

高空間分解能衛星画像を用いた藻場分布域のモニタリングに関する調査研究

(一財)リモートセンシング技術センター 研究員 佐川 龍之

1 調査研究の目的

沿岸海域において藻場は、海洋環境、水産物供給、生物多様性、栄養塩循環などの面で重要な役割を果たしているが、環境変化や人間活動の影響を受けやすく、持続的な沿岸海域の発展のためには、藻場の分布域を把握し、モニタリングして管理していくことが重要である。

本研究調査では、WorldView-2 や RapidEye など沿岸域の解析に適した高空間分解能の衛星画像を海底面の反射率に変換して解析することで、効率的かつ正確に藻場をマッピング及びモニタリングする技術についての検討を行った。また、任意の藻場環境を設定した場合に光学的な物理モデルに基づいて衛星画像を生成するシミュレータを用いた解析を行うことで、理論上の藻場のマッピング限界水深の算出や藻場の密度推定の可能性についての検討も行った。

効率的で、信頼性の高い藻場のモニタリング技術を確立することで、国内および世界的な藻場のモニタリングを促進させ、健全な沿岸生態系の維持や、水産資源の管理に貢献することが本調査研究の目的である。

2 調査研究の実施内容

(1) 海底面反射率に基づいた藻場のマッピング及びモニタリング手法の検討

沿岸海域に広域に広がる藻場の分布域を効率よく把握するために、高い空間分解能や広いダイナミックレンジを有し、水域に有効な波長帯に感度域を持つ、WorldView-2 や RapidEye などの衛星画像を用いて藻場をマッピング及びモニタリングする手法の検討を行った。

藻場などの海底面の被覆物の特徴量は、光学的には表面における分光反射率として表すことができる。よって、衛星画像から分光反射率情報を抽出することが正確に海底面の状況を把握するために必要不可欠である。従来、大気や水中での光の散乱、吸収の影響を除去する方法として、光学モデルに基づいた大気・水柱補正手法を実施することで海底面の反射率に関する指数に変換する方法があるが、この指数は同一画像内での海底面の反射率に関する相対値であり、海面直下における太陽光の放射照度の変化の影響を受ける。そこで本研究では、海底面が砂地と推定できる衛星画像上の画素データから太陽光の放射照度に関する光学モデルのパラメータを求め、衛星画像を時空間的に普遍性のある海底面反射率に変換した。海底面反射率画像を海藻の分光反射率データと比較することで藻場の分布

域を抽出した。本研究手法では、従来、画像分類の際に必要な現地調査を、毎回行わずに藻場の分布図が作成できることが大きなメリットである。

(2) 現地調査データによる藻場マッピング精度の検証

藻場のマッピング精度を検証するために、現地調査によって、参照データを取得した。調査海域としては静岡県下田市大浦湾を選定した。現地調査では、音響計測器（サイドスキャンソナー）による海底地形測量、水中ビデオカメラによる海底面被覆観測を実施した。

分類精度の高かった WorldView-2 画像による藻場の抽出結果を図 1 に示す。また、WorldView-2 と RapidEye について解析した分類精度を表 2 にまとめた。WorldView-2 では、従来手法が本研究手法より分類精度が高かったが、一方で、RapidEye では、本研究手法が従来手法より分類精度が高かった。どちらの衛星画像の解析結果も従来手法と本研究手法とで分類精度に大きな差はなく、ほぼ同等の精度が得られているが、本研究手法では、解析シーンごとに藻場のデータについての統計値を必要としないという大きな利点がある。今後さらに多様な条件下で解析を実施し、本手法の有効性を検証する必要がある。

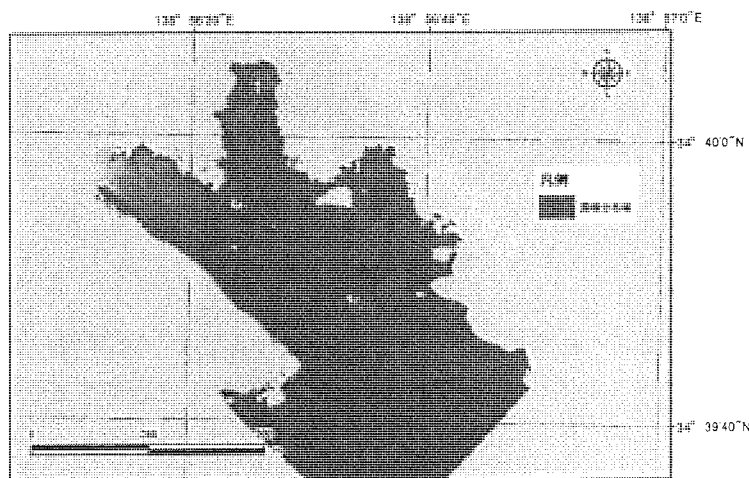


図 1 藻場分布抽出域 (WorldView-2)

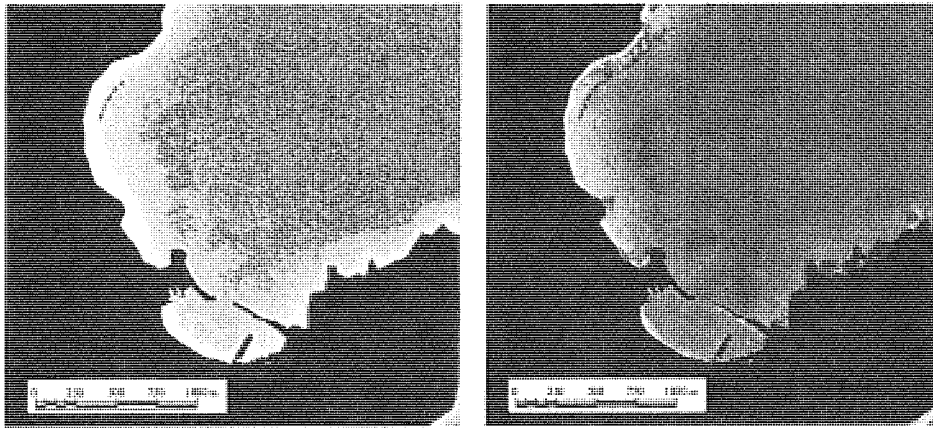
WorldView-2 画像を解析して抽出した藻場分布域 (緑色)。背景は衛星画像で、灰色は解析を実施していないマスク領域。

表 1 分類精度

	WorldView-2		RapidEye	
	Overall Accuracy	Tau coefficient	Overall Accuracy	Tau coefficient
本研究手法	0.807	0.633	0.805	0.594
従来手法	0.797	0.662	0.707	0.549

(3) 衛星画像シミュレータの作成

光学モデルを用いて、任意の環境パラメータに対し衛星画像を生成するシミュレータを作成した。図 2 において、シミュレーション画像と同海域を撮影した実際の衛星画像を比較のために並べて示したが、海域では水深増加に伴う輝度の減衰や海底が判別できなくなる水深に関して同様の傾向が得られていることが分かる。



シミュレーション画像(青バンド)

衛星画像(青バンド)

図 2 シミュレーション画像と実際の衛星画像

(4) 藻場のマッピング限界水深と透明度の関係

ここでは、シミュレータによって理論上のマッピング限界水深と透明度の関係を明らかにした。シミュレーション結果より、マッピング限界水深は消散係数の指数関数でモデル化できることが明らかとなり、データプロファイル等から消散係数が分かれば、理論上のマッピング限界水深を算出できる可能性を示すことができた。

(5) 藻場の密度推定の可能性の検討

藻場の密度を変えてシミュレーション画像を作成した。シミュレーションモデルでは、ノイズを発生させているが、衛星画像の DN 値の分散値を設定し、空間的にランダムに発生させた。サンプルデータ等により光学モデルの各パラメータおよびセンサノイズによる誤差の分散値が推定できれば、密度推定可能かシミュレーションによりある程度判別できる可能性があることが分かった。

3. まとめ

本調査で提案した藻場の解析手法は、従来の手法と比較し、現地調査データを画像ごとに必要としない点で非常に効率的であり、マッピング精度も同等であった。また、シミュレータを用いた解析では、消散係数とマッピング限界水深の理論上の関係を推定できた。さらに、藻場の密度推定もできる可能性があることが明らかとなり、その条件もシミュレータで推定可能なことが分かった。これらの技術や知見は、衛星画像による藻場のモニタリングおよび保全活動への利用をますます加速させるだろう。