

平成11年度より、水圈生態系のひとつの形としてアマモ場を取り上げ、閉鎖型水圈実験施設内において、これを再構成しようという試みがはじまりました。実験施設は20m<sup>3</sup>の飼育槽2基と海水循環処理系などにより構成されており、これらの設備が密閉された室内に設けられています。現在、天然濾過海水を飼育槽に張り込んで施設設備の運転試験を行なっており、順次生物を入れて飼育試験を行なっていく予定としています。

一方、閉鎖系施設とは別に容量2m<sup>3</sup>のアクリル製水槽を用いたアマモ育成の予備試験を行い、アマモ育成中の水槽内の環境変化を調べています。

これまでに行なったアマモ育成予備試験では

1. 光周期に同調した溶存酸素濃度とpHの変動があること
  2. 海水中の無機態窒素、ケイ酸、リン酸等の栄養塩が早期に枯渇すること
- などが観測されています。

アマモ場をモデルとしてどのような生物群集を構成することができるのか?まだわからない点ばかりであるのが実状です。しかし、逆に実在の生物群集を理解するためのツールとしてこのような実験を利用していくことができないかと考え、ワークショップでは、本施設の概要および予備試験で得られたデータを紹介します。

## スゲアマモの遺伝子交流に関する研究

田 中 法 生

国立科学博物館・筑波実験植物園

海草類では、花粉及び種子の水中散布によって集団間の遺伝子交流が起こると考えられる。しかし、実際の交流の程度や、集団間の距離や海流などの影響については研究が進んでいない。これには、根茎が縦横に伸長し密集した群落を形成するために個体識別が困難である、海流と距離という散布に関わる2つの要因を区別することが困難である、などの理由が挙げられる。本研究で用いたスゲアマモ *Zostera caespitosa* (アマモ科) は、海草類には非常に稀な叢生するという特徴を持つため個体識別が容易であり、また分布域の北日本沿岸は複数の海流路があるため、海流と距離とを区別した議論が可能と考えられる。そこで、海草類集団の遺伝子交流の特性について明らかにすることを目的とし、まず、陸中沿岸におけるスゲアマモ集団についてRAPDマークによる遺伝的変異を検出し、その遺伝子交流について考察した。

岩手県山田湾の3集団(熊ヶ崎、大島、浪板崎)、同県大槌湾の2集団(室浜、箱崎)、青森県陸奥湾の1集団(浅虫)、計127個体について、60種のプライマーのうち、9種のプライマーにおいて20個の解析に有効な增幅断片情報が得られ、AMOVA (Analysis of Molecular Variance) 解析により各集団レベルでの変異の程度を示した。さらに個体間及び集団間のユークリッド距離からUPGMA類似度図を構築した。

AMOVA解析の結果、集団内よりも集団間(59.79%)に多くの変異がみられた。また、湾間と湾内の集団間ではそれほど大きな差は見られなかった。これらから、今回のスゲアマモでは集団間の分化が大きく、遺伝子交流が限られていることが明らかになった。これは、これまでの種子植物の数値と比較すると、自殖性種に近い程度の値であった。この弱い遺伝子交流の原因として、水中媒である上に、同一個体の複数の花茎が近接しているために自家受粉が起こっている、あるいは、水面での種子散布の頻度が低い、などの理由が予想された。

集団間のUPGMA類似度図において、大槌湾と山田湾の集団は湾毎に単一のクラスターを形成しなかった。また、個体間類似度図において、箱崎集団は山田湾3集団と混在してクラスターを形成した。

以上の結果から、山田湾ではある程度の遺伝子交流が起こっているが、近接する大槌湾ではほとんど起きていないことが示唆された。これは、同様な内湾にあっても、集団によって交流の程度が大きく異なることを示しており、湾内の海流などの環境が遺伝子交流に影響していると考えられる。

## 北海道東部の沿岸におけるスゲアマモの適応について

飯 泉 仁

北海道区水産研究所

北海道東部、オホーツク海に面した能取湖は湖水と海水が潮汐によって交換している汽水湖である。そこには3種の海草が生育している。コアマモ、アマモ、スゲアマモがそれで、この3種が水深にそって異なった深度分布(ゾーネーション)をしている。なかでもスゲアマモは最も深い海底(1.5 mから最深4~5 mまで)に生育し

ている。能取湖のスゲアマモ群落は純群落として国内でも有数の広さをもっていると思われる。北半球の温帯における海草藻場ではアマモが主な種であるが、下のような調査研究から、能取湖でスゲアマモが群落を発達させた理由を考察するうえで冬期の光環境が重要な意味を持つ、と考えられた。

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、0.2E/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0.5E/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。この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. 海草類の分布量探査方法の概観と調査方法の評価

従来実施し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（200kHz、受信ビーム幅 $6^\circ$ ）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, 455kHz、受信ビーム幅 $1.5^\circ$ 、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) ライントランセクト法（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