

マルチスペクトル画像を用いた岩石風化程度評価手法の開発

安藤ハザマ 土木事業本部 正会員○鶴田亮介 正会員 宇津木慎司

1. はじめに

従来のカラーカメラは、人間の視覚的特性に基づいたRGB(Red, Green, Blue)またはYMC (Yellow, Magenta, Cyan)など3種類のフィルターを用いて色情報の取得を行っている。本方式では、色彩の違いを定量的に表現することが難しいため、色彩の定量的な表現には色差計や分光計が用いられることがあった。色差計や分光計は、一度に対象物のごく一部の領域しか測定できないため、試料全体の測定には時間がかかり、色むらについて表現できないという問題がある。この問題を解決するために、試料全体を一度に短時間で撮影できるマルチスペクトルカメラを導入した。資源探査分野で、スペクトルカメラを用いたの鉱物種の同定や定量化は数多く行われているものの¹⁾、土木分野において、のり面や切羽レベルでの岩種、風化程度の評価を行う手法は確立されていない。

そこで、岩石の風化程度を評価することを目的とし、マルチスペクトルカメラで取得したマルチスペクトル画像に、AIの画像認識技術であるCNN法を適用する手法を開発した。マルチスペクトル画像の取得方法、およびAIを用いた風化程度の評価に関する検討内容について詳述する。

2. マルチスペクトル画像取得システム

可視光線の波長帯の電磁波や、不可視光線の波長帯の紫外線や赤外線、遠赤外線等の電磁波を各波長帯に分光して記録した画像をマルチスペクトル画像と呼ぶ。マルチスペクトル画像の取得にはエヴァジャパン社製のスペクトルカメラ NH-8 を用いた。波長範囲 380nm-980nm のスペクトル反射強度の取得が可能である。今回は波長 5nm ごと、125 波長帯に分光したマルチスペクトル画像を取得し検討に用いた。透過型分散素子をベースとした分光部により、スリットを透過した1ラインの光を分光して複数の波長データを同時に取得することで、スペクトルデータを取得する。本方式の場合、従来はカメラもしくは対象物を動かす機構が必要となり、大型の外部装置が必要であったが、カメラ内部で光学系を駆動することにより外部装置を要さずカメラとノートPCのみで撮影可能となった²⁾。

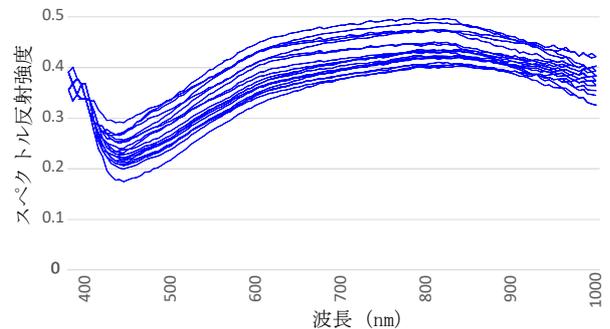


図-1 花崗岩新鮮部のマルチスペクトルパターン

マルチスペクトル画像の特定領域の、光の波長帯ごとの反射強度を示したパターンをマルチスペクトルパターンと呼ぶ。花崗岩新鮮部のマルチスペクトルパターンの例を図-1 に示す。

3. 風化程度評価手法の概要

今回開発した手法は、人工知能の画像認識技術を活用し、切羽のマルチスペクトルパターンから岩石の風化程度を評価するものである。

岩石試料の外観写真と風化程度のマルチスペクトルパターンとの関係を人工知能に学習させるのに際し、図-2 に示すような、CNN法と呼ばれる、他部門では広く適用事例がある人工知能の機械学習手法を適用した。CNN法とは、情報を紐づけされた画像データをもとに反復的に学習し、

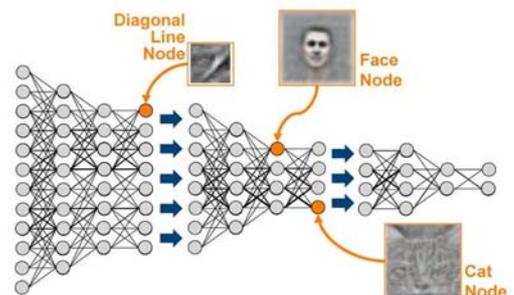


図-2 CNN法の概念図

キーワード：マルチスペクトル画像，マルチスペクトルパターン，風化程度，トンネル

連絡先：〒107-8658 東京都港区赤坂六丁目1番20号 TEL:03-6234-3670 FAX:03-6234-370

そこに潜むパターンを自動的に見つけ出す機械学習の一手法である。ニューラルネットワークを多層化した手法の一つで、畳み込みニューラルネットワークと呼ばれる。これに画像データを入力すると、情報が第1層からより深くに伝達されるうちに、各層で学習が繰り返される。この過程で、これまでは当該分野の研究者、技術者が手動で設定していた特徴量が自動で計算される。

風化程度の評価に当たっては、トンネル切羽に分布する、中風化、強風化花崗岩を対象とした。トンネル切羽をマルチスペクトルカメラで撮影した、特定波長（525nm）の反射強度画像を図-3に、中風化部と強風化部のマルチスペクトルパターンを図-4に示す。新鮮な花崗岩（図-1）と比較し、風化した花崗岩のマルチスペクトルパターン形状は大きく異なる。中風化花崗岩と強風化花崗岩のマルチスペクトルパターンは似た形状を示すが、波長550nm～650nm付近にかけて形状に違いが見られる。

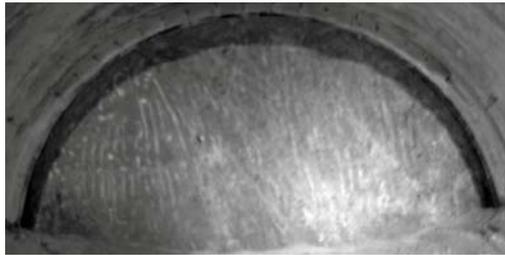


図-3 波長 525nm での反射強度画像

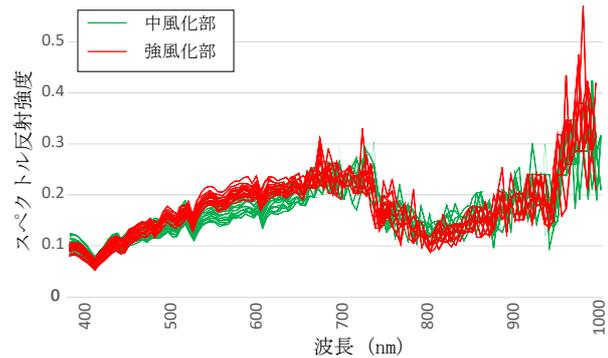


図-4 花崗岩風化部のマルチスペクトルパターン

本検討では岩石試料の反射強度画像を直接AIに学習させるのではなく、岩石試料から得られたマルチスペクトルパターンの形状と風化程度を教師データとしてAIに学習させた。AIでの判定では、教師データとして多数のデータが必要となるため、切羽を撮影した一つの反射強度イメージから、中風化部、強風化部それぞれ約300の領域を切り出し、それぞれの領域のマルチスペクトルパターンを得た。図-4の線の本一本は、それぞれ1領域のマルチスペクトルパターンを表している。学習後に未知の風化程度の切羽を撮影し、マルチスペクトルパターンをAIに与えることで風化程度の評価を行った。

4. 風化程度評価の結果

評価を行った切羽のRGB反射強度画像を図-5に、風化程度評価画像を図-6に示す。評価を行った切羽は、全体としては中風化した花崗岩であり、節理沿いに褐色の強風化部が分布している。マルチスペクトルパターンを用いた風化程度評価結果は、目視での風化程度評価結果とよく一致している。



図-5 切羽のRGB反射強度画像

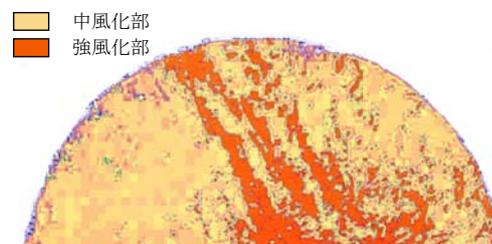


図-6 切羽の風化程度評価画像

5. おわりに

中風化から強風化花崗岩が分布するトンネル切羽において、マルチスペクトルパターンを用いることで、AIによる風化程度の評価が出来ることを実証した。今後、多の風化程度、他の岩種について、同様の実証試験を行う予定である。

参考文献 1) H. Jingu, et al (2012) : Mineral Identification and Quantification for the Practical Use of Satelliteborne Hyperspectral Sensor, Journal of The Remote Sensing Society of Japan, Vol. 32, Issue 5, pp.300-312. 2) Y. Takara, et al (2012) : Remote sensing applications with NH hyperspectral portable video camera, Proc. SPIE, Vol. 8527, 85271G.