

## 審査の結果の要旨

氏名 濱名 正泰

沿岸の浅海域に分布する大型海藻・海草の群落は藻場とよばれている。沿岸生態系において、一次生産者として、また、水産上重要種を含む多くの海洋生物の生息場として、藻場は重要な役割を担っている。しかし、近年、人間活動による藻場の衰退が報告されている。藻場の保全・再生のためには、藻場分布の現状や変化を把握し、減少している場合にはその原因を取り除く必要がある。音響機器の一つであるナローマルチビームソナー(以降、NMBS と略す)は藻場のマッピングに有効であるが、次の課題があり、NMBS を用いた藻場の実用的なマッピング法はまだ開発されていない。1)NMBS で取得できる膨大なデータから大型海藻や海草に関するデータを抽出するのに大変な労力が必要であること、2)コンブ場、アラメ・カジメ場、ガラモ場、アマモ場などに区分される藻場の種類判別が現状の NMBS 解析技術では困難なこと、3)藻場の現存量推定が確立されていないこと、の 3 つの課題である。本論文は、上述の課題に取り組み、近年開発された高い空間分解能をもつ NMBS を用いて、藻場の定量的なマッピング法の確立を目指した。

第 2 章では、200kHz、400kHz の周波数で、ビーム幅がそれぞれ、 $1 \times 2^\circ$ 、 $0.5 \times 1^\circ$  の空間分解能を持つ超音波ビームを 256 本有し、周波数可変な NMBS (以降、同じ NMBS を指す) を用いて、立体的 3 次元構造を持つ海藻と海草の判別を試みた。北海道古宇郡神恵内村地先の褐藻ホンダワラ類のウガノモクだけで構成されるガラモ場を対象とした。NMBS で収録された測深データを精査したところ、ウガノモクの藻体からの超音波の反射エコーは、海底から立ち上がった連続した測深点として捉えられていた。この特徴を用いてウガノモクのエコーを判別し、NMBS により得られた 3 次元海底地形図にプロットすることでガラモ場の 3 次元構造の再現が可能となり、ガラモ場面積、調査海域におけるウガノモクの総本数、平均密度を推定することができた。NMBS により作成したガラモ場の 3 次元マップと潜水調査により撮影された水中写真とを比較した結果、両者は非常によく一致し、NMBS で収録される測深データが藻場の 3 次元構造のマッピングに有効に活用できることが分かった。

次に、NMBS を用いる現場調査でリアルタイムに取得できる測深データを用いて藻場マッピングが可能か検討した。宮城県志津川湾波伝谷地先の平坦な砂地上に繁茂する海草タ

チアマモを対象として調査を行った。水中カメラでチアマモが確認された地点では、 $0.5 \times 0.5\text{m}$  のグリッド内の測深点のばらつきや測深差は高い値を示し、チアマモの密度が高くなるほど高い値を示すことが、水中カメラにより撮影された水中画像との比較により示された。これらの結果から、チアマモ場を高密度、低密度、チアマモなしの 3 カテゴリーに精度よくマッピングすることができた。一般的な NMBS データ収録ソフトには、データ収録と同時に海底地形図を作成すると共に、グリッド内の測深点の標準偏差や測深差を計算し、地図化する機能があるため、開発した本手法を用いるとリアルタイムでのアマモ場のマッピングが可能である。

第 3 章では、日高コンブとして知られるミツイシコンブの産地の一つである北海道幌泉郡えりも町笛舞地先のコンブ場を対象に藻場の種判別を試みた。このコンブ場では、起伏の激しい岩礁域にコンブ類と岩礁上に生育する海草スガモが混在して分布している。漁業者からは、漁場管理および資源増殖の観点からコンブ類とスガモの分布の地図化の強い要望がある。先行研究では、NMBS により収録される海底面の超音波後方散乱強度データでは藻場の種類判別はできないと報告されていた。本研究では、超音波後方散乱強度を測深データと組み合わせることによる藻場の種類判別に取り組み、超音波後方散乱強度と海底の起伏を示す値を用いる決定木を作成した。この決定木を用いることで、実用可能な高い分類精度で、コンブ類、スガモ、それ以外の 3 種の分布の判別が可能であることを明らかにした。

第 4 章では、NMBS で収録される反射波強度データを定量化するための研究を行った。まず、ターゲットストレングスが $-40\text{dB}$  の鉄製標準球を用いた NMBS の較正実験を行った。その後、マコンブ及びアマモのそれぞれについて植生密度を 3 段階に分けたパレットを用意し、反射波強度の計測を行った。その結果、NMBS で得られる反射波強度の角度スペクトルによりコンブ、アマモの判別が可能であり、現存量推定の基本データが得られ、マコンブについては NMBS で収録される後方散乱強度をもとに現存量の推定が可能であることが明らかになった。

以上、本研究は、藻場の保全に必要な藻場の分布、種類判別、現存量推定に関する NMBS を用いる新しい方法を開発したものであり、保全生態学上、また、水産資源学上大きく貢献するものである。よって、審査委員一同は本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。