

これまで大槌シンポジウムで発表したように、スゲアマモ群落では冬期の光量が極端に少ないことが観測されている。例えば、水深2mでは、0.2 E/sq.m/d以下の日が13日間連続することがある。また、群落の最も深い水深は5.2mであるが、群落の外側の水深5.5mでは0.5 E/sq.m/d以下の低光量の日が35日間も継続する。この低光量は湖面の凍結と積雪によるものである。

このような低光量でもスゲアマモが生長していることが観察された。水深約2mの地点ではスゲアマモとアマモの分布が重なっているが、アマモの葉の伸長量が $0.47 \pm 0.39$  mm/dあったのに対し、スゲアマモは $0.99 \pm 0.38$  mm/dの速度で生長をしていた。これは後者が低光量の環境下で生理学的、生態学的に適しているためと考えられる。

低光量における光合成活性を酸素電極法で測定したと

ころ、スゲアマモはアマモよりも最大光合成活性が低いものの、補償光量も低いことが明らかになり、低光量の環境でも有機物の生産が可能であることが分かった。アマモは群落を発達させるために比較的大きな地下茎組織を持っているが、この組織は光合成器官ではないので酸素を消費する。スゲアマモは地下茎組織がアマモに比べて小さいので、草体全体から考えると葉部（光合成器官）が大きいと言える。つまり、光合成器官を有効に利用して低光量の環境に適応していると考えられる。他にも光合成機構自体にも低光量に適応したメカニズムがあるかも知れない。今後、海草類の適応能を研究することによって、海草が勢力を広げていった戦略を明らかにすることができると思われる。

## 音響測深機による海草場の計測

立川 賢一

東京大学海洋研究所

### 1. はじめに

海草類が分布する海域を海草場と呼称する。海草場の保全に関連して、海草類を迅速に計測し、分布範囲と現存量を即時推定し、継続的にモニタリングできる簡便な調査方法が必要とされてきた。そのため、各種の観測機器の導入や手法の開発が試みられてはいるが、基準となる調査方法は確立していない。東京大学海洋研究所の海草場研究グループでは、この数年間、音響測深機を使った海草場計測手法の開発を試みてきた。

本研究集会では、「音響測深機により海草類の分布量を計測する方法」について開発の現状と将来構想について述べ、討論の話題にしたい。

### 2. 海草類の分布量調査方法の概観と調査方法の評価

従来実施されてきた海草類の探査と分布量の調査方法について比較検討したところ、調査の低経費、高効率、継続性、分布深度、収集データの確度等の面から見て、音響機器による調査方法が優れていることが分かった。

### 3. 音響測深機による海草類の分布量計測システムの開発構想手順

音響測深機による海草類の分布量計測システムの開発構想の手順は以下の通りである。

- 1) 現場の海草類分布に関する事前情報を収集する。
- 2) 潜水観察や水中ビデオにより海草類分布の確認を行う。
- 3) GPSの接続された改良型音響測深機（ワンビーム、マルチビーム；多周波送受波器装備）により海草の探査を行う。
- 4) 探査機の種類により、得られた海草類の音響反射強度を電気的情報に変換し、①直接データ処理するか、②記録紙に可視化処理するか、の選択をする。
- 5) 海草類の音響画像は2次元(2D)か3次元(3D)で、記録紙またはモニター画面に表示される。
- 6) 計算機によるデータ処理か画像処理により、海岸地形と海底深度を伴う海草類の分布が示され、任意の区画(面積)ごとに海草類の現存量が計算される。

### 4. ワンビーム音響測深機による海草類の探査事例

ワンビーム音響測深機（200 kHz, 受信ビーム幅6°）により海草場を音響探査した以下の事例について紹介した。1) 箱崎海域のアマモ場、2) 根浜海域のアマモ場、3) 大槌川河口域のアマモ場、4) 船越湾のタチアマモ場、5) 山田湾のスゲアマモ場。

### 5. マルチビーム音響測深機による海草類の探査事例

ナローマルチビーム音響測深機（SeaBat, 455 kHz, 受信ビーム幅1.5°, ビーム数60本）を使って海草場を音響探査した以下の事例を紹介した。1) 根浜海域のアマモ場、2) 大槌川河口域のアマモ場、3) 船越湾のタチアマモ場。

### 6. 海草類の現存量算定方法の検討

音響測深機により得られた音響画像（あるいは音響反射強度の累積値）の情報に基づき海草類の現存量を算定する方法を以下のような考え方でモデル化を試みている。

1) ライトランセクト法（L法）による海域海草現存量推定

海草現存量指数（L法）= 現存量変換係数（L法）×（現存量面積指数 × 株密度水準）×（分布面積）

2) 面積3D法（A法）による海域海草現存量推定

海草現存量指数（A法）= 現存量変換係数（A法）×（現存量体積指数 × 株密度水準）×（分布面積）

### 7. 海草藻類の種判別法の検討

アマモ、タチアマモ、スゲアマモ、ホンダワラ類などの音響画像形態特性を比較検討することを通じて、種判別方法の確立を検討している。

### 8. 今後の研究課題と展望について

1) 海草種判別方法の開発を試みる

①種別周波数特性の検討、②海草種判別専用多周波音響機器の開発

2) 海草種別現存量算定モデルを開発する

①現存量指数（面積、体積）を得るための画像処理システムの開発、②生育密度水準（面積あたり株数指数）の改良、③現存量変換係数推定モデルの開発

3) 海草類現存量測量精度の向上を検討する  
①坪刈り(湿重量, 株数/m<sup>2</sup>)の変動係数, ②草丈と株当たり現存量との関係, ③草丈と株数との関係

4) 海草場計測の即時自動可視化技法の開発を試みる  
①ワンビーム音響測深機にGPS機能を直結し, 地図ソフトにより分布図を作成する, ②ナローマルチビーム音響測深機による可視化技法の実現化を促進する

## タチアマモ *Zostera caulescens* の個体群動態と生産性

仲岡 雅裕

東京大学海洋研究所

北日本沿岸の沿岸海域には, 複数種のアマモ属の海草(アマモ *Zostera marina*, タチアマモ *Z. caulescens*, スゲアマモ *Z. caespitosa*, オオアマモ *Z. asiatica*, コアマモ *Z. japonica*)により形成される混合海草藻場が発達する. このうちタチアマモは非常に背丈の長い花株を形成することが特徴で, その高さは最大で約8mにも達する. タチアマモの生活史, 生長様式, フェノロジー等に付いては既に報告があるが, その個体群維持機構や海草藻場での動態・機能を理解するためには, 生長・生産量および個体群構造の定量的な解析が必要である. 本研究では岩手県船越湾に優占するタチアマモ個体群について, 定期的なセンサス調査と採集調査, および標識法による生長量・生産量の測定を行い, 個体群動態と一次生産量を明らかにした.

船越湾吉里吉里の水深4~6mの海域に定期調査用の測点を設置し, 1999年4月から2000年5月にかけてほぼ1ヶ月間隔で野外調査を行い, タチアマモの花株・栄養株それぞれについて下記の項目の季節変動を追跡した. (1) 株密度, (2) 株の高さの分布, (3) 花茎の節数(花株のみ), (4) 地下茎の節数(栄養株のみ), (5) 葉面積, (6) 株あたりの乾燥重量. また, 各月にそれぞれ10~25本の花株・栄養株の葉の基部に小孔をあけることにより標識を行い, 約1ヵ月後に回収することにより, その期間における葉の生長量・形成間隔および純生産量を測定した.

株密度は花株では著しい季節変動を示したが, 栄養株では有意な季節変化はみられなかった. クローン生長による花株の新規加入(栄養株からの特化)は冬から初春にかけて盛んであった. 花株の平均年齢は春から秋にかけて増加し, 11月から1月にかけては広い年齢範囲に分布しているが, 2月以降は老齢の株が消失することから, 花株の平均寿命は1年以下であることが判明した. 栄養株の年齢構造も同様の变化を示すが, その季節変異は花株ほど顕著ではなかった. 葉の形成間隔(PI: Plastochrone interval)は著しい季節変異を示し, 夏季のPIは冬季の約半分であった. 標識法により求めたタチアマモの純生産量も季節変動が大きく, 夏季(7~8月)は冬季(12~1月)の約10倍に達した. 地上部, 地下部を併せた年間純生産量は435 g dry weight/m<sup>2</sup>と推定された.

本研究の結果, タチアマモの花株は種子生産だけでなく栄養生長においても大きな役割を担っていることが判明した. 生長量・生産量の季節変化は日照量のそれと一致することから, 光条件が年間生産量を規定する主要因になっていることが考えられる. タチアマモにおける生産量の定量的評価は本研究が初めてであるが, この推定値はより浅い水深に生息するアマモ属他種の値とほぼ同じレベルである. 比較的深い海域の海草藻場であっても, 水柱の高い位置に大きな葉を広げるタチアマモの存在により, その生産性は水深および光減衰率のみから予想される値より大きくなっていることが考えられる.

## 船越湾のタチアマモ葉上に生息する被覆性コケムシの個体群動態

河内 直子

東京大学海洋研究所

海草葉上に生息する動物は, 生息場所である海草が常に生長・更新し, また季節的にも増減することから, これらの変動に対応した個体群動態および生活史特性を持つと予想される. なかでも, いったん定着すると動くことのできない固着性動物の場合, 基質(葉)の寿命が自身の寿命に直接結びつくため, その生活史が海草の動態とより密接に関連している可能性がある. 特に, 葉の伸長や更新への対応は, 葉上固着性動物が個体群を維持していく上で非情に重要であると思われる.

タチアマモ *Zostera caulescens* Miki は, アマモ属の中で最も大型の海草である. 特に岩手県船越湾では高さが最

大8mにも達し, 広範囲の水深にわたって葉上動物に生息場所を提供する. 本研究では, 岩手県船越湾のタチアマモと, その葉上に生息する被覆性コケムシ *Microporella trigonellata* Suwa & Mawatari を対象として, 1) 海草の季節変動および鉛直分布とコケムシの密度変動の関連性 2) コケムシの加入における基質選択性 3) コケムシの成長率および繁殖開始サイズとタチアマモの葉の更新率との関係について明らかにし, 生息場所である海草の構造や変動に対し, 葉上固着性動物が加入・成長・繁殖等における個体群パラメータにどのような特性を持つかについて検討した.