実効性のある継続的な

藻場モニタリングの手引き

令和６年４月

水　産　庁

目　次

第１章 目的　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

第２章 手引きの構成　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

（１）手引きの構成と使い方　・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

（２）藻場モニタリングの定義　・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

（３）藻場モニタリング手法の選び方　・・・・・・・・・・・・・・ 2

第３章 藻場モニタリングの考え方　・・・・・・・・・・・・・・・ 4

（１）藻場モニタリングの必要性・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4

（２）モニタリング手法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4

（３）面積の考え方　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8

（４）モニタリング定点の決め方・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8

（５）モニタリングの実施時期　・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

第４章 藻場のモニタリング手法　・・・・・・・・・・・・・・・・ 12

（１）コドラート法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12

（２）景観被度法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17

（３）船上からの景観被度法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17

（４）水中写真からの被度計測方法　・・・・・・・・・・・・・・・ 19

（５）モニタリング手法による精度の違い　・・・・・・・・・・・・ 24

第５章 藻場面積を把握する際の注意点　・・・・・・・・・・・・・・・・　29

（１）CO_2吸収量の算定における注意点　・・・・・・・・・・・・・・・　29

（２）ドローンを利用する場合の注意点　・・・・・・・・・・・・・・・　33

コラム

【コラム　１】透明度　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　6

【コラム　２】葉上・岩盤の浮泥の堆積状況の調査　・・・・・・・・・・・　6

【コラム　３】水温の連続観測　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　7

【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　・・・　7

【コラム　５】水中ドローンを用いた被度の計測　・・・・・・・・・・・　16

【コラム　６】廉価版アクションカメラ　・・・・・・・・・・・・・・・・　19

【コラム　７】画像処理ソフトによる被度算定方法の紹介（その１）・・・　21

【コラム　８】画像処理ソフトによる被度算定方法の紹介（その２）・・・　23

【コラム　９】ドローン空撮で１枚の撮影画像で収まる範囲の計算　・・・　36

【コラム 10】ドローンを用いた藻場面積の把握（例）　・・・・・・・・　37

第１章　目的

藻場のモニタリングには、ダイバーによる潜水目視観察からセンシング技術（音響ソナー、ドローン空撮、航空写真、衛星画像）を用いて解析する方法などさまざまな手法がある。これらは、用途やスキルに応じて使い分けられている（図 1-1）。本書は、主に漁業者を対象にした手引きであり、磯焼け対策や藻場保全活動のモニタリングにおいて基本的な考え方や被度の計測方法に焦点を当てて整理している。広域の藻場情報をドローン、航空機、人工衛星などによる空中写真から把握する場合は、別途「**広域藻場モニタリングの手引き**」（水産庁，2021.3）を参照する。

本書を「**第３版 磯焼け対策ガイドライン**」（水産庁，2021.3）と併せて読むことにより、PDCA サイクル（Plan-Do-Check-Act）の Check（活動の結果のモニタリング・評価）の参考にして欲しい。また、藻場の CO_2 吸収量の算定における調査方法についても述べている。

「第 3 版 磯焼け対策ガイドライン」と「広域藻場モニタリングの手引き」は、下記の水産庁の指針・ガイドラインの漁港・漁場関係サイトから PDF 文書としてダウンロードできる。

URL：https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/index.html

QR コード：

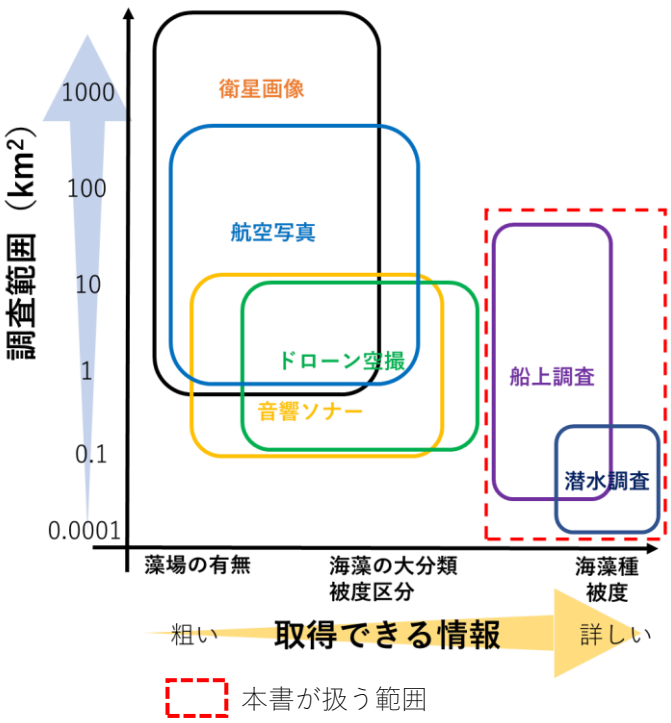


図 1-1　藻場モニタリング手法別の適用条件

第２章 手引きの構成

（１）手引きの構成と使い方

この手引きは藻場モニタリングに関する基本的な考え方と実践方法を紹介する。第３章では、モニタリングの目的と基本的なアプローチについて説明し、観察者のスキルに応じた被度計測方法を紹介する。また、モニタリング定点の選定方法や実施時期に関する詳細な解説をする。第４章では、第３章で紹介した「**コドラート法**」、「**景観被度法**」、「**船上からの景観被度法**」に焦点を当て、具体的な作業手順と留意点について解説する。第５章では、CO_2吸収量の算定に関連する藻場面積の取り扱いと、法令改正に伴うドローン利用時の飛行ルールについて留意点を詳しく解説する。

手引きを利用する際には、各章ごとに提供されている情報を理解し、実際のモニタリング作業に役立てていただきたい。

（２）藻場モニタリングの定義

藻場モニタリングは、藻場情報（種類、海藻の成育状況、面積）を正確に把握することである。しかし、藻場は複雑な構造のため、これらの情報を定量的に把握することは難しい。また、水産多面的機能発揮対策事業（以下、水産多面的事業という）で行われるモニタリングは、現状の変化を把握し、保全対策を見直すことを目的としているため、CO_2吸収量の算定に必要な正確な藻場面積と被度を把握するための調査とは、求められる精度が異なっている。

本書では、漁業者らが藻場の回復・再生に資する活動を継続的に行うにあたって必要な被度の判読方法に焦点を当てて解説する。また、ドローンを使用する場合が今後増えることから、その際の法令や機器の取り扱いの留意点について取りまとめた。なお、携帯型GPSを使用して藻場面積を計測する方法については、「第３版 磯焼け対策ガイドライン Ｅ.モニタリング（p187)」を、ドローン空撮の方法については「広域藻場モニタリングの手引き」（p4-12）を参照して欲しい。

（３）藻場モニタリング手法の選び方

図1-1より、調査範囲が0.0001～0.1km^2くらいまでのスポット的なモニタリングか、あるいは小湾程度（0.1～10 km^2）の広範囲をモニタリングするかで判断し、図2-1のフローチャートで、観察者のスキルに応じて手法を選択する。

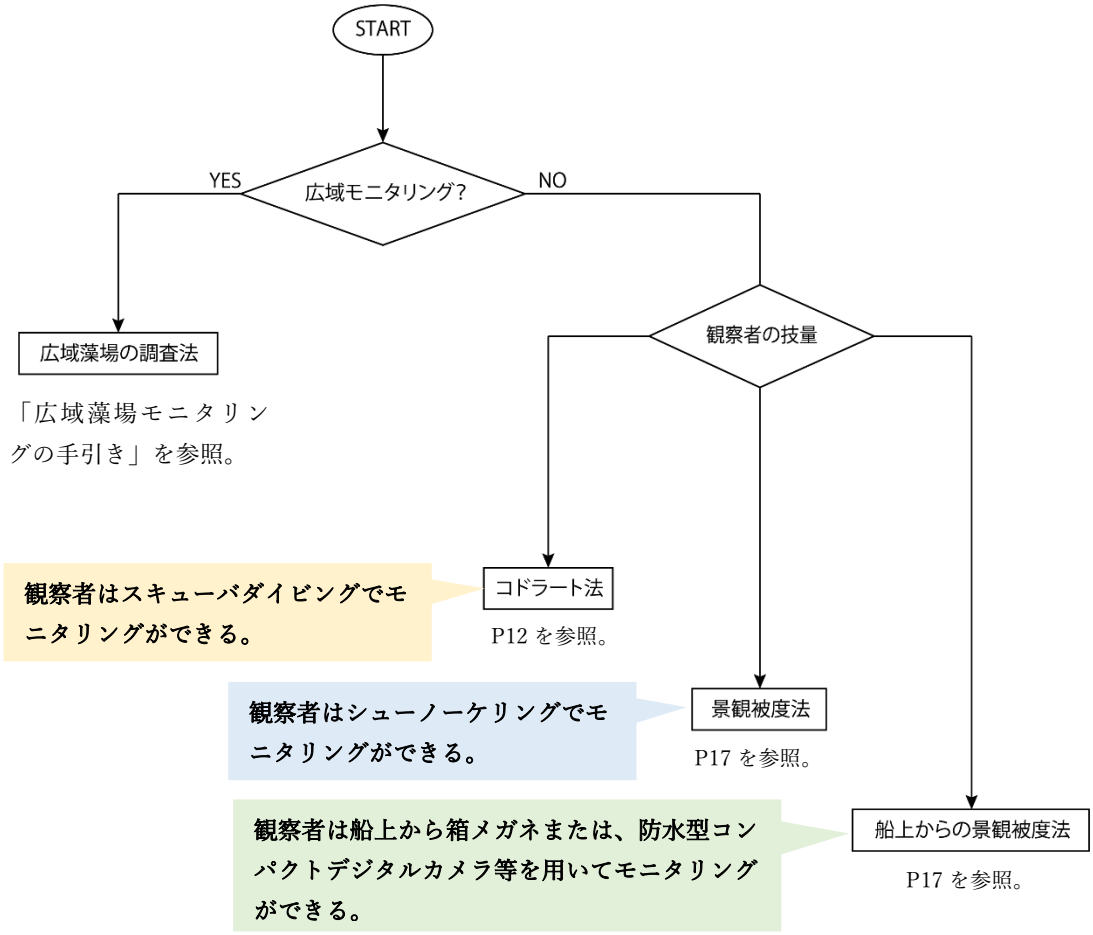


図 2-1　藻場モニタリングの選択フローチャート

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 CO_2 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 CO_2 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 ㎡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。

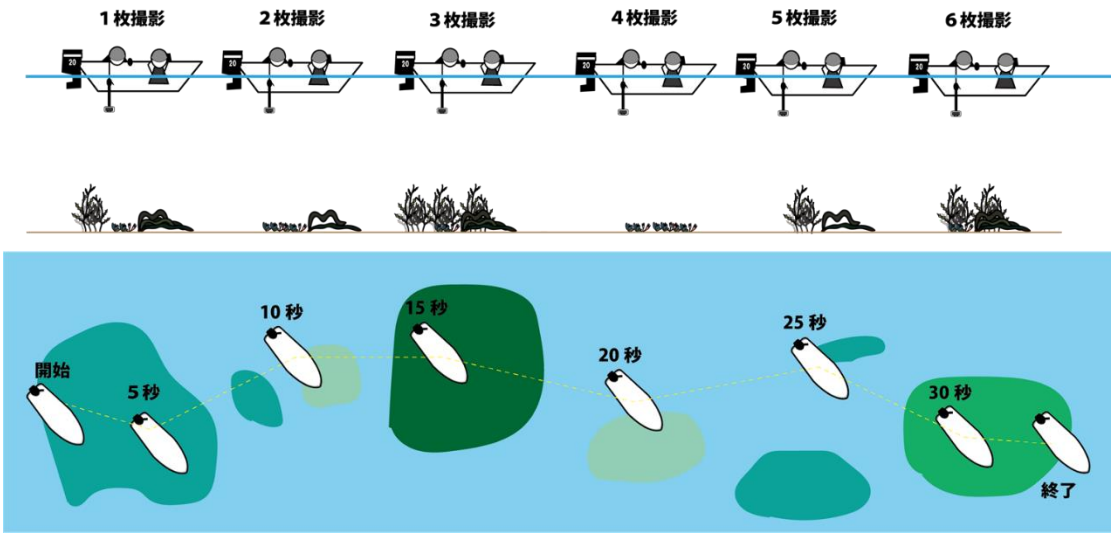


図 3-2　タイムラプス機能のあるカメラを用いた撮影イメージ

＜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。

図１　透明度板

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 ㎝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 φ５㎜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。

＜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（胞子、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。

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

図１　メモリ式水温計（例）

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）

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

＜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）。

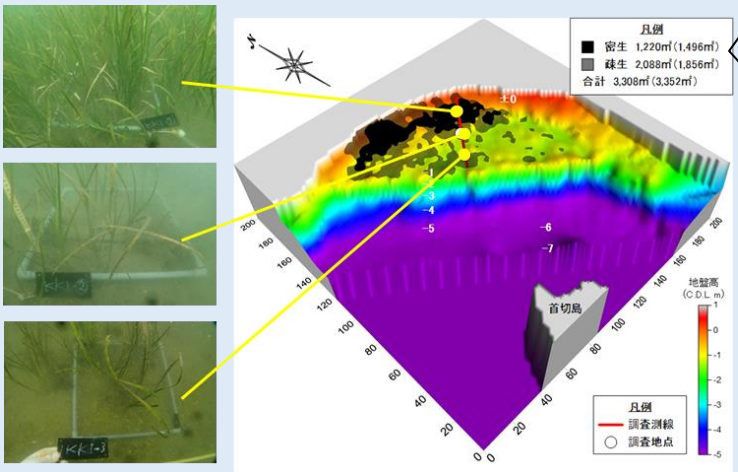


図１　造成工区のアマモの分布範囲（例）（2021 年６月）

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。

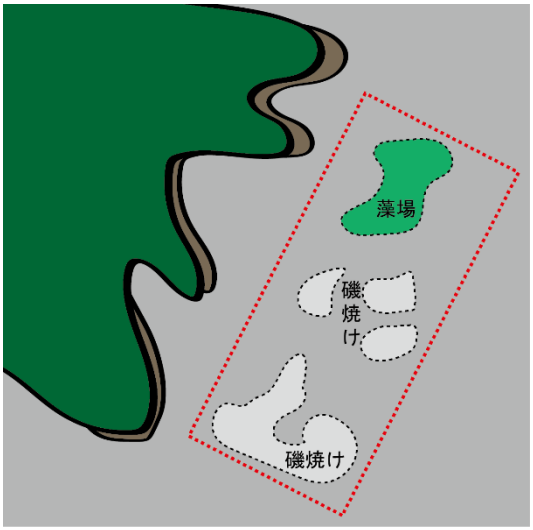
表１　モニタリング項目

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上を航行して計測。 草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。

CO_2 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。

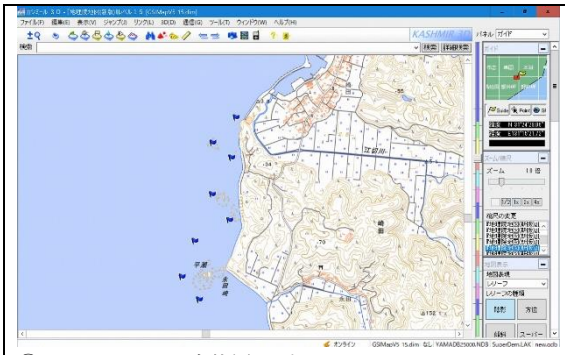
（GARMIN 社製）

図 3-4　ハンディ GPS

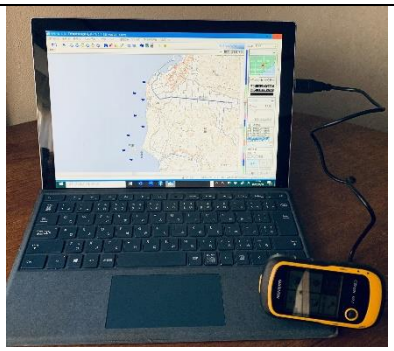
位置の記録

位置の誘導

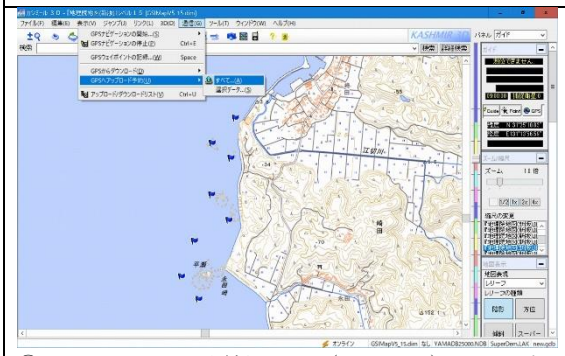
図 3 - 5　現場におけるハンディ GPS の使用例



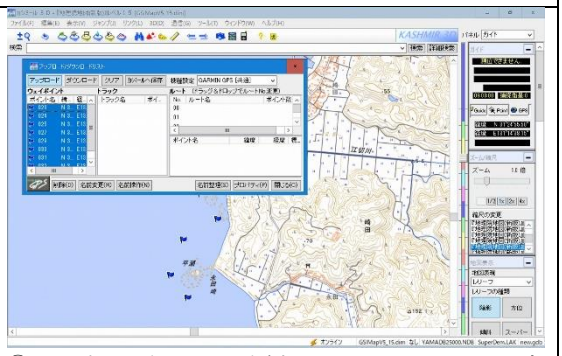
①モニタリング予定位置をプロットする



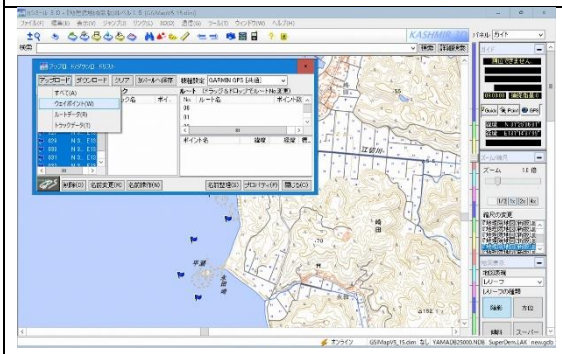
②GPS（GARMIN）をパソコンに繋げる



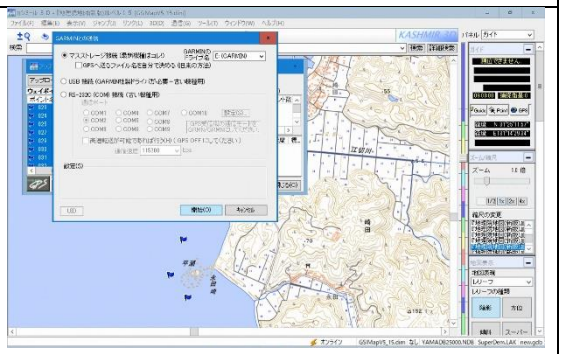
③メニューバーから通信＞GPS（GARMIN）へアップロード予約＞すべて を選択（クリック）



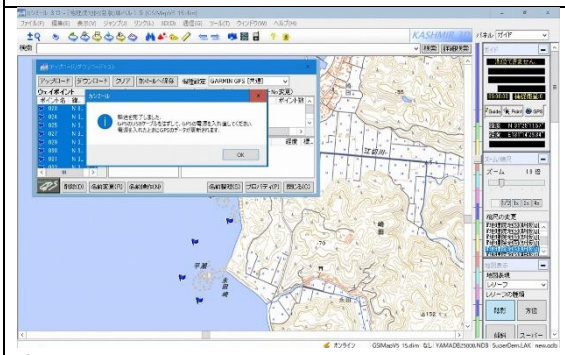
④アップロードリストの右側にあるウェイポイントの中からモニタリング定点を選択（クリック）



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、CO_2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）「Ｂ２．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。

第４章 藻場のモニタリング手法

（１）コドラート法

1）必要資材

潜水機材、コドラート（1m×1m）(図 4-1)、耐水用紙、えんぴつ（ロケットえんぴつ等)、クリップボード（バインダー)、デジカメ、水深計の付いているダイバーズウオッチ。

図 4-1　コドラート

2）計測手順

調査は次の手順で行う。

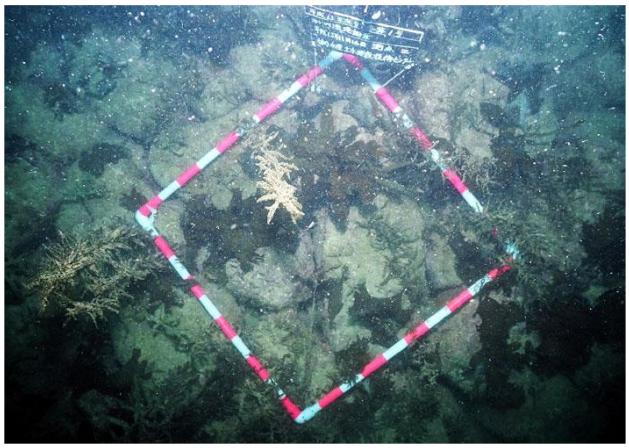


図 4-2　コドラートを海藻の上に設置した状況

① GPS 等を用いて、モニタリング定点へ船を移動する。

② 観察者はコドラートを持って海に潜り、海底にコドラートを設置する（図 4-2)。その際、岩の割れ目や段差、凹凸、砂礫の見られる場所はできるだけ避けて、コドラート内の環境が均一になる場所に設置する。

③ 海藻の種類ごとにコドラート内をどれだけ覆っているか記録する（図 4-3)。記録対象は大型海藻と小型海藻とし、殻状のサンゴモ類は対象外とする（または参考程度に記録しておく)。同時に裸地の占める割合と、海藻以外の固着動物（カキやフジツボ等)、植食動物（ウニ、小型巻貝）の有無（可能なら個体数）を記録する。もし、種類がわからない場合は、特徴（例えば、ホンダワラ類の幼体、無節サンゴモ等）を記録し、近接の写真を撮影、または標本を持ち帰って調べる。

④ 各種の被度は、耐水用紙に記録する。被度は百分率（%）で測定するが、困難な場合には階級値を用いる（図 4-4)。

⑤ 大型海藻は、藻体の高さ（葉体長）を計測する（図 4-5)。横臥するコンブ類は長さを計測する。

⑥ 写真はコドラート全体が写り込むように真上からと、真横からの撮影する（図 4-6～8)。撮影には、高性能のカメラよりハウジングがなくても水深 10m まで撮影可能なデジカメの方が使いやすい（図 4-9)。

⑦ 観察者は、複数の判読結果の平均をこの場所の被度とする。

⑧ 戻ってから、撮影した写真と観察時の被度を見直し、海藻種ごとに記録表へ記録する。表 4-1 は水産多面的事業で使用されている記録用紙である。

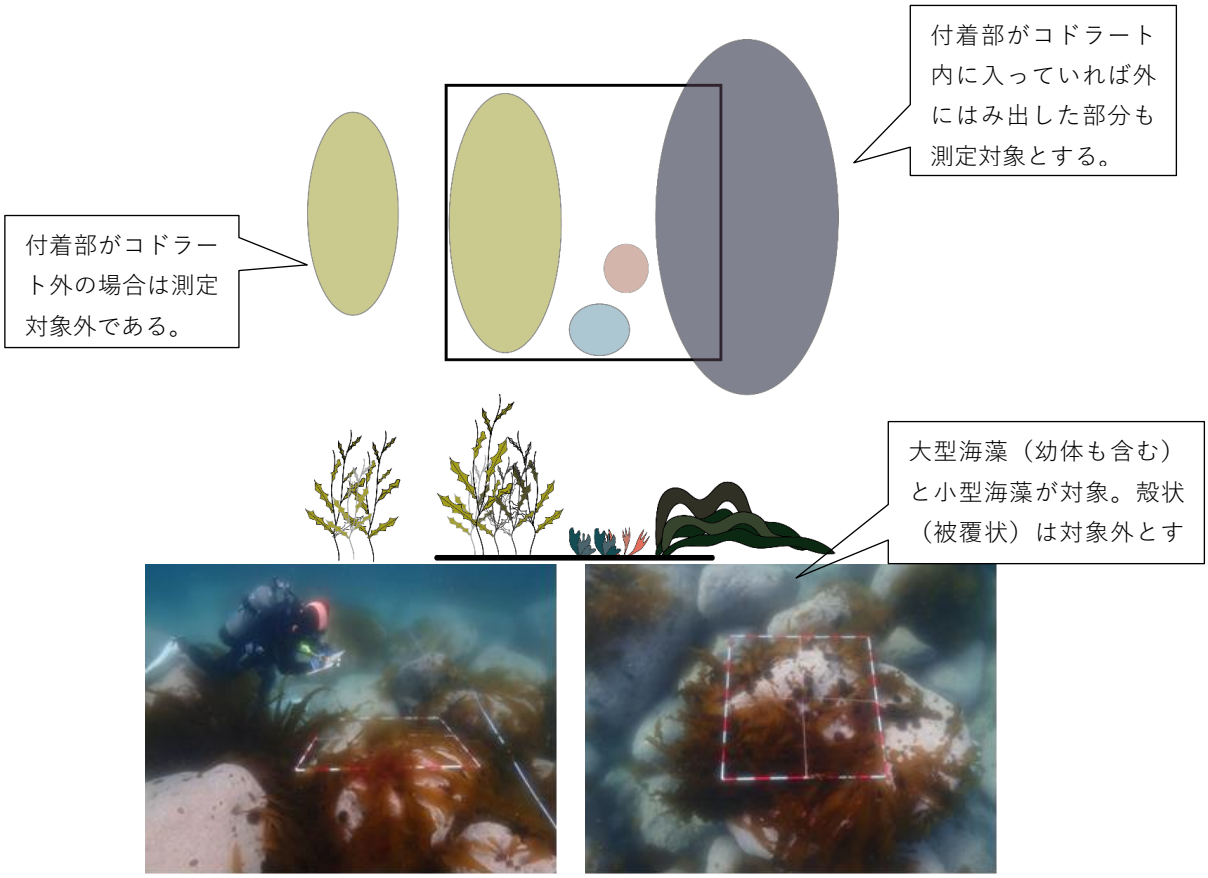
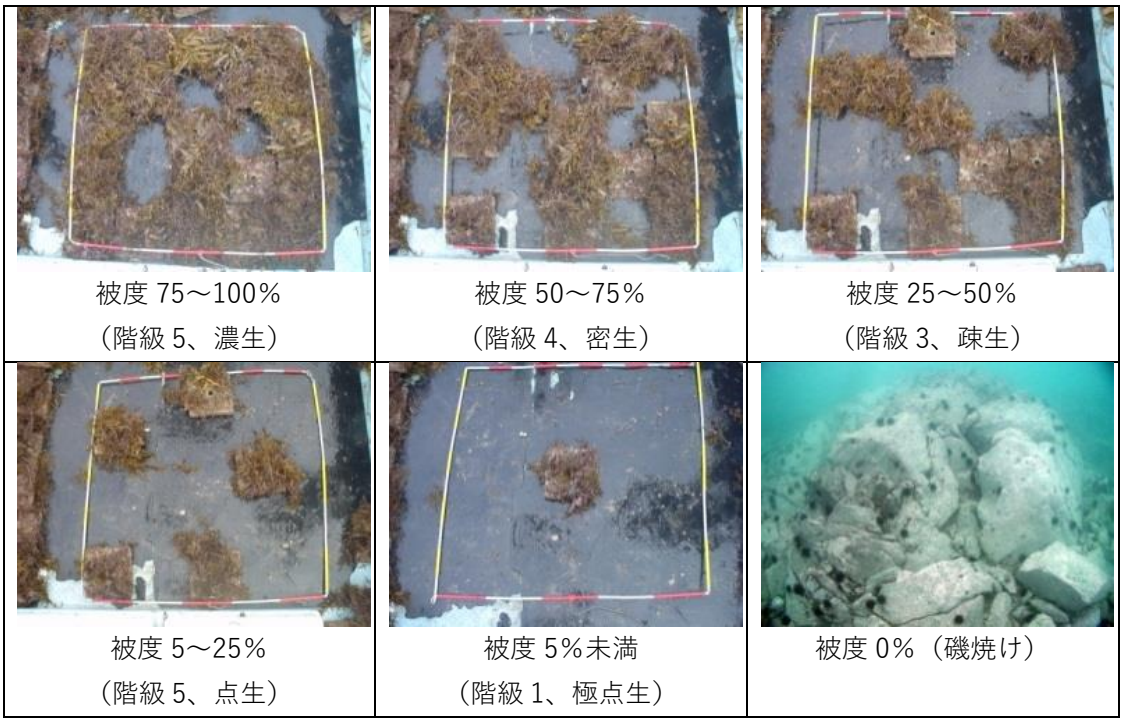


図 4-3　コドラート法による海藻被度の記録



被度 75～100% （階級 5、濃生）	被度 50～75% （階級 4、密生）	被度 25～50% （階級 3、疎生）
被度 5～25% （階級 5、点生）	被度 5%未満 （階級 1、極点生）	被度 0%（磯焼け）

図 4-4　海藻の被度階級

図 4-5　藻体の計測イメージ

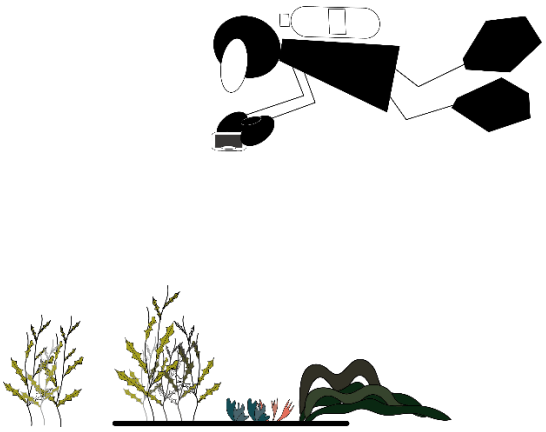
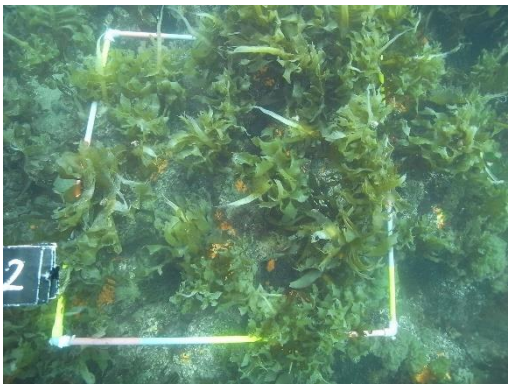


図 4-6　真上からの撮影イメージ



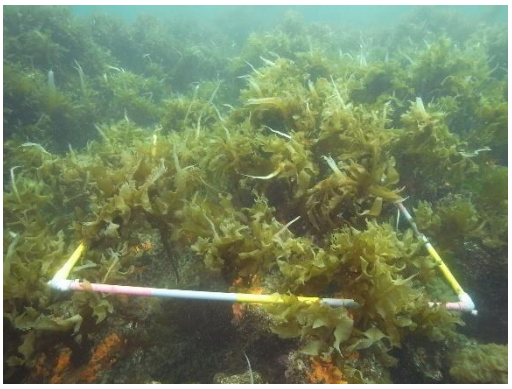


図 4-7　真上からの撮影例

図 4-8　真横からの撮影例

図 4-9　タイムラプス機能付きデジカメ（例）

デジカメの広角側の焦点距離の画角は、人間の視野よりやや狭い。そのため、撮影時は広角側で撮影する。

モニタリング結果整理表（藻場の保全）

都道府県：　　市町村：

活動組織名：　　記入者氏名：

●協定面積等

協定面積：　10　ha	活動面積：　2　ha	モニタリング年月日：　令和　年　月　日
モニタリング方法：　☑ コドラート法　・　□ 景観被度　・　□ その他（		

●海藻・海草群落の被度

定点番号	種別※1	活動内容※2	被度※3		主な海藻種	主な海藻種の高さ	その他（食害生物の個体数等）
			（%）	階級			
L1-1	A	⑤	25		ホンダワラ類	150	ムラサキウニ5
L1-2	A	①⑤⑦	18		ホンダワラ類	120	ムラサキウニ2
L2-1	N		22		カジメ	60	ムラサキウニ2
L2-2	N		36		カジメ	50	ムラサキウニ2
L3-1	N		45		小型海藻類	10	ムラサキウニ2
L3-2	N		25		小型海藻類	10	ムラサキウニ2
L4-1	N		17		ホンダワラ類	80	ムラサキウニ15
L4-2	N		20		ホンダワラ類	100	ムラサキウニ7
L5-1	N		24		ホンダワラ類	150	ムラサキウニ4
L5-2	N		10		ホンダワラ類	60	ムラサキウニ10
平均値（%）			24.2				

※1　A：活動区（協定面積内で実質的な活動を行った場所）、N：非活動区（協定面積内で活動を行っていない場所）
※2　活動区で実施した活動内容の番号を以下から選択して記入
※3　各モニタリング定点の被度（%）または被度階級を記入

【活動内容】

①　母藻の設置	⑥　食害生物の除去（魚類）	⑪　流域における植林
②　海藻の種苗生産	⑦　保護区域の設定	⑫　浮遊・堆積物の処理
③　海藻の種苗投入	⑧　ウニの密度管理	⑬　その他特認活動
④　アマモの移植及び播種	⑨　栄養塩の供給	
⑤　食害生物の除去（ウニ類）	⑩　岩盤清掃	

●海藻群落（藻場）面積（計測している場合に記入）

ha　　測定方法：

●その他、活動に伴って増加した水産有用種等

（種名）	（詳細）

表 4-1　記録用紙（例）

＜コラム５＞水中ドローンを用いた被度の計測

香川県さぬき市の鴨庄漁協活動組織（以下、活動組織）は、令和 2 年度まで、干潮時を狙って目視観察でアマモの被度を把握していた（図１を参照）。しかし、保全活動海域がノリ漁場（12 月～7 月まで）であるため、ロープが張り巡らされており、モニタリングが難しかった（図２を参照）。この課題に対処するため、令和３年度からは、近隣の徳島文理大学を構成員に加え、水中ドローン（図 3 を参照）を利用して被度の調査を実施することにした。この方法では、モニタリング地点にコドラートを投げ込み、水中ドローンでコドラートを見つけ出し、真上から写真を撮影している。大学からは、教員と学生 1 名がオペレータとして参加し、大学へ戻ってパソコンに撮影した画像を取り込み、被度を判読して記録した。

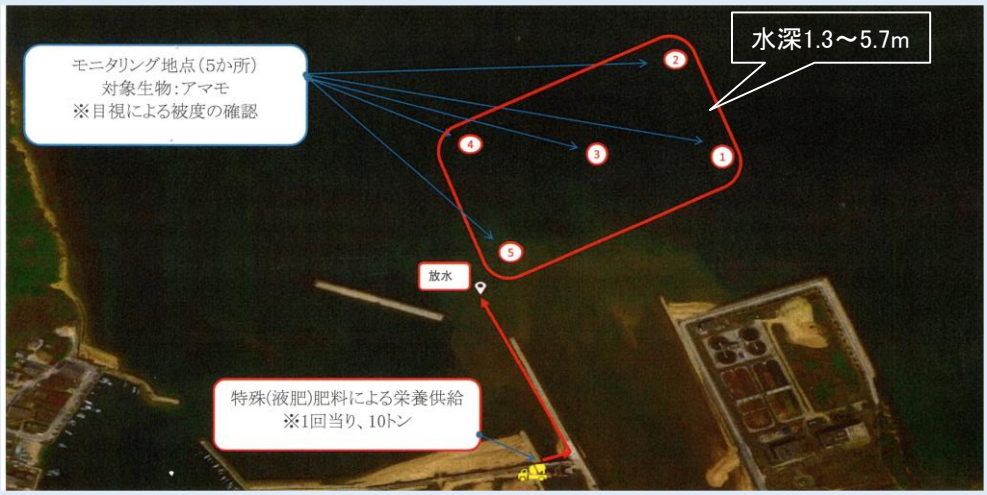


図１　赤色枠内が保全活動面積（2.5ha）

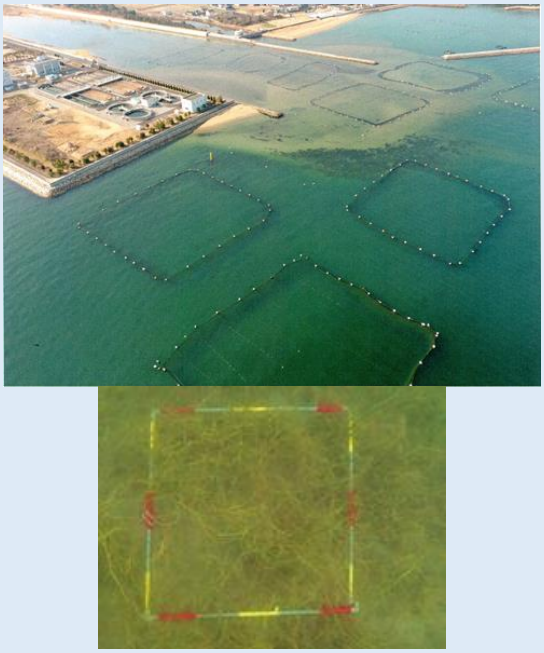


図２　ノリ漁場の下にあるアマモ場

【主な仕様と価格】

最大潜航：100m、稼働時間：2 時間

最大速度：3 ノット、カメラ：4K カメラ

価格：45 万円（付属品含

図３　水中ドローン（チェイシング M）

（２）景観被度法

1）必要資材

潜水道具（マスク、シュノーケル、フィン)、耐水用紙、えんぴつ（ロケットえんぴつ等)、クリップボード（バインダー)、デジカメ。

2）計測手順

① GPS 等を使用して、モニタリング定点へ船を移動する。

② 観察者は海に入り、モニタリング定点周辺を遊泳する。

③ モニタリング定点の代表的な地点から、水面または水深の半分くらいまでの海中を斜め下に見下ろす角度で、景観 4 方（例として東西南北、同じ水深帯で周辺の 4 点）に対して観察する（図 4-10)。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 3 つに分けて被度を記録する（3 分類の合計被度は 100%になる)。視認可能であれば、植食動物の有無も記録する。撮影に際しては、水中では画角が狭くなるため、ズームにしない広角側（焦点距離が 24～28mm）で撮影する。また、浮遊物が写らないようにするため、ストロボは発光させない（透明度が悪い場合はモニタリングを行わない方が望ましい)。

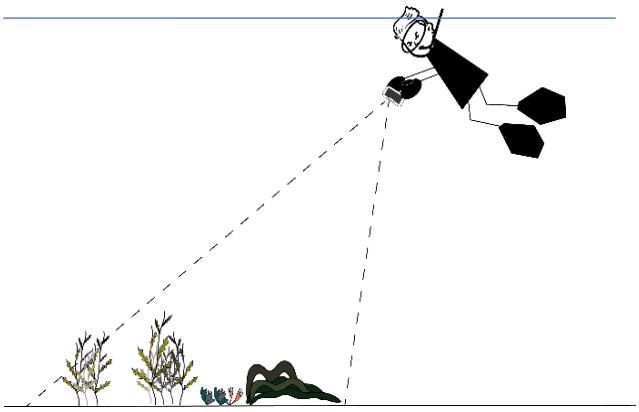


図 4-10　景観被度法

④ 可能であれば、大型海藻の藻体の高さ（葉体長）を計測する。

⑤ 観察者は、複数の判読結果の平均をこの場所の被度とする。

⑥ 戻ってから、撮影した写真と観察時の被度を見直し、海藻種ごとに記録表へ記録する。

（３）船上からの景観被度法

1）必要資材

耐水用紙、えんぴつ（ロケットえんぴつ等)、クリップボード（バインダー)、デジカ

メ、または防水型アクションカメラ。

2）観察手順

A）箱メガネを使う場合

① GPS 等を使用して、モニタリング定点へ船を移動する。

② 観察者は船上から、箱メガネを使用して観察する。

③ モニタリング定点の代表的な海底を観察する（図 4-11)。「見える部分」を大型海藻、小型海藻、その他（無節サンゴモ、付着動物、裸地・砂地）の 3 つに分けて被度を記録する（3 分類の合計被度は 100%になる)。また、同時にデジカメなどを海中に入れて真上から撮影する。ただし、カメラに写る範囲が狭いこと、透明度の影響でよく映らないこともあるため、写真は複数枚撮影する。さらに、視認が可能であれば植食動物の有無も記録する。

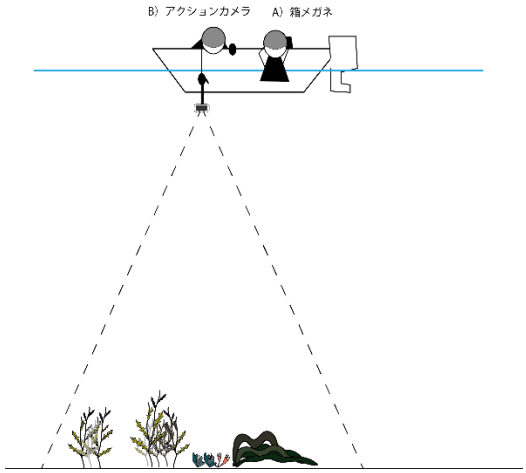


図 4-11　船上からの景観被度法

④ 同じ定点で位置をずらしながら、③と同様の要領で複数回被度を判読する。

⑤ 海面近くまで海藻が立ち上がる、あるいは海面でたなびいている場合は、水深から大型海藻のおおよその長さを記録する。

⑥ 観察者は、複数の判読結果の平均をこの場所の被度とする。

⑦ 戻ってから、観察者は現場の被度判読と写真を見比べ、海藻種ごとに記録表へ記録する。

B）デジカメ、またはアクションカメラ（図 4-12）を使う場合

① GPS 等を使用して、モニタリングポイントへ船を移動する。

② カメラをタイムラプス機能に切り替える。撮影間隔は 5 秒に設定し、浮遊物が写らないようにストロボ自動発光をオフにしておく。
（デジカメは、レンズを広角側にしておく。）

③ カメラをロッドに取り付ける。

図 4-12　廉価版アクションカメラ（右）とロッド（左）

④ 観察者はモニタリング定点周辺で、海底が写り込むように、水面から真下にカメラを入れて自動撮影（5 秒間隔）を開始し、時計を見ながら 30 秒後に引き上げる。

⑤ 戻ってから、写真をパソコンへ取り込み、複数の写真から被度判読し、その平均をこの場所の被度とし、海藻種ごとに記録表へ記録する。

＜コラム６＞ 廉価版アクションカメラ

アクションカメラ（図 1）とは、主にアウトドアやスポーツのシーンでの撮影に特化したカメラである。手ブレ補正機能や防水性能があり、画角約 170° の広角レンズを搭載し、専用の防水ハウジングケースを装着して水中撮影が可能である。本手引きの中では、価格が 1 万円以下で入手でき、高精細な 4K での映像も録画できる廉価版アクションカメラを使用している。高価なアクションカメラ（例: GoPro など）との違いは、画面サイズが小さいことや防水性や耐衝撃性能が劣ることなどが挙げられる。

図 1　廉価版アクションカメラ

図 2　撮影の様子

（４）水中写真からの被度計測方法

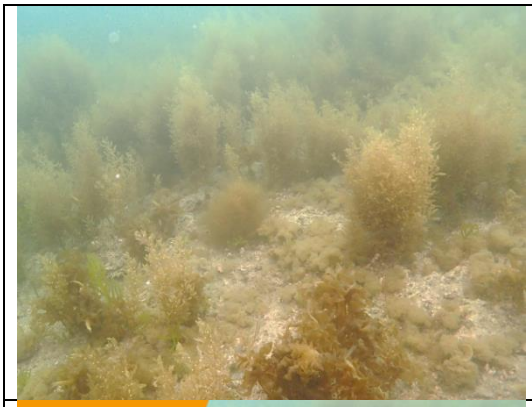
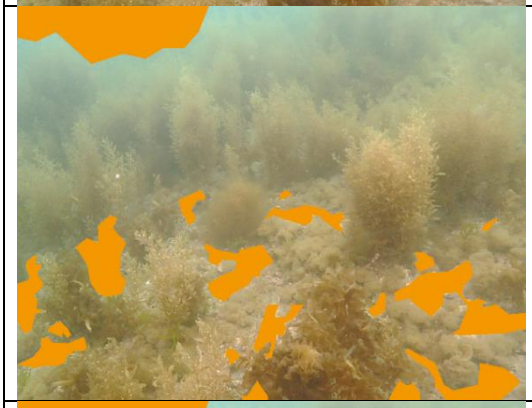
戻って水中写真から海藻の被度を判読する手順は次の通りである。

① 撮影した写真から大型海藻、小型海藻、その他（無節サンゴモ、付着動物、裸地・砂地、海中）の 3 つに分類する。最初にその他の面積割合（%）を目分量で決めて、次に全体（100%）からその他の割合を減じて、残った面積を大型海藻と小型海藻に按分する（図4-13）。景観被度法の場合は、これを4枚の写真から、船上からの箱メガネの場合は複数以上の写真から、タイムラプス撮影の場合は 6 枚の写真から判読する。

② 写真から判読した被度を、その場所の平均被度とする。

③ 平均被度は、海藻種ごとに記録表へ記録する。

このほか、パソコンのアプリを使用して、被度を計測する方法があるので、参考にする（コラム７，８）。

	右の写真が計測時に撮影した代表的なモニタリング定点の景観写真。
	① 写真全体を面積割合 100%と考え、その他（無節サンゴモ、付着動物、裸地・砂地、海中）の面積割合を目測する。 この場合は 20%と判断した。
	② 残りの面積は 80%（100-20%）を大型海藻と小型海藻に分けて、大型海藻、小型海藻に按分する。ここでは、小型海藻の面積割合を 20%と判断した。
	③ 大型海藻は、残りの面積割合なので 60%（100-20-20）となる。

注）この図では説明をわかりやすくするため写真を加工して表記した。実際は色を付ける必要はなく、観察者の判断で 3 分類して被度を決める。

図 4-13　写真から海藻被度を判読する手順

＜コラム７＞ 画像処理ソフトによる被度算定方法の紹介（その１）

画像処理ソフト RSP は、日本大学の青山教授個人のホームページで公開されているフリーの画像処理ソフトウェアである（http://rs.aoyaman.com/rsp/index.html）。このソフトは、リモートセンシングの実務や、大学及び専門学校の教育・研究に使用されている。このソフトを利用することで、衛星データから土地被覆分類画像を作成する要領で被度を求めることが可能である。

【手順】

① 画像ファイルを用意する。
被度を求める画像ファイルの形式は BMP、RAW、JPEG が使用可能である。

② RSP（図 1）を起動させる。

③ 画像ファイルを開く（図 2）。
ファイル＞開く

④ 元画像を Blue 画像、Green 画像、Red 画像に分割する。**ファイル＞カラー分解**
24 ビットカラー画像は、３つの 8 ビット画像（青色画像ファイル、緑色画像ファイル、赤色画像ファイル）に分解され、保存される（図 3）。それぞれの画像ファイル名はわかりやすい名前を付けておく。
作成が終了すると、終了メッセージが表示される。
作成した青色画像ファイル例を図 4 に示す。

図 1　RSP Ver3.06

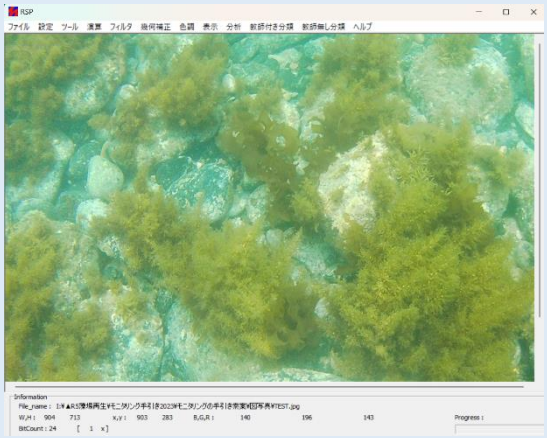


図 2　開いた画像ファイル

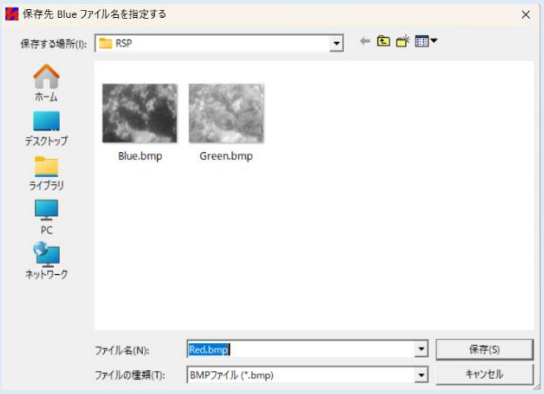


図 3　カラー分解の保存先ダイアログ

図 4　青色画像ファイル（例）

⑤ 教師データを取得する。

「大型海藻」、「小型海藻」、「その他」の３種類の分類クラスとするため、それぞれの教師データを取得する(図 5)。

教師付き分類＞クリック教師数設定＞新規取得

１クリックで取得する座標数は、初期設定では３×３ピクセル分（9 画素分）となっている（変更可能)。クリックした箇所は、色付けされる（標準設定の表示色は赤色、変更は可能）(図 6)。教師座標取得の終了は、右クリック。右クリックすると、保存先ダイアログが表示され、教師データはテキストファイル形式で保存される。この作業を「大型海藻」、「小型海藻」、「その他」毎に繰り返す。

⑥ 分類画像を作成する。

教師付き分類＞最尤法分類＞（図 7）

上段で④の保存した３つの教師データを指定し、下段で③の作成したカラー分割画像を指定する。設定後「分類画像作成」ボタンをクリックすると３種類に色分けされた画像が作られる（図 8)。

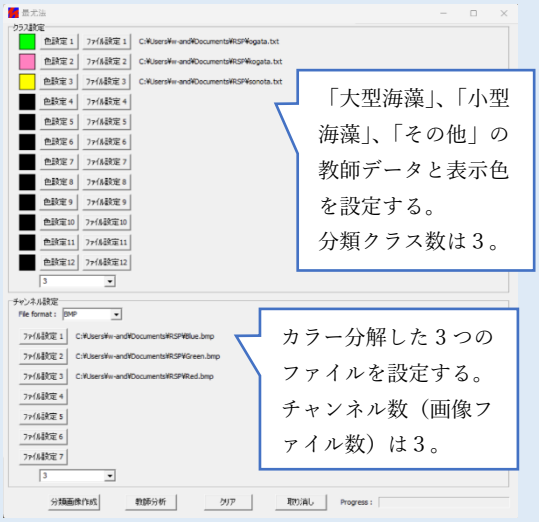


図 7　最尤法フォーム

⑦ 分類画像から被度を求める。

教師付き分類＞ピクセルカウント

分類画像（図 8）を開くと、画像全体のピクセル範囲を表示。全範囲を指定すると、自動的に Excel が立ち上がり、クラス別にピクセル数が表示される。各クラスの被度は、被度（%）＝分類ピクセル数÷全ピクセル数の式をつくり算出する。表 1 は Excel で計算した結果である。

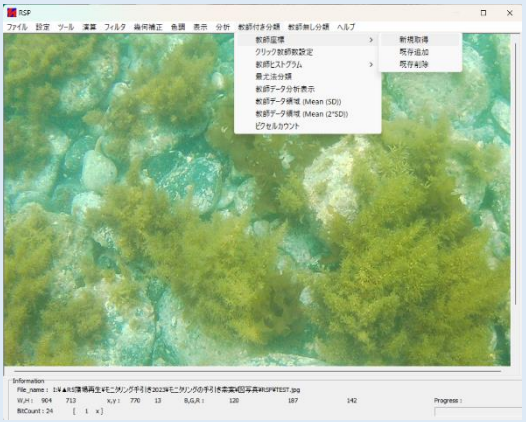


図 5　教師座標の新規取得

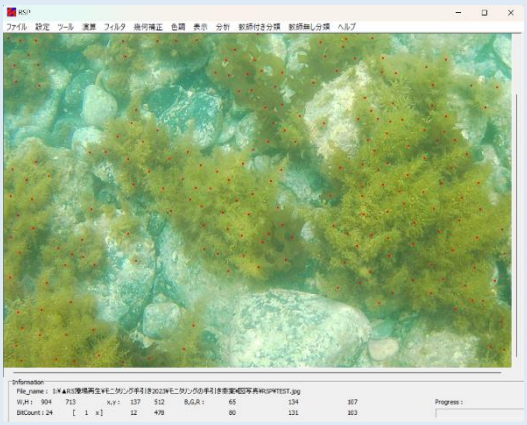
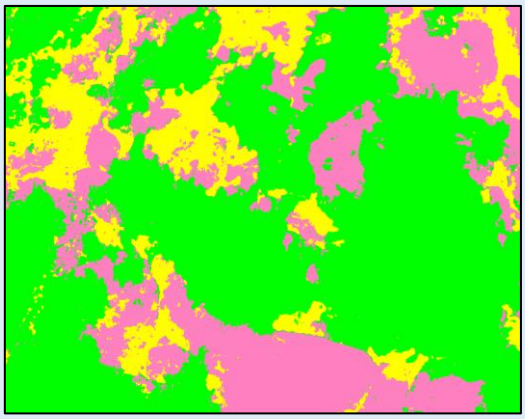


図 6　大型海藻の教師座標取得（赤点）



■大型海藻、■小型海藻、■その他

図 8　最尤法で分類された分類画像

表 1　分類画像からの被度計算値

Class	ピクセル数	被度
1 大型海藻	372,155	58%
2 小型海藻	167,477	26%
3 その他	104,920	16%
合計	644,552	

＜コラム８＞ 画像処理ソフトによる被度算定方法の紹介（その２）

AreaQ は，(国研)水産研究・教育機構が開発したシェアウェアの画像処理ソフトウェアである（https://www.fra.go.jp/home/cooperation/tokkyo/program/list/p2010-1.html)。このソフトは、画像ファイルを読み込み、色補正、回転した画像を、拡大・縮小しながら、写真に写る海藻の被度を、座標変換を行うことで、歪んだ画像からでも正確かつ容易に測定することができる。ただし、画像の歪みを補正するには、寸法がわかるコドラートを写し込む必要がある。

【手順】

① 画像ファイルを用意する。
被度を求める画像ファイルの形式は BMP、JPEG が使用可能である。

② AreaQ（図 1）を起動させる。

図 1　AreaQ Ver Version 2.8.3.3

③ 画像ファイルを開く（図 2)。
ファイル＞画像の読み込み
イメージ調整タグで、画像のコントラスト、色補正、画像の角度を必要に応じて調整する。

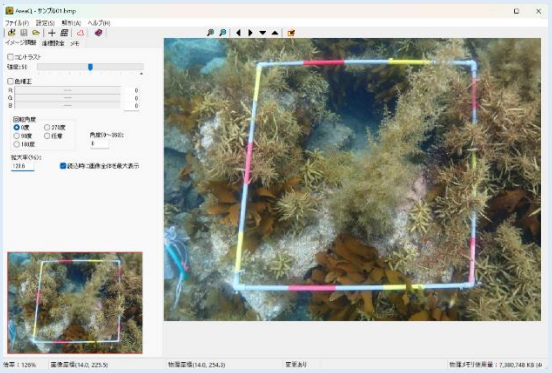


図 2　開いた画像ファイル

④ 画像の歪みを補正したグリッドを作成する。
距離が既知の点が必要（コドラート等)。物理座標の単位を設定する。
画像に点を追加するとともに、表に物理座標の XY 値を入力する。その後、画像に適した座標変換式で計算するとグリッドが表示される（図 3)。

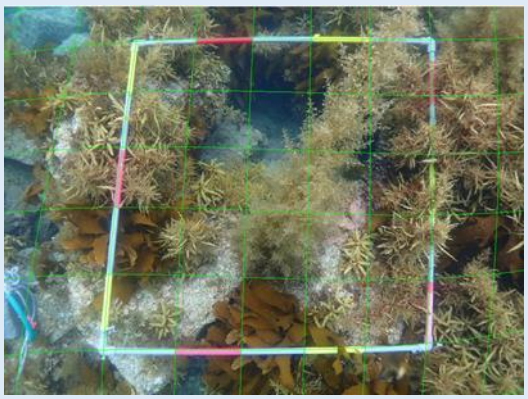


図 3　座標設定されたグリッド

⑤ 海藻の面積を求める。
面積測定の前に分類（大型、小型、その他）を登録する。分類別（大型海藻、小型海藻）に、コドラート内の海藻の縁をクリックしながらトレースする。トレース後、計算ボタンを押すと、分類別に面積が集計される。
※時計逆まわりでトレースした場合は正の面積、時計回りの場合は負の面積として集計される。

⑥ 面積から被度を求める。
各分類の面積を 1m角のコドラートの面積で除して被度を求める。

このソフトには、操作マニュアルがついているので、詳細はそちらを参考されたい。

（５）モニタリング手法による精度の違い

ここまで、藻場保全活動を行う漁業者等が自ら継続的に行える被度の計測方法について解説した。モニタリングは観察者のスキルに依存する手法であり、同じ場所で計測しても精度や観察内容に差が生じることがある。例えば、表 4-2(1)～(3)に示す通り、潜水する場合には海藻に接近して観察できるので、種類や葉体長の把握が可能である。また、潜水の場合は船上からの場合と比較して、海中を広く観察できるため、気づいたことをメモすることができる。したがって、被度に関しては、モニタリング手法の特徴（表 4-3）を理解した上で、その値の取り扱いに注意する必要がある。

表 4-2（1）　モニタリング手法の違いによる計測結果の事例①（水深 3.8m，コンブ場の例）

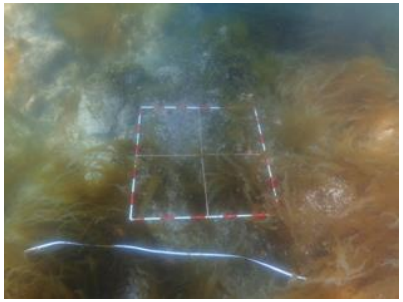
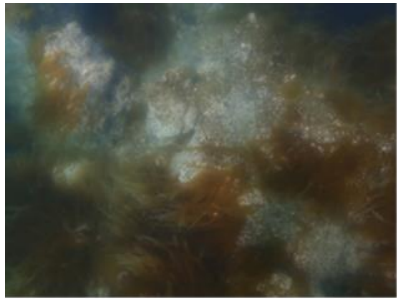
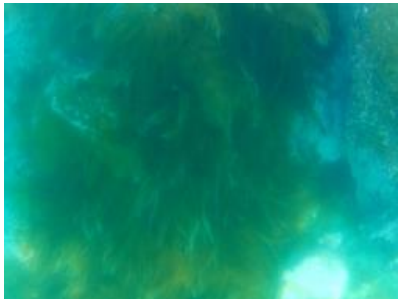
	コドラート法	景観被度法	箱メガネ	タイムラプス機能付きカメラ
写真			写真なし	
大型海藻被度	40%	40%	44%	58%
小型海藻被度	15%	10%	17%	11%
その他被度	45%	50%	41%	31%
種類 葉体長	ワカメ 5 株　30 ㎝ ホソメコンブ 35 株　60 ㎝ フクロノリ カタモノリ属 ケウルシグサ	ワカメ 5 株　30 ㎝ ホソメコンブ 35 株　60 ㎝ フクロノリ カタモノリ属	ワカメ ホソメコンブ	ワカメ ホソメコンブ
その他	キタムラサキウニ 12 個/㎡	キタムラサキウニ 12 個/㎡	キタムラサキウニ	

表 4-2（2）　モニタリング手法の違いによる計測結果の事例②（水深 4.2m，混生藻場の例）

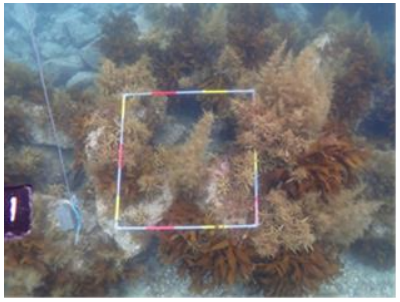
	コドラート法	景観被度法	箱メガネ	タイムラプス機能付きカメラ
写真			写真なし	
大型海藻被度	40%	40%	44%	58%
小型海藻被度	15%	10%	17%	11%
その他被度	45%	50%	41%	31%
種類 葉体長	ワカメ 5 株　30 ㎝ ホソメコンブ 35 株　60 ㎝ フクロノリ カタモノリ属 ケウルシグサ	ワカメ 5 株　30 ㎝ ホソメコンブ 35 株　60 ㎝ フクロノリ カタモノリ属	ワカメ ホソメコンブ	ワカメ ホソメコンブ
その他				

表 4-2（3）　モニタリング手法の違いによる計測結果の事例③（水深 2.8m，アマモ場の例）

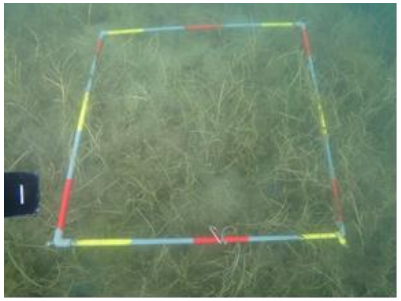
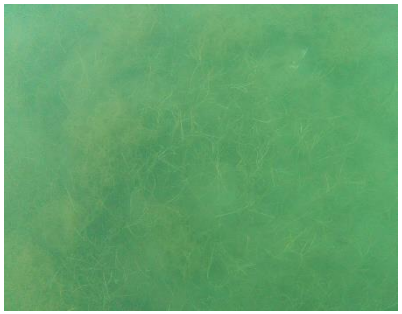
	コドラート法	景観被度法	箱メガネ	タイムラプス機能付きカメラ
写真			写真なし	
大型海藻被度	65%	70%	49%	60%
小型海藻被度	10%	15%	0%	5%
その他被度	25%	15%	51%	40%
種類 葉体長	アマモ平均草長　30 ㎝ イバラノリ属　5% ウミヒルモ属　5%	アマモ平均草長　30 ㎝ カゴメノリ　5% イバラノリ属　5% ウミヒルモ属　5%	アマモ	アマモ
その他				

表 4-3　モニタリング手法別の特徴

	コドラート法	景観被度法	箱メガネ	タイムラプス機能付きカメラ
長所	・枠内の海藻・海草の種類別被度と葉体長を計測することができる。 ・経験豊かな観察者が行う場合、一定の精度が期待され、客観的な結果が得られる。 ・潮流や濁りの影響を受けにくく、信頼性が高い。 ・記録が写真として残り、後で確認や詳細な分析ができる。	・海藻・海草の葉体長の計測ができる。 ・３分類（大型海藻、小型海藻、その他）であれば、比較的容易に計測できる。 ・経験豊かな観察者であれば、ある程度客観的な結果が期待できる。 ・記録が写真として残り、後で確認ができる。	・潜水しなくてよい。 ・３分類（大型海藻，小型海藻，その他）であれば、比較的容易に計測できる。	・潜水しなくてよい。 ・３分類（大型海藻，小型海藻，その他）であれば、比較的容易に計測できる。 ・記録を写真として残すことができる。
短所	・スキューバのスキルが必要であり、潜水機材などが必要である。 ・観察者は海藻を正確に識別する能力が求められる。 ・経験が浅いとコドラートを高密度の藻場のある場所に置いてしまいがちである。 ・狭い範囲の観察になるので、複数地点を観察しないと全体が把握できない。このため、観察に時間がかかることがある。	・大型海藻の幼体や小型海藻などの判別が難しい場合がある。 ・観察者は海藻を正確に識別する能力が求められる。 ・透明度が悪いと記録写真の撮影が困難になる。 ・計測にはやや時間がかかる。	・海藻・海草の葉体長の計測ができない。 ・透明度や潮流が結果に影響する。 ・観察者の経験によってバラツキが生じる。 ・船が動くため、動きながら被度を捉えるスキルが必要である。 ・記録を写真として残しにくい。	・海藻・海草の葉体長の計測ができない。 ・透明度や潮流が結果に影響する。 ・観察者の経験によってバラツキが生じる。 ・現場で写真を確認することが難しい。 ・タイムラプス機能付きカメラとロッド（撮影棒）が必要である。 ・戻ってから写真をパソコンに取り込んで判読する必要がある。
確からしさ	◎	○	△	○

第 5 章 藻場面積を把握する際の注意点

以下は、令和 5 年 8 月現在の J ブルークレジット®認証申請の手引き（Ver2.3）の内容と、無人航空機総合窓口サイト（https://www.mlit.go.jp/koku/info/index.html）の内容をもとに注意点を示す。実際に申請（使用）する際には、最新の情報を確認してから行うこと。

（1）CO_2 吸収量算定における注意点

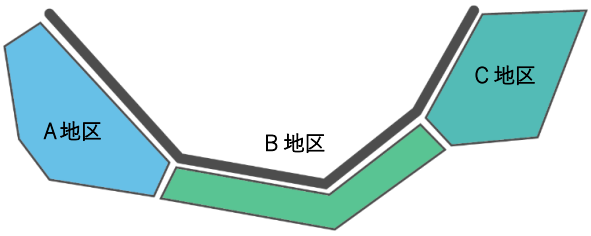
保全活動によって形成された藻場によって吸収・貯留される CO_2 吸収量を、J ブルークレジットへ申請する場合の対象面積は、被度を考慮する必要がある（第 4 章（5）モニタリング手法による精度の違いを参照）。具体的な申請方法は、「J ブルークレジット®認証申請の手引き」（JBE, https://www.blueeconomy.jp/credit/）を参照する。

1）実勢面積

海藻が密生している場合でも、疎らな場合でも同じ藻場面積として扱われないように、海藻が着生可能な磯場や砂場の実際の面積に海藻の被度を乗じる必要がある（図 5-2）。これを、**実勢面積**と言う。

実勢面積	＝	面積（ha）	×	平均被度（%）

例えば、図 5-3 の場合、A・B・C 地区全体の磯場の面積は 34 haであるが、海藻被度を考慮した実勢面積は 26 haとなる。



地区	面積（ha）	平均被度（%）	実勢面積（ha）
A地区	15	60	9
B地区	9	100	9
C地区	10	80	8
合計	34	−	26

図 5-3　実勢面積の計算(例)

例えば、水産多面的事業の漁業者らが行う保全活動では、モニタリング定点で把握した被度の平均値（表 4-1 参照）に協定面積を乗じることで実勢面積が算定できる。ただし、

J ブルークレジットへ申請する場合は、後述する実勢面積の確からしさに注意する。

2）ベースラインの把握

J ブルークレジット制度の対象は、藻場保全活動により吸収・貯留された CO_2 吸収量であり、図 5-1 の式により求める。

申請する CO_2 吸収量 ＝（藻場分布面積×確実性（%））×（吸収係数×確実性（%））
－ ベースラインにおける CO_2 吸収量 － 船舶使用による CO_2 排出量

図 5-1 申請する CO_2 吸収量の算定式

ベースラインの CO_2 吸収量とは、活動の結果、吸収量が増加したことを、実施前後の比較、かつ実施場所と実施していない場所との比較の両側面から示す必要がある。例えば、磯焼けした場所のベースラインは、活動面積と活動前の磯焼け状況がわかる写真等と、活動外の状況写真等が必要となる。そのため、**ベースラインを把握するには、活動前のモニタリングが必要である**が、実施していない場合には、可能な限り当該場所の情報を収集し、把握する必要がある。

3）CO_2 吸収量の算定における注意点

CO_2 吸収量は、藻場保全活動の実施によって変動する藻場分布面積に、対象生態系（藻場、マングローブ、塩性湿地(干潟)等）から推定する吸収係数（単位面積当たりの CO_2 吸収量）を乗じて算定できる（図 5-2)。式 1 は、すべての対象生態系に適用可能で、式 2 は、海藻藻場と海草藻場の場合に使用することが可能である。また、海藻養殖の場合、筏や網など面積が計測しやすい場合には養殖施設の面積を、ロープ養殖など面積を計測することが難しい場合は、養殖ロープの長さを用いて算定する。

CO_2 吸収量 ＝ 藻場分布面積・養殖施設の面積 × 単位面積当たりの吸収量 … 式 1

CO_2 吸収量 ＝ 藻場分布面積・養殖施設の面積 × 単位面積当たりの湿重量 ×
ブルーカーボン残存率 … 式 2-1

CO_2 吸収量 ＝ 養殖ロープの長さ × 単位ロープ長当たりの湿重量 ×
ブルーカーボン残存率 … 式 2-2

図 5-2 海藻の生産量からの CO_2 吸収量の算定方法 [4)]

4）実勢面積の確からしさの評価

Ｊブルークレジットにおける実勢面積の確実性評価は、表 5-1 のとおりである。

表 5-1　藻場分布面積の確実性に関する評価の視点（藻場関連のみ抜粋）[5)]

区分	藻場の分布面積の確からしさ		評価方法
	境界の判断	被度の考慮	
評価基準	下記視点での総合評価 ■面的網羅性 分布範囲を精度良く把握できているか。 ■藻場の有無の精度 藻場の境界線を精度よく判断できる調査を実施しているか。 ■位置情報の精度 藻場の境界線の位置情報は正確か（GPS等での位置情報の取得、空中写真の位置補正等）。	■被度の把握 被度を面的に把握できているか。 被度を考慮した実勢面積を把握しているか。	左記基準の達成状況をもとに、申請者が確からしさを評価する。
備考	上記に示す情報を取得するため、調査対象地の状況を踏まえたうえで単一もしくは複数の手法を組み合わせて調査を実施する。		

水産多面的事業では、平均被度に協定面積を乗じて面積を把握している場合がある。これを、表 5-1 に照らし合わせると、その面積の確からしさは低くなる可能性がある（図 5-4）。その理由は、協定面積が海底性状の不明な場所とパッチ状・点状の着生基質を包含するようにエリア設定しているため、Ｊブルークレジットが求める正確な藻場面積を表していないからである。そのため、申請する場合には、協定面積内の実施前後で回復した藻場面積（境界線）を精度よく測定するとともに、その範囲内の被度をできるだけ点数を増やして平均被度を求めて、実勢面積を算定する必要がある（図 5-5）。

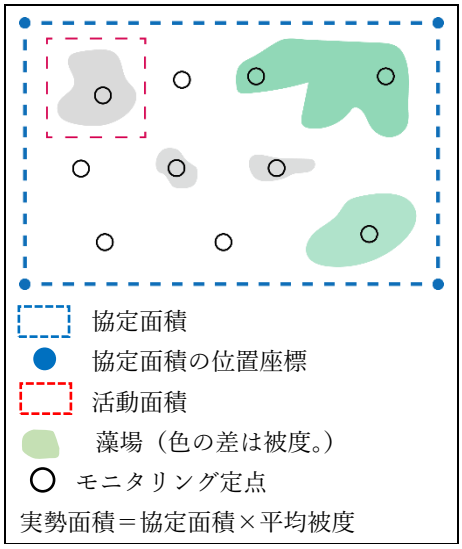


図 5-4　藻場の分布面積の確からしさが低下する（例）

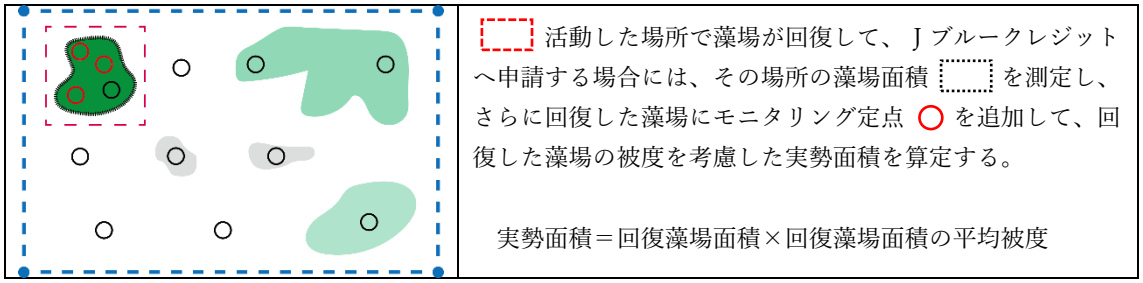


図 5-5　Ｊブルークレジットへ申請する場合の実勢面積算定の考え方(例)

表 5-4 は、J ブルークレジット®認証申請の手引き（Ver2.3）が示す「海草・海藻藻場を対象とした面積把握のモデルケースと確実性」に、本手引きで紹介するモニタリング手法を組み入れたものである。水産多面的事業では、ドローン等の空撮から面積を把握している事例が少ないので、本手引きの手法で被度を把握する場合は、確実性のレベルの 3 と 2 辺りに該当すると考えられる。

表 5-4　海草・海藻藻場を対象とした面積把握のモデルケースと確実性 [7]（改変）

確実性のレベル	調査内容		境界の判断			被度の精度	藻場タイプ
			面的網羅性 分布範囲を精度把握できているか。	境界の精度 境界線を把握できているか。	位置情報 位置情報が正確か。	被度を面的に把握できているか。	藻場タイプを面的に把握できているか。
5	空中写真（位置補正済）ライン調査		◎	◎	◎	◎	◎
4	空中写真（位置補正済）コドラート法(複数ポイント)		◎	○	◎	△	△
3※	藻場の境界をGPSで記録	**コドラート法**	△	◎	○	△	△
		景観被度法	△	◎	○	△	△
		船上からの景観被度法	△	◎	○	△	△
2※	藻場の境界をGoogle Earth等から推察	**コドラート法**	△	△	◎	△	△
		景観被度法	△	△	◎	△	△
		船上からの景観被度法	△	△	◎	△	△
1	藻場の境界を GoogleEarth 等から推察		△	△	◎	×	×

凡例：◎とても高い，○高い，△やや低い，×低い

（2）ドローンを利用する場合の注意点

1）ドローンを飛ばす際の法令上の義務

航空法の改正により、無人航空機（以下、ドローン）の飛行ルールにはさまざまな変更が生じている。このため、最新の航空法の改正内容や関連法令、地方公共団体が定める条例を遵守し、ドローンを安全に飛ばす必要がある。ドローンの飛行形態は、飛行方法や飛行させる場所によって分類され、概ね藻場の空撮は目視内・操縦飛行のカテゴリーⅠに該当する（表 5-2)。なお、**航空法で定義されるドローンとは、重量が 100g 以上**（機体本体とバッテリーの重量の合計）のものを指す。

表 5-2　ドローンの飛行形態の定義 [6)]

分　類	定　義
カテゴリーⅢ	特定飛行※のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置※※を講じないで行う飛行。（＝第三者の上空で特定飛行を行う）
カテゴリーⅡ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。（＝第三者の上空を飛行しない）
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。 航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。

注）※：特定飛行とは、航空法の規制の対象となる空域での飛行、対象となる方法での飛行を指す。

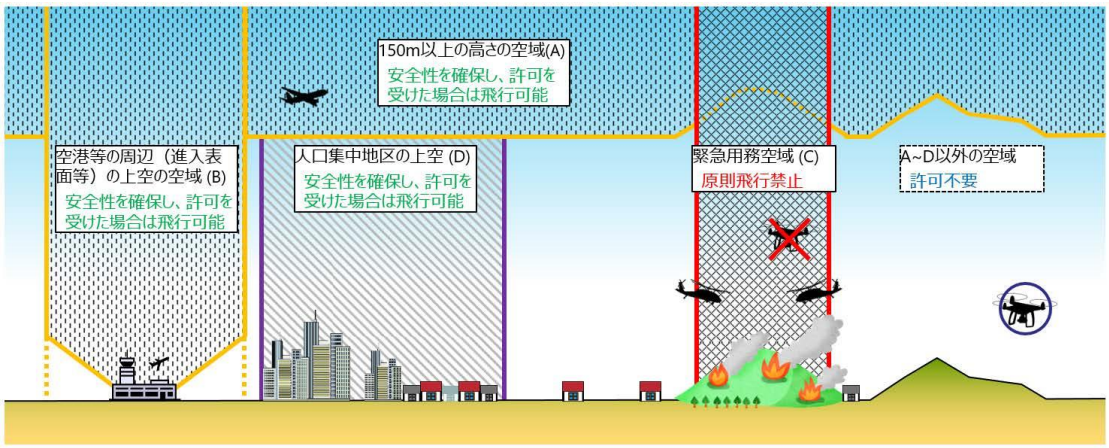
※※：立入管理措置とは、無人航空機の飛行経路下において、第三者の立入りを制限することを指す。

①　ドローン（無人航空機）の登録

ドローンの利活用拡大における安全と安心の確保のため、**2022 年 6 月より機体登録が義務化されている**。登録していないドローンの飛行は禁止である。登録制度の詳細については、無人航空機登録ポータルサイト及び無人航空機登録ハンドブックを参照する（https://www.mlit.go.jp/koku/drone/)。

②　ドローンの飛行禁止空域

図 5-6 に示すような、「空港等の周辺」、「緊急用務空域」、「150m 以上の上空」、「人口集中地区（人または家屋の密集している地域)」のような、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域でドローンを飛行させたい場合、国土交通大臣の許可が必要である。



A～ D の空域に該当する場合には、許可を受ける必要がある。

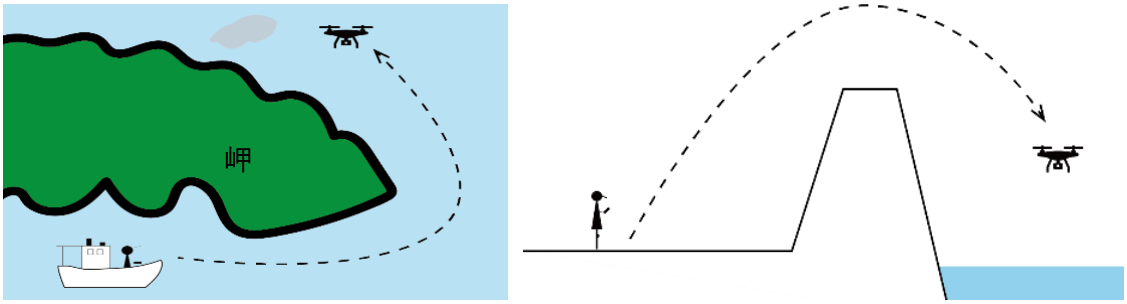
図 5-6　飛行の禁止区域 [7)]

③　飛行ルール

ドローンを飛行させる場合には、以下に示す行為を遵守する必要がある [5)]。

A）アルコール又は薬物等の影響下で飛行させないこと
B）飛行前確認を行うこと
C）航空機又は他の無人航空機との衝突を予防するよう飛行させること
D）他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させないこと
E）昼間（日中）　（日出から日没まで）に飛行させること
F）目視範囲内でドローンとその周囲を常時監視して飛行させること
G）人または物件と距離（30m）を保って飛行させること
H）祭礼、縁日など多数の人が集まる催し場所の上空で飛行させないこと
I）爆発物など危険物を輸送しないこと
J）無人航空機から物を投下しないこと

藻場モニタリングでは、例えば、船から岬を回った先を空撮する（図 5-7 の左図）、または陸上から防波堤を超えた先を空撮する（図 5-7 右）など、目視範囲外での飛行が発生する恐れがある。その場合、補助者による目視やモニターでドローンを見ることで対応しても、それは視野が限定されるため「目視」には該当しない。このような場合が想定される際には、船でドローンを追跡する、あるいはオンライン手続きで、機体情報、操縦者情報（技能証明が必要）、飛行計画等を入力して申請して許可・承認をもらっておく。



岬を回った先の空撮　　防波堤を超えた先の空撮

図 5-7　目視範囲外の飛行（例）

④　航空法令の他、関係法令及び地方公共団体が定める条例等。
航空法以外にもドローンを飛行させる場合には、下記の法令・条例に留意する。

- 小型無人機等飛行禁止法（警察庁）
  https://www.npa.go.jp/bureau/security/kogatamujinki/index.html
- ドローン等に求められる無線設備（総務省）
  https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/drone/
- ドローンによる映像撮影等のインターネット上での取り扱い（総務省）
  https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban08_02000185.html
- 無人航空機の飛行を制限する条例等
  https://www.mlit.go.jp/common/001370402.pdf

2）自動操縦機能を活用する場合の注意点

ドローンは離陸から着陸までの飛行経路や速度・高度などをあらかじめプログラムし、目視が可能な範囲で自動飛行することができる。DJI 社は、iPad 専用の GS PRO アプリを純正品として提供しており、このアプリは自動飛行が可能で飛行データをクラウド上で管理するため、経年変化を把握しやすくなっている（図 5-8）。ただし、このアプリは対応機種が限定されているため、利用する際には DJI 社のサイトで対応機種を確認する必要がある（https://www.dji.com/jp/ground-station-pro/supported-product）。この GS PRO に代わる DJI Fly アプリでは、最新機種でウェイポイント（経路上の地点情報）の自動航行機能が提供されている（2022 年 12 月 9 日現在において、測量向けのマッピング飛行

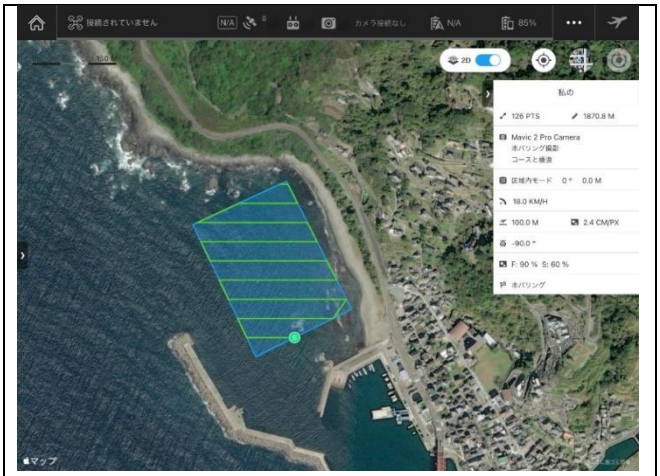


図 5-8　DJI 社 GS PRO（画面例）
https://www.dji.com/jp/ground-station-pro

は提供していない)。

GS PRO 以外の自動操縦ソフトには、有償の「Litchi for DJI」（通称、ライチ）がある（https://flylitchi.com/)。なお、**自動操縦ソフトは、国土交通省のドローン飛行許可申請の際に、機体性能を登録する必要がある**ため、メーカー純正のソフト以外を使用する場合は改造申請が必要である。

＜コラム９＞ドローン空撮で１枚の撮影画像で収まる範囲の計算

ドローンで上空から撮影した際の画像の範囲は次の計算式で求められる。

【計算式】

撮影範囲（縦）（m)＝ 高度（m）×センサー垂直サイズ（mm)/ レンズ焦点距離（mm）

撮影範囲（横）（m)＝ 高度（m）×センサー水平サイズ（mm)/ レンズ焦点距離（mm）

なお、機種によってセンサーサイズ・レンズの焦点距離が異なるので、スペックを確認して計算する。

例えば、PHANTOM 4 PRO で高度 150ｍから撮影した場合は、

（カメラのスペック）

センサーサイズ（1 インチ）=水平 13.2mm × 垂直 8.8mm

レンズ焦点距離＝8.8mm (35mm 判換算：24mm)

縦の範囲：150m×8.8 /8.8 = 150m、横の範囲：150×13.2/ 8.8 = 225m

の範囲を撮影することができる。

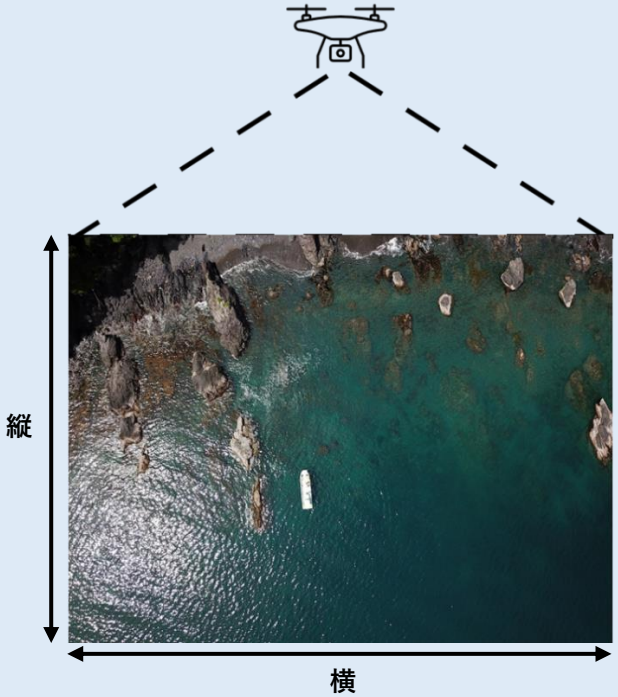


図１　ドローンによる撮影画像の範囲

＜コラム 10＞ドローンを用いた藻場面積の把握（例）

水産多面的事業において、地元調査会社が実施した藻場の空撮では、ドローンによる空撮と潜水による目視観察を併用して藻場面積を把握している。空撮は、無料アプリの「PIX4Dcapture」（スマホ・タブレット用アプリ）を使用し、飛行計画を立てて計測した。その後、撮影された画像は「Photoshop」を利用して合成され、合成された画像（図 1）は、別途行われた潜水調査結果から、地図ソフトの「カシミール」を用いて位置をプロットし、藻場面積を算定している。

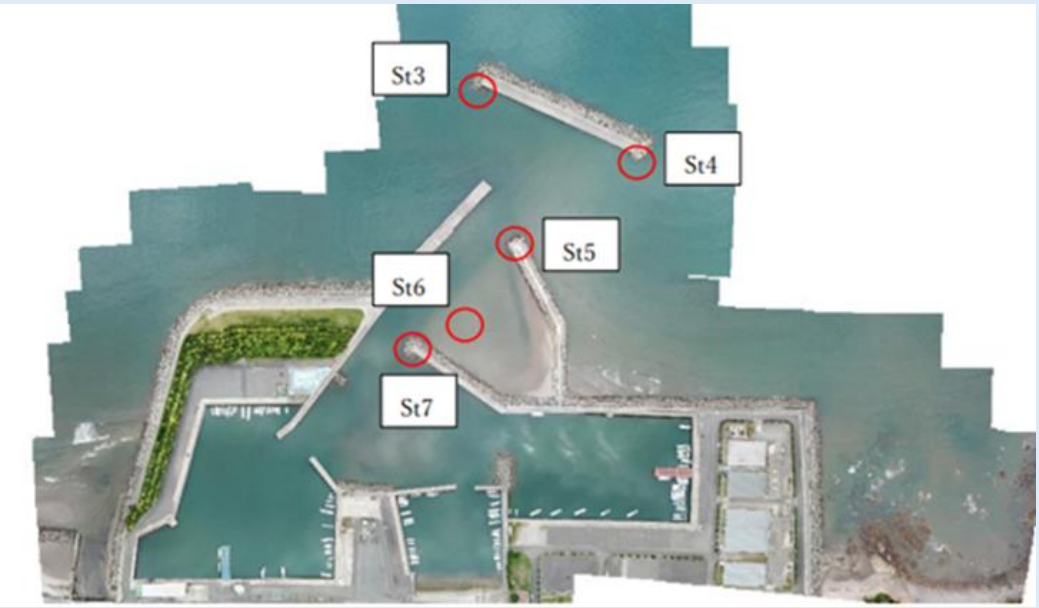


図 1　空撮画像の合成結果（例）

出所：薩摩空撮合同会社提供（鹿児島県指宿市）

引用文献

3章

1. 磯焼け対策ガイドライン，水産庁，2021，p139
2. 宮崎県の海藻図鑑・長崎県の海藻（長崎市）・長崎県の海藻（対馬市）・長崎県の海藻（西海市），「ひとうみ.jp 資料室」　https://hitoumi.jp/library/library.php
3. 長崎県における磯焼け対策ガイドライン，長崎県，2018，p58
4. Akita et al.，Molecular phylogeny and biogeography of *Ecklonia* spp. (Laminariales, Phaeophyceae) in Japan revealed taxonomic revision of *E. kurome* and *E. stolonifera* Volume 59, Issue 4，2020

5章

5. Ｊブルークレジット®認証申請の手引き，Ver.2.3，ジャパンブルーエコノミー技術研究組合，　2023.8，p21
6. Ｊブルークレジット®認証申請の手引き，Ver.2.3，ジャパンブルーエコノミー技術研究組合，　2023.8，p44
7. Ｊブルークレジット®認証申請の手引き，Ver.2.3，ジャパンブルーエコノミー技術研究組合，　2023.8，p45
8. 無人航空機の飛行許可・承認手続，国土交通省ホームページ，https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html

参考文献

第1章

- 第3版 磯焼け対策ガイドライン，水産庁，2021.3
- 広域藻場モニタリングの手引き，水産庁，2021.3

第3章

- 環境・生態系保全活動ハンドブック，全国漁業協同組合連合会・全国内水面漁業協同組合連合会，2010.6
- モニタリングの手引き（暫定版），全国漁業協同組合連合会・全国内水面漁業協同組合連合会，2018.6

第4章

- 有賀ら，藻類学実験・実習，講談社サイエンテフィック，2000.5

第5章

- Ｊブルークレジット®認証申請の手引き Ver.2.3，ジャパンブルーエコノミー技術研究組合，2023.8
- 第3版 磯焼け対策ガイドライン，水産庁，2021.3
- 無人航空機ポータルサイト，国交省，https://www.mlit.go.jp/koku/drone/