

農業用 UAV による干潟表面のクロロフィル a 量の観測の可能性

東海大学海洋学部環境社会学科 正会員 ○仁木将人

東海大学海洋学部 非会員 田中昭彦

東海大学海洋学部 非会員 丹 佑之

豊橋技術科学大学 正会員 加藤茂

東海大学海洋学部環境社会学科 非会員 水野峻司 山田雄大 竹内伸

1. はじめに

河川の河口や内湾の沿岸域に発達する干潟は、生物生息の場、生物生産の場、水質浄化の場として重要であるばかりでは無く、後背地を災害から守る場や気候変動を緩和する場としての役割も注目されている。しかし、その生態系機能を正確に見積もるためには、繰り返しのモニタリングが必要であるが干出時間に観測が限られるといった制約があるため、広域での観測に困難が伴う。これまで広域的な観測として衛星を使ったりリモートセンシングが行われてきたが、近年の技術進歩によって UAV の利用が盛んに行われるようになった。干潟生態系における光を使った観測として、スペクトルメーターを使った底生珪藻の観測があるが、農業用に開発された UAV にはスペクトルカメラを搭載したものも販売されるようになった。本研究では農業用 UAV に搭載したスペクトルカメラによる撮影結果から干潟表面のクロロフィル a の推定が可能か検討を行った。

2. 実験方法

現地観測は愛知県の三河湾に面する東幡豆干潟で実施した。観測は2021年9月19日と10月5日の2回実施した。観測に使用した UAV は DJI 社製 P4 Multispectral である。本機は農業用に開発されたものであり、作物の生育状況をモニタリングするために構築されたマルチスペクトル画像システムを搭載している。RGB カメラとともに、ブルー、グリーン、レッド、レッドエッジ、近赤外線を帯域とする5つのマルチスペクトルカメラが搭載されており、1度に6枚撮影される。また上部には照度センサーが搭載されており、後処理では照度情報も考慮される。今回の解析の後処理には DJI 社製の Terra を使用した。2D マルチスペクトルマップの作成処理では NDVI, GNDVI, NIR, NDRE, LCI, OSAVI の各植生指標に関するマップが作成される。作成したマップからフリーソフトの SeaDas を使い植生指数の値の抽出した。

作成された植生指数からクロロフィル a を推定するため、現地での撮影に合わせて底質の採泥を行った。採泥した底質は、冷蔵して持ち帰り、凍結乾燥機により乾燥処理した後 1g 程度分取し、ジメチルホルムアミドによりクロロフィル色素を抽出し分光分析を行った。得られた吸光度を使って Moran¹⁾ の式によりクロロフィル a 量を求めた。

3. 結果と考察

3.1. UAV による撮影結果

写真-1 に2021年9月19日の撮影から RGB カメラによる結果を、写真-2 に、同じ撮影結果に対する 2D マルチスペクトルマップから NDVI のマップを示す。波打ち際や構造物周辺で NDVI が高い値を示している。また、干潟上でも、水が引ききらず水溜を作っていたあたりで高い値を示した。水は近赤外線の吸収が大きいいため、相対的に NDVI 値が大きくなったものと考えられる。以前、今回と同じ東幡豆干潟で行ったスペクトルメーターを使った観測では²⁾、干潟上での NDVI 値は 0.03~0.15 程度の値を示していた。今回の結果でも同程度の値を示している。

3.2. NDVI とクロロフィル a

現地での採泥地点に関しては、画像から切り取る際の目印となるよう 1 辺 50cm の方形枠を設置しその中心で採泥した。マルチスペクトルマップから SeaDas を使って中心付近のデータを抽出したが、抽出範囲によってどの程度値が変化するかを検討するため、抽出時にかかるマスクの範囲を 1×1 、 3×3 、 5×5 の 3 パターンで検討したが大きな差が認められなかったため 5×5 の範囲で切り出した (図-1)。図-2 に底質分析の結果から得られたクロロフィル a 値と NDVI の相関図を示す。作図に当たって、水が残っていたためクロロフィル a 値に対して NDVI が過大となっていた 2 地点を除いている。両者の相関係数は $r=0.83$ であり、有意水準 5% で相関が認められた。

4. まとめ

農業用 UAV の干潟でのクロロフィル a 観測への適用を試みたが、採取した底質のクロロフィル a と NDVI の間に相関が認められた。ただし、観測地点が 10 程度であるためさらなる観測が必要である。また、構造物まわりや水を含む土壌で NDVI 値が高くなる傾向が認められ詳細な検証が求められる。

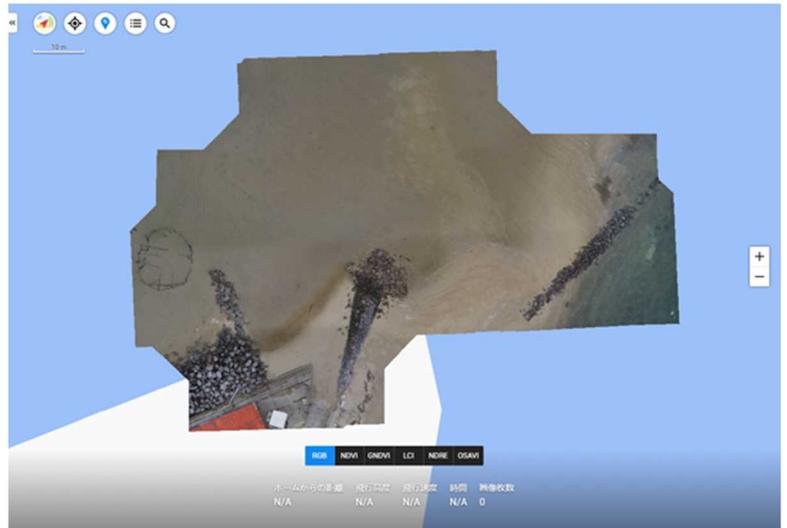


写真-1 2021年9月19日の撮影結果 (RGB画像)

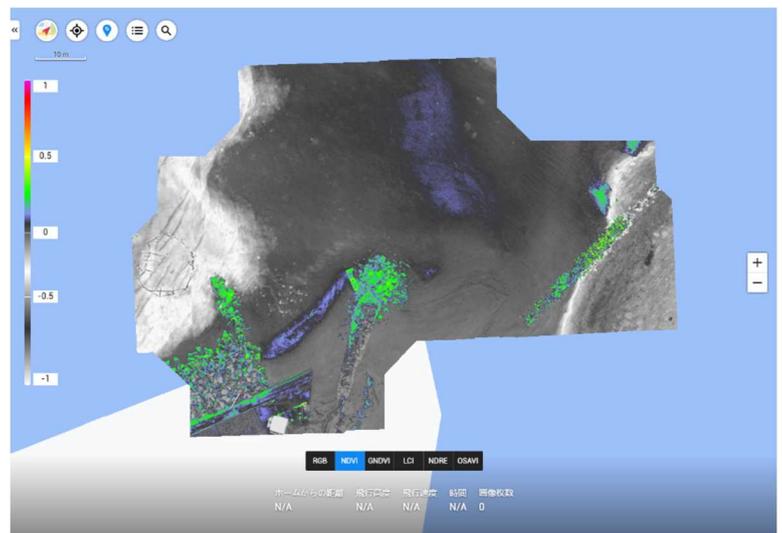


写真-2 2021年9月19日の撮影結果 (NDVI)

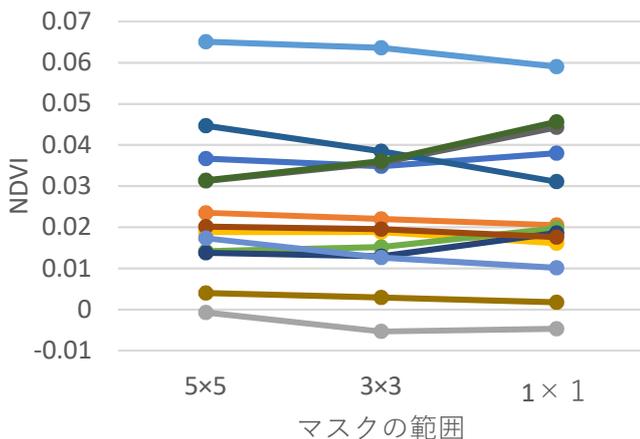


図-1 抽出に用いたマスクによる NDVI 値の変化

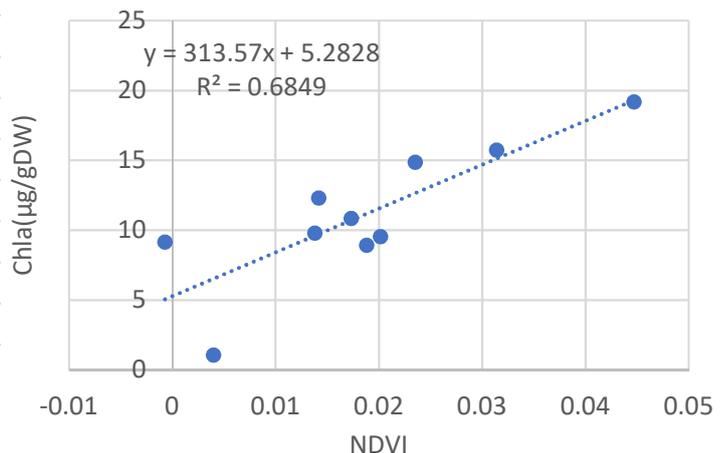


図-2 クロロフィル a と NDVI の相関図

謝辞: 本研究は、本研究は JSPS 科学研究費補助金 (科研費) 19K04669 を受けたものです。観測に当たって、東幡豆漁業協同組合には干潟の使用の許可をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

1 Moran, R.: Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N, N-dimethylformamide, Plant Physiol., 69 (6), pp. 1376-1381, 1982. ; 2) 仁木ら: 多波長イメージ分光放射計を用いた干潟の底生珪藻観測に関する基礎的検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 76 巻 2 号, p.I_1357-I_1362, 2020