

여러 환경 인자에 의한 갯벌과 화강암의 분광반사도 특성 분석

김범준*, 이성순**, 이훈열**

*강원대학교 지구물리학과, **한국지질자원연구원

jun@kangwon.ac.kr, gisyi@kigam.re.kr, hoonyol@kangwon.ac.kr

Analysis of Spectral Reflectance of Tidal Mudflat and Granite by Several Environmental Factors

Bumjun Kim*, Sungsun Lee**, Hoonyol Lee**

*Department of Geophysics, Kangwon National University

**Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

요약 : 갯벌과 암석에 대한 다양한 환경인자에 따른 분광반사도(spectral reflectance) 변화 특성을 알아내기 위해 모래갯벌, 펄갯벌 및 화강암 시료에 대한 센서각, 입도, 수분함량 및 성분비에 따른 반사도를 측정하였다. 펄갯벌은 서해안 구룡도 인근에서 채취하였고, 모래갯벌은 성분 및 종류에 따른 반사도 변화를 분석하기 위해 몽산포 해안에서 바다 방향으로 100 m간격으로 6개의 샘플을 채취하고, 동해안 양양의 모래갯벌 시료도 채취하였다. 펄갯벌과 모래갯벌의 반사도 값을 비교하였을 때 반사도 패턴은 비슷한 양상을 띄었지만, 펄갯벌의 경우 단파장에서 장파장 대역으로 갈수록 반사도 변화폭이 감소하고 전체적인 반사도 값 또한 상대적으로 낮게 나타났다. 입도(grain size)에 따른 반사도 값의 변화는 입도가 작아질수록 반사도 값이 증가하는 양상을 나타냈으며, 수분함량에 따른 반사도의 변화는 수분함량이 많아질수록 전체적인 반사도 값의 감소를 확인할 수 있었다. 분광반사계 센서의 각도에 따른 반사도 변화는 각도가 증가할수록 반사도 값이 감소하는 양상을 나타내었다. 성분에 따른 반사도 차이를 위해 규암(quartzite)과 화강암 분말가루의 함량별 반사도를 분석결과 반사도의 패턴 및 반사도의 값이 규암보다는 화강암의 영향이 지배적인 양상을 보였다.

1. 서론

암석, 물, 식생 등 여러 가지 물질들은 파장별 고유한 분광반사도 특징을 가지고 있다. 최근 다중분광(multispectral) 센서와 초다분광(hyperspectral) 센서의 개발 및 기술 발전으로 인해 넓은 파장대역에서의 분광반사도 측정이 가능해지고 있다(현창욱과 박형동,

2009). 2000년에 발사된 NASA EO-1 인공위성의 초다분광 센서인 hyperion 센서를 이용하여 획득한 영상의 픽셀값은 분광복사계(spectroradio meter)를 이용한 시료의 실내 실험값과 비슷한 분석이 가능하다(현창욱과 박형동, 2013). 또한 hyperion 영상은 넓은 지역에 대한 다양한 정보를 빠르고 손쉽게 얻을 수 있는 장점이 있다. 하지만 hyperion

† 교신저자: 이훈열(hoonyol@kangwon.ac.kr)

영상은 대기보정의 필요성 및 노이즈밴드 (noise band) 제거가 필요한 단점이 있다. EO-1 hyperion 영상을 이용한 광물맵핑과 토양입자의 크기와 깊이, 수분함량에 따른 분광반사특성의 연구가 진행되어 있다 (Joseph W. et al., 2003; 정원교 외 2000). 이 논문에서 사용한 분광복사계는 hyperion 센서에 비해 고해상도이며 대기의 영향을 최소화 할 수 있으며, 타겟의 특징을 세밀하게 분석할 수 있는 장점이 있다. 이에 본 연구는 기존의 연구에 여러 환경 인자를 추가시켜 세밀한 분석을 수행하기 위해 분광복사계를 이용하여 모래갯벌, 펄갯벌 및 화강암 시료의 입도(grain size), 수분함량, 성분비 및 센서각에 대한 분광반사도를 측정하였다.

2. 연구재료 및 방법

2.1 시료채취 및 실험준비

니질(mud)이 많은 펄갯벌은 서해안 구봉도 인근에서 채취하였고, 모래갯벌은 성분 및 종류에 따른 분광반사도 변화를 분석하기 위해 몽산포 해안에서 바다 방향으로 100 m간격으로 6개의 샘플을 채취하였으며, 동해안 양양의 모래갯벌 시료도 채취하였다. 화강암은 성분 분석이 되어 있는 화천 일대의 화강암을 채취하였다. 채취한 시료의 입도 및 성분비 분석을 위해 체를 사용하여 입도 분류를 수행하였다.

2.2 연구 방법

사용한 분광복사계는 SVC사의 GER3700모델이며 측정 가능한 파장대역은 350 nm ~ 2500 nm이며, 642개의 밴드가 존재한다. 밴드 간격은 1.5 nm ~ 9.5 nm으로 중적외선(Mid-infrared) 파장 대역으로 갈수록 밴드 간격(resolution)이 증가한다.

분광복사계를 이용하여 채취한 시료에 대한 실내실험을 실시하였다. 이때 분광복사계

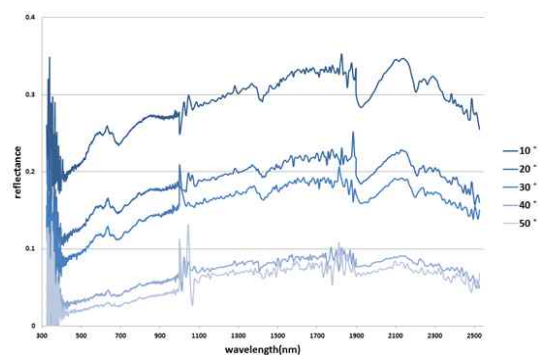


Figure 1. According to the angle of the spectroradiometer sensor of granite.

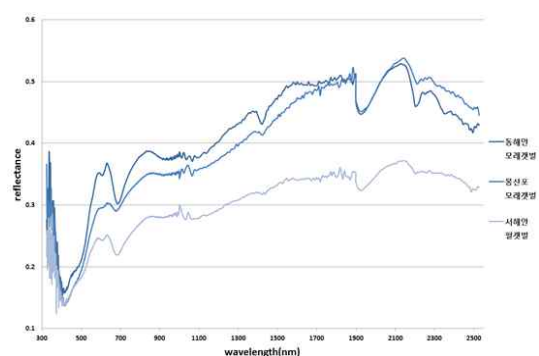


Figure 2. Spectral reflectance of the Mongsanpo sand flat, West Coast mud flat and East Coast sand flat.

센서와 시료사이의 거리 및 온도를 일정하게 유지시켜 주었으며 외부와의 빛이 차단된 암실에서 실험을 수행하였다

3. 실험 결과 및 분석

Fig. 1은 분광복사계 센서와 화강암 시료의 측정각도에 대한 분광반사도 값의 결과이다. 가로축은 파장(wavelength)을 나타내며, 세로축은 시료의 분광반사도를 나타낸다. 각도가 50°에서 10°로 감소할수록 전체적인 분광반사도 값이 증가한다. 시료의 측정면과 분광복사계 센서와의 각이 90°일 경우 충분한 에너지를 감지할 수 있어 반사도 값이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

서해의 니질(mud)이 많은 펄갯벌 및 몽산

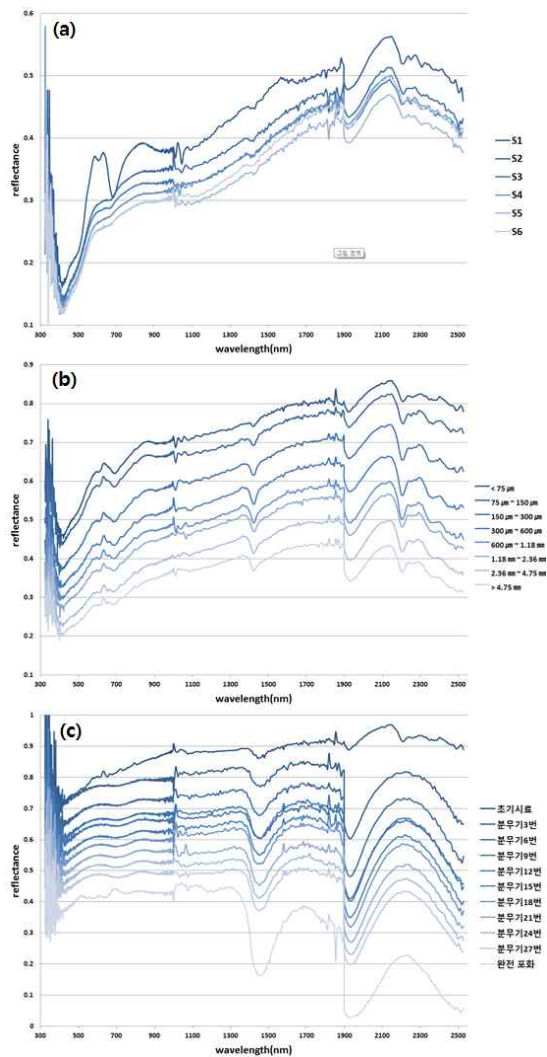


Figure 3. Spectral reflectance of the three materials. six areas of the Mongsanpo sand flat (a), grain size of the granite (b), moisture of the granite (c)

포 해안의 모래갯벌과 동해안의 모래갯벌에 대한 반사도 분석결과는 Fig. 2와 같다. 몽산포 해안의 모래갯벌과 동해안의 모래갯벌은 밝기 및 색상이 비슷하였으며 반사도 값 또한 비슷한 결과를 확인 할 수 있다. 서해안 펄갯벌의 경우 단파장에서 장파장 대역으로 갈수록 반사도 변화폭이 감소하고 모래갯벌에 비해 유색광물이 많아 어둡게 보이므로

반사도 값 또한 상대적으로 낮게 나타났다. 몽산포 해안에서 채취한 6개의 시료에 대한 각각의 체 분석 결과 해안가에서 바다로 갈수록 세립질 모래가 많아짐을 알 수 있었다. Fig. 3(a)는 채취한 6개의 샘플에 대한 반사도 값을 나타낸다. S1으로 표시한 지점이 해안선에서 가까운 부분이며 S6으로 표시한 지점은 해안선으로부터 멀리 떨어진 부분이다. S1, S3, S6 시료의 XRD(X-Ray Diffraction) 분석을 통한 대략적인 성분분석 결과 크게 차이가 나지 않는 것으로 밝혀졌다. 6개의 시료를 육안으로 관찰하였을 때 S1지점에서 S6 지점으로 갈수록, 즉 해안가에서 바닷가로 갈수록 샘플의 색상이 어둡게 나타남을 확인할 수 있었고 반사도 값을 비교해본결과 가시광선 파장대역 구간에서 반사도 값의 감소를 보였다. 하지만 중적외선 파장대역 구간에서는 어떠한 연관성을 밝혀내지 못하였다. 각각 샘플의 성분차이로 인한 결과로 생각되며, 모달 분석(modal compositions) 분석을 통해 정량 및 정성분석을 수행할 경우 좀더 세밀한 분석을 통해 반사도 값들의 연관성을 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

체를 사용하여 화강암 시료의 입도 분석을 위해 8분류의 크기로 나눈 후 반사도를 측정하였다(Fig. 3(b)). 입도가 감소할수록 전체적인 반사도 값은 증가하게 된다. 대부분의 파장대역에서 전체적인 반사도 패턴은 일정하지만 물의 강한 흡수 파장대역인 1400 nm 부근과 1900 nm 부근의 파장대역에서의 반사도 값은 서로 다른 차이가 있음을 확인할 수 있다(Roger N. Clark, 1999). 입도가 감소할수록 1400 nm, 1900 nm 부근 파장대역에서의 흡광 깊이는 감소한다. 이러한 이유로 시료의 입도가 감소할수록 시료내부에 존재하는 공극의 부피가 줄어들고 동시에 공극내에 존재하였던 물이 쉽게 증발하게 되므로 물 흡

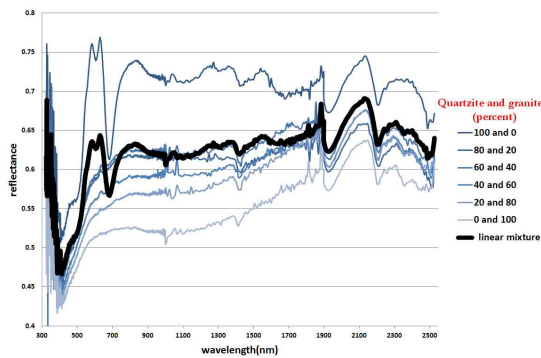


Figure 4. Mixture of the quartzite and granite.

수밴드의 입도별 서로 다른 반사도 값이 나타난다고 판단된다.

수분함량에 따른 반사도의 변화는 입도에 따른 반사도의 변화와 같이 확연한 반사도 차이를 볼 수 있다. Fig. 3(c)는 화강암 분말 시료에 대한 수분함량별 반사도 값의 차이를 나타낸 그래프로써 수분함량이 증가할수록 전체적인 반사도 값은 감소함을 나타낸다. 특히 물의 강한 흡수 파장대역인 1400 nm 부근과 1900 nm 부근의 파장대역에서의 반사도 값은 확연한 차이를 보이고 있다.

Fig. 4는 성분비(mixture)분석을 위해 화강암 분말가루와 규암(quartzite)분말 가루를 다양한 비율로 혼합하여 측정된 분광반사도의 결과이다. 규암시료와 화강암 시료의 반사도를 비교했을 때 규암시료의 반사도가 화강암 시료에 비해 상대적으로 높게 나타남을 볼 수 있다. 1:1 비율과 linear mixture를 비교했을 때 1500 nm ~ 1800 nm 파장대역을 제외한 나머지 파장대역에서 비슷한 분광반사도 값을 나타낸다(Roger N. Clark, 1999). 화강암시료와 규암시료의 첨가 비율에 상관없이 전체적인 반사도 패턴 및 반사도 값은 화강암시료의 반사도 값에 근접하게 나타난다. 이는 반사도 값은 규암에 비해 화강암의 성분비에 대한 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

이 연구에서는 분광복사계를 이용하여 다양한 환경인자(입도, 수분함량, 성분비 및 센서각)에 대해 갯벌 및 화강암의 분광반사도를 측정하였다. 입도, 수분함량 그리고 분광복사계 센서 각도에 의한 분석은 반사도의 확연한 차이를 볼 수 있었지만, 성분비에 의한 반사도의 차이는 분광복사계의 측정만으로는 다양한 물질에 대한 성분 파악에는 어려움이 있다. 정량 및 정성 분석을 위한 모달분석(modal compositions)의 뒷 바탕의 자료로서의 분광복사계는 상당한 의미가 있다고 판단된다.

참고문헌

- 정원교, 임상규, 홍석영, 김무성, 2000. 토양 입자의 크기와 깊이에 따른 분광반사특성의 변화, 한국국제농업개발학회, 12(2): 182-186.
- 현창욱, 박형동, 2009. 광물탐사를 위한 광물 소재의 분광특성 분석, 대한원격탐사학회지 춘계학술대회 논문집, 318-322.
- 현창욱, 박형동, 2013. EO-1 초다분광 위성영상을 이용한 강원도 지역 석회암 탐지, 한국자원공학회지, 50(1): 44-55.
- Joseph W. Boardman, and Jonathan F. Huntington, 2003. Comparison of airborne hyperspectral data and EO-1 hyperion for mineral mapping, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(6): 1388-1400.
- Clark, R. N., Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy, in *Manual of Remote Sensing, Volume 3, Remote Sensing for the Earth Sciences*, (A.N. Rencz, ed.) John Wiley and Sons, New York, p 3- 58, 1999.