

UAV と簡易マルチスペクトルカメラによる伊豆沼の水生植物分布の可視化に関する研究

大関 克弥[○] (一関高専), 佐藤 建 (一関高専), 金澤 靖 (豊橋技科大), 小林 健一 (一関高専)

1. はじめに

伊豆沼ではハスの過剰繁茂による沼内生態系への影響が問題視されており¹⁾, 沼内環境の復元の一環として, 機械によるハスの刈り取りやマコモの植栽活動などが試みられている. 人為的復元の改善効果の評価には, 植生分布遷移の季節的および経年的な調査が不可欠である. これまで, 伊豆沼では人間の目視による植生調査が行われてきたが, 多大な労力と時間を要し, 経年的な植生変化を捉えることは困難であった. そこで本研究では, UAV に搭載したマルチスペクトルカメラ (Green:550nm, Red:660nm, RedEdge:735nm, NIR:790nm) による水生植物の画像計測を行い, 計測画像を元に水生植物の判別を行うモデルを作成し, 植生分布の簡易的なマッピングを試みた.

2. 研究内容

まず, UAV に搭載したマルチスペクトルカメラを用いて, 伊豆沼・内沼水生植物園内の 6 種の水生植物 (ハス, ヨシ, マコモ, ヒシ, アサザ, ガガブタ)²⁾の画像計測を実施した. 6 群判別に加え, 浮葉植物 (ハス, ヒシ, アサザ, ガガブタ) とイネ科植物 (ヨシ, マコモ) の 2 群判別も試みた. 計測時期は植生繁茂が始まる 5 月下旬から枯死する 11 月下旬までとし, 計 18 回の計測を実施した. また, 7 月上旬に分光器を用いて各植物の分光計測を行い, カメラの撮影バンドにおける分光特性の違いから植生判別が可能であることを確認した.

次に, 計測画像群のマルチスペクトル情報から植生判別を行うための判別モデルを作成した. 計測日のうち, 5 月下旬から 8 月上旬にかけての計 9 日間から, 日別で植物種ごとに 1 シーンを選択した. 撮影日別に各植物の写る画像内のピクセル群を手動で抽出し, Red で正規化した Green, RedEdge, NIR のように特定のバンドで他のバンドを正規化した. これら 12 個の特徴量に, 正規化なしの 4 バンドと NDVI, NDRE, GNDVI の 3 つの植生指数を加えた計 19 個の特徴量を判別モデル学習用のデータセットとして, ランダムフォレストにより判別モデルの学習を行った.

最後に, 判別モデルの作成に使用したデータとは別のシーンから作成したデータセットを用いて, 新たなデータに対する判別モデルの精度検証を実施した. 判別モデル作成用データと同日程の 9 日間から, モデル作成に使用していない 26 シーンを選択した. 続いて, 判別モデルに入力するデータ数を削減するために, 各シーンに対して最大 1000 分割 (約 970~990 分割) で Superpixel による領域分割を行った. 各シーンの Superpixel 領域ごとに, 判別モデルによる植生判別を行った. また, 比較用データとして, 実地の植生分布調査の結果を元に, Superpixel 内の植物種を手動により判別した. 判別モデル及び手動判別で得た結果について, 植物種ごとの一致ピクセル数を算出することで, 判別モデルの評価を行った.

3. 結果と考察

2 群判別の結果および 6 群判別の結果を混同行列に表したものを図 1, 図 2 に示す. また, 混同行列から算出した正解率, 再現率, 適合率, F 値を表 1, 表 2 に示す. 表 1 より, イネ科植物と浮

葉植物の2群判別の正答率が9割以上で、再現率、適合率及びF値がいずれも8割以上であり、2群判別が十分可能であると言える。一方、表2より6群判別の正解率が約6割で、適合率、再現率及びF値が約3割程度であり、新規の計測データに対する6群判別は困難であると言える。

6群判別の結果において、ハスとマコモの正解率は0%であった。分光器による分光計測の結果より、ハスは他の植物と比べて個体間の分光特性のばらつきが大きいことが原因であると考えられる。また、マコモが主にヨシとして判別された結果について、計測画像内のマコモとヨシのマルチスペクトル特性に両者を決定づける差が出なかったことが考えられる。分光計測時、ヨシとマコモは葉の上面部分のみ計測を行った。2群判別によりイネ科植物と判別された領域に対して、各植物の上部のみのデータを抽出し、下部の暗い部分などを除外するようなマスクを適用することで、ヨシとマコモの分光反射スペクトルの違いを利用した判別ができる可能性がある。また、ガガブタの判別正答率は2.5%であった。水生植物園内の個々の生育沼の調査結果では、まとまったガガブタのサンプルを発見できず、植物園内に設置されている生育籠(縦1m×横1m30cm×高さ1m程度)の中で生育されているガガブタの計測画像のみをデータセットとして使用していた。よって、モデル作成用データ及び検証用データのためのガガブタのサンプル数を十分に確保できなかったことが原因であると考えられる。

したがって、現状では本研究で使用したマルチスペクトルカメラの持つ4バンドのセンサのみに基づいて明確な植生判別の条件を定めるのは困難であると言える。判別精度向上のためには、各植物の分光特性に基づく新たな判別基準を見つけるほか、計測画像の解像度向上や、計測画像内の植物ごとの形状や大きさの違いを利用した深層学習による判別などの方法が考えられる。

今後は、太陽光の照り返しによる植生判別への影響を軽減することで判別精度の改善を試みるとともに、連続したシーンで画像を結合し、撮影領域全体のより広域なマッピング画像を作成する手法の確立を目指す。

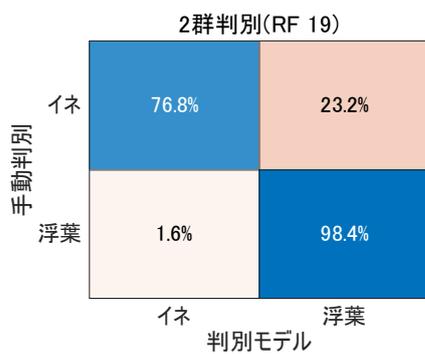


図 1. 2群判別結果

表 1. 2群判別の各指標

正解率	再現率	適合率	F値
0.9715	0.8761	0.8640	0.8700

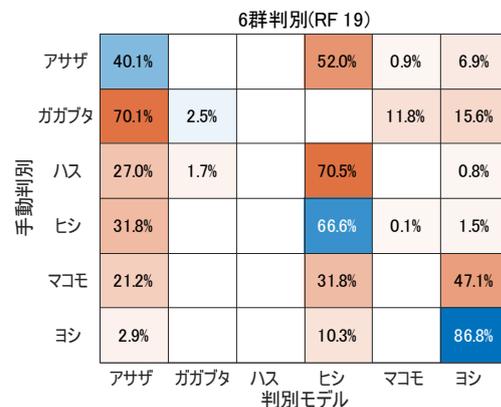


図 2. 6群判別結果

表 2. 6群判別の各指標

正解率	再現率	適合率	F値
0.5966	0.2540	0.3267	0.2903

- 1) 伊豆沼・内沼自然再生協議会, 「伊豆沼・内沼自然再生事業実施計画書」, 2009
- 2) 伊豆沼・内沼環境保全財団, 「伊豆沼・内沼産植物リスト」, 伊豆沼・内沼研究報告第4号, pp41-61, 2010