

## II 藻場生物調査



## 1. はじめに

平成10年度に策定された藻場生物調査手法(案)に基づき、平成12年度は北海道厚岸町厚岸湖藻場、北海道戸井町下海岸藻場、北海道神恵内村キナウシ海岸藻場、秋田県男鹿海岸藻場、石川県白崎藻場、静岡県田牛藻場、愛媛県大島・地大島藻場、沖縄県平瀬尾神崎藻場の8ヶ所の藻場の調査を行った。以下にその結果を述べる。

## 2. 北海道厚岸町厚岸湖藻場

### (1) 調査期間

現地調査を平成12(2000)年夏季に実施した。

### (2) 調査場所

図3に示す北海道厚岸郡厚岸町 厚岸湾アイニンカップ海草藻場(7ha)である。

### (3) 調査項目

- i) 海藻・海草群落分布把握調査
  - a. 藻場分布域把握(位置、面積等)
  - b. 藻場分布域確認及び藻場植生概観記録
- ii) 群落現存量把握調査
  - a. トランセクト法調査
  - b. Rapid visual technique法調査

### (4) 調査方法

#### i) 海藻・海草群落分布把握調査

海草藻場における海草の実際の分布、種構成、現存量を推定することは、海草藻場の生態学的類型区分において最も基礎的なデータとして重要である。このうち、分布を把握するためには、以下のような手法がこれまで行われている。

- (ア) 聞き取り・文献による手法
- (イ) 潜水による直接観察
- (ウ) ボートによる海面からの観察
- (エ) 極浅海用魚群探知機などによる探査手法

これらの調査手法は海域の藻場や海洋の状態・使用できる労働力や経済的な制限などに応じて使い分ける必要がある。また、複数の手法を同時に行うことによって、その精度は向上する。最近、簡易GPSを用いてかなり容易に精度の高い位置情報を得ることができるようになったので、これらの手法を駆使して、詳細な分布図を書くことができるようになった。



#### a. 藻場分布域把握（位置、面積等）

2000年夏季に厚岸湖奥のコアマモ藻場と厚岸湾アイニンカップの藻場で海草藻場の分布調査を行った。厚岸湖には大規模なアマモ場が広がっており、過去に行われた航空写真を基にGIS手法を使ってアマモ場の分布範囲を求めた。コアマモの藻場は一般に浅い部分に生育して、冬季の湖面氷結により季節によってはかなり大規模に消滅することがあり、またその草丈が小さいことにより航空写真では十分解析できない。そこで実際に徒歩及びボートと潜水によって分布境界を観察し、GPSによる位置決定を行った。

厚岸湾アイニンカップの藻場は地形変化に富んでおり、オオアマモ、アマモ、スガモの3種が生育している。分布の上限を明らかにするための潮間帯調査と沖の分布限界線を明らかにするための潮下帯調査を同時に行った。潮間帯藻場は徒歩で行い、潮下帯藻場は船からのスノーケリングにより行った。

国土地理院発行の2万5千分の1の地形図を必要なサイズに拡大して作成した調査海域図上に、現状の海藻・海草群落の概略の位置を把握、記入した。

#### b. 藻場分布域確認及び藻場植生概観記録

海草藻場は階層構造を持っている。個々の海草の株 shoot は、それ自身で独立していることは少なく、また、繁殖は主として地下茎による栄養繁殖によっているので、いくつかの株がかたまって生育している。そのために、海草の群落の最小単位は数10cmから数mの大きさのパッチとなる。このようなパッチが集まり、あるいは連続して大きい藻場を形成している。藻場の分布調査は、普通このような大きな藻場の外側をマッピングすることによって、その藻場の分布範囲とする。

分布の上限を明らかにするための潮間帯調査と沖の分布限界線を明らかにするための潮下帯調査を別班に分かれて、同時におこなった。潮間帯藻場は徒歩で行い（調査員3名）、潮下帯藻場は船からのスノーケリングにより行った（調査員4名）。直接観察によって、海草の存否、種、GPSによる位置の確認を行い、地図上に分布を記した。

### ii) 群落現存量把握調査

#### a. トランセクト法調査

藻場と判定された面積の中には必ずしも海草群落が密に生育しているとは限らない。裸地が群落の中にもしばしば見られるし、海草群落自体がパッチ状に分布していることが極めて多い。これまでは、このような藻場を全体に海草が生育しているとみなして、坪刈りの結果をかけた藻場全体の現存量とすることが多かったが、それでは多くの場合に過大評価になってしまうことは明らかである。しかしながら、藻場内のパッチの分布をすべて把握するには、細かいマッピングを潜水しながら行う必要があり、限られた時間と労力の中では、これはきわめて困難である。そこで、なるべく簡単に藻場内の海草パッチが占める割合を推定する方法として、トランセクト法を考案し、検討してみた。厚岸湾もしくは厚岸湖においてトランセクト法を試行する予定であったが、今年は予定よりも早く氷結が始まってしまったので、コ

ンピューターによる計算によって、トランセクト法の効果を検討した。

トランセクト法のやり方は以下のようである。

- まず、藻場の中央に船を係留し、そこから泳いである点をランダムに決める。
- その点から、目盛の付いたロープを持って、一定の距離、ランダムな方向にロープを張る。その距離は、藻場の大きさによって適当に決める。たとえば、1ヘクタール程度の藻場であれば50m、直径50mくらいの藻場であれば、20~30mくらいが適当であると思われる。
- そのロープに沿って泳ぎ、藻場のパッチの中にロープが入っている部分の割合を求める。
- 同じ測定を繰り返し、得られた値を平均して、海草のパッチの割合を推定する。
- トランセクト法によって、藻場の中の海草のパッチの割合を推定するためにどのくらいの回数の繰り返しが必要か、それをシミュレーションによって試みた。

#### b. Rapid visual technique 法調査

現存量推定法については、これまで主に坪刈りによる調査が主であったが、この方法は、多数の測点で行うには労力・時間がかかること、**destructive sampling**であり、測点数が多いと海草藻場を攪乱するおそれがあるなどの欠点があった。そこで、最小限の海草採集に基づき、なるべく多数の地点での現存量を推定する方法として、**Rapid visual technique**が開発された。これは、あらかじめ藻場の現存量を調査員が視覚的にランク付けし、そのランクと実際の現存量の間の回帰式を求めることにより、多数の調査点におけるランキングのデータより現存量を推定するという方法である。この方法を海草藻場に適用したときの信頼性については **Mellor (1991)**に、一般的な解説、注意点は **Coles et al (1995)**に述べられている。

一般的な方法論は下記の通りである。

- まず、対象藻場において調査地点をあらかじめ決める。このためには、まず藻場の地図が必要で、更に対象場所の航空写真や衛星画像があると望ましい。
- 本調査に先立ち、藻場の典型的な個所で、現存量のランクをあらかじめ決める。例えば、海草の全く無いところを0、その場で最も多いところを10とした10段階程度の基準を設け、各ランクの海草の繁り具合を覚えておく。ランクは後に調査員毎に補正をするので、他の人と必ずしも一致しなくても構わないが、時間の経過に伴いずれが生じてくることもあるので、写真等を使って一定時間ごとにチェックしなおすことが望ましい。また複数の海草種がある場合は、種ごとに別のランクを用いることが望ましい。
- あらかじめ決めた測点を **GPS** を用いて定位する。そこで、調査用コドラート（通常50cm×50cmコドラート）をランダムに数個設置し、その中の海草の種構成および各種の現存量のランクを決め、記録する。ランクは0~10まで1ずつの単位で決定する。調査員によりランクにずれがあるので、調査員が誰かであるかは必ず記録する。
- 全測点終了後、再び藻場の典型的な場所で、広い範囲の現存量をカバーするよう

にコドラートを5～10個設置する(キャリブレーションコドラート)。調査員全員が各コドラートの海草現存量をランキングした後に、コドラート内の海草の地上部を全て持ちかえり、研究室で種ごとに重量を測定する。

- ・上のキャリブレーションコドラートにおける海草の現存量と各調査員のランクとの間の相関を求め、両者の関係を回帰式で表す。
- ・この回帰式を用いて、全測点におけるランクのデータより海草の現存量を推定する。

実際の調査は夏季に厚岸湾アイニンカップの藻場で行った。潮間帯調査と潮下帯調査を別班に分かれて、同時進行。潮間帯藻場は徒歩で行う(調査員3名)、潮下帯藻場は船からのスノーケリングにより行う(調査員4名)。約5haの海域に調査点を設定。潮間帯は平均潮位線に沿って設置したライントランゼクト上に計21点、潮下帯は藻場全体をカバーするように計15点。各点で3 replicate quadrats を置いて、種構成と現存量ランクを記録。キャリブレーションコドラートは、潮下帯オオアマモ、潮間帯オオアマモ、アマモ、スガモごとに計5つつつ設定した。

## (5) 調査結果

### i) 海藻・海草群落分布把握調査

厚岸湖には大規模なアマモ場が広がっており、1990年の航空写真を基にGISの手法を使ってアマモ場の分布範囲を求め、図4に示した。一方、コアマモの藻場は図4の藻場の分布範囲に一部含まれると考えられるが、コアマモは一般に浅い部分に生育して、冬季の湖面氷結により季節によってはかなり大規模に消滅することがあるし、またその草丈が小さいことにより航空写真では十分解析できない。そこで、実際に徒歩及びボートと潜水によって分布境界を観察し、GPSによる位置決定を行った(図5)。このコアマモの分布は厚岸湖の南側イクラウシ川および東梅川の河口付近のものである。

アイニンカップの海草藻場に出現した海草の種類は3種、オオアマモ *Zostera asiatica*, アマモ *Zostera marina*, スガモ *Phyllospadix iwatensis* であった。調査結果は、図6と図7に示したとおりである。図6は、調査ポイント(位置・海草の情報を記録した点)を示している。図7に海草の存否と種について表している。この結果から、藻場全体の大まかな輪郭を知ることができた。面積はほぼ7haであった。アマモとスガモは、この藻場のもっとも浅い潮間帯付近に生息するのみで、この藻場のほとんど大部分はオオアマモの群落で占められていることが明らかになった。オオアマモは北日本に分布する日本固有種として知られているが、現在までに日本で知られているもっとも大きいオオアマモの藻場は同じ厚岸湾にあるもう一つの藻場とこのアイニンカップであり、きわめて貴重な藻場であるということが出来る。



図4 1990年の航空写真からGISによってもとめた厚岸湖のアマモの分布図。  
一部コアアマモを含むと考えられるが、写真からは判別が困難であった。

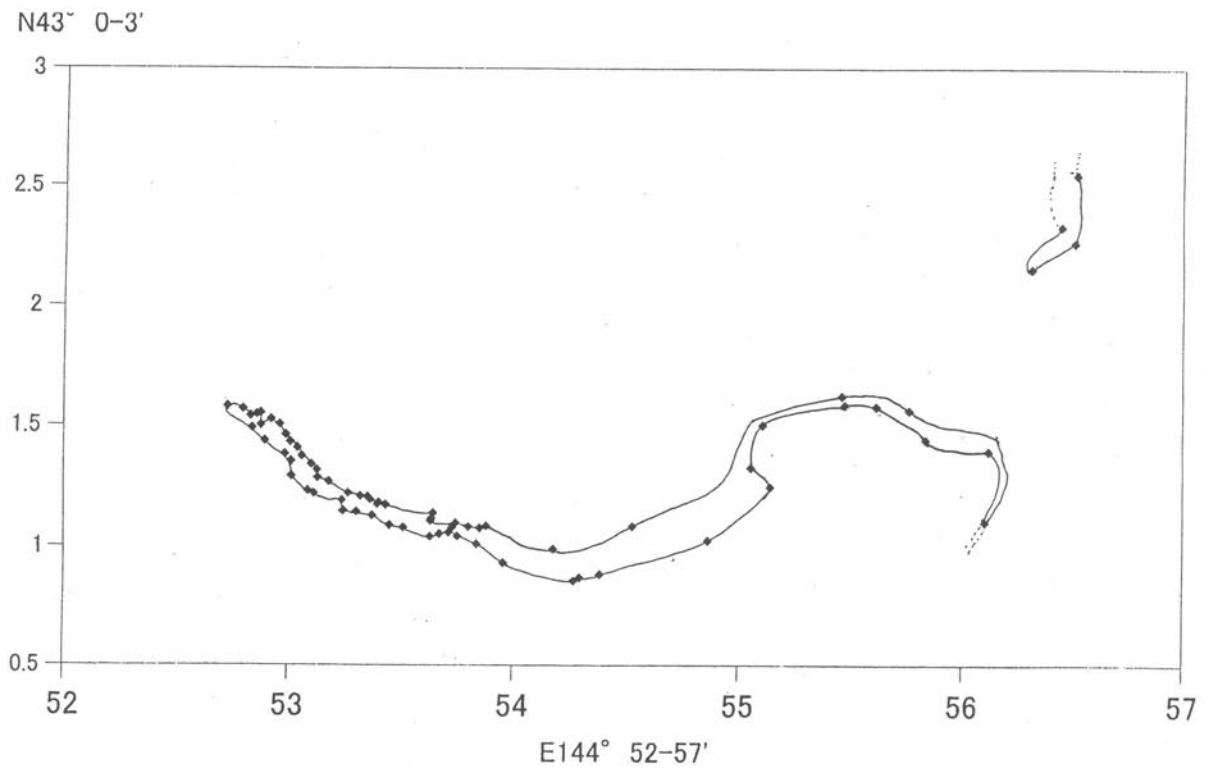


図5 徒歩、潜水及びボート探索によって求めた2000年秋期の厚岸湖南側の  
コアアマモの分布図。



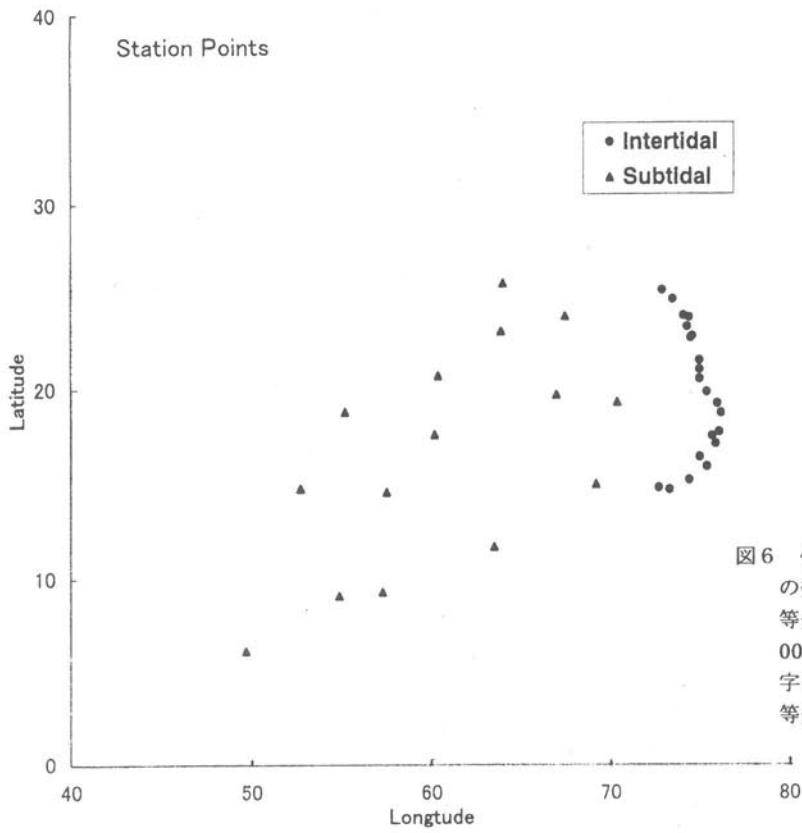


図6 位置、海草群落調査地点 緯度 latitude の数字は北緯 43 度 00 分と 01 分の間を百等分した値 (たとえば 23 は北緯 43 度 00.23 分と読む) で、経度 longitude の数字は、東経 144 度 51 分と 52 分の間を百等分を示す。

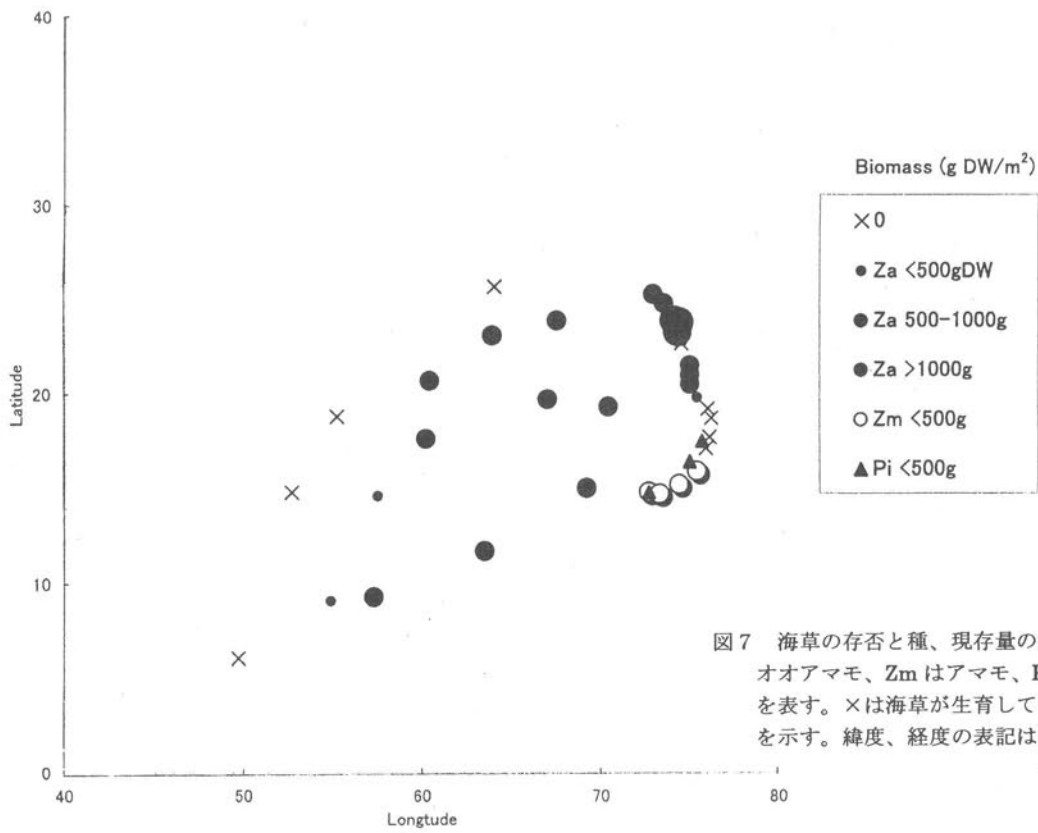


図7 海草の存否と種、現存量の結果。Za はオオアマモ、Zm はアマモ、Pi はスガモを表す。x は海草が生育していないことを示す。緯度、経度の表記は図6と同じ。

## ii) 群落構造調査

### a. トランセクト法

図8に、海草のパッチが適当に分布したモデル藻場を示す。黒く塗りつぶしたところが海草のパッチである。この藻場のどのくらいの割合を実際に海草のパッチが占めているかをなるべく簡単に知ることがこの手法の目的である。

最も小さい矩形を100m×100mとする。この矩形の中の海草パッチの割合を画像解析ソフトで求めると、19%であった。この矩形の中に、30点を乱数表を用いてランダムに決めた(×印)。それぞれの点からまた、乱数表を用いて0~360度の角度をランダムに決め、その点から50mだけ直線を延ばし、その直線が海草のパッチを横切る割合を測定した。

その結果から、サンプル数(1~30)の増加によって、変動係数(CV)がどのように変化するかを見たのが、図9である。この結果から、サンプル数が増えれば増えるほどCVが減少するというよく知られた結果が得られたが、とくに2サンプルから5サンプルの間にCVは大きく減少することがわかる。時間と労力、費用を考慮すると、図9から5~10サンプル程度が必要かつある程度十分なサンプル数であろうと思われた。

### b. Rapid visual technique

表1に潮間帯におけるRapid visual techniqueによる調査結果を、表2には亜潮間帯の結果を示している。個々の調査員のランクと実際のバイオマスとの関係は、図10に種ごとに表している。かならずしもバイオマスとランクがうまく一致しているとはいえないけれども、すべての点を坪刈りする労力と時間を考えれば、この程度の相関は許容される範囲と考えてもいいだろう。

以上の結果を用いて、現存量を推定した結果が表3に表してある。そのうち、潮間帯の推定結果は、図11に示されている。

### c. 藻場全体の現存量の推定

以上の結果から、藻場全体の現存量を推定することができる。本調査では、トランセクト法による藻場内のパッチの割合を実際の藻場で測定できなかったため、厚岸湾アイニニックアップの藻場の全体の現存量を推定することはできないが、トランセクト法による海草群落のパッチの割合と、各地点でのRapid visual techniqueによる単位面積のバイオマスの推定値から、藻場全体の海草の現存量を種ごとに推定することがより精度高くできるようになる。

## 【文献】

- Mellors (1991) An evaluation of rapid visual technique for estimating seagrass biomass. *Aquatic Botany* 42: 67-73
- Coles, Lee Long, McKenzie (1995) A standard for seagrass resource mapping and monitoring in Australia. ERIN, National Marine Information System, Data collection and Management Guidelines - Marine Biology and Fisheries