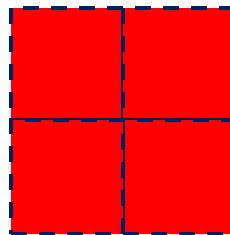


## 분광 해상도와 공간 해상도 관계

- 분광 해상도가 좋으면, 공간해상도는 나쁘고,  
공간해상도가 좋으면, 분광 해상도가 나쁨
- 대상 스펙트럼 대역에 대한 센서의 민감도와  
요구되는 전자기 에너지 때문

### 에너지 비교, multi-spectral VS panchromatic

- Multi-spectral : 다양한 분광대역
- Panchromatic : 단일 대역



# 위성 영상 촬영 방식

---



## 시간 해상도

- 자료 획득 주기
- 얼마나 자주 동일지역에 대한 영상을 얻는가?
- 주기적으로 데이터를 얻어 어떤 특정현상을 모니터링할 때 매우 중요



## 복사 해상도

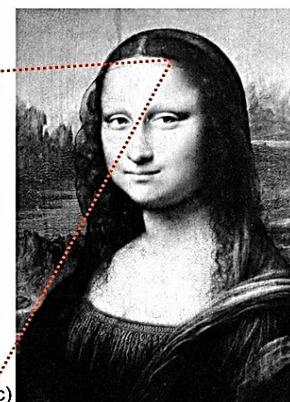
- 지표에서 반사 또는 방출된 전자기 에너지가 센서에 저장될 때 신호 강도 차이에 의한 센서 민감도

# 위성 영상 촬영 방식

73	8	26	43	22	22	37	15	45
60	54	42	30	32	30	21	12	12
244	228	132	31	22	21	30	6	27
235	223	225	120	87	37	38	12	25
255	255	225	189	140	62	40	7	24
255	255	255	229	167	94	34	24	17
255	255	235	226	181	117	90	16	27
255	255	255	238	203	159	136	80	35
246	255	255	227	232	205	214	138	38

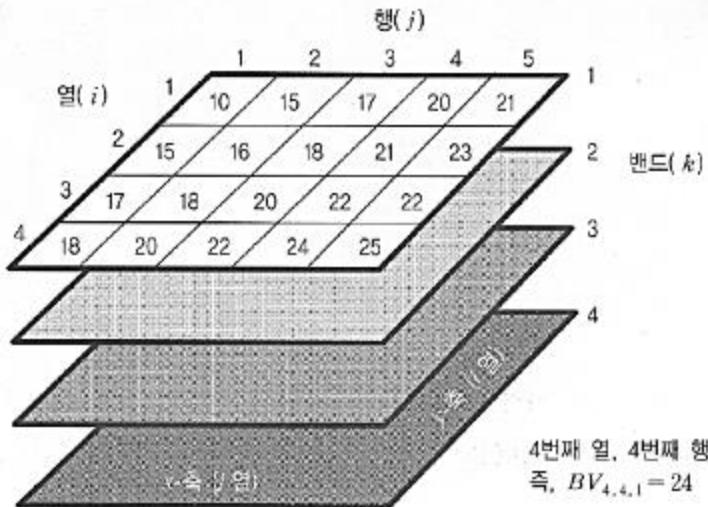
a)

b)



c)

## 디지털 영상 용어



밝기값 범위  
(종종 8비트)

255 백색

127 회색

0 흑색

해당 회색조



영상 프로세서  
메모리(비트)

CRT 화면상에 한 번에 표현 가능한  
컬러의 최대 수

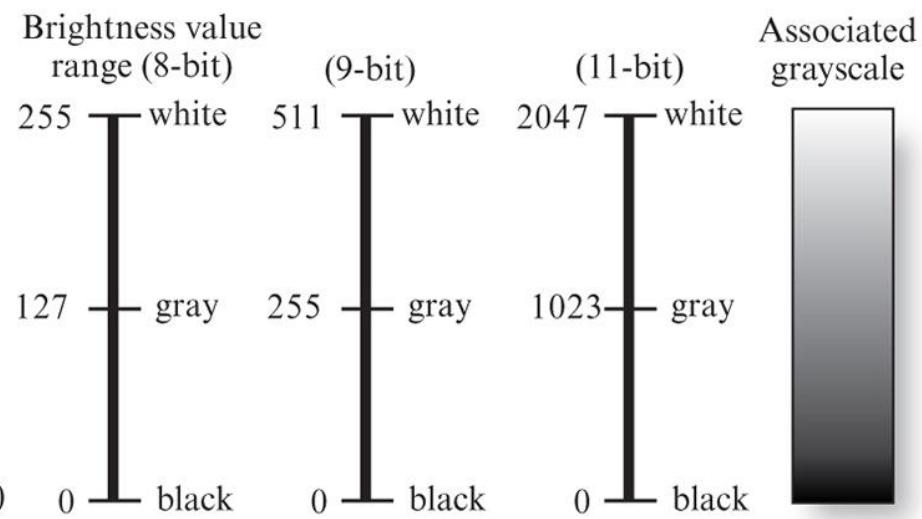
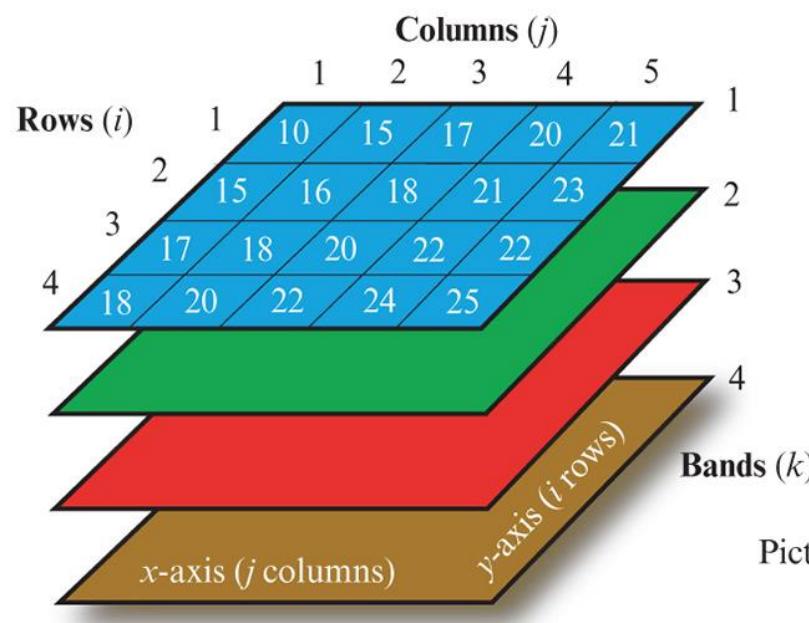
1	2(흑색과 백색)
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1,024
11	2,048
12	4,096
13	8,192
14	16,384
15	32,768
16	65,536
17	131,072
18	262,144
24	16,777,216

## Radiometric Resolution

- 7-bit (0-127)
- 8-bit (0-255)
- 9-bit (0-511)
- 10-bit (0-1,023)

# 위성 영상 촬영 방식

## Digital Image Terminology and Radiometric Resolution



Picture element (pixel) at location row 3, column 3, band 1 has a brightness value of 20, i.e.,  $BV_{3,3,1} = 20$ .

# 위성 영상 촬영 방식

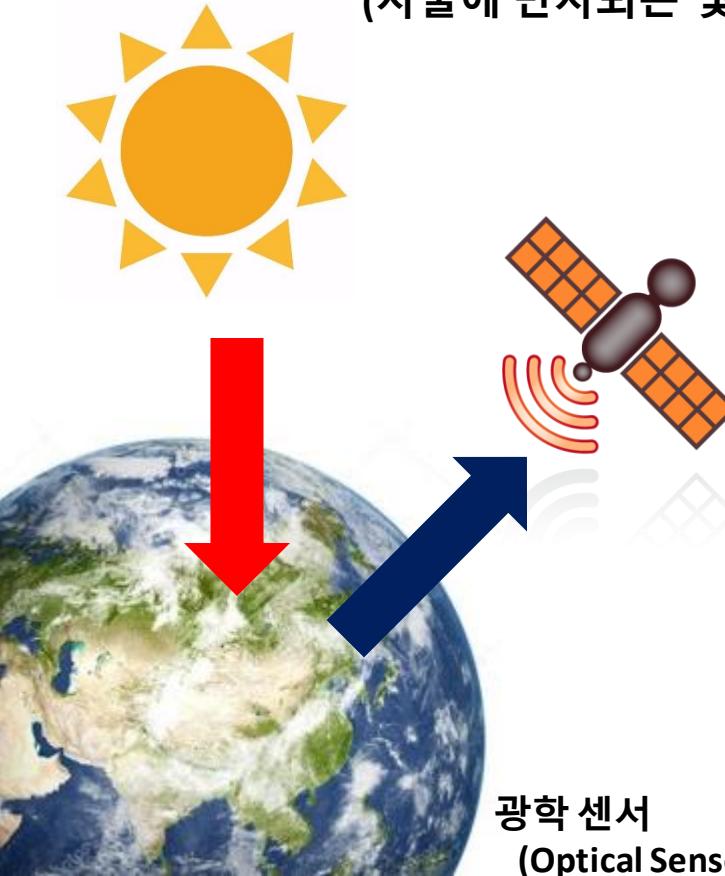


## 위성 영상 센서 종류

- **Passive Sensor**

- > **수동적 센서**

(사물에 반사되는 빛의 양을 각 픽셀로 나눠 읽어 들이는 방식)

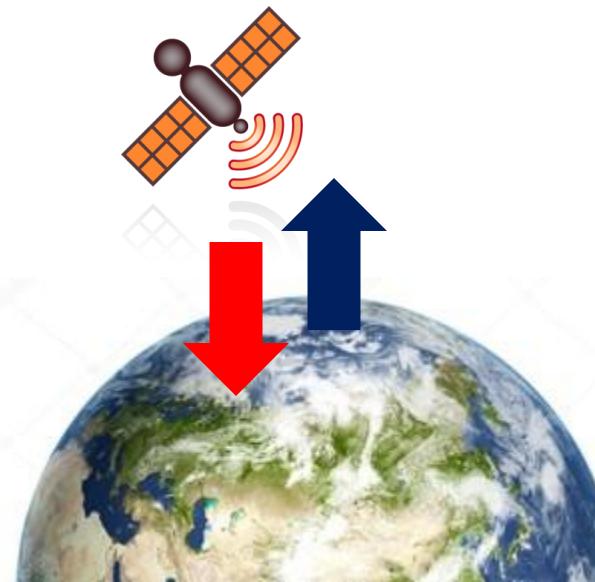


광학 센서  
(Optical Sensor)

- **Active Sensor**

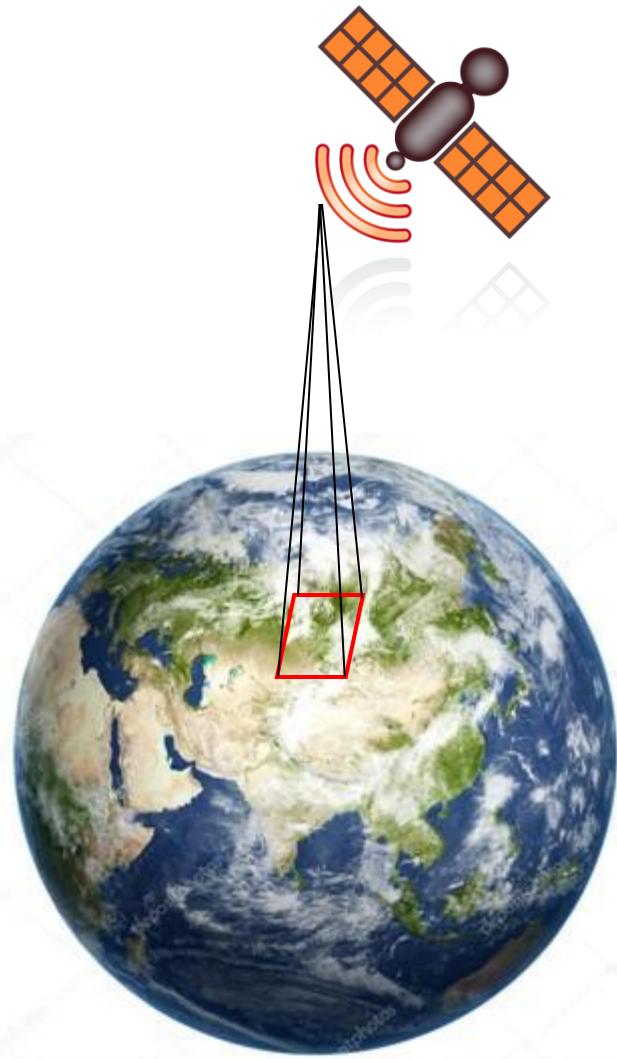
- > **능동적 센서**

(신호를 보내고 돌아오는 신호 세기로 측정)



레이더 센서  
(Radar Sensor)

# 위성 영상 촬영 방식



## 센서 시스템 (Sensor System)

아날로그, 디지털 변환 및 보정  
(Onboard analog-to-digital conversion and calibration)

지상 (Ground)

자료 전처리[방사보정, 기하보정]  
Data Preprocessing  
[radiometric, geometric]

보조  
자료  
활용

시각적 및 디지털 정보 추출  
[생물리적 정보, 토지이용/토지피복]  
Visual or Digital Information Extraction  
[biophysical, land cover]

정보 배포 및 사용  
Distribution and use of information

# 위성 영상 촬영 방식



## 정보 획득을 위한 생물리적 변수, 선택적 혼성 변수 및 이용 가능한 원격탐사 시스템

생물리적 변수	이용 가능한 원격탐사 시스템
측정제어(x, y, z) 정사보정영상에서의 위치(x, y)	<ul style="list-style-type: none"><li>- GPS</li><li>- 아날로그 및 디지털 입체 항공사진, Space Imaging - IKONOS, Digital Globe - QuickBird, Orbimage – OrbView-3, 프랑스 SPOT HRV, Landsat(Thematic Mapper), 인도 IRS-1CD, 유럽 ERS-1/2 마이크로웨이브, 캐나다 RADARSAT, LIDAR</li></ul>
고도(z) - 수치고도모델 (DEM) - 수치수심모델 (DBM)	<ul style="list-style-type: none"><li>- GPS, 입체항공사진, LIDAR, SPOT, RADARSAT, IKONOS, QuickBird, OrbView-3, Shuttle Radar Topography Mission(SRTM), 간섭계를 이용한 합성개구 레이더 (IFSAR)</li><li>- SONAR, 수심측정용 LIDAR, 입체항공사진</li></ul>
식생 - 색소 - 임관구조 및 높이 - 식생지수로부터 추출된 생물량 - 엽면적지수 - 흡수 광합성 유효광 - 증발산	<ul style="list-style-type: none"><li>- 컬러 항공사진, Landsat ETM, IKONOS, QuickBird, OrbView-3, Orbimage SeaWiFS, ASTER, MODIS, 항공 하이퍼분광</li><li>- 대축척 입체항공사진, LIDAR, RADARSAT, IFSAT</li><li>- 컬러 적외선 항공사진, Landsat(TM, ETM), AVHRR, MISR, 항공기를 이용한 하이퍼분광</li></ul>
대기 - 에어로졸 - 구름 - 강수량 - 수증기 - 오존	<ul style="list-style-type: none"><li>- MISR, GOES, AVHRR, MODIS, CERES, MOPITT</li><li>- GOES, AVHRR, MODIS, MISR, CERES, MOPITT, UARS</li><li>- TRMM, GOES, AVHRR, 수동형 마이크로파</li><li>- GOES, MODIS</li><li>- MODIS</li></ul>

# 위성 영상 촬영 방식

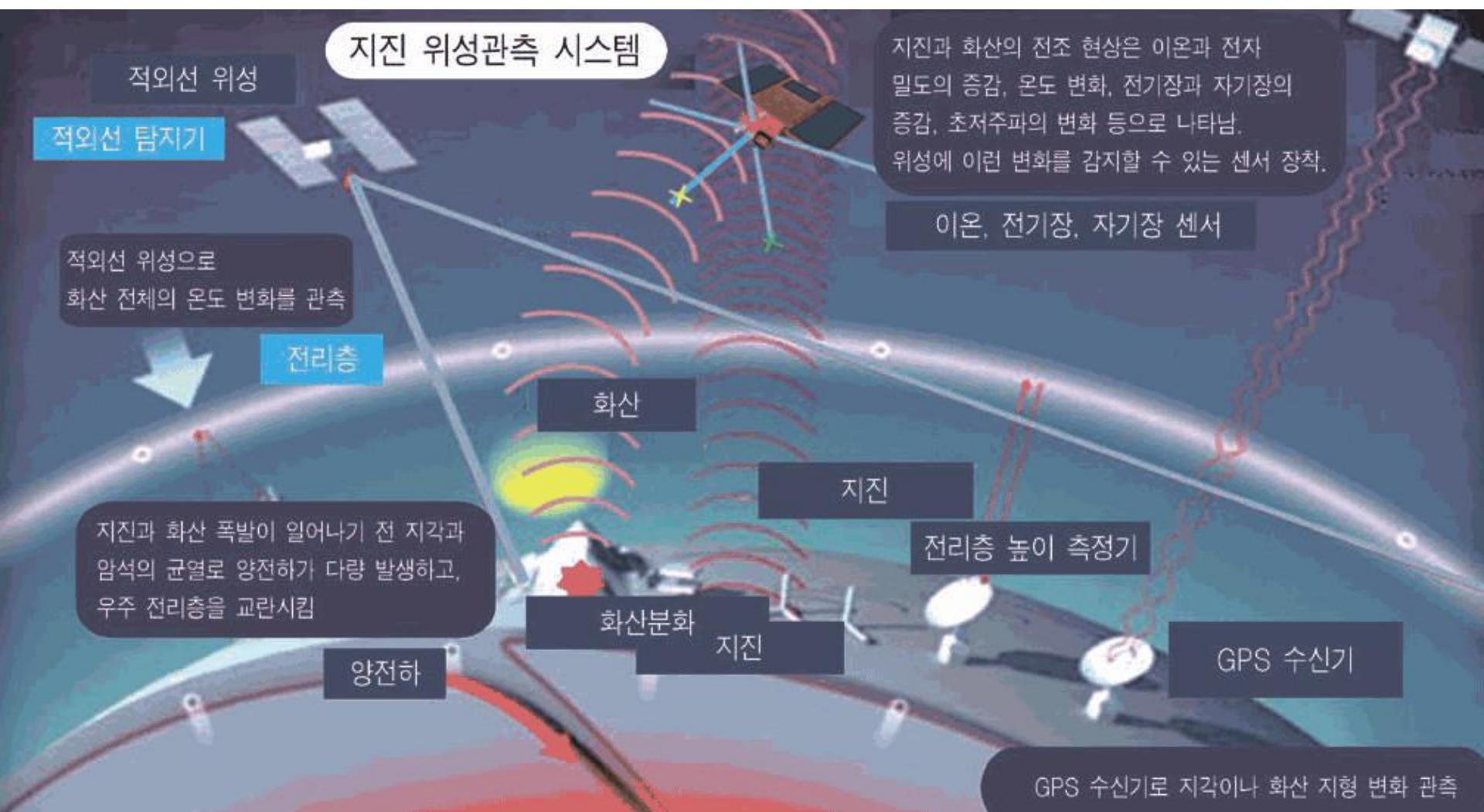


## 정보 획득을 위한 생물리적 변수, 선택적 혼성 변수 및 이용 가능한 원격탐사 시스템

생물리적 변수	이용 가능한 원격탐사 시스템
수계 - 색상 - 지표 수문학 - 부유 광물질 - 엽록소 - 용존유기물질	- 컬러 및 컬러-적외선 항공사진, Landsat(TM, ETM), SPOT, IKONOS, QuickBird, OrbView-3, ASTER, SeaWiFS, MODIS, 항공기를 이용한 하이퍼분광 시스템, AVHRR, GOES, 수심측정용 LIDAR, MISR, CERES, Hyperion, TOPEX/POSEIDON, Envisat-1 MERIS
눈 빛 해빙 - 크기 및 특성	- 컬러 및 컬러-적외선 항공사진, AVHRR, GOES, Landsat(TM, ETM), SPOT, RADARSAT, SeaWiFS, IKONOS, QuickBird, ASTER, MODIS
화산작용 - 온도, 가스	- Aster, misr, Hyperion, MODIS, 항공기를 이용한 하이퍼분광

주요 혼성변수 변수	이용 가능한 원격탐사 시스템
토지 이용 - 상업, 주거, 교통, 공공시설물 등 - 지적(부동산) - 납세 지도	- 고해상도 전정색, 컬러 및 컬러-적외선 입체항공사진, 고해상도 위성영상, LIDAR, rhgotkdeh 하이퍼분광 자료
토지 피복 - 농경지, 산림, 도시 등	- 컬러 및 컬러-적외선 항공사진, Landsat, SPOT, ASTER, AVHRR, RADARSAT, IKONOS, QuickBird, OrbView-3, LIDAR, IFSAR, SeaWiFS, MODIS, MISR, 하이퍼분광 시스템
식생 - 스트레스	- 컬러 및 컬러-적외선 항공사진, Landsat, IKONOS, QuickBird, OrbView-3, AVHRR, SeaWiFS, MISR, MODIS, ASTER, 항공기를 이용한 하이퍼분광

# 위성 영상 촬영 방식

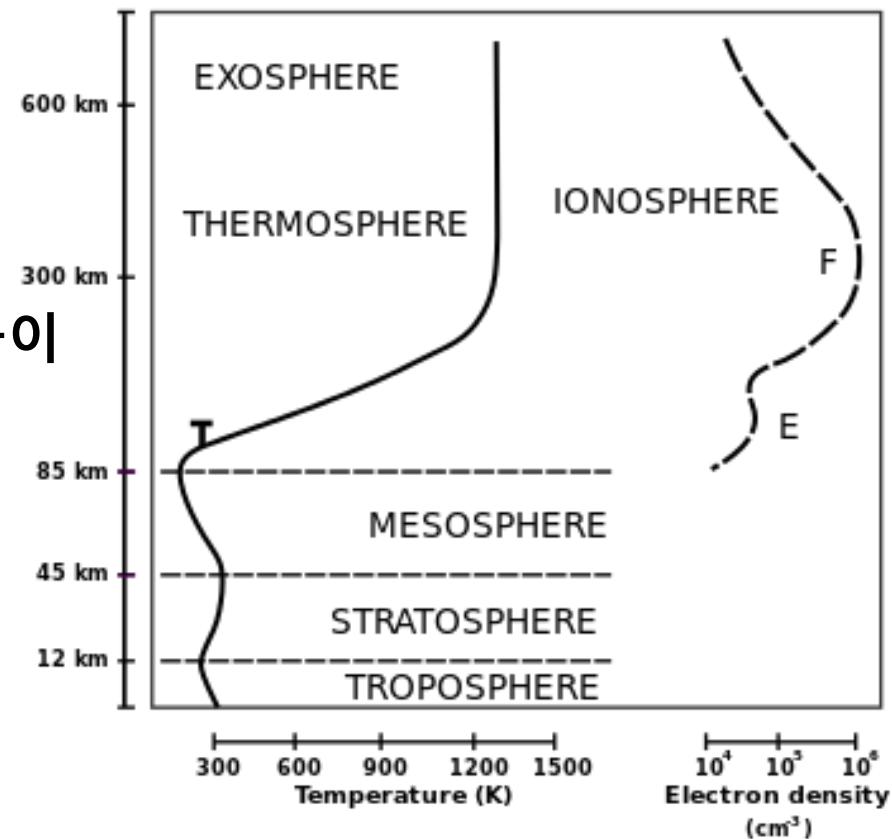


# 위성 영상 촬영 방식



## 전리층

- 지구 대기 상공 약 60km에서 상공 약 1,000km 구역
- 열권 대부분, 중간권 및 외기권 일부분 포함
- 태양 복사선에 의해 대기 분자들이 전리되어 있기 때문에 전리층이라고 부름



# 위성 영상 촬영 방식



## 시스템에서의 영상처리 기능

### 전처리

- 센서 시스템 및 환경영향에 의해 야기된 오차에 대한 방사보정
- 기하보정

### 디스플레이 및 영상 강조

- 흑백컴퓨터 디스플레이 / 컬러조합 컴퓨터 디스플레이
- 확대 / 축소 / 로밍
- 대비조작 / 컬러공간
- 양산연산(예: NDVI, SAVI, EVI ...)
- 공간필터링(예: 저대역필터, 고대역필터, 대역필터)
- 경계 강조(예: Kirsch, Robert, Laplacian, Sobel)
- 주성분 분석(표준, 비표준, 최소잡음비율)
- 질감 변환
- 주파수 변환(예: fourier, consine, Hadmmard, Walsh)
- 수치고도모델(예: IDW, kriging을 이용한 내삽)
- 3차원 변환(DEM 위 영상 중첩)
- 영상 애니메이션(예: 동영상, 다중시기 변화탐지)

# 위성 영상 촬영 방식



## 시스템에서의 영상처리 기능

### 정보 추출

- 화소 밝기값 / 흑백 및 컬러 농도 분할
- 단면도
- 단변량 및 다변량 통계분석
- 피처 선택
- 감독분류
- 객체지향 영상분할 및 분류
- 분류시 보조 자료 사용
- 규칙기반 의사결정분지도 및 기계학습을 포함한 전문가 시스템 영상분석
- 신경망 영상분석
- 퍼지논리 분류
- 하이퍼분광 자료분석
- Radar 영상 처리
- 정확도 평가
- 변화탐지

### 사진측량정보 추출

- 정사사진
- 수치고도모델
- 평면 상세

### 메타데이터 및 영상/ 지도 연혁

- 메타데이터
- 영상 및 GIS 파일처리 완전한 기록

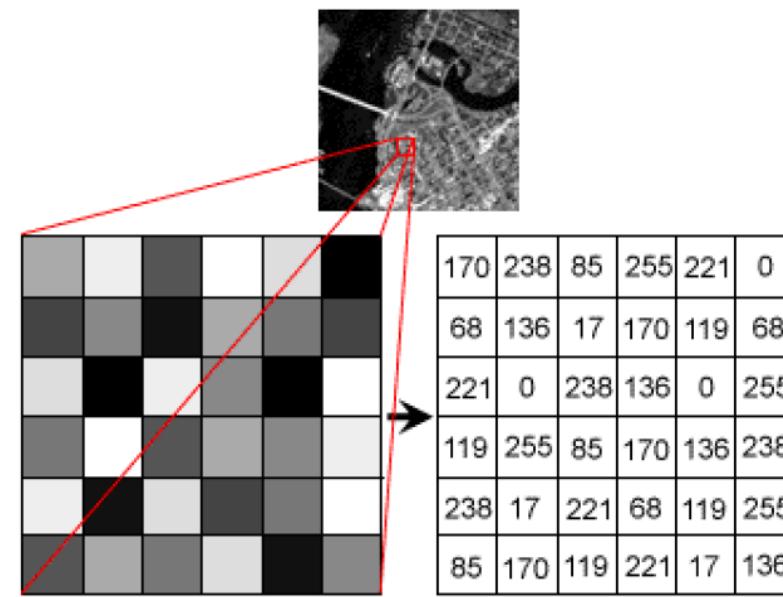
# 위성 영상 촬영 방식



## 원격 탐사 처리 과정

문제 정의	자료 수집	자료-정보 변환	정보 표현 방식
<ul style="list-style-type: none"><li>• 가설설정</li><li>• 적절한 논리 선택<ul style="list-style-type: none"><li>- 귀납적</li><li>- 연역적</li><li>- 기술적</li></ul></li><li>• 적절한 모델 선택<ul style="list-style-type: none"><li>- 결정론적 모델<ul style="list-style-type: none"><li>- 경험</li><li>- 지식기반</li><li>- 처리기반</li><li>- 환률론적 모델</li></ul></li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 현장관측<ul style="list-style-type: none"><li>- 현장</li><li>- 실험실</li></ul></li><li>• 보조 자료<ul style="list-style-type: none"><li>- 수치고도모델</li><li>- 토양도</li><li>- 지질도</li><li>- 인구밀도 등</li></ul></li><li>• 원격탐사<ul style="list-style-type: none"><li>- 수동형 아날로그<ul style="list-style-type: none"><li>- 프레임 카메라</li><li>- 비디오</li></ul></li><li>- 수동형 디지털<ul style="list-style-type: none"><li>- 프레임 카메라</li><li>- 스캐너</li><li>- 선형 및 면형 배열</li></ul></li><li>- 능동형<ul style="list-style-type: none"><li>- 마이크로파</li><li>- 레이저</li><li>- 수증음파탐지</li></ul></li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 아날로그 영상처리<ul style="list-style-type: none"><li>- 영상판독 요소 이용</li></ul></li><li>• 디지털 영상처리<ul style="list-style-type: none"><li>- 전처리<ul style="list-style-type: none"><li>- 방사보정, 기하보정</li><li>- 영상강조</li><li>- 사진축량분석</li><li>- 매개변수를 이용한 기법</li><li>- 비매개변수를 이용한 기법</li><li>- 비계량 기법</li><li>- 하이퍼분광 분석</li><li>- 변화탐지</li><li>- 모델링</li><li>- 과학적 지리시각화</li></ul></li></ul></li><li>• 가설검증</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 영상 메타데이터<ul style="list-style-type: none"><li>- 원천 / 처리 연혁</li></ul></li><li>• 정확도 평가<ul style="list-style-type: none"><li>- 기하 / 방사</li><li>- 주제 / 변화탐지</li></ul></li><li>• 아날로그 및 디지털<ul style="list-style-type: none"><li>- 영상</li><li>- 정사사진지도</li><li>- 주제도</li><li>- GIS DB</li><li>- 동영상</li><li>- 시뮬레이션</li></ul></li><li>• 통계<ul style="list-style-type: none"><li>- 단변량</li><li>- 다변량</li></ul></li><li>• 그래프<ul style="list-style-type: none"><li>- 1, 2, 3 차원</li></ul></li></ul>

# 위성 영상

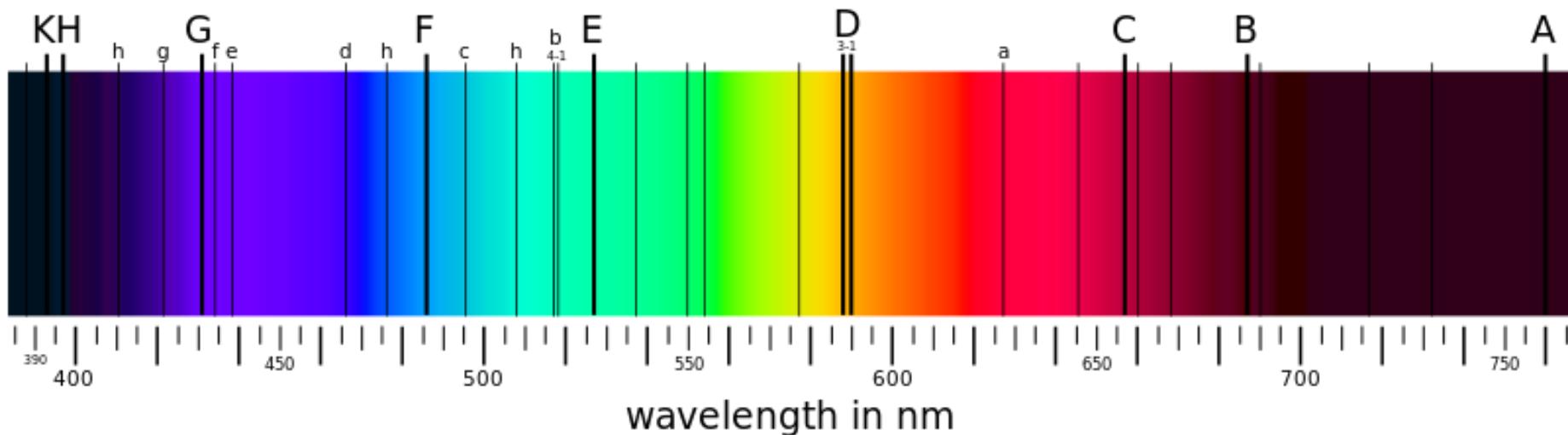


Greyscale 영상

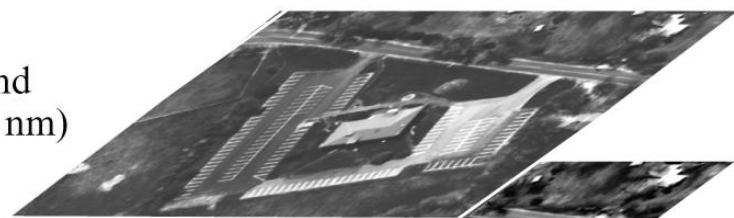


Color 영상

# 위성 영상



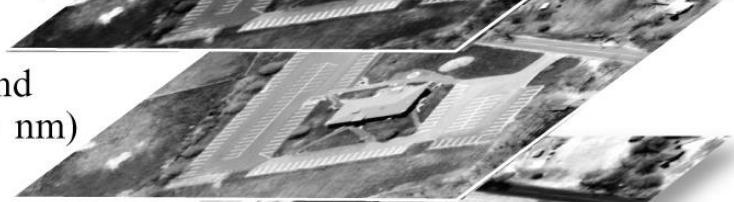
Blue band  
(450 – 515 nm)



Green band  
(525 – 605 nm)



Red band  
(640 – 690 nm)

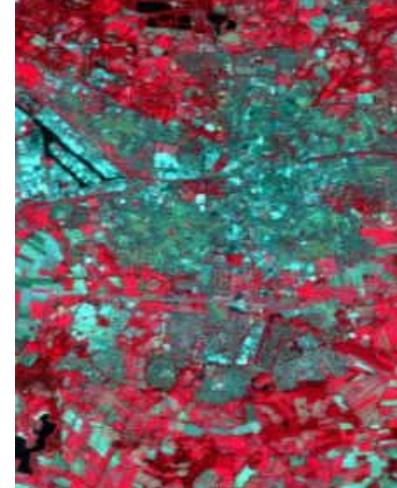
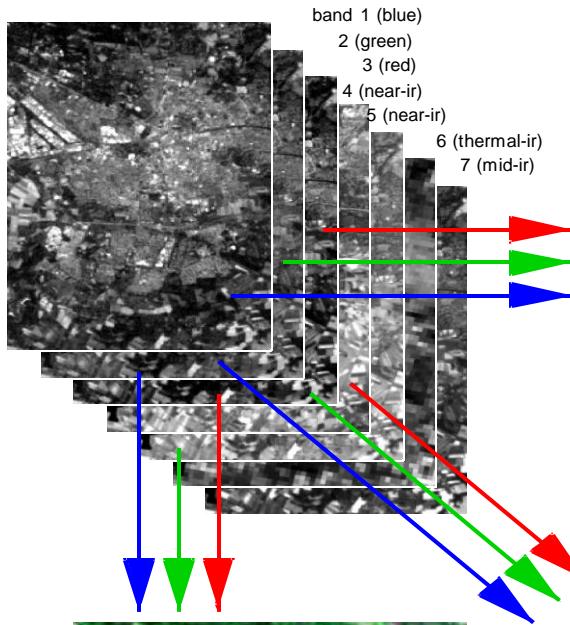


Near-infrared  
(750 – 900 nm)

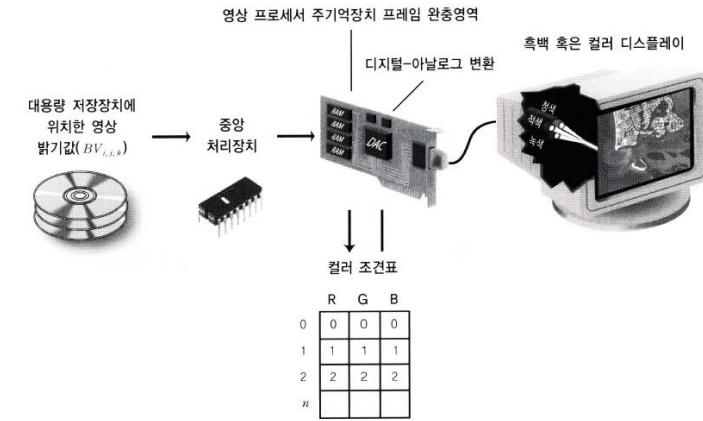


단일 출력 시에는  
단순히 흑백으로 보임

# 위성 영상



다시 그리기...



Pseudo-natural colour composite (3,5,2)

False colour composite (4,3,2)

# 위성 영상



## 위성영상 자료 포맷

Remote Sensing Data Formats

Land cover			Band 1 Green			Band 2 Red			Band 3 Near-infrared		
W	W	Mix	40	40	42	44	44	45	10	10	12
W	Mix	L	40	55	62	45	55	60	10	50	82
Mix	L	L	42	60	65	45	60	60	12	80	80

Brightness values

Header	44	44	10	40	44	10	42	45	12
	40	45	10	55	55	50	62	60	82
	42	45	12	60	60	80	65	60	80

b. Band Interleaved by Pixel (BIP) format.

EOF

Header	40	40	42	44	44	45	10	10	12
	40	55	62	45	55	60	10	50	82
	42	60	65	45	60	60	12	80	80

c. Band Interleaved by Line (BIL) format.

EOF

Header Band 1	40	40	42	40	55	62	42	60	65
Header Band 2	44	44	45	45	55	60	45	60	60
Header Band 3	10	10	12	10	50	82	12	80	80

d. Band Sequential (BSQ) format.

EOF

# 여러 위성 비교



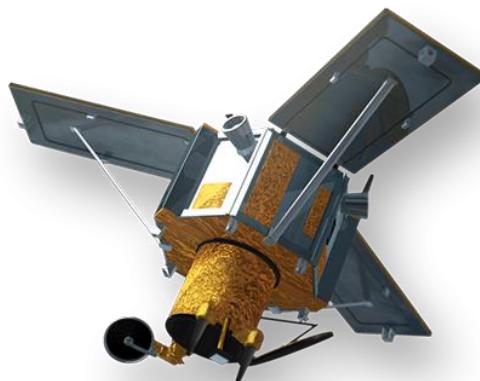
## IKONOS

- 최초의 고해상도 상업위성
- 1999년 4월 1호기 발사 실패 후, 1999년 9월 24일 2호기 발사 성공
- PAN 1개와 MS 4개 탑재
- 1m(pan), 4m (ms)



## QuickBird

- IKONOS와 마찬가지로 PAN 1개와 MS 4개 탑재 2001년 10월 18일 발사
- 0.61m(pan), 2.4m(ms)



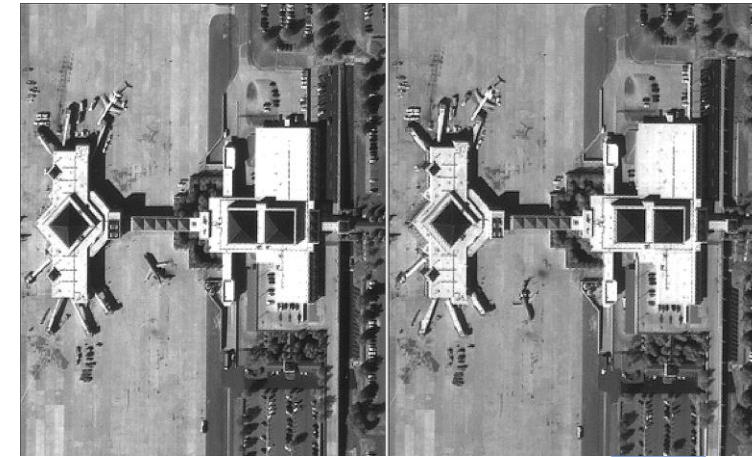
# 여러 위성 비교

표 2-13 Space Imaging사의 IKONOS 위성, ORBIMAGE사의 OrbView-3 위성, DigitalGlobe사의 QuickBird 위성의 센서 특성 비교.

Space Imaging사			ORBIMAGE사			DigitalGlobe사		
IKONOS			OrbView-3			QuickBird		
밴드	분광해상도 ( $\mu\text{m}$ )	연직방향 공간해상도(m)	밴드	분광해상도 ( $\mu\text{m}$ )	연직방향 공간해상도(m)	밴드	분광해상도 ( $\mu\text{m}$ )	연직방향 공간해상도(m)
1	0.45~0.52	4×4	1	0.45~0.52	4×4	1	0.45~0.52	2.44×2.44
2	0.52~0.60	4×4	2	0.52~0.60	4×4	2	0.52~0.60	2.44×2.44
3	0.63~0.69	4×4	3	0.625~0.695	4×4	3	0.63~0.69	2.44×2.44
4	0.76~0.90	4×4	4	0.76~0.90	4×4	4	0.76~0.89	2.44×2.44
전정색	0.45~0.90	1×1	전정색	0.45~0.90	1×1	전정색	0.45~0.90	0.61×0.61
센서	선형배열 푸쉬브룸		선형배열 푸쉬브룸			선형배열 푸쉬브룸		
궤적폭	11km		8km			20~40km		
자료 수집 속도	25Mb/s		50Mb/s			50Mb/s		
주기	3일 미단		3일 미만			위도에 따라 1~5일		
궤도	681km, 태양동주기 궤도 적도 통과시간 오전 10~11시		470km, 태양동주기 궤도 적도 통과시간 오전 10시 30분			600km, 태양동주기 궤도 아님 적도 통과시간 다양함		



IKONOS



IKONOS  
Stereo

# 여러 위성 비교

IKONOS 영상 20XX 10 28



Panchromatic 1 x 1 m



Pan-sharpened multispectral 4 x 4 m

# 여러 위성 비교

<http://www.satimagingcorp.com>



<http://www.satimagingcorp.com/gallery>

ible. Get a complimentary consultation today.

**CONTACT US NOW**

<https://www.satimagingcorp.com/gallery/ikonos/ikonos-fukushima-daiichi-after/>

<https://www.satimagingcorp.com/gallery/quickbird/>

45

# 미국 원격탐사위성 Landsat

**Landsat**은 미항공우주국(National Aeronautics and Space Administration: NASA)에서 관리하는 민간목적의 원격탐사 위성이다.

1972년 1호 위성이 발사됐으며, 고해상도 센서를 탑재하여 지난 40여 년간 지구환경의 변화를 측정했다. 1993년 발사됐으나 궤도진입에 실패한 Landsat 6을 제외하고 나머지 모든 위성은 임무를 끝내고 운영이 중단됐으며, 최근 발사에 성공한 8호를 포함해 총 2대가 운용 중에 있다.

그동안 Landsat 위성사진은 주로 정부나 연구기관에서 사용돼 왔지만, **2008년을 기점으로 위성사진이 무료로 전환 되면서 민간기업이나 개인의 활용이 점점 늘어나게 됐다.**

Landsat 위성사진은 워낙 다양한 분야에서 쓰이기 때문에 그 효용가치를 돈으로 환산하기 어려운 점이 있다. 이에 따라 국가지리정보자문위원회(National Geospatial Advisory Committee: NGAC)에서는 2012년부터 Landsat 위성사진의 정부기관 이용현황을 파악해 효용가치를 측정하고 있다.

2013년 국가연구위원회(National Research Council)의 보고서에 따르면 Landsat 위성사진의 국익창출 효과는 투자대비 매우 높은 것으로 나타났다.

또한 미국지질조사국(United States Geological Survey)의 설문조사에 따르면 Landsat 이용자의 43%는 2008년 무료전환 이후 새로 가입한 사용자인 것으로 나타났다. 사용자의 77%는 업무수행에 있어 Landsat 위성사진이 매우 큰 비중을 차지한다고 답했으며, 2011년 Landsat 자료의 효용가치는 약 2조 달러에 해당되는 것으로 조사됐다.

또한 **위성사진은 362여 개의 지구환경관측시스템과 연계돼 GPS시스템과 NEXRAD 기후레이더시스템 다음으로 매우 중요한 자료로 인식됐다.** 위성 사진의 교육적 가치 및 알 권리의 자유와 같은 돈으로 환산할 수 없는 무형의 가치까지 고려한다면 Landsat 위성자료는 투자대비 높은 효용가치를 지니는 것으로 파악됐다.

Landsat 위성사진 자료는 단순한 영상자료로서의 가치뿐만 아니라 의사결정 지원도구로도 매우 중요한 가치를 지닌다.

한 예로 미 농무부(U.S. Department of Agriculture, USDA) 산하의 위험관리국은 농작물 보험사업을 통해 연간 6억 달러 이상의 보험금을 관리하고 있다. 관리하고 있는 보험의 약 20%가 홍수피해지역에 해당돼 상대적으로 높은 보험금을 내고 있었다.

홍수피해 지역을 정확히 산정하기 위해서는 오랜 기간 동안의 토지이용 변화를 파악하는 시계열 항공사진이 필요한데 Landsat만이 이를 충족시킬 수 있는 유일한 자료로 인식됐다. 이전에 위성정보가 없을 때는 홍수피해지역의 범위가 매우 넓어 정확한 현황파악이 어려웠지만 Landsat 위성사진을 활용해 홍수피해지역을 정확히 파악할 수 있게 됐다.

이를 통해 미 농무부는 정확한 홍수피해지역을 파악하고 위험을 산정해 보험금을 현저하게 낮출 수 있었으며, 홍수피해저감시설의 파악을 통해 보다 정확하고 세밀한 홍수지도를 제작할 수 있게 됐다.

위성사진이 없어 정확한 홍수피해 파악이 이뤄지지 않을 경우 보험대상자 20만 명 정도의 보험금이 상승해 연간 1억 달러 이상을 추가로 지급해야 하는 것으로 나타났다.

# 미국 원격탐사위성 Landsat

Landsat 1  
(1972–1978)

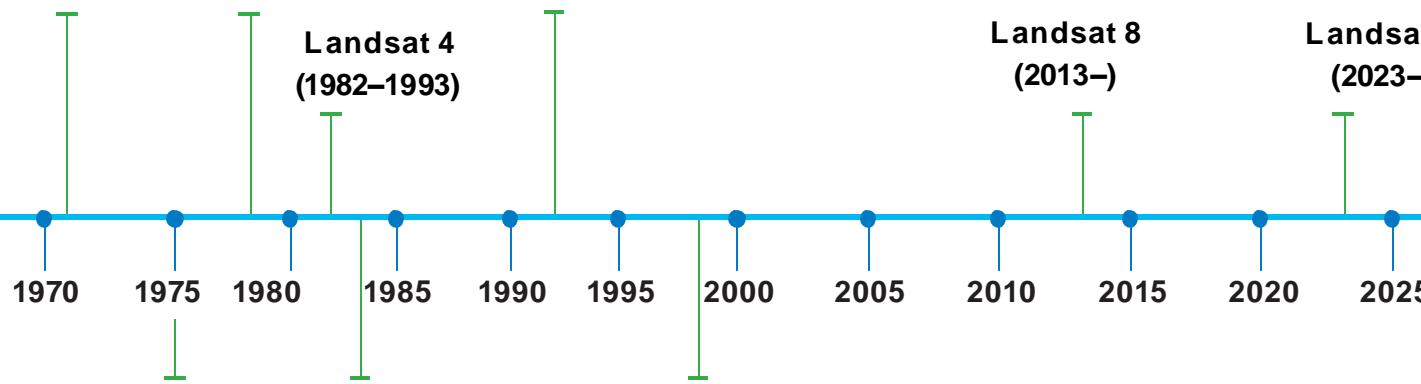
Landsat 3  
(1978–1983)

Landsat 6  
(1993)

Landsat 4  
(1982–1993)

Landsat 8  
(2013–)

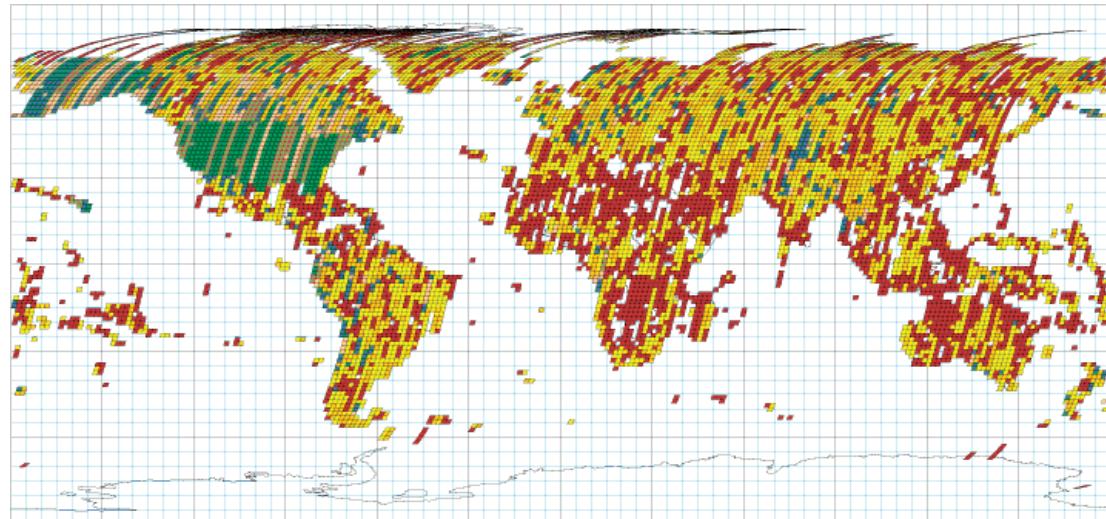
Landsat 9  
(2023–)



Landsat 2  
(1975–1982)

Landsat 5  
(1984–2013)

Landsat 7  
(1999–)



Number of times each Path/Row is represented in the Landsat 7 archive.

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6 ■ 7

# 미국 원격탐사위성 Landsat



## 센서 제원

- **MSS (Multi-spectral scanner)**  
> 1호-5호까지 탑재
- **TM (Thematic mapper) / ETM+ (Enhanced thematic Mapper Plus)**  
> MSS 센서보다 높은 공간/ 분광 해상도

기본적인 영상분석 작업
• 탐지, 식별, 측정
• 문제해결
다중 개념의 응용
- 다중분광 - 다중빈도 - 다중면광
- 다중시기 - 다중축적 - 다중분야

Landsat MSS			Landsat 4 및 5 TM		
밴드	분광해상도( $\mu\text{m}$ )	방사민감도(NE $\Delta P$ ) <sup>a</sup>	밴드	분광해상도( $\mu\text{m}$ )	방사민감도(NE $\Delta P$ )
4 <sup>b</sup>	0.5–0.6	0.57	1	0.45–0.52	0.8+
5	0.6–0.7	0.57	2	0.52–0.60	0.5
6	0.7–0.8	0.65	3	0.63–0.69	0.5
7	0.8–1.1	0.70	4	0.76–0.90	0.5
8 <sup>c</sup>	10.4–12.6	1.4K(NE $\Delta T$ )	5	1.55–1.75	1.0
			6	10.40–12.5	0.5(NE $\Delta T$ )
			7	2.08–2.35	2.4
연직방향 순간시야각	밴드 4~7 : 79×79m, 밴드 8 : 240×240m,		밴드 1~5, 7 : 30×30m, 밴드 6 : 120×120m		
자료 수집 속도	15Mb/s		85Mb/s		
방사해상도	6비트(0~63)		8비트(0~255)		
주기	Landsat 1, 2, 3 : 18 <sup>d</sup> 일		Landsat 4, 5, 16일		
고도	919km		705km		
관측폭	185km		185km		
경사각	99°		98.2°		

# 미국 원격탐사위성 Landsat

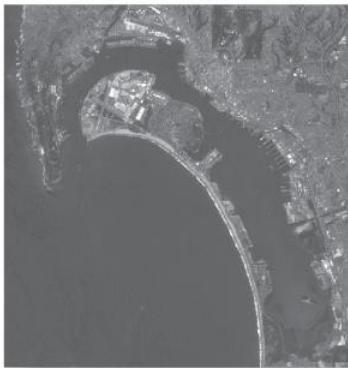


## 센서 제원 (MSS, TM, ETM+)

센서명	RBV	MSS	TM	ETM+
밴드폭(μm)	1, 2호 [1] 0.48~0.58 [2] 0.58~0.68 [3] 0.690~0.83 3호 [P] 0.51~0.75	[4] 0.5~0.6 [5] 0.6~0.7 [6] 0.7~0.8 [7] 0.8~1.1	[1] 0.45~0.52 [2] 0.52~0.60 [3] 0.63~0.69 [4] 0.76~0.90 [5] 1.55~1.75 [7] 2.08~2.35 [6] 10.4~12.5 [P] 0.52~0.90	[1] 0.45~0.52 [2] 0.52~0.60 [3] 0.63~0.69 [4] 0.76~0.90 [5] 1.55~1.75 [7] 2.08~2.35 [6] 10.4~12.5 [P] 0.52~0.90
관측폭	185km	185km	185km	185km
복사 해상도	-	6 또는 7 bit	9 bit (8bit 사용)	9 bit (8bit 사용)
중량	-	64kg	258kg	318kg
렌즈 구경(cm)	-	23	40.6	40.6

# 미국 원격탐사위성 Landsat

Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus Imagery of San Diego, CA



a. Band 1 (0.450 – 0.515  $\mu\text{m}$ ).



b. Band 2 (0.525 – 0.605  $\mu\text{m}$ ).



c. Band 3 (0.630 – 0.690  $\mu\text{m}$ ).



d. Band 4 (0.750 – 0.900  $\mu\text{m}$ ).



e. Band 5 (1.55 – 1.75  $\mu\text{m}$ ).



f. Band 6 (10.4 – 12.5  $\mu\text{m}$ ) thermal.



g. Band 7 (2.08 – 2.35  $\mu\text{m}$ ).

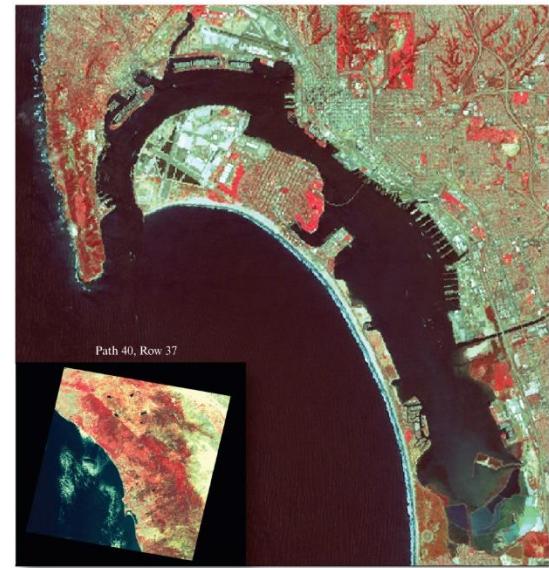


h. Band 8 (0.52 – 0.90  $\mu\text{m}$ ) panchromatic.



i. Band 8 enlarged.

Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus Imagery of San Diego, CA



Path 40, Row 37

Color-infrared color composite (RGB = Landsat ETM+ bands 4, 3, 2).

Landsat 7 ETM+ imagery of San Diego, CA, obtained on April 24, 2000. Bands 1 through 5 and 7 are  $30 \times 30$  m. Thermal infrared band 6 is  $60 \times 60$  m.

The panchromatic band 8 is  $15 \times 15$  m (imagery courtesy of USGS and NASA).

# 미국 원격탐사위성 Landsat

**밴드 1** : 0.45-0.52  $\mu\text{m}$ (청색). 수체의 투과 능력이 뛰어나며, 토지이용, 토양 및 식생의 특성을 분석하는 데 유용함. 아래쪽 파장 경계는 맑은 수체의 투과도 극치의 바로 다음이며 위쪽 파장 경계는 건강한 녹색 식생의 청색 엽록소 흡수 한계점을 나타낸다. 0.45  $\mu\text{m}$  이하의 파장대는 대기 중 산란과 흡수에 큰 영향을 받는다.

**밴드 2** : 0.52-0.60  $\mu\text{m}$ (녹색). 청색과 적색 엽록소 흡수 밴드 사이의 파장대. 건강한 식생의 녹색 반사도를 나타낸다.

**밴드 3** : 0.63-0.69  $\mu\text{m}$ (적색). 건강한 식생의 적색 엽록소 흡수 밴드이며, 식생을 구별하는 데 있어 가장 중요한 밴드이다. 토양 경계와 지질 경계의 구분에 유용하며, 대기 감쇄 효과가 적으로 밴드 1과 2보다 높은 대비를 나타낸다. 0.69  $\mu\text{m}$  경계는 식생 조사의 정확도를 감소시킬 수 있는 식생 반사도 교차가 발생하는 0.68-0.75  $\mu\text{m}$  분광 영역의 시작 부근이기 때문에 중요하다.

**밴드 4** : 0.76-0.90  $\mu\text{m}$ (근적외선). 바로 앞서 설명한 이유로, 0.76  $\mu\text{m}$  경계는 0.75  $\mu\text{m}$  바로 위에 위치한다. 이 밴드는 영상 내에 나타나는 식생의 생물량에 매우 민감하게 반응한다. 따라서 농작물 분석이나 토양과 농작물 및 육지와 수체의 구분에 유용하다.

**밴드 5** : 1.55-1.75  $\mu\text{m}$ (중적외선). 이 밴드는 식물 내에 존재하는 수분의 팽창이나 양에 민감하다. 이러한 정보는 농작물의 가뭄 피해 분석이나 식물의 활력도 조사에 유용하다. 또한 구름, 눈 및 얼음을 구분하는 데 사용될 수 있는 몇 안 되는 밴드 중 하나이다.

**밴드 6** : 10.4-12.5  $\mu\text{m}$ (열적외선). 이 밴드는 지표면으로부터 방출되는 복사에너지의 양을 측정한다. 표면 온도는 표면의 방사도와 실제(동역학적인) 온도의 함수이다. 이 밴드는 지열이 활발한 지역을 찾거나, 지질학적 조사를 위한 열관성 매핑, 식생분류, 식생 스트레스 연구 및 토양 수분 측정 등에 유용하다. 또한 산악지형의 지형학적인 향의 차이에 대한 정보를 종종 제공한다.

**밴드 7** : 2.08-2.35  $\mu\text{m}$ (중적외선). 지질학적 암석구별이 가능하기 때문에 중요한 밴드이다. 암석이 열수변질 작용을 받은 지역을 구분하는 데 유용하다.

# 미국 원격탐사위성 Landsat



## Landsat 8

- Launch data : 2013/2/11
- Operator : NASA and USGS
- Entered service : 2013/5/30
- Panchromatic : 15 meters
- Multispectral : 30 meters
- thermal : 100 meters
- Accuracy : (OLI : 12 meters circular error, 90-percent confidence)  
(TIRS : 41 meters circular error, 90-percent confidence)

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 1 - Coastal / Aerosol	0.433 - 0.453 μm	30 m
Band 2 - Blue	0.450 - 0.515 μm	30 m
Band 3 - Green	0.525 - 0.600 μm	30 m
Band 4 - Red	0.630 - 0.680 μm	30 m
Band 5 - Near Infrared	0.845 - 0.885 μm	30 m
Band 6 - Short Wavelength Infrared	1.560 - 1.660 μm	30 m
Band 7 - Short Wavelength Infrared	2.100 - 2.300 μm	30 m
Band 8 - Panchromatic	0.500 - 0.680 μm	15 m
Band 9 - Cirrus	1.360 - 1.390 μm	30 m

Spectral Band	Wavelength	Resolution
Band 10 – Long Wavelength Infrared	10.30 - 11.30 μm	100 m
Band 11 - Long Wavelength Infrared	11.50 – 12.50 μm	100 m

# 미국 원격탐사위성 Landsat



## Landsat 8

