

## MODIS 처리시스템 및 활용분야 소개

### The Introduction to MODIS Ground Pre-processing System and Application Fields

서두천<sup>1)</sup>, Doo-Chun Seo · 임효숙<sup>2)</sup>, Hyo-Suk Lim · 전정남<sup>3)</sup>, Jung-Nam Jun · 김재관<sup>4)</sup>, Jae-Gwan Kim

<sup>1,2,3,4)</sup> 한국항공우주연구원, 위성운영센터, Satellite Operation & Application Center, Korea Aerospace Research Institute

**SYNOPSIS:** The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on the Earth Observing System (EOS) of Terra and Aqua satellites, launched in December 1999 and May 2002, has been directly received by Korea Aerospace Research Institute (KARI) ground station facility from July 2002. MODIS scans a swath width of 2330 km that is sufficiently wide to cover Korean peninsular, Yellow and East Sea at once. The MODIS has 36 spectral bands between 0.415  $\mu\text{m}$  and 14.235  $\mu\text{m}$ , i.e., through the visible into the thermal infrared. MODIS has been observed active fires, floods, smoke transport, dust storms, severe storms since February of 2000. The satellite imagery obtained through the MODIS will be utilized for many application such as national territorial management, agriculture, natural environment, atmosphere and ocean, etc. In this study is to introduce various application field of MODIS imagery and data processing system.

**Key words:** MODIS, ground pre-processing system, application field

## 1. 서 론

MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)는 NASA의 지구관측시스템의 일환으로 개발된 Terra위성과 Aqua위성에 탑재되어 있는 센서중 하나이다. Terra와 Aqua 위성은 지구의 대기와 육지, 해양, 일상생활, 방사에너지(열과 빛) 사이의 상호작용을 연구하기 위한 것이다. Terra 위성은 ASTER(Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), CERES(Clouds and the Earth's Radiant Energy System), MISR(Multi-angle Imaging Spectro-Radiometer), MODIS, MOPITT(Measurements of Pollution in the Troposphere)의 5가지 센서를, Aqua 위성은 AMSR/E(Advanced Microwave Scanning Radiometer-EOS), MODIS, AMSU(Advanced Microwave Sounding Unit), AIRS(Atmospheric Infrared Sounder), HSB(Humidity Sounder for Brazil), CERES(Clouds and the Earth's Radiant Energy System)를 탑재하고 있다. 이들 위성은 고도 705km에서 극궤도의 태양동기궤도로 영상을 취득하고 있다.

MODIS센서는 2,330km의 매우 넓은 관측폭으로 전 지구를 1~2일 마다 관측하며, 0.4~14 $\mu\text{m}$ 의 파장대에 대하여 36개 밴드로 관측함으로써 기존 NOAA 위성의 AVHRR 센서보다 획기적으로 향상된 정보를 제공하며, 공간 해상력은 직하관측의 경우 밴드에 따라 250m, 500m, 1km정도 이다.

본 연구에서는 현재 한국항공우주연구원에서 수신하고 있는 MODIS의 전처리시스템, 영상데이터의 구조 및 활용분야 관해 간략히 소개하고자 한다.

## 2. 처리시스템

한국항공우주연구원에서는 MODIS 위성 영상자료를 수신, 저장, 백업, 처리의 과정을 수행한 후, 사용자들에게 데이터를 제공하고 있다. 일반 사용자들에게 MODIS 영상 자료를 제공하기 위해서 MODIS 위성 영상자료의 처리를 위해 정의되어진 Level 4까지의 Level 정의 중에서 Level 1 영상자료까지만 한국항공우주연구원에서 생성한 후에 일반 사용자들에게 제공하게 된다.

그림 1은 MODIS Level 1 데이터의 전처리과정을 표현한 것이다. 첫 번째 단계인 MOD01 모듈은 CCSDS packet의 형태를 유지하고 있는 PDS (Production Data Set) format의 Level 0 영상자료로부터 HDF format인 Level 1A 영상자료를 생성하는 단계이다. 두 번째 단계는 MOD03 모듈을 사용하여 위성 보조 자료와 MODIS 영상 자료에 대한 기하학적 계산을 수행한 결과인 Level 1A\_geo 영상자료를 생성 하는 단계이다. 마지막 단계로 MOD02 모듈을 사용하여 절대 복사 보정에 의한 MODIS 영상 자료의 각 pixel별 DN (Digital Number) 값을 input radiance 값으로 변환하는 단계이며, 이 결과 영상이 Level 1B 영상자료가 된다.

각 단계별로 사용되고 있는 MODIS 영상자료 처리 S/W는 IMAPP (International MODIS/AIRS Processing Package)이며, <http://www.scanex.ru/eosdb/imapp.htm>을 접속하면 IMAPP에 대한 정보 및 S/W를 구할 수 있다. IMAPP는 Level 0 영상자료로부터 Level 1A 영상자료를 생성하는 MOD01 모듈의 기능을 수행하는 'Unpack.exe' 파일과, Level 1A 영상자료로부터 Level 1A\_geo 영상자료를 생성하는 MOD03 모듈의 기능을 수행하는 'Geolocate.exe' 파일과, Level 1A와 Level 1A\_geo 영상자료로부터 Level 1B 영상자료를 생성하는 MOD02 모듈의 기능을 수행하는 'Calibrate.exe'의 3개의 실행 파일로 구성된다.

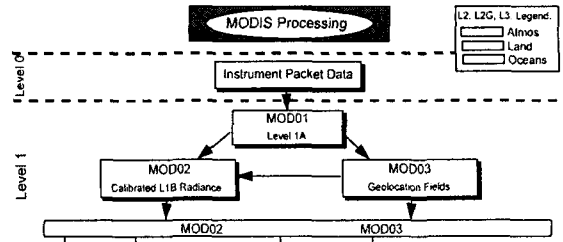


그림 1. MODIS Level 1 처리 과정

## 3. 데이터 구조

### 3.1 Level 1A 영상자료(MOD01, Unpack.exe)

Level 1A 영상자료는 PDS format으로 저장된 Level 0 영상자료로부터 HDF format으로 변환되어 저장된다. Level 1A 영상자료에는 MODIS 원시 영상자료와 MODIS 위성의 원시 보조 자료 등이 저장된다. Unpack.exe S/W를 사용하여 Level 1A 영상자료를 생성하기 위해서는 "ENG\_DATA\_LIST"와 "Leapsec.dat"의 2개의 보조 자료 파일이 필요하다. "ENG\_DATA\_LIST" 파일은 PDS format상에서의 Telemetry data field들에 대한 위치 정보를 포함하고 있는 파일이며, "Leapsec.dat" 파일은 정확한 시간 보정을 위한 leap seconds에 대한 정보를 담고 있는 파일이다.

Level 0 파일은 Terra 위성에서 수신된 "P0420064AAAAAAAAAAAAAAAAAYYDDDHMMSS001.PDS"의 파일과 Aqua 위성의 MODIS에서 수신된 "P1540064AAAAAAAAAAAAAAAAAYYDDDHMMSS001.PDS"의 두 가지 종류가 있다. 이 파일의 구체적인 의미는 아래와 같다.

- 제일 앞의 'P' 는 'PDS' 파일
- 다음의 세 자리 '042' 또는 '154'는 Satellite ID
  - Terra는 '042'
  - Aqua는 '154'
- 다음의 네 자리 '0064'는 Application ID
  - MODIS data 의 Application ID는 '64'
- 다음의 14자리는 fill입.
  - 모두 'A' 로 채워짐.

- 다음 YY는 year를 나타내며, 년도 중 마지막 두 자리를 표현함.
- 다음 DDD는 DOY (day of year)를 나타냄.
  - 참고로 7월 29일은 DOY가 210일
- HHMMSS는 프로그램을 수행한 시점의 GMT time

Level 1A 파일은 “MOD01.AYYMMDDhhmm.hdf”로 정의되어지며, 이 파일의 구체적인 의미는 다음과 같다.

- 'MOD01'은 처리 모듈
- 'A'는 EOS-AM platform으로 Terra
- 'YYMMDDhhmm'는 영상자료의 첫 번째 scan의 날짜와 시간 정보

### 3.2 Level 1A\_geo 영상자료(MOD03, Geolocate.exe)

Geolocate.exe는 Level 1A 영상자료 안에 있는 위성 원시 보조 자료 안에 있는 영상 촬영 시의 위성 위치, 자세 등의 정보들을 사용하여, 각 1km pixel마다의 경도, 위도 값 및 촬영각 값을 계산한 후에 HDF format에 따라 계산된 결과와 영상자료를 HDF format에 따라 Level 1A\_geo로 저장하는 기능을 수행한다. Geolocate.exe S/W를 사용하여 Level 1A\_geo 영상자료를 생성하기 위해서는 'leapsec.dat', 'GEO\_parameters.dat', 'upcpole.data', 'de2000.eos', 'lwml\_n\*x\*' 파일들이 필요하다. 'leapsec.dat'는 Unpack.exe와 같이 사용하고, 'GEO\_parameters.dat'는 MODIS sensor geometry calibration parameters 정보를 담고 있는 파일이고, 'upcpole.data'는 지구의 움직임에 대한 정보를 담고 있는 파일이고, 'de2000.eos'는 위성의 좌표를 계산하기 위해서 필요한 태양과 달의 위치를 계산하기 위해 필요한 정보를 담은 파일이며, 'lwml\_n\*x\*'는 지구 표면상의 land-sea mask 파일이다.

Level 1A\_geo 파일은 “MOD03.AYYMMDDhhmm.hdf”로 정의되어지며, 이 파일의 구체적인 의미는 다음과 같다.

- 'MOD03'은 처리 모듈
- 'A'는 EOS-AM platform으로 Terra
- 'YYMMDDhhmm'는 영상자료의 첫 번째 scan의 날짜와 시간 정보

### 3.3 Level 1B 영상자료(MOD02, Calibrate.exe)

Calibrate.exe는 절대 복사 보정 결과에 따라 Level 1A 또는 Level 1A\_geo 영상자료로부터 DN값을 input radiance 값으로 변환한 후에 HDF format에 따라 Level 1B 파일로 저장하는 작업을 수행한다.

Calibrate.exe S/W를 사용하여 Level 1B 영상자료를 생성하기 위해서는 'Reflective\_Lookup\_tables\_file', 'Emissive\_Lookup\_tables\_file', 'QA\_Lookup\_tables\_file' 파일들이 필요하다. 'Reflective\_Lookup\_tables\_file'는 MODIS의 band 중에서 reflective band (1-19,26)에 대한 calibration LUT이고, 'Emissive\_Lookup\_tables\_file'는 MODIS의 band 중에서 emissive band (20-25,27-36)에 대한 calibration LUT이다. Level 1B 파일은 MODIS의 band에 따라 250m 해상도의 'MOD02QKM' 파일, 500m 해상도의 'MOD02HKM' 파일, 1km 해상도의 'MOD021KM' 파일 및 on-board calibrator data인 'MOD02OBC' 파일로 저장된다.

Level 1B 파일은 “MOD02QKM.AYYMMDDhhmm.hdf”, “MOD02HKM.AYYMMDDhhmm.hdf”, “MOD021KM.AYYMMDDhhmm.hdf” 및 “MOD02OBC.AYYMMDDhhmm.hdf”의 4개의 파일이 생성되며, 이 파일의 구체적인 의미는 다음과 같다.

- 'MOD02'는 처리 모듈
- 'QKM', 'HKM', '1KM', 'OBC'는 각각 250m, 500m, 1km, on-board calibrator data
- 'A'는 EOS-AM platform으로 Terra
- 'YYMMDDhhmm'는 영상자료의 첫 번째 scan의 날짜와 시간 정보

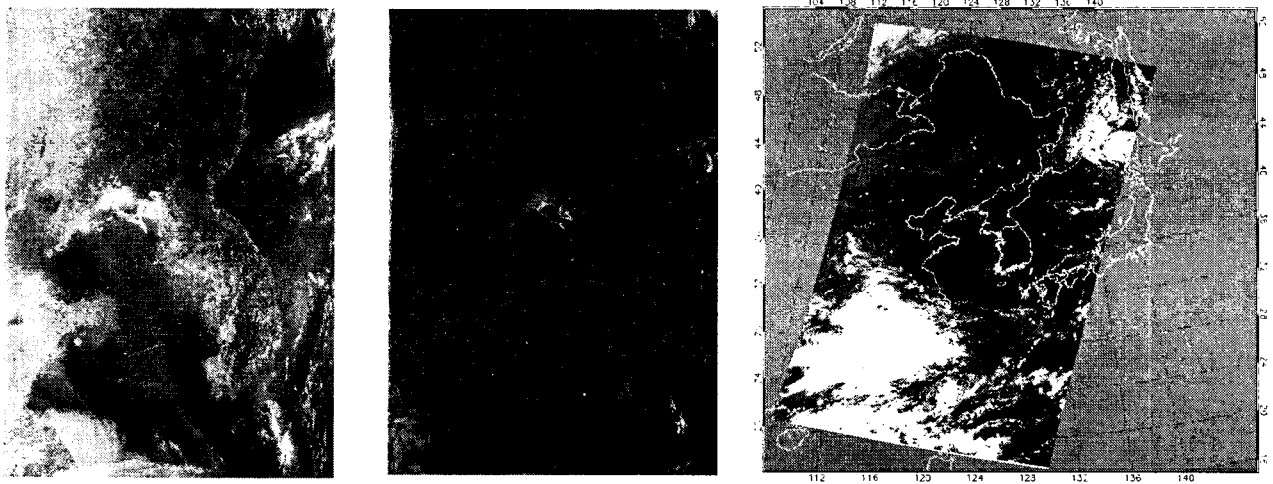


그림 2. MODIS Level 1B RGB 칼라조합 영상 및 Geo-location 영상

## 4. 활용분야조사

### 4.1 기상활용분야

MODIS 자료의 기상을 활용분야는 대기성분의 전구 분포 모니터링, 대기의 수직구조, 연직수증기량, 에어로졸 입자, 구름의 관측등에 활용될 수 있다. 기상활용의 구체적인 분야로 센서의 관측범위 내에 존재하는 구름을 확인하는 Cloud mask(MOD35) 알고리즘, 대기온도, 수증기 층, 총 가강수량, 총 연직 오존량, 대기의 안정도등을 산출하는 Atmospheric profile (MOD07)알고리즘, 지상과 해양위에서의 대류권내 에어로졸을 계산하는 Aerosol product(MOD04), 지표면에 의해 반사된 근적외선을 대기중의 수증기가 흡수한 양을 고려하여 총가강수량(Total Precipitable Water Product)산출 및 구름의 광학두께 측정 등에 활용될 수 있다. 그림 3은 MODIS 자료의 기상활용분야의 예를 나타낸 것이다.

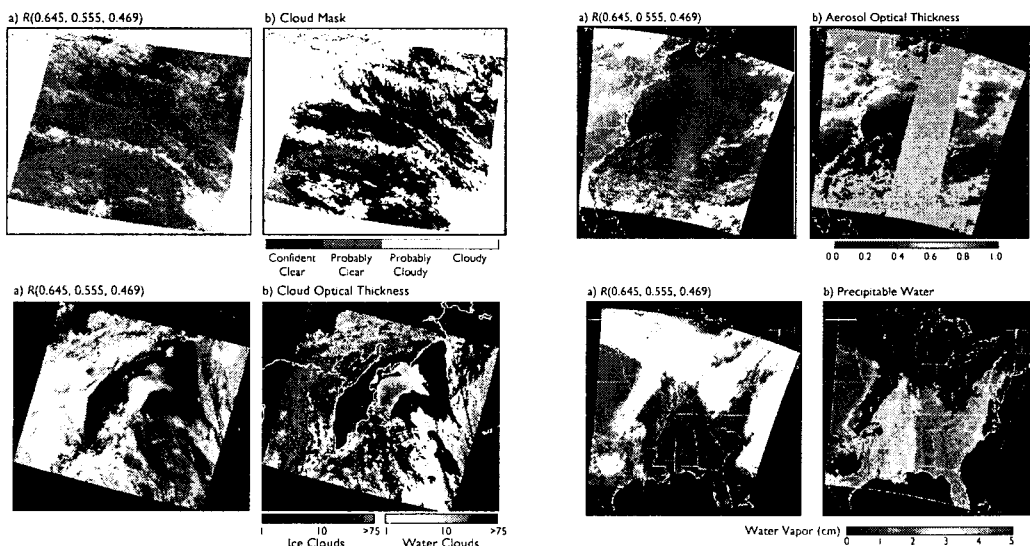


그림 3. MODIS 자료의 기상활용분야의 예

## 4.2 지상활용분야

지상분야는 주로 광범위한 지역에 대하여, 시계열적인 특성을 반영한 토지피복분류, 생물다양성 보존, 환경/재난감시 등에 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 북한과 같은 특수한 지역의 국토이용현황과악을 위한 기본자료 등에 활용될 수 있다.



그림 4. MODIS 자료의 지상활용분야의 예

## 4.3 해양활용분야

MODIS의 36개 채널중 7개의 채널(band8 - band14, 412nm - 681nm)에서 해양의 water-leaving radiances를 관측할 수가 있다. 이 7개의 채널이 MODIS의 거의 모든 해양관측 산물들을 생성하는 데 이용되는 "ocean" bands이다.

MODIS 해양 산물의 세 개의 카테고리들은 ocean color, sea surface temperature 및 ocean primary production를 기준으로 전구적인 범위로 유도되지 못했던 과학적인 공동연구를 위하여 이용되며, 이외에도 snow cover, sea ice 측정 등에도 활용될 수 있다.

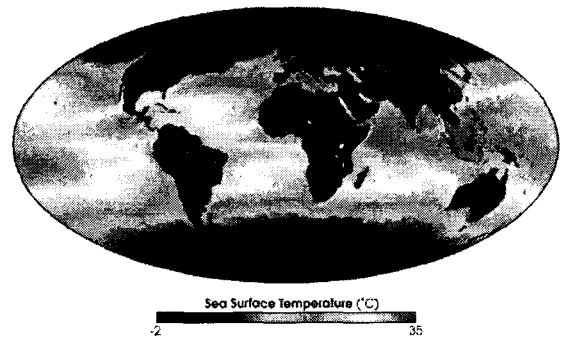
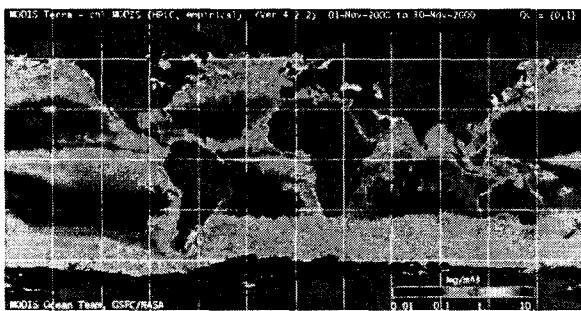


그림 5. MODIS 자료의 해양활용분야의 예

## 5. 결 론

본 연구에서는 현재 한국항공우주연구원에서 수신하고 있는 MODIS 자료의 전처리시스템, 사용자에게 제공되는 영상제품의 특징 및 MODIS 영상자료의 자료 활용분야에 대하여 살펴보았다. MODIS 데이터는 공공원격탐사센터(<http://krsc.kari.ac.kr>)에서 무료로 배포하고 있으며, 이 데이터를 연구에 활용하고자 하는 사용자는 사용자 등록을 거친 후에 원하는 자료를 위성자료검색시스템에서 한국항공우주연구원 위성운영센터에 신청하면 된다.

## 참고문헌

1. 한국항공우주연구원 (2002), “위성자료공공활용연구-지구관측/정보시스템 구축 및 공공활용지원”,
2. Hyo-Suk Lim, Seongu Lee, Doocheon Seo, Donghan Lee, Mina Kim and Yongseung Kim (2002), “Development of MODIS Data Application System, 2002 ISRS CD, Sokcho, Korea, Oct 30-Nov. 1
3. Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W. (2000), “Remote Sensing and Image Interpretation”, John Wiley and Sons, New York, pp.100~120. pp. 456~465.