

第3章 藻場モニタリングの考え方

(1) モニタリングの必要性

藻場は、自然現象または人為的な影響を受けて絶えず変化する。この変化には、突発的に起こる**短期的変化**と緩やかに進行する**長期的変化**があり、これをいち早く感知することが保全対策を立てる上で重要である。水産多面的事業の保全活動では、沿岸の環境に変化をもたらした原因について検討し、その結果に基づき仮説を立て、保全対策を検討し、実行するというPDCAサイクルで実施される。この中では、対策の効果を検証し、保全対策を見直す上で、モニタリングが重要となっている。

また、近年の研究では、海洋生態系（藻場・干潟等）によって吸収・貯留される炭素（ブルーカーボン）が注目されるようになったことから、カーボンニュートラル達成に向けた有力な取組として、藻場の保全・回復の取組みには大きな期待が寄せられている。この場合のCO₂吸収量の算定においてもモニタリングは必要である。

(2) モニタリング手法

藻場の状態を調べる方法にはいくつかある。海藻・海草の成育状況は、基本的には**被度**（区画面積に対する垂直投影面積の割合を百分率または階級で表したもの）で把握する。被度を把握することで、被度を考慮した藻場分布面積（**実勢面積**、詳細は第5章を参照）やCO₂吸収量の算定が可能となる。また、その際に撮影される写真や動画は貴重な情報になる。このほか、藻場の環境を把握する項目には、水の清濁を測る透明度調査や葉上・岩礁の浮泥堆積状況の観察、水温の連続観測などがあり、これらは状況に応じて追加して調査する（コラム1, 2, 3）。

被度を把握するモニタリング手法は、下記に示す3つの方法がある。



図3-1 箱メガネによる被度観測

1) コドラート法

観察者が**1m×1mのコドラート（方形枠）**を持って潜水し、モニタリング定点の代表的な海底に設置して、**枠内の海藻・海草の種類別の被度を記録する**。併せて、枠が映るように写真を撮影し被度判読の補完資料とする。一定点の直近において、少しずつ枠をずらして複数個所を観察し、平均値をこの場所の被度とする。後から写真により被度を判断することも可能である。

2) 景観被度法

コドラートを使わずにモニタリング定点周辺を遊泳し、**観察者の1視野（10 m²程度）**に見える**大型海藻、小型海藻、その他（無節サンゴモ、付着動物、裸地・砂地）**の被度を判断して記録する。併せて、写真を撮影し被度判読の補完資料とする。1 定点において景観被度法は、一定点4方向（例として東西南北、同じ水深帯で周辺の4点）で実施し、その平均をこの場所の被度とする。なお、後から写真により被度を判断することが可能である。

3) 船上からの景観被度法

船上から箱メガネを用いてモニタリング定点の代表的な景観を俯瞰し、**観察者の箱メガネの視野に見える大型海藻、小型海藻、その他（無節サンゴモ、付着動物、裸地・砂地）**の被度を記録する（図 3-1）。あるいは、**タイムラプス機能**（数秒のインターバルを設けて写真を撮影する機能）のある防水型コンパクトデジタルカメラ（以下、デジカメ）やアクションカメラを用いて、タイムラプス機能で撮影した複数枚の写真から被度を判読し、その平均をこの場所の被度とする。ただし、船上からの場合、船を係留しない限り潮の流れで船が移動するため、コドラート法のように代表地点の被度ではなく、その場所周辺の景観被度を表わしている。さらに、箱メガネから見える海藻群落は船が動くため、被度判読には経験を要し、箱メガネを見ながら同じ位置の写真を撮影することも難しい。このため、このような場合は、タイムラプス機能のあるカメラなどを用いて、写真から被度を記録する方法が、簡易で現場作業としては効率的である。例えば、タイムラプス機能のあるカメラで、5 秒ごとに 30 秒間自動撮影すれば、6 枚の写真を撮影することができる（図 3-2）。それぞれの写真より被度を判読し、その平均をこの場所の被度とする。

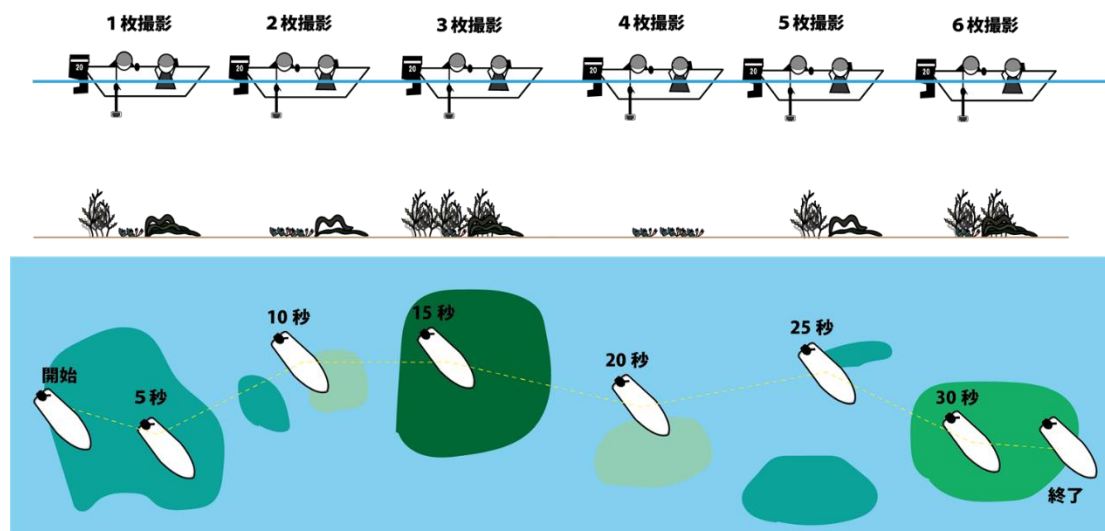


図 3-2 タイムラプス機能のあるカメラを用いた撮影イメージ

<コラム1> 透明度

海藻・海草の成長にとって必要不可欠な光は、海水の透明度によって大きく変化する。透明度とは、水の清濁の指標である。計測は、直径 30 センチの白い円盤の透明度板を用いて行う。なお、透明度は季節や天候によって変動するので、可能な限り測定回数を増やし、継続して調べることが大切である。透明度が著しく低下し、その状態が長く続いているようであれば、その発生源と影響範囲を把握する。

調査方法は、透明度板に錘を取り付け、水平を保ちながら海中に沈め、海面から識別できる限界の深さを、ロープの目盛りから読み取り何メートルであるかを記録する。なお、流れがあると正しく計測できないので、真っ直ぐに透明度板が沈むように錘の重さを調整する。

透明度板は誰でも作れる。ホームセンターでプラスチックやアクリル製の白い板を直径 30 cm の円盤に加工してもらい、次に円盤が水平に保たれるように $\phi 5$ mm 程度のロープと錘を取り付ければ完成である。目盛り付ロープの長さは 30m ほどあれば十分である。



図1 透明度板

<コラム2> 葉上・岩礁の浮泥堆積状況の調査

内湾の穏やかな場所の海藻は、葉上に浮泥が積もり枯れることがある。また、浮泥が岩礁の表面に薄っすらと積もっただけでも、海藻のタネ（孢子、遊走子、幼胚など）が着床できなくなる。浮泥の堆積現象は、崩落した崖や台風・豪雨の後の河川から土砂が流入して起こるので、崩落した崖下や河口近くの藻場は、注意して観察しておく。

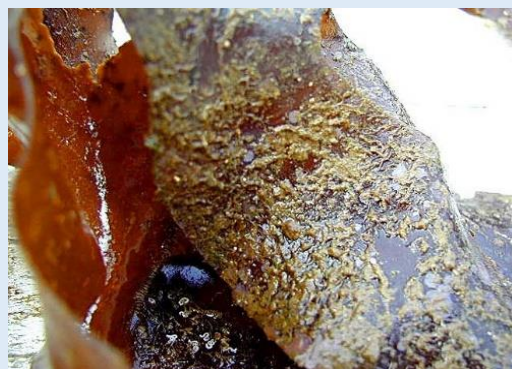


図1 浮泥の堆積した海藻

<コラム3> 水温の連続観測

水温は、観測位置や観測時刻により常に変動するため、現地調査時の観測だけでは変動の実態を把握することが難しい。最近では、水温を連続的に観測する超小型・軽量の水温計（温度データロガー）が販売されており、これを多地点に設置して観測することが可能である。1時間に1回の観測間隔で、1年以上の長期間にわたる観測が可能である。スイッチを押した水温計は、海中の構造物やロープ等に固定する。データ回収は、Bluetooth 機能を持つモバイル機器を利用し、専用アプリで回収する。



図1 水温計の仕様

計測範囲（水中）：-20～50℃

精度：±0.2～0.25℃

耐水性：水深122mまで

通信距離：約30m

メモリ：96,000 サンプル記録

バッテリー：約3年

※カタログ値（パシコ貿易）

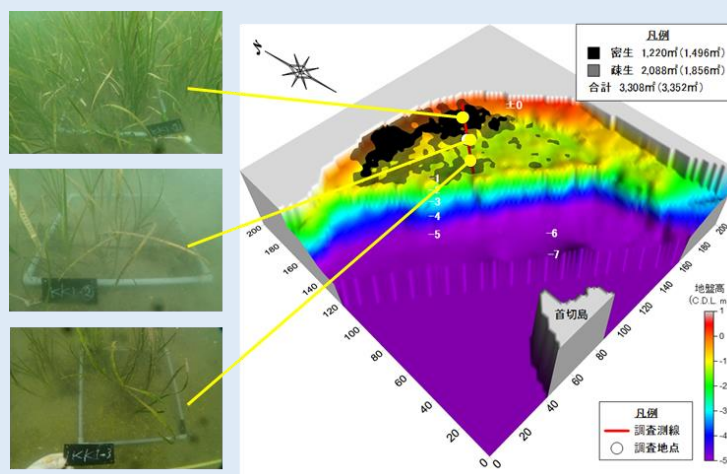
出所：<https://www.pacico.co.jp/archives/2828>

https://www.pacico.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/MX2203_MX2204.pdf

図1 メモリ式水温計（例）

<コラム4> サイドスキャンソナーを用いた藻場分布面積の把握

岡山県の日生藻場造成推進協議会（以下、活動組織）は、県の水産環境整備事業（平成21～平成25年度）に造成されたアマモ場（8.3ha）で、流れた草体の回収（5-6月）と播種（9-10月）を実施している。整備された造成アマモ場は、県が6月にサイドスキャンソナーと潜水調査を併用したモニタリングを実施し、活動組織は、この結果を活用して活動の評価を行っている（県のモニタリングは令和5年度で終了）。



凡例（ ）内の数値は、前年同月の面積を表す。
ソナー記録では、草体の影が濃い場所を密生、薄い場所を疎生と判断して表記している。

図1 造成工区のアマモの分布範囲（例）（2021年6月）

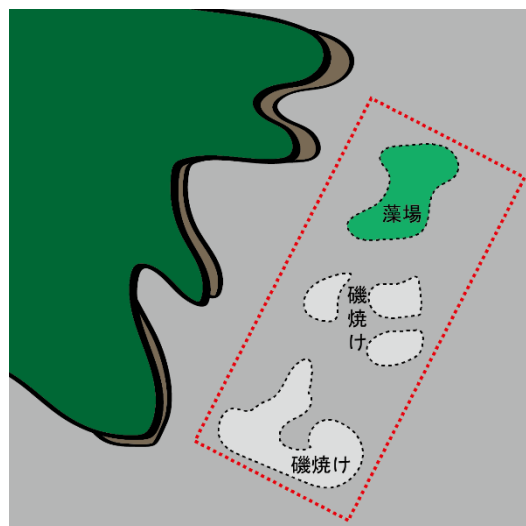
表1 モニタリング項目

調査項目	内容
潜水調査	調査地点に方形枠を設置し、枠内のアマモの株数(栄養株、生殖株)と最大草丈を計測。
面積と水深	ストラクチャースキャンソナー付き GPS 魚探 (LOWRANCE社) を船舶を搭載し調査測線を航行して計測。 単体の影とその位置から面積を判別。 ※「広域藻場モニタリングの手引き」P15に掲載
水温	海底に水温計を設置し、30分間ごとに水温を計測。

(3) 面積の考え方

水産多面的事業では、2種類の面積を設定する。一つは実質的な活動を行う活動面積であり、もう一つは、活動面積と活動の効果が波及する面積を包含する面積（協定面積と言う）である。協定面積は、海藻が着生可能な基質（岩礁など）の面積とすることが望ましいとされているが、海底の性状が不明な場合や着生基質がパッチ状・点状の場合は、それらを包含するエリアを設定してもよいとされている（図3-3）。また、協定面積は座標で位置管理されているが、活動面積は、範囲が比較的狭いこともあって厳密な座標の管理をしていない場合が多い。

CO₂ 吸収量の算定に必要とされる藻場面積は、藻場の境界線を精度よく判断できる調査が必要である。しかし、水産多面的事業で把握する面積がこれに合致する場合は少ないと思われる。このため、藻場分布面積を精度良く把握したい場合は、市町村や都道府県の研究機関などと相談しながら進めることが望ましい。



黒点線：海藻が着生可能な基質（パッチ状の岩礁）
赤点線：協定面積

図3-3 協定面積のイメージ

(4) モニタリング定点の決め方

モニタリングは、毎回同じ場所で実施することが望ましい。定点は、その地域の藻場のある場所を表3-1に示す留意点を参考に設定する。定点数を多くとれば、より正確に全体を把握することが可能である。水産多面的事業では、面積に応じて表3-2に示す定点数が設定されている。

表3-1 モニタリング定点を決める際に留意する点

<活動の成果を評価するためのモニタリング定点>

- ・ 活動を実施した場所、あるいは予定場所

<比較するためのモニタリング定点>

- ・ 近傍の健全な藻場
- ・ 地域を代表する藻場のある場所
(例えば、波当たりの強い場所・弱い場所、河口近傍、転石帯など)

【留意点】

- ・ モニタリングが安全に行える場所であること
- ・ 波が立つ場所、濁りの多い場所は避けること

表 3-2 水産多面的事業のモニタリング定点数の目安

協定面積	モニタリング定点数
面積が 10ha 未満	5 箇所以上
面積が 10～50 ha	10 箇所以上
面積が 50ha 以上	20 箇所以上

定点の座標は、現場を見ながら GPS（船の GPS、ハンディ GPS（図 3-4）、スマートフォンの GPS アプリ等）で記録しておけば、毎回同じ定点へ行くことが可能である（図 3-5）。

また、事前に定点を決める場合には、机上でカシミール 3D（<https://www.kashmir3d.com/>）などを用いて位置を出して、その座標データをハンディ GPS に読み込ませて利用する（図 3-6）。GPS 等がない場合は、漁業に支障がないようにブイを浮かべて目印にする。



（GARMIN 社製）

図 3-4 ハンディ GPS

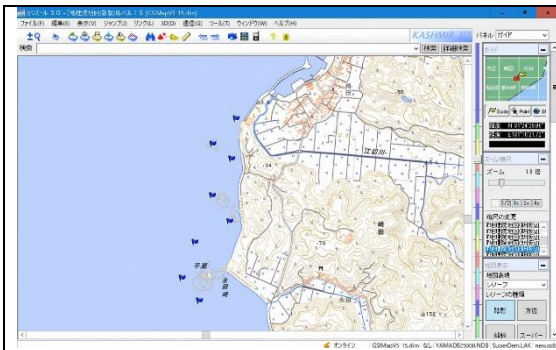


位置の記録

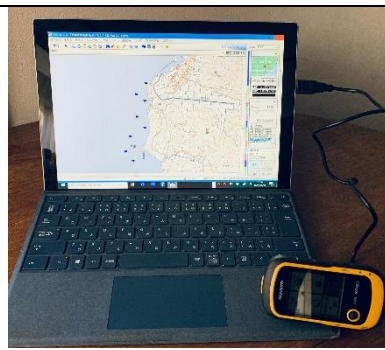


位置の誘導

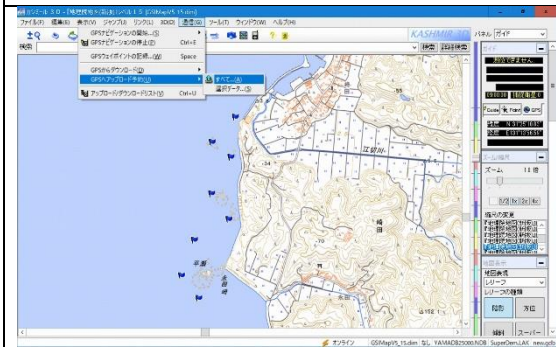
図 3-5 現場におけるハンディ GPS の使用例



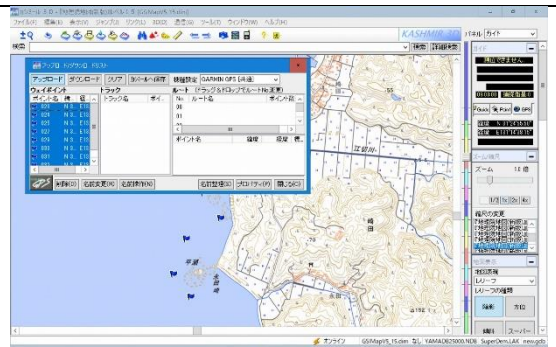
①モニタリング予定位置をプロットする



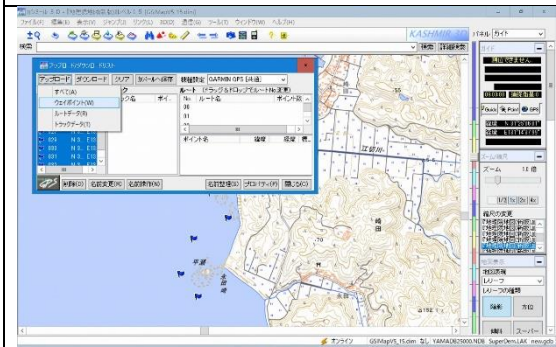
②GPS (GARMIN) をパソコンに繋げる



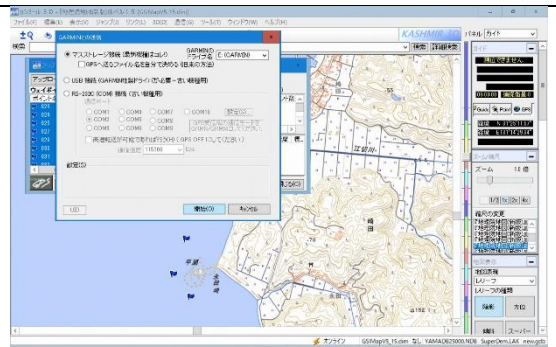
③メニューバーから通信>GPS (GARMIN) へアップロード予約>すべて を選択 (クリック)



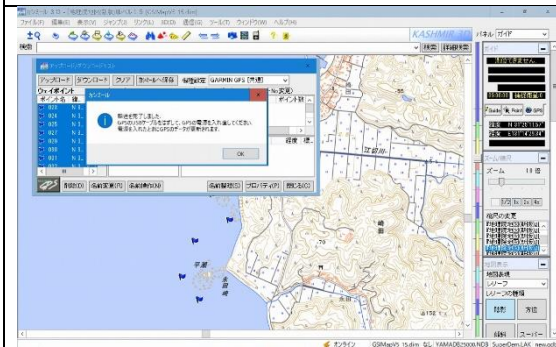
④アップロードリストの右側にあるウェイポイントの中からモニタリング定点を選択 (クリック)



⑤ウェイポイントを選択しアップロードボタンを選択 (クリック)



⑥GPS (GARMIN) との通信を選択 (クリック)



⑦モニタリング定点を GPS に転送する



⑧GPS にモニタリング定点が転送されていることを確認する

図 3-6 カシミアール 3D で設定した調査点をハンディ GPS にアップロードする手順

(5) モニタリングの実施時期

藻場を構成する海藻・海草は、種類によって、それぞれ特有の季節変化を示す。このため、藻場の状況を把握する場合は実施時期に注意が必要である。特に、CO₂吸収量を把握する場合には、**対象とする海藻・海草が最も大きくなり分布の広がりや種類を確認しやすい繁茂期に調査を行う**ことが望まれている。海藻の繁茂期は、表 3-3 に示す通り春から初夏が多いが、種類と海域、年によっても若干異なる場合があるので、地元の研究機関に確認してモニタリングを実施する。ただし、例年より藻場が衰退している、葉が食べられている、海藻種の交代が見られるなどの変化が見られる場合は、磯焼けの発生を疑い「磯焼け対策ガイドライン」(水産庁,2021)「B 2. 要因を特定するための簡易な現地実験と調査」(P97)を参考に、簡易な現地実験を実施する。

表 3-3 代表的な大型海藻・海草の繁茂期の目安^{1),2),3)}

種名	成熟期	種名	成熟期
アカモク	秋～春(夏)	アラメ	秋
オオバモク	夏～秋	アントクメ	夏
キレバモク	春～夏	カジメ	秋
コナフキモク	春～夏	クロメ※	秋
ツクシモク	春～夏	マコンブ	秋
トゲモク	秋～冬	ワカメ	春
ノコギリモク	夏	アマモ	春～初夏
ヒイラギモク	春～夏		
ヒジキ	春～夏		
ヒラネジモク	秋～冬		
フシスジモク	春～初夏		
マジリモク	春～夏		
マメタワラ	春～夏		
ヤツマタモク	春～夏		
ヨレモク	春～初夏		
ヨレモクモドキ	春～夏		

※クロメ：主に日本海側のクロメは Akita et al. (2020) によってカジメの亜種ツルアラメの1変種とされているが、ここでは地域に深く根付いた海藻種名としてクロメと表記する。