

# MODIS 영상 및 황사발원지 시료를 이용한 황사특성 분석

## Asian dust storms analysis using MODIS satellite imagery and surface soils of desert area in China

이 성순\*, 지 광훈\*, 권 영인\*\*

LEE SUNG-SOON, CHI KWANG-HOON, KWON YOUNG-IHN

\* 한국지질자원연구원 지질기반정보연구부 지질자원정보센터

\*\* 한국지질자원연구원 석유해저자원연구부 석유자원기술정보센터

### 1. 서론

중국 및 몽고의 사막에서 불어오는 황토분진이 봄부터 발생하는 편서풍의 영향에 따라 우리나라로 이동해 오는데 이를 황사라 한다. 황사는 사회경제적으로 많은 피해를 발생시키기 때문에 이에 대한 특성 파악은 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 MODIS 센서영상과 현장에서 채취한 시료에 대한 분광반사 특성을 이용하여 발원지 및 우리나라의 황사발생 전·후일에 대한 황사분포 특성을 분석하고자 하였다.

### 2. 황사 발원지 시료의 분광반사율 특성

MODIS 센서영상과 황사 발원지 시료를 이용하여 황사 특성을 분석하기 위하여 중요한 황사 발원지의 하나인 오오도스 사막의 각기 다른 위치에서 채취한 15개 시료에 대한 분광반사율 측정기(Ger-3700)로 분광반사율 특성을 분석하였다. 이때 사용한 분광반사율 측정기의 값은 전체 600여개의 파장대에 대하여 Fov 3도의 표준 렌즈로 암실에서 관측하였다. 표 1은 황사

시료 관측을 위해 사용한 분광반사율 측정기의 제원이다.

표 1. Ger-3700의 제원

	파장대	밴드간격
파장대	350nm ~ 1050nm	1.5nm
	1050nm ~ 1900nm	6.5nm
	1900nm ~ 2500nm	9.56nm
Sensor FOV	3도	

그림 1은 오오도스 사막의 분광반사율 시료 채취 위치이고, 그림 2는 각 시료의 분광반사율 값을 보여주고 있다.

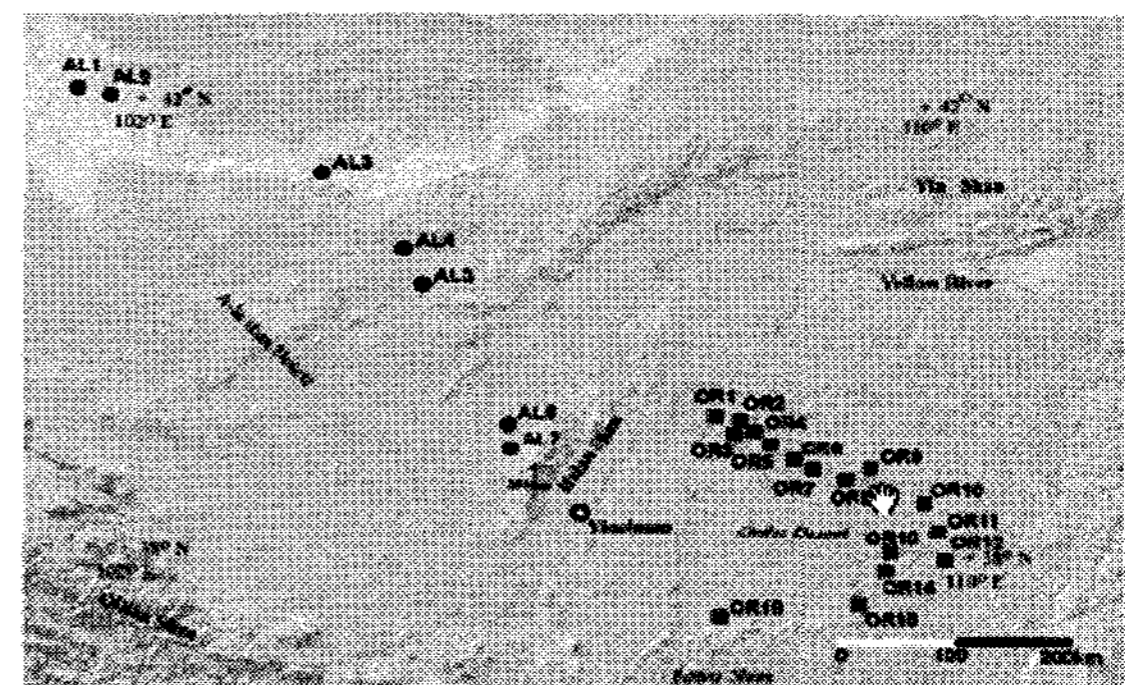


그림 1 오오도스 사막의 황사발원지 시료의 위치

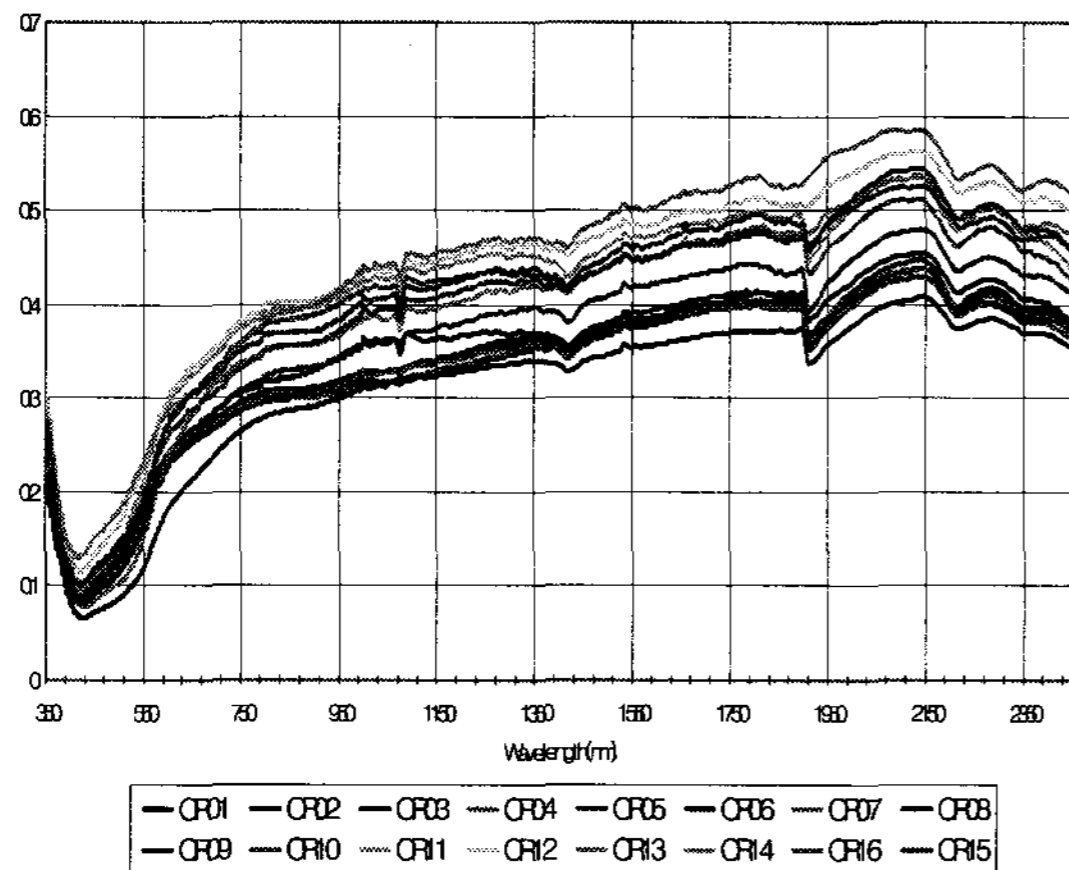


그림 2. 오오도스 사막에서 채취한 황사 시료의 분광반사율

사막에서 채취한 시료의 분광반사율 특성을 분광반사율 측정을 한 결과 전체적으로 비슷한 형태를 보임을 알 수 있었다.

### 2.1 황사시료의 입자별 분광반사 특성

일정한 조건에서 관측한 결과, 비슷한 형태를 가지는 황사 발원지 시료의 분광반사율 특성 중에서 일정한 조건에 오오도스 사막에서 채취한 입자크기의 편차가 0.5 이하인 것을 선택하여 분광파장대 정보와의 상관성을 분석하였다. 분광반사율 정보와 편차와의 관계는 각 파장대에 따라 달랐으나, 가시광선대에 비해 적외선 파장대 대역에서 그 차라 뚜렷함을 알 수 있었다.

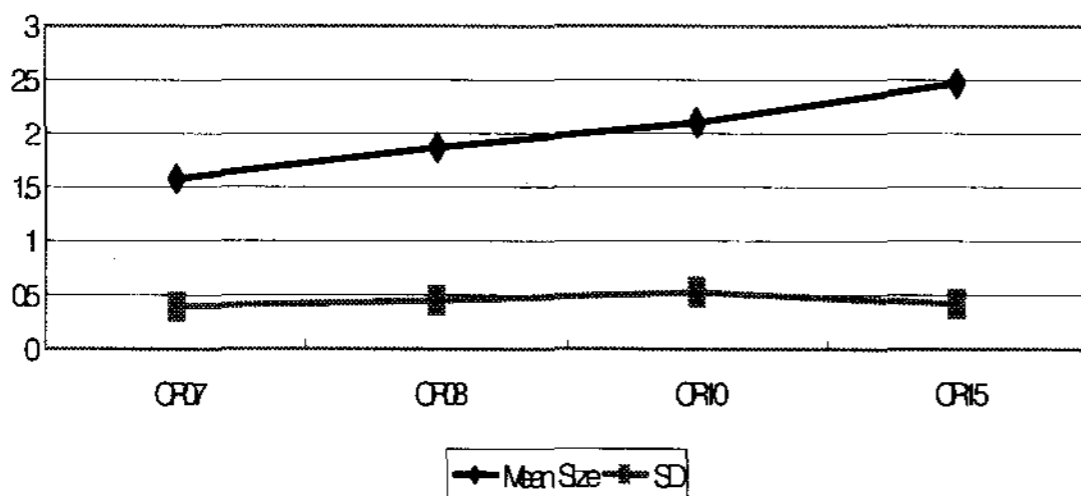


그림3. 황사 발원지 시료의 입자크기와 입자별 표준편차

표 2. 황사 발원지 시료의 파장대별 분광반사율 특성 값

Band No.	Wavelength (nm)	OR7	OR8	OR10	OR15
1	620-670 (645)	0.2587	0.2649	0.3037	0.3043
2	841-876 (858.5)	0.3072	0.3313	0.3848	0.3708
3	459-479 (469)	0.1204	0.1136	0.1149	0.1119
4	545-565 (555)	0.1929	0.1868	0.2028	0.2004
5	1230-1250 (1240)	0.3479	0.3869	0.4345	0.4341
6	1628-1652 (1640)	0.3893	0.4272	0.4594	0.4737
7	2105-2155 (2130)	0.4380	0.4799	0.512	0.5437
Grain size(Mean Size)		1.5889	1.8662	2.1167	2.4665
Standard Deviation		0.39	0.45	0.52	0.42

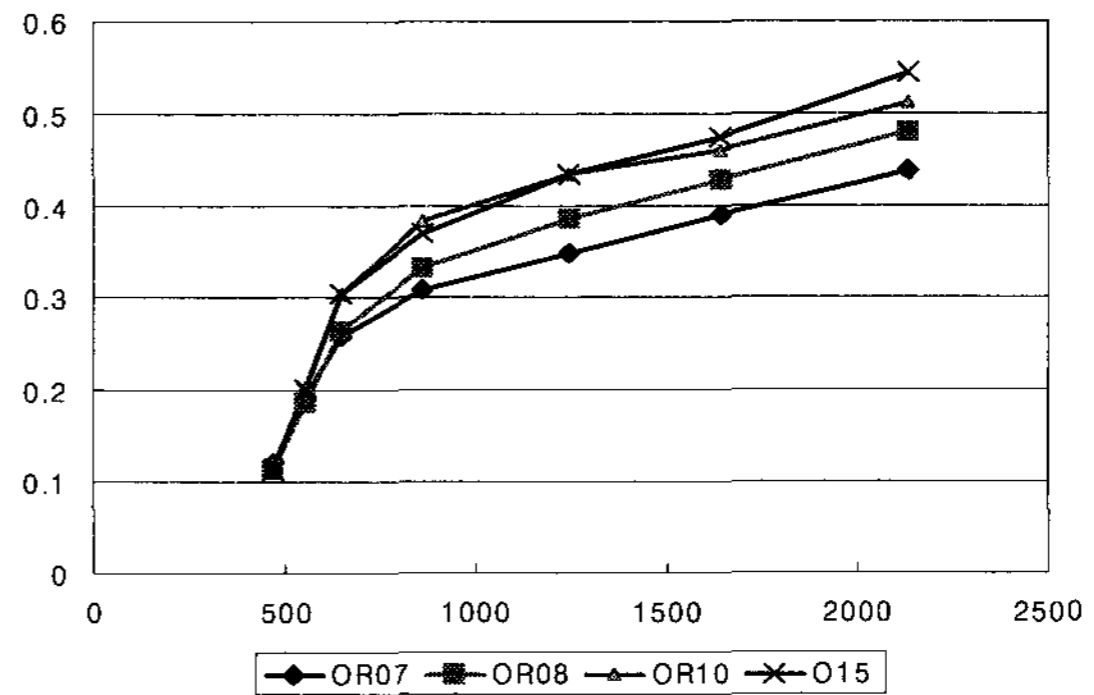


그림 4. 황사 발원지 시료의 파장대별 분광반사율 값

### 3. MOIDS 센서 영상의 황사 특성

미국 USGS(<http://edcdaac.usgs.gov/>)에서 제공하는 MODIS의 surface reflectance 영상에서 보여지는 황사의 특성을 분석하

였다. Modis 영상 자료는 250m(밴드 1-2), 500m(밴드 3-7) 및 1km(밴드 8-36)개의 다른 공간해상도를 가지는 36개의 파장대 정보를 제공하고 있다. 그중에서 밴드 1에서 밴드 19번까지와 26번 밴드는 0.41~2.13 $\mu\text{m}$ 에 해당하는 밴드로 태양에너지에 대한 반사정보를 제공한다.

표3. MODIS 센서의 파장대별 이용개요

Band No.	Wavelength (nm)	Key USE
1	620-670	Absolute LandCover Transformation, Vegetation Chlorophyll
2	841-876	Cloud Amount, Vegetation Land Cover Transformation
3	459-479	Soil/Vegetation Differences
4	545-565	Green Vegetation
5	1230-1250	Leaf/Canopy Differences
6	1628-1652	Snow/Cloud Differences
7	2105-2155	Cloud Properties, Land Properties

본연구에서 황사발생일 전후의 특성을 분석하기 위해 사용한 MODIS 영상은 USGS에서 제공하는 daily 영상으로 7개의 밴드가 공간해상도 500m로 구성되어 있다. 제공되어지는 영상자료는 16bit 정수이고 null 값은 -28672로 되어 있다.

황사가 심하게 발생했을 때의 영상을 획득하기 위하여 황사 이력을 조사한 결과, 황사경보는 황사의 농도가 800  $\mu\text{g m}^{-3} \text{hr}^{-1}$  이상일 때 발생하는데, 2002년부터 2004년사이 사이에 황사의 농도가 심했던 기간은 2002년 3월 21일에서 23일 (2,300  $\mu\text{g m}^{-3} \text{hr}^{-1}$ )과 2002년 4월 8일부터 10일(3,400  $\mu\text{g m}^{-3} \text{hr}^{-1}$ )이었으며, 2004년도 3월 10일부터 13일과 3월 12일, 4월23일에 황사주의보(500  $\mu\text{g m}^{-3} \text{hr}^{-1}$ )를 제외하고는

약한 황사가 주로 나타났다. 이러한 이유로 본 연구에서는 2002년 4월8일부터 10일까지를 중심으로 하여 황사 전후의 특성을 분석하였다. 황사가 발원지에서 우리나라까지 이동하는데 걸리는 시간은 상층기류에 따라 다르지만 타클라마칸 사막에서 발원한 황사는 4-8일, 고비사막은 3-5일, 황토지대에서 발생한 황사는 2-4일 정도 걸리는 것으로 알려져 있다. 이에 또한 매일 관측된 MODIS 영상을 이용한 영상 자료는 2002년 4월 1일부터 4월 10일까지의 영상 중에서 선택하였다.

황사의 위치는 우리나라에 영향을 많이 미치는 고비, 황토고원 등과 같은 황토고원 및 황사발원지 시료채취 지역을 중심으로 분석하고자 하였다. USGS에서 제공하는 MODIS 영상의 좌표계는 상소도법으로 투영되어 있고, 우리나라를 포함한 사막의 발원지를 포함하는 영상의 개략적인 도곽은 그림5와 같고 2002년 4월 2일의 UTM 투영으로 모자이크 한 영상은 그림 6과 같다.

h24v04	h25v04	h26v04	h27v04	h28v04
h24v05	h25v05	h26v05	h27v05	h28v05 (한국)

그림 5. 황사 분석을 위한 modis 센서의 도곽

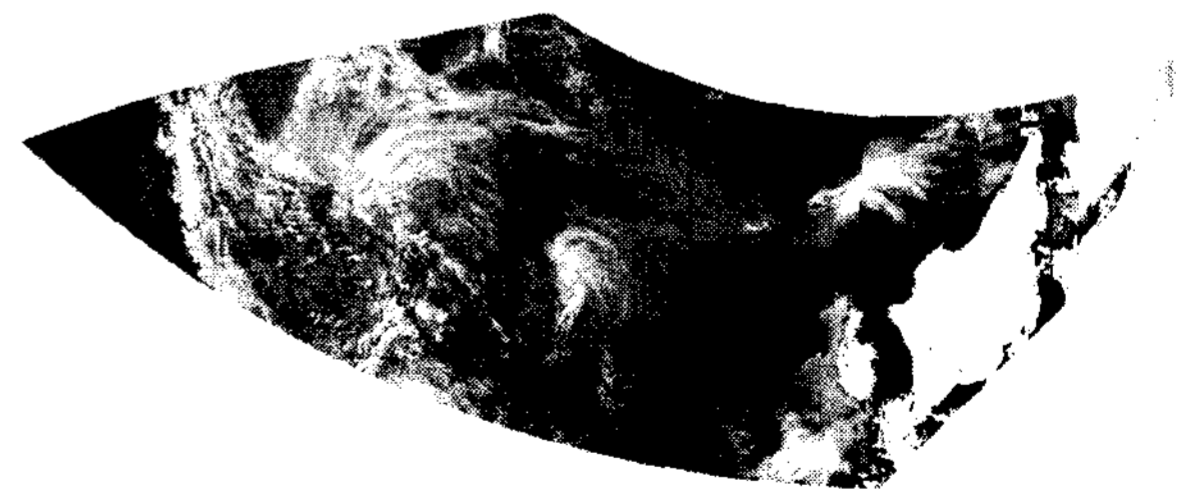


그림 6. MODIS 센서의 모자이크 영상(543밴드 false color 영상)- 2002/4/2

### 3.1 MODIS 영상에서의 황사 특성 분석

연구 대상 기간 중에서 황사가 가장 잘 보이는 2002년 4월 8일 영상에서 보이는 대표적인 황사 특성에 대한 분광반사율 특성은 그림 7 및 그림 8과 같다.

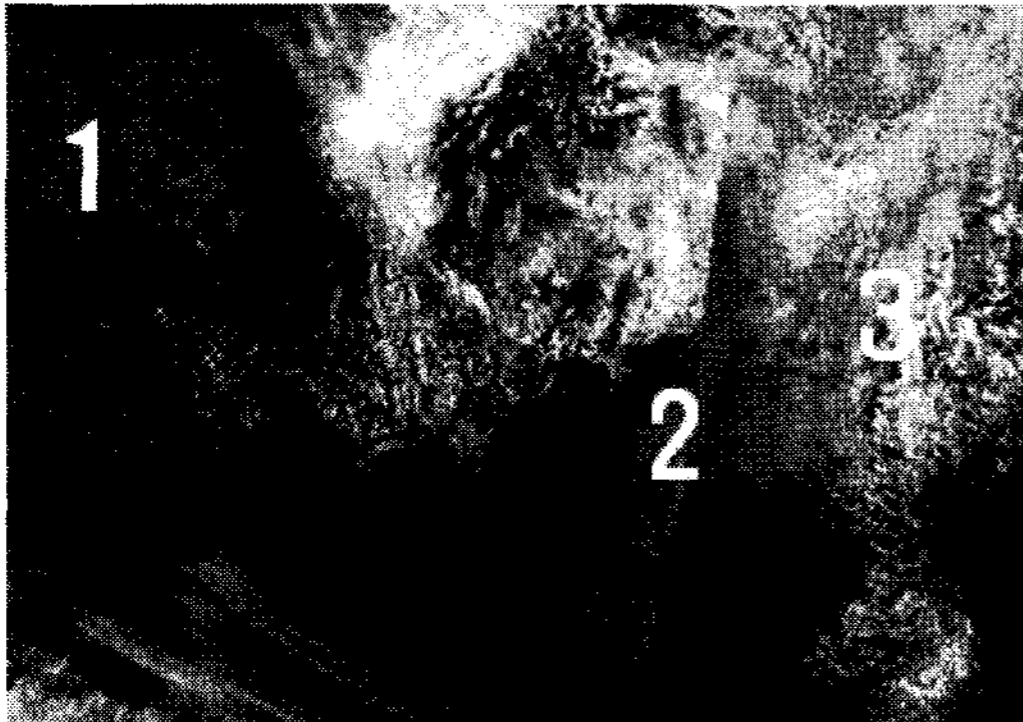


그림 7. MODIS 영상에서의 황사시료의 형태(1:토양, 2:공기중 황사, 3:구름속 황사)

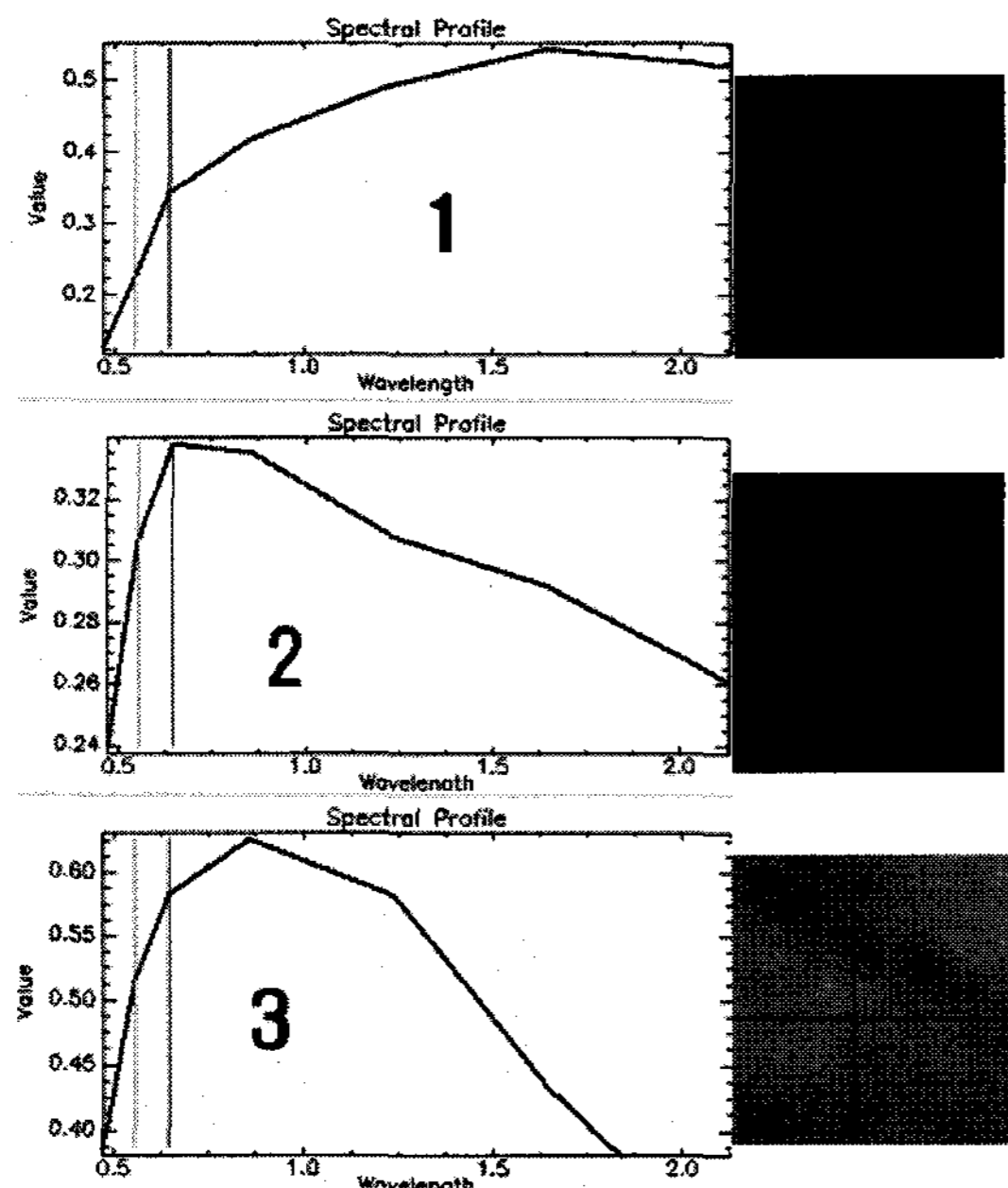


그림 8. MODIS 센서 영상에서의 황사 형태별 분광반사 특성

#### MODIS 센서에서의 토양의 분광반사 특성

은 황사발원지에서의 분광반사 특성 패턴과 거의 일치하였다. 그러나 파장대 2130nm 에서는 실험실과는 다른 패턴을 나타내는 것으로 나타났다. 또한 토양은 파장대가 증가할수록 값이 커지는 반면에 구름의 분광특성은 파장대가 증가할수록 값이 작아지는 패턴을 가지는데, 이러한 특성이 공기중의 황사와 구름속의 황사 패턴에 반영 되었음을 알 수 있었다

#### 4. 연구 결과

황사 발원지 시료 및 MODIS 센서 영상자료에 대한 분광반사 특성을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 오오도스사막에서 채취한 시료에 대하여 분광반사율 특성곡선한 결과 시료채취 위치에 따른 분광반사율 특성이 거의 유사함을 알 수 있었다.
- 오오도스사막에서 채취한 황사 발원지시료에서 시료의 입자크기가 균질한 시료에 대한 분광특성을 분석한 결과 입도크기가 클수록 분광반사율 값이커짐을 알수 있고, 특히 적외선 파장대에서 그 차이가 커짐을 알 수 있었다.
- MODIS 센서의 영상속의 황사의 형태별 (토양자체, 공기속의 황사, 구름속의 황사) 분광특성의 차이가 나타났고 이는 다양한 형태로 존재하는 황사의 구별인자로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.