

岩海苔モニタリングシステムの開発

福田暉斗† 今野慎介† 寺門修†

函館工業高等専門学校†

1. はじめに

現在、岩海苔漁では、収穫時期を決定するために漁業者が目視で岩海苔の生育状況を確認する必要がある。しかし、岩海苔の採取時期は、主に12月から3月にかけての厳寒期であり、天然の岩海苔が生育している真冬の北海道日本海側は、天候の荒れる日も多い。そのため、漁場に人が立ち会い、生育状況を判断することは、大きな労力やリスクが存在する。

そこで本研究では、自宅などの遠隔地から生育状況を観察することができれば、これらの問題を解決できると考え、岩海苔を長期間観測可能なモニタリングシステムの開発を試みた。本稿では、監視システムの開発状況及び、岩海苔の実験的な生育を試みている現場にシステムを配置した運用結果について報告を行う。

2. システム概要

本システムの構成図を図1に示す。制御ボードには、Raspberry Pi 3 Model B+を使用した。Raspberry Pi にカメラモジュールと温湿度センサ(BME280)を接続し、監視する岩海苔の写真とその周辺の温湿度を測定する。温湿度データは、測定した時刻と合わせて、CSVファイルに出力し、同時に撮影された写真と共に、LINEへ送信する。取得した各種ファイルを保存しているフォルダは、定期的にGoogle Driveへアップロードする。拡張モジュールとしては、Mechatrax社のslee-Pi3と4GPIを利用する。slee-Pi3を用いることで、Raspberry Piの間欠動作が可能となり、消

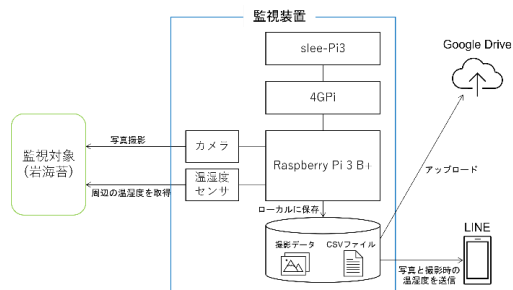


図1 システム構成図

Development of a rock laver monitoring system

† Fukuda Akito, Konno Shinsuke, Terakado Osamu
National Institute of Technology, Hakodate College

費電力の削減による安定した長期稼働が期待できる。また、4GPIによって、LTE回線を利用したインターネット接続も可能となり、屋外でもアップロード等を行うことができる。

3. 実装

実際に作成した装置の外観を図2に示す。本システムは、海辺や悪天候下での運用を想定しているため、装置は、耐久性や防水性に優れたMechatrax社のPi-fieldをベースに作成した。カメラと温湿度センサは、防水ケースの外部に出す必要があるため、PF管やシリコンシーラント等を用いて防水ハウジングを作成した。その他の機材は、全て防水ケース内に収納している。電源は、太陽光パネルと12V,20Ahの大容量バッテリーを用いて供給している。

4. システムの運用実験と評価

4.1 運用実験

システムが、正常に運用可能であるか検証するため、2021年12月23日より岩海苔の生育現場における試験運用を行った。実験は、北海道爾志郡乙部町で岩海苔の実験的な生育を試みている現場で行った。作成した装置は、図3のように金属製のポールに固定して設置した。撮影距離は、約10mである。試験運用では、1時間ごとに温度と湿度を測定してCSVファイルへの出力とGoogle Driveへのアップロードを行う。さらに、9時、12時、15時には、写真を撮影し、Google DriveとLINEへ各種データ送信を行う。

4.2 実験結果

システムは、本稿執筆時点で2週間の間、モニタリングのための各種データを正常にアップロードすることを確認した。その間、荒天が続い



図2 作成した装置



図3 運用中の様子

た期間もあったが、運用に支障はなかった。

以上より、本システムの構成は、モニタリングシステムとしての運用は可能であることが確認できた。しかしながら、岩海苔は黒に近い色を持ち、濡れた岩礁と色が類似しているため、遠距離から撮影した画像からは生育状況を正しく判断することは難しいという問題も発見された。この問題を解決するため、画像処理による生育状況の判断方法についても検討を行った。

5. 画像処理による生育診断法の検討

5.1 生育診断方法

生育状況の診断方法として、植生指標 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) に注目した。植生指標とは、植生の活性度を表した指標であり、植物による光の反射の特徴を生かして算出される[1]。NDVI の計算式を(1)に示す。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (1)$$

IR: 近赤外域の反射率

R: 可視域赤の反射率

値は-1 から 1 の間を取り、算出された NDVI の値が大きいほど植生が多いということを示す。

しかし、本格的な NDVI による生育診断を行うには、高額なマルチスペクトルカメラが必要となり、コストが高くなってしまう。そこで今回は、赤外線カットフィルタを持たないカメラを用いた疑似的な NDVI[2]による岩海苔の検出可能性を検証した。

5.2 検証実験

システムの試験運用を行った現場には、検証に十分な量の岩海苔が生育していなかったため、岩海苔の撮影は、北海道函館市の岩海苔が豊かに繁茂している場所で行った。生育している品種は、ウルップイノリなどである。撮影は、Raspberry Pi にカメラモジュールを 2 台並べて設置した機器を製作した。イメージセンサは SONY IMX219PQ である。可視光遮断フィルタとバンドパスフィルタを使用して、可視域赤色光と近赤外光のみによる画像を撮影可能とした。2 つのカメラモジュールは十分接近させて配置したが、レンズの中心位置に約 3cm のずれが存在するため、撮影画像自体に位置のずれがある。さらに、2 台のカメラは順番に撮影を行うため、画像には約 5 秒の撮影時間の差が存在する。

5.3 検証結果

撮影した画像への画像処理結果を図 4 に示す。処理は、GIS ソフトウェア QGIS のラスター計算機を用いて行った。白が強いほど NDVI の値が大きく、黒が強いほど値が小さいことを示す。

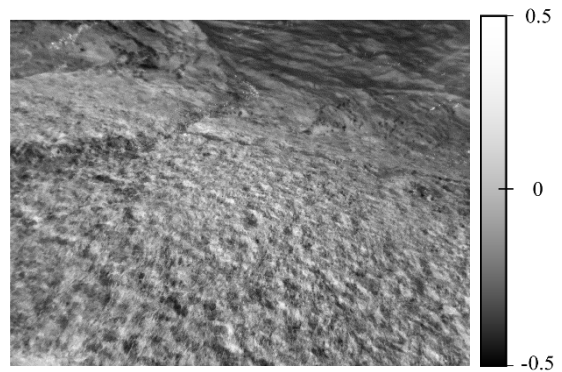


図 4 NDVI 処理結果

算出された NDVI の値は、最小値が-0.439056、最大値が0.475991となっていた。結果として、岩海苔が生育していた場所は、NDVI が大きい傾向にあり、海などの岩海苔が生育していない場所は、NDVI が小さい傾向にあることが分かった。しかし、それ以上に中間の値を取っている地点が多く、岩海苔の繁茂状況を正確に検出できているとはいえない結果となった。

検証結果より、疑似的な NDVI であっても、岩海苔を検出可能な可能性は示されたが、今回の実験方法では、正確な検出は出来なかった。このような結果となった理由として、撮影の時間差による波の動きなどによって、反射率が変化した可能性やカメラとフィルタの間から可視光が入り込んでしまった可能性などが考えられる。

6. おわりに

本稿では、岩海苔の生育状況を遠隔監視するシステムの開発と運用結果について報告した。成果として長期間稼働可能である監視システムを構築することが出来た。

今後の課題としては、明瞭に岩海苔を検出できる方法を追求する必要がある。

謝辞

本研究は、函館高専地域連携協力会の資金援助を受けて実施された。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] 武村武, 落合麻希子, 内田裕貴: 衛星データによるアオサの繁茂状況の把握に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.73, No.2, pp.I_833-I_838 (2017) .
- [2] 照井敬晶, 角張龍平, 若林裕之: 小型 UAV 搭載用可視近赤外カメラシステムの開発, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.37, No.5, pp.442-452 (2017) .