

# ドローン空撮画像解析による藻場等の分布把握技術開発

福見淳二\*1・中西達也

潜水や船上調査による藻場調査は、海藻の種レベルでの詳細なデータが得られる一方、調査範囲が狭く、地先～小湾レベルの広範囲を対象とするのは労力や費用の面で困難である。本研究では、広範囲な藻場の調査法の一つとして、ドローン空撮画像から画像処理を用いた藻場分布推定システムを提案する。（詳細な手順は平成30年度事業報告を参照）。

このシステムは、昨年度、被度（海藻が海底面に占める割合（%））の変化を部分的に推定するため、作成した藻場の全体画像を100分割し、1つの区画ごとに推定した。しかし、この画像には被度推定が不要な藻場以外の部分の写り込みが多かった上、GPSの誤差や風のため、毎回同じ経路や高度での空撮ができず、藻場の写り方がその時々で異なった。このことから、同じ区画での被度の比較が難しかった。

今年度は、藻場マップから藻の部分のみを切り出して分割し、区画ごとに被度を算定し、局所的に被度の推移分析ができることを目指した。その中で、作成した藻場の画像自体の歪みが問題点として浮上し、どのような撮影条件の時にどのような歪みが生じるのかを分析し、その対策を検討した。

## 材料と方法

**被度計測システムの精度分析** 空撮動画から切り出して得られた画像を確認したところ、実際の藻場の形状に一部歪みが見られた。作成した画像に歪みがあることは当然であるが、その歪みが被度算定にどの程度影響があるか分析した。

藻場の正確な形状を認知できる画像を作成し、自動で合成した藻場画像と被度について比較した。藻場の正確な形状を認知できる画像は、空撮画像213枚から重ね合わせる画像枚数を最小限にすることに留意して21枚を厳選し、自動合成と同じオーバーラップ率（80%）で人の目で確認しながら手動で作成した。

**局所的な被度の誤差の分析** 自動合成で生じる被度の

誤差の発生原因について局所的に分析するため、自動で合成した藻場画像及び手動で作成した画像の藻抽出画像を100分割し、全区画の原点座標と被度を出力し、区画ごとに比較した。手動で作成した画像の被度を真値とし、自動で合成した画像の被度との差（誤差）を求め、誤差が10%を超える区画がどの領域に存在するかを調べた。

**空撮実験** 藻場画像の重ね合わせの際、空撮条件（飛行高度やカメラの画角）により正常に重ね合わせができない場合がある。空撮実験をおこない、重ね合わせが正常にできた場合とできなかった場合それぞれの空撮条件について考察した。

## 結果と考察

**被度計測システムの精度分析** 手動で作成した藻場の正確な形状を認知できる画像を図1、自動で合成した藻場画像を図2に示す。それぞれの画像の被度を表1に示す。自動で合成した藻場画像は、手動で作成した画像より被度を約0.8%高く算出していた。

**局所的な被度の誤差の分析** 区画ごとに被度を比較し、誤差の程度ごとの区画数を図3に示す。潜水による人の目視による被度の場合、観測する人の主観（基準）によるため、同じ区画でも測定値に最大10%ほどの誤差が生じるが、全100区画のうち誤差5%以下が53区画、5%を超え10%以下が29区画と、82区画を誤差10%以下で抑えることができた。概ね潜水調査と同等の精度は得られていると判断したが、一部に精度の低い区画があることが判った。

誤差が10%を超える18区画は、藻場の外辺部に存在していた。そのうち、真値より藻を多く抽出した区画が藻場画像の中央部に集中していた。これは、画像を複数枚重ねることで藻の部分が膨張したことが原因と考えられる。空撮時にはドローンを手動で操作しており、藻場の場所により情報量（撮影枚数）に差がある。この領域で重ねた画像は約50枚であった。これは全体（213枚）の約4分の1であり、重ね合わせる際に少しずつ不一致部分が積算されて被

\*1 阿南工業高等専門学校 創造技術工学科情報コース 准教授

度が高くなったと推測する。一方、真値より藻を少なく抽出した区画が藻場画像の上部に集中していた。これは、自動で合成した藻場画像は、手動で作成した画像よりも重ね合わせる画像が多いため、波の動きや太陽光の反射が写り込んだ画像が複数枚重ね合わされ、強調されたことが原因と推測する。対策として、カメラに偏光フィルタを取り付けて反射が撮影画像に写り込まないようにすることが考えられる。

さらに、誤差が20%を超える区画について分析した結果、波の反射の影響で藻の部分まで白く写り、色域の関係で真値より少ない被度を算出した区画と、画像が縦方向にずれた結果、藻場の領域が画像上で縦方向に拡大してしまい、本来藻が無い部分を藻があるように認識して誤差が大きくなった区画があると推測する。中央部分と比べて外辺部は、複数枚重ね合わせることで不一致が生じ、その影響が大きいためと考えられる。

このことから、重ね合わせるアルゴリズムは妥当と考えられるものの、画像の重ね合わせの際には、類似画像が重複しないよう、前処理として重ね合わせる画像を確認しながら間引くことが必要である。

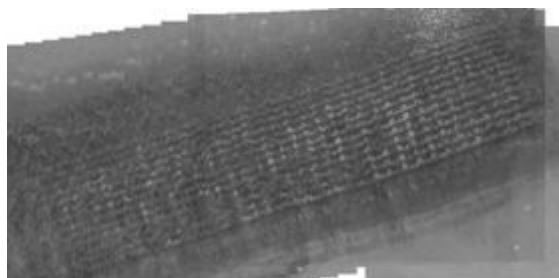


図1. 手動で重ね合わせた藻場の合成画像

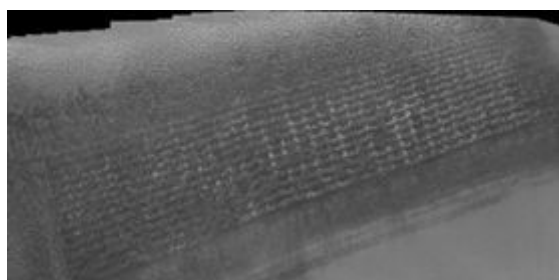


図2. 自動で重ね合わせた藻場の合成画像

表1. 作成方法の違いによる被度の違い

作成方法	被度 (%)
手動	26.0824
自動	26.8933

**空撮実験** 藻場画像の重ね合わせが正常にできた場合とできなかった場合それぞれの空撮条件について考察した結果、対象物を局所的に空撮すると特徴点が似ていてその抽出が困難になると考えられる。特徴点認識のためにはある程度の高さから空撮する必要がある。

また、空撮高度はほぼ同じであるにも関わらず、正常に重ね合わせができない場合があり、これはドローンに取り付けたカメラの画角の違いが原因と推測する。重ね合わせが正常にできた場合から考察すると、広角で藻場とそれ以外の境界線が認識できる画像が大半であれば、特徴点を抽出することができたと考えられる。

これらのことから、現在の重ね合わせの方法では、空撮する高度とカメラの画角を考慮し、対象物とそれ以外の境界線が画面上に収まるように空撮するという条件が必要である。

今後、検討が必要な課題としては、撮影環境や季節で藻の色が変化するため、藻を抽出するときの閾値の調節をどのように設定するかが挙げられる。

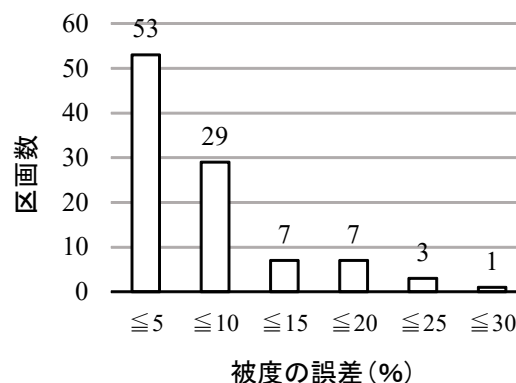


図3. 誤差の程度ごとの区画数