

マルチスペクトルカメラを用いた湧水量測定手法に関する室内実験について

株式会社竹中土木 正会員 ○森 守正
 正会員 大村 啓介
 正会員 佐藤 裕考
 正会員 植松 佑太
 エバ・ジャパン株式会社 安藤 史織

1. 目的

岩盤斜面の亀裂やトンネルの切羽面においては掘削直後に大量の湧水が発生する場合が多く、周辺水環境への影響を評価する際には、その継時変化を把握することが重要となる。しかし、掘削直後の岩盤面においては肌落ち等の発生による人身事故の危険性があるので、接近して容器等で直接流量を測定するのが難しく、必然的に湧水量の評価は専門技術者による目視評価が一般的である。

我々は、亀裂面から発生する湧水量の非接触測定法として、水の吸光スペクトルのピーク波長付近をターゲットとしたマルチスペクトルカメラにより湧水状況を撮影し、得られた画像より湧水量を評価する手法を提案している。マルチスペクトルカメラとは、我々が普段使用している RGB カメラと違いより細分化された波長成分（色情報）を得ることが出来るカメラであり、非接触測定法として医療、農業、製造業など様々な分野で利用されている。本研究では、この評価手法について室内実験により検証を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験に用いた流出口を図1に示す。φ40の塩ビパイプを加工した流出口を壁面に設置し、水道水の蛇口と流量計を介して接続する。流出口の下面についてはコンクリート板を設置する。そのうえで特定の流量になるように蛇口を調整し、流出口の様子をスペクトルカメラで撮影する。これを複数の流量条件で実施することで、流量と撮影した画像との相関を調べる。なお、カメラは流出口より5mの位置に設置し、水のピーク波長は1400, 1900nmであることから、赤外線領域での波長を取得するためハロゲンライト 1000W×2基を光源として使用した。

3. 評価方法

流量の評価には、NDSI 値 (Normalization Difference Spectral Index) を用いた。例えば、図2に示すように上記実験において湧水量を 0ℓ/min から順次増加させた場合、カメラで得られる相対反射率 i のスペクトル分布は湧水量 0

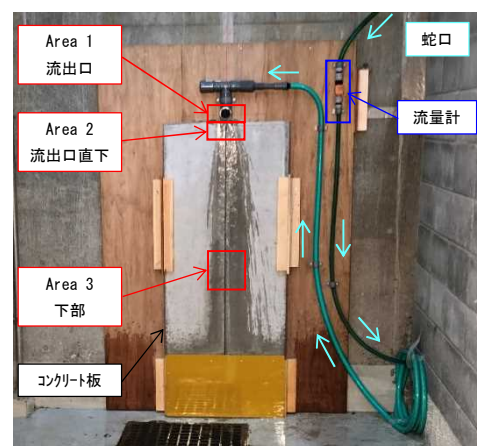
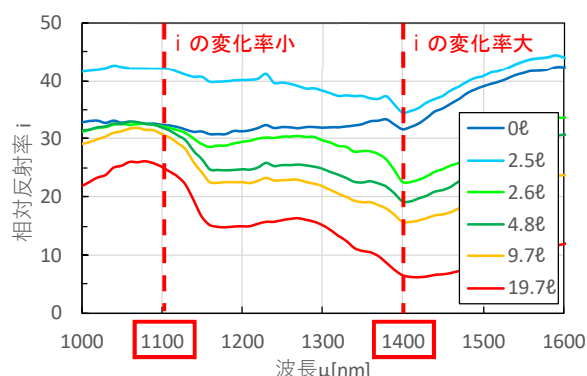
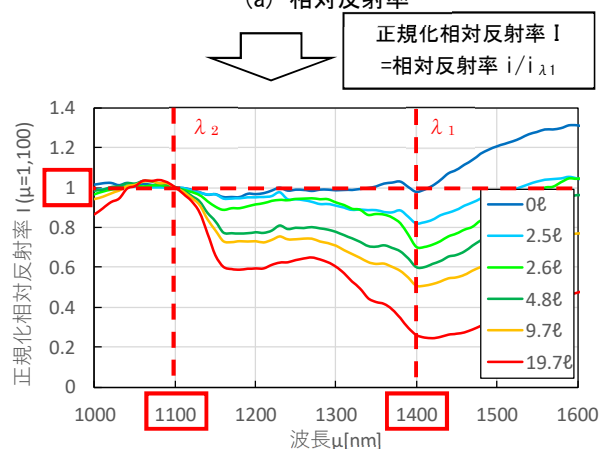


図1 流出口写真



(a) 相対反射率



(b) 正規化相対反射率

図2 正規化相対反射率の計算手法

キーワード スペクトルカメラ, 湧水量, 非接触測定

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂1丁目1番1号 (株) 竹中土木 技術・生産本部 TEL 03-6810-6376

の時点ではコンクリートの値であるが、水の厚みに比例して徐々に変化していく。特に水の吸光光度波長 $\lambda_1=1,400\text{nm}$ 付近においては、その変化率は大きい。一方、それとは別の特定の波長 $\lambda_2=1,100\text{nm}$ 付近においては、湧水量の変化に対する相対反射率 i の変化率が比較的小さな領域が存在する。この特徴的な2波長における分光強度 I の差・和で相対反射率を正規化することにより、特徴因子を明確に表現する。具体的な計算式は以下の通りである。

$$NDSI\left(\lambda_1/\lambda_2\right)=\frac{I_{\lambda_1}-I_{\lambda_2}}{I_{\lambda_1}+I_{\lambda_2}}$$

I_{λ} : λnm での相対反射率

4. 実験結果

各湧水量における NDSI 値の分布図を図3に示す。(a)から(f)まで順次湧水量が増えるに従い NDSI 値の分布範囲が広がり、また絶対値も増加している様子が見られる。分布図において、Area1: 流出口、Area2: 流出口直下、Area3: 下部のそれぞれの位置における NDSI 値と湧水量との相関を以下に示す。これより、Area2 における相関係数 R^2 が 0.74 と比較的高くなった。これは、Area1 においては塩ビパイプ自体の NDSI 値もしくは中に残留している水の分布を拾っており、Area3 については重力加速度の影響で水の流れが乱れているので湧水量との相関が低いのに対し、Area2 においては流出口から出た直後であり、鉛直流速も小さいことから層流に近い状況であり、相関が高くなっているものと考えられる。

これより、スペクトルカメラより得られた NDSI 値分布画像を用いて湧水量を評価できる可能性があることが確認された。今後、この部分に対して機械学習等の処理を施すことにより、未知の湧水量を予測する手法を検証する予定である。

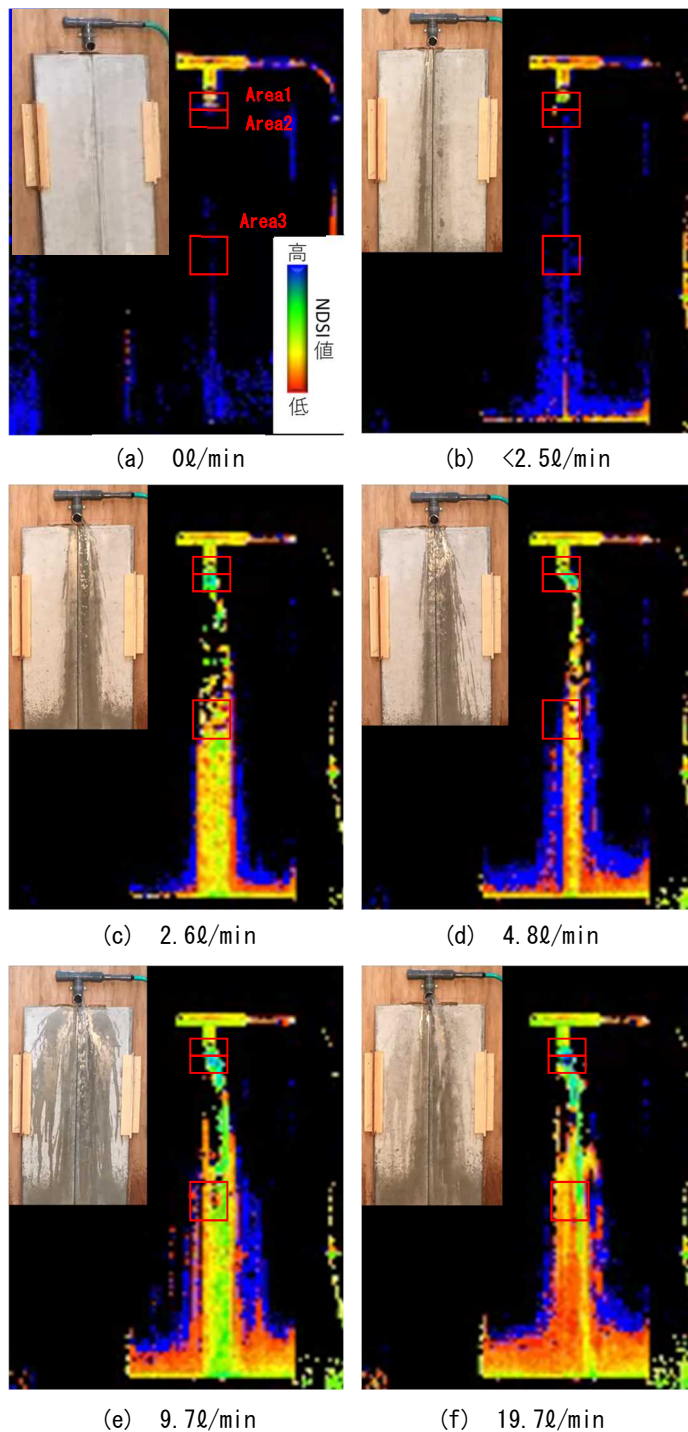


図3 NDSI 値分布図

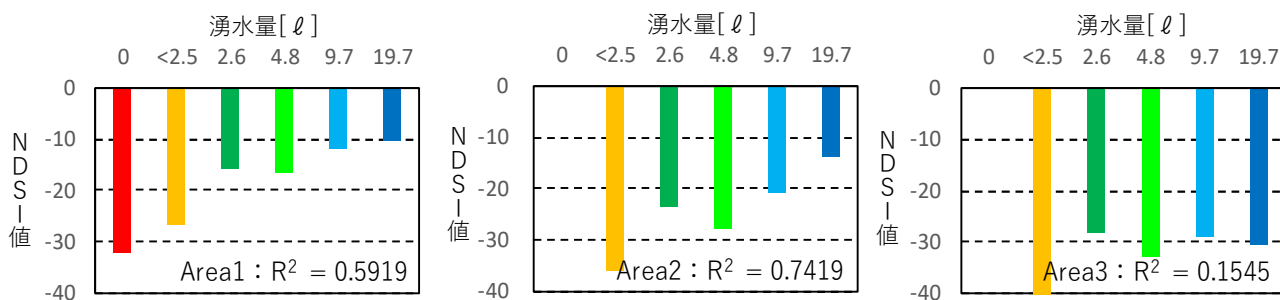


図4 湧水量と NDSI 値との相関

参考文献

- ・小野秀史他：ハイパースペクトルカメラによる火山砕屑物の含水比同定，第68回砂防学会研究発表会概要集