

Remote Sensing 기법에 의한 토양정보추출

A soil surface information obtained by remote sensing technology

박종화 · 전택기* (충북대)

Park, Jong Hwa · Jeon Taek Ki

Abstract

The main objective of this study is to provide a soil surface information, which represent a soil reflectance spectrum, by remote sensing technology.

The soil reflectance of the soil was measured using a spectroradiometer in the wavelength range from 300nm to 1100nm. Measurements of soil reflectance have been made in four different soils.

The results suggest that the reflectance properties of soils are related to their mineral composition and soil moisture. Increasing soil moisture resulted in an decrease in the rate of reflectance which leads to parallel curves of soil reflectance spectra. The soil line representing the relationship between red and near-infrared soil reflectance is characterized by soil types.

I. 서론

지구상에 존재하는 모든 물체는 각기 다른 태양에너지의 흡수, 반사, 투과하는 특징을 가지고 있다. 물체특성 파악에는 지금까지 파괴적인 방법이 주로 이용되어 왔으나 센서기술의 발달과 컴퓨터산업 및 IT산업의 발달로 이와 같은 장비를 위성에 장착하여 사용함으로써 비파괴·비접촉적으로 측정이 가능한 원격탐사기법을 활용하여 자원탐색 방법이 널리 보급 확산되고 있다. 또한, 이 방법은 넓은 지역에 대한 정보획득이 가능하고 정보가 연속적으로 제공될 수 있어 동일지역의 변화를 쉽게 파악할 수 있는 등 많은 장점을 가지고 있다. 따라서, 최근에는 RS(Remote sensing)를 이용하여 자연광물뿐만 아니라 식생정보, 시설물, 수자원, 자원분석 등에 GIS와 함께 광범위하게 이용되고 있다.

인공위성에서 관측된 자료는 지표 피복물에 대한 태양광의 파장대별 반사특성자료를 수치화한 자료로, 위성 데이터를 효율적으로 분석, 해석하기 위해서는 지표 피복물에 대한 분광학적 특성을 파악할 필요가 있다. 따라서, 본 연구는 원격탐사 자료를 이용한 지표정보분석을 위한 기초 연구로서 각기 토성이 서로 다른 토양을 수집하여 각각의 표토에 대한 분광반사특성을 파악하는데 목적을 두었다.

II. 실험개요

1.스펙트럼계측

지구관측위성(Landsat)에 탑재되어 있는 광학센서에 감지되는 전자파에너지는 태양광으로부터 주사되는 전자파에너지가 지표면에 도달하여 토양과 식생여건, 물 입자 등에 의해 흡수·산란·투과 및 반사되는 에너지이다. 이는 지표면의 물질조성의 이질성에 의해 식 (1)과 같이 각각 서로 다른 분광특성을 나타낸다.

지표면으로부터 반사되어 지구관측위성에 탑재된 센서에 감지되는 전자파에너지는 일반적으로 식(1)과 같이 나타내어진다.

$$I_s(\lambda) = \tau(\lambda) R(\lambda) I_0(\lambda) + P(\lambda) \quad (1)$$

여기서, $I_s(\lambda)$: 센서 입사 전자파에너지, $\tau(\lambda)$: 대기 투과율, $R(\lambda)$: 지표면 반사율
 $I_0(\lambda)$: 지표면 입사전자파에너지, $P(\lambda)$: Path radiance

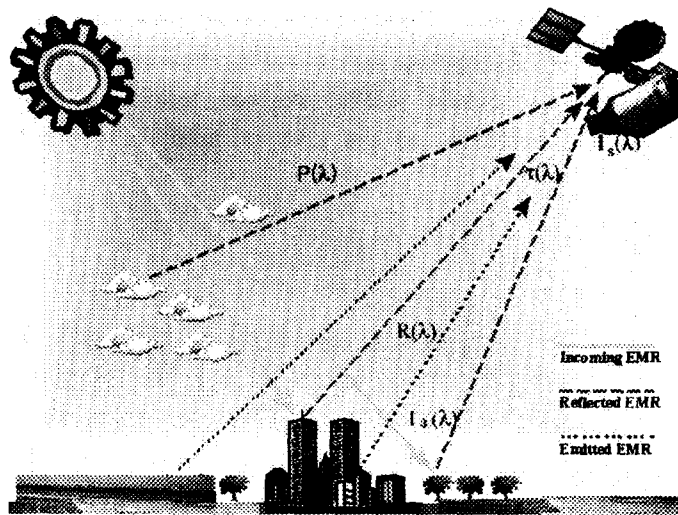


Fig.1. Schematic drawing of the optical remote sensing system used to extract soil and vegetation information

Fig.1과 같이 센서에 감지되는 전자파에너지는 지표면에 존재하는 물체의 반사특성에 크게 의존한다. 이 반사특성은 물체의 종류에 따라 고유의 반사율 변화특성을 가지고 있으며 상태의 변화에 따라 변화한다. 즉, 반사율을 측정함으로써 표층토양의 종류 및 그 때의 피복상태와 조건을 파악할 수 있다. 따라서, 위성 Remote Sensing에 의해 토양정보를 정확하게 수집하고 추정하기 위해서는 각 토양이 가지고 있는 토양 고유의 반사특성과 수분함유량 등에 따른 특성 변화 등을 여러 조건하에서 미리 파악해 둘 필요가 있다.

2. 반사스펙트럼 계측방법

반사율(또는 Albedo)의 계측방법은 먼저 표준백색판(반사율 99%)의 반사전자파에너지를 측정한다. 다음으로 여러 조건아래 시료의 반사전자파에너지를 측정하여 각 파장의 비를 식(2)에 의해 구한다.

$$R(\lambda) = \frac{I_a(\lambda)}{I_r(\lambda)} \quad (2)$$

여기서, $I_a(\lambda)$: 시료의 반사 전자파에너지

$I_r(\lambda)$: 표준 백색판의 반사 전자파에너지

분광반사특성의 계측은 Fig.2와 같이 30cm×30cm크기의 백색반사판을 이용하여 먼저 자연광 아래에서 반사판을 측정하고 다음으로 시료를 교대로 측정한다. 시료는 측정용기 40×40cm 크기의 사각형 용기에 5cm두께로 담아 고르게 하여 사용하였다. 측정은 Spectroradiometer (LI-1800, 측정파장역 : 300nm - 1100nm, 측정 간격 : 2nm)에 Telescope을 연결하여 약 1m위에 설치하여 15° 각도에서 측정하였다. 반사율의 계산은 반사판에 입사되는 입사전자파량을 100으로 하고 시료에 입사하여 반사되는 양을 측정하고 그 비를 식(2)와 같이 계산하여 반사율로 하였다.

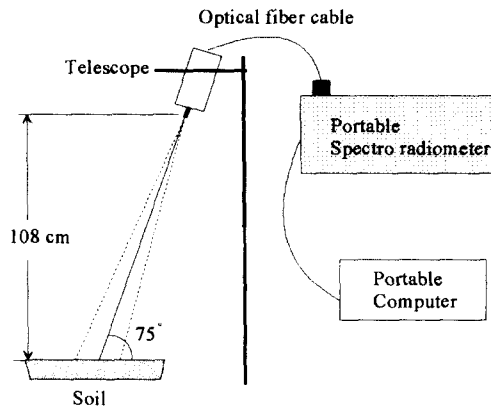


Fig.2. Schematic diagram of the measuring instrument

3. 시료 및 측정조건

본 연구에 사용한 토양은 토성이 서로 다른 4지점(Table-1)을 선정하여 시료를 채취하였다. 각 토양의 물리적 특성은 Table-1과 같다.

실험방법은 첫째 토양수분량과 토양반사특성과의 관계를 알아보기 위하여, 먼저 우리나라 가장 많이 분포하고 있는 화강암 풍화토에 대해 함수비를 5~6 단계로 변화시켜 그에 대한 반사율을 측정하였다. 둘째 우리나라 토양별 반사특성을 알아보기 위해 갯벌, 황토 및 모래 등의 토양에 대한 반사율을 측정하였다. 계측은 맑은 날씨(완전 확산조명조건)에 오후 2~4시경에 실시하였다.

Table-1 Soil types and physical characteristics

Soil type	Classification	Sampling site	Water content(%)	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Gs
Type1	Sand	Miho river	0.33				
Type2	Red-yellow podzolic soil	Ochang	26.55	36.33	40.57	23.10	2.57
Type3	Mud	Sunchang tideland	72.89	1.57	64.84	33.59	2.52
Type4	Granitic Soil SM	Chungju	28.57	67.31	30.17	2.52	2.7
Type5	Granitic Soil ML	Boheun	38.11	29.81	65.19	5.0	2.7

III. 실험결과 및 고찰

1. 토양함수비와 반사율과의 관계

Fig. 3은 Table-1에 나타낸 토양에 대해 자연함수비일때의 파장(λ , nm)변화에 따른 반사율(R, %)을 나타낸 것이다. 그림과 같이 각 토양의 반사특성은 500nm이하의 파장대에서는 서로 유사한 변화패턴을 보이나 550nm(G)영역에서 급격히 변화하여 새로운 변화패턴을 나타낸다. 이는 각 토양이 가지고 있는 고유의 광물특성이 서로 상이하여 각기 고유광물을 포함한 파장대에서 급격한 변화를 나타내는 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 토양의 특성파악을 위해 550nm이상의 파장영역을 선택하여 해석하였다. 그 결과, 모래는 근적외선(IR)파장대에서 가장 높은 33%를 나타내었고, 황토와 화강암 풍화토는 17~27%를 나타내며 완만한 반사율증가를 보였으며, 선창포구의 깃벌 흙은 10%이하의 낮은 값으로 일정한 반사율을 나타냈다. 이와 같은 반사율 변화특성은 기후변화에 따라 열을 흡수하고 반사하는 과정을 통하여 대기온도를 조절하는 역할을 해주며 작물의 성장에 영향을 주는 것으로 생각된다.

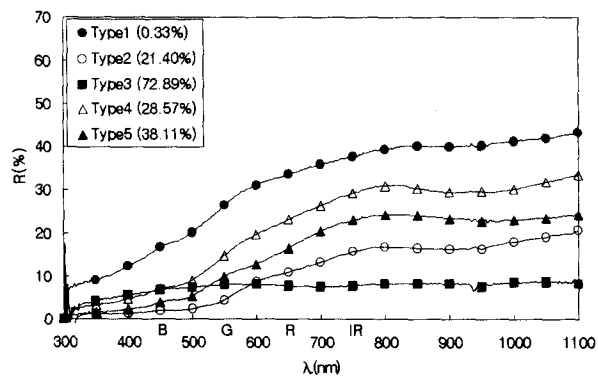


Fig.3. Relationship between reflectance and wavelength at various soil types.

Fig. 4~5는 Fig.3에 나타난 토양 중 2개의 토양에 대해 함수비 변화에 따른 토양과 반사율과의 관계를 나타낸 것이다. Fig. 4는 황토, Fig. 5는 화강암풍화토의 함수비 변화에 따른 반사율을 나타낸 것이다. 그림과 같이 함수비변화에 따른 반사율의 변화특징은 함수비가 증가함에 따라 토양의 반사율은 모든 파장대에서 일정한 비율로 감소하는 경향을 나타낸다. 이는 토양이 건조상태에서 습윤상태로 되어갈수록 본래 토양이 가지고 있는 반사특성과 물이 가지고 있는 반사특성이 서로 관계하여 반사율은 둘의 반사특성을 반영한 형태로 그 변화패턴을 일정하게 유지하며 감소하는 것으로 생각된다. 이 특성은 토양과 작물에 의한 증발산량과 밀접한 관계를 가지고 있어 수분량을 파악하는데 있어서도 유용한 정보가 될 것이다.

또 하나의 특징은 각 토양마다 가지고 있는 토성을 반영한 형태의 고유한 형상의 변화패턴을 가지고 있다. 즉, 같은 토양일 경우 함수비가 변화해도 그 고유의 변화패턴은 항상 일정하게 유지한다.

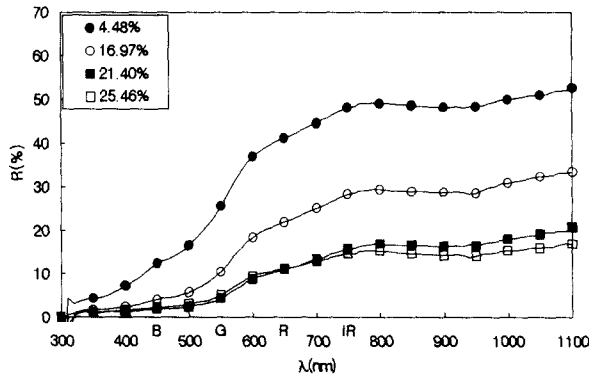


Fig.4. Spectral reflectance curves for Type 2 at various water contents

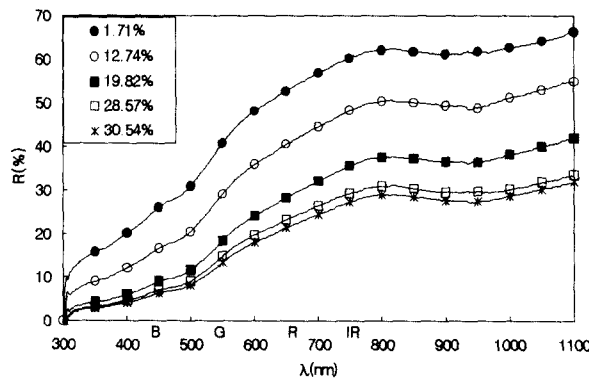


Fig.5 Spectral reflectance curves for Type 4 at various water contents

Fig.6은 화강암 풍화토 (Type 4, 5)의 가시파장(Red) 반사율을 횡축, 근적외파장(NIR)의 반사율을 종축으로 나타낸 것이다. 그림과 같이 두 파장대가 나타나는 관계는 함수비의 대소에

관계없이 매우 높은 상관성을 나타냈다. 두 파장대 사이의 관계를 식으로 표시하면 식 (3)과 같다.

$$\text{NIR} = a \text{ Red} + b \quad (3)$$

여기서, Red : Red band Reflectance (%), NIR : Near-Infrared band Reflectance(%)
 a, b : 최소자승법으로 구해지는 토양선(Soil line)의 매개변수

식 (3)은 일반적으로 Soil line이라 부르며, 본 실험에서 화강암 풍화토에서 얻어진 매개변수는 Fig. 7과 같이 $a=1.08$, $b=6.8$ 을 나타냈다. 여기서 형성하는 Soil line의 기울기는 토양의 조성 성분과 관계되어 a, b의 값을 변화시키는 형태로 나타난다. 따라서, 각 토양의 종류에 따라 기울기는 달리하나 함수비 조건은 Soil line의 경사를 형성하는 요인으로 나타나게 된다.

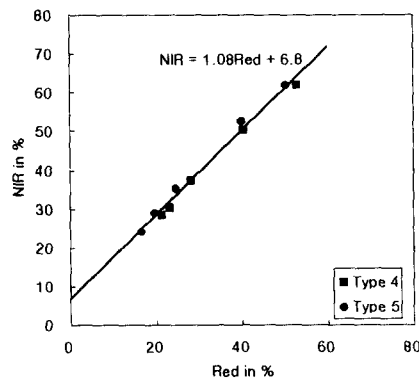


Fig6. Soil line for a Granitic Soil in Chungbuk.

IV. 결 론

본 연구에서 얻어진 결과를 정리해 보면 다음과 같다.

1. 토양의 종류에 따라 토양고유의 반사율곡선을 가지며, 반사율곡선은 토양 조성광물의 특성을 반영하는 형태로 나타남이 확인되었다.
2. 토양의 함수율에 따른 영향은 수분의 증가와 함께 반사율은 감소하나, 반사특성은 토양고유의 변화패턴을 유지하며 고유패턴이 평행이동하는 변화특성을 나타냈다.
3. 가시파장(Red)과 근적외파장(NIR)의 반사율 관계에서 각 토양이 고유하게 갖는 Soil line이 형성되는 것과 각 토양의 특징과의 관계가 확인되었다.

참 고 문 헌

1. 秋山の 3인 편저, 農業リモートセンシング, 養賢堂, pp.57~58, 1996
2. Bowers, S.A.의 1, Reflection of radiant energy from soil, Soil Science, 100:130-138, 1965