

令和6年度第1回（通算第7回）石西礁湖自然再生協議会 学術調査部会 作業チーム  
議事概要

日時：2024年8月14日（水）13:00～15:00

場所：オンライン（webex）

■出席者 ※敬称略

中村 崇（琉球大学理学部 准教授 : 学術調査部会部会長）

鈴木 豪（水産技術研究所 主任研究員 : 学術調査部会副部会長）

中村 隆志（東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授）

熊谷 直喜（国立環境研究所 気候変動適応センター 主任研究員）

石森 博雄（いであ株式会社 沖縄支社 生態・保全部）

北野 裕子（（一財）自然環境研究センター）

【事務局】環境省：山本、近藤、梅岡、関森

【事務局補助】（一財）沖縄県環境科学センター：佐川、岡田

■議事次第

1. 開会・挨拶
2. 趣旨説明
3. 議題
  - (1) 目的（事務局補助）
  - (2) 群集モニタリングの具体的なデータ、グラフ等の例示
  - (3) 群集モニタリングの取りまとめの現状と課題
  - (4) 総合討論
4. 閉会

## 1. 開会 挨拶、趣旨説明（環境省：近藤）

### 2. 議題

#### (1) 目的

- ・事務局補助より、本作業チームの目的や会議の流れについて説明があった。

#### (2) 群集モニタリングの具体的なデータ、グラフ等の例示について

- ・いであ石森氏より、H27、H28 事業評価手法検討等業務において取りまとめられている解析例や、群集モニタリング調査の概要について説明があった。
- ・クシハダミドリイシ個体群構造は重要であると思われるが、どんなデータか？
  - 地点のクシハダミドリイシのサイズを全部測る。多いところでは 300-400 群体計測して年級群（コホート）を出す。昔の報告書にはグラフが出ている。近年はクシハダが優占種ではなくなっているという傾向もあるかもしれないし、隠蔽種は分けられているか？混ざった状態で記録されているのか？
  - 過年度調査ではそれらを区分してデータ取得してはいないと思われるため、継続性の観点から、本調査では混ざった状態で記録。
- ・統計解析の観点からは、調査精度にそこまでこだわらなくてもよいと思われる。データ数が多い（地点数、年数が多い）ので、統計的に傾向は見えるだろう。調査者によるばらつきがあった場合、調査者による誤差の幅が、地点や環境の違いよりも十分に小さいのであれば、誤差範囲に含まれるので問題ない。調査結果を複雑にしていくと、データ構造を把握するところで挫折する人が出てくるため、まずは、報告書に出ているレベルの平均値などのデータでもよいと思われる。

#### (3) 群集モニタリングの取りまとめの現状と課題

- ・中村部会長より、解析事例を交えて、群集モニタリングの取りまとめの現状と課題について説明があった。
- ・課題として、個別のイベント（大規模白化現象やオニヒトデ大発生）の解析は行われている。しかし、長期的にどの地点で回復が進んでいないのかといった長期的・面的な解析や、水温等の環境データやサンゴ被度との関連、海藻類被度と藻食魚類の関連性といった複数データを掛け合わせた解析は不十分である。これらのテーマについて、統計モデリングの活用や、どのような解析方法があるかご意見をいただきたい。
- ・水質データは、ピンポイントデータで変動が激しくコストが見合わない。蓄積型リンは現実的な落とし所とを感じる。窒素量との相関性などが課題であり、膨大なデータの活用と解析が望まれる。
- ・公共の利益のためにやっている事業なので、取得データについては、各種の研究に役立てる必要がある。データ共有の在り方について、現状と方向性を確認したい。

- ・ 基本的には環境省事業で取ったデータであるため、環境省が許可を出せば誰でも使える。現在は過去 5 年間の報告書を国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターHP にて公開しているが、その前の年度についても依頼があれば、生データを含めて提供可能である。利用申請書は国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターHP からダウンロードできるが、過去に遡ると生データが手元になく、調査者のみが所持している場合もある。
  - 報告書データ提供の利用申請や規程などは、あまり認知されていないため、積極的な情報発信が望ましい。また、生データについては、申請があれば提供可能であるが、経年的なデータベースなどを整備していくのが望ましい。一部の生データが環境省にないことは問題であるため、過年度データを含めて各調査項目について生データの整理が必要である。
- ・ 研究者としては他者が取ったデータは使いにくい面もある。どのような前提で定量化されたか、そのプロセスまで分かっていないと深く理解して使用できないためである。
- ・ モニタリングサイト 1000（以下、モニ 1000）では、数年間はデータを取った調査担当者を優先する考えで、現在は 2017 年まで公開されている。今年度の取りまとめ報告書の公開に合わせてさらに公開される予定である。生物多様性センターに申請して許可されれば年次に関わらず生データも提供可能である。公表データの基になる生データ（例えば、平均被度を出すための複数データ）がどこまで必要かによって確認すべき対象者も変わってくる。
- ・ 査読付き国際学術誌（生態学系）への投稿時には、解析データは論文に付属する形で公開するのが近年のスタンダードになりつつある。調査結果データを共有財産にするか？については生態学会では議論されており、科研費による調査データは公開が前提となってきた。ただ、データ取得者に対する配慮も重要であるため、データ取得の貢献者に対しては謝辞などで記載するようなルールにしていくのがよい。
- ・ データポリシーとして、クリエイティブコモンズライセンスを明記することも重要（CC、CCBY など）。世界的な海洋生物データベースである OBIS（Ocean Biodiversity Information System）に登録するのも望ましいが、実施には大きな労力を要する。
- ・ 環境省としては、過年度データを有効活用してもらいたいところではあるが、予算措置が十分にはできないという課題がある。研究への活用についてご協力いただける方がいるとありがたい。優先度の高いテーマとしては、保護区拡充につなげるための重要海域の検討や、新たな修復事業についてメインとなる幼生供給拠点の適地の検討などに活かせるような解析が望ましい。もう 1 つは、長期的に見て、サンゴ場が藻場にフェーズシフトした場所の環境変化やメカニズムの解明、対策の検討など。

- ・ 生データを整理したデータベースが整備されれば、既存の申請やデータポリシー、謝辞の記載方法などの一定ルールに基づき、データ利用が可能になるのではないかと。さらに国際的な観点では、地球規模サンゴ礁モニタリングネットワーク（GCRMN）に関連してデータ提供の依頼があった際に対応できるよう、英語版も整備することを目指すのが望ましい。国際サンゴ礁研究・モニタリングセンターなので、パラオ国際サンゴ礁センター（PICRC）を参考、連携できるとよい。

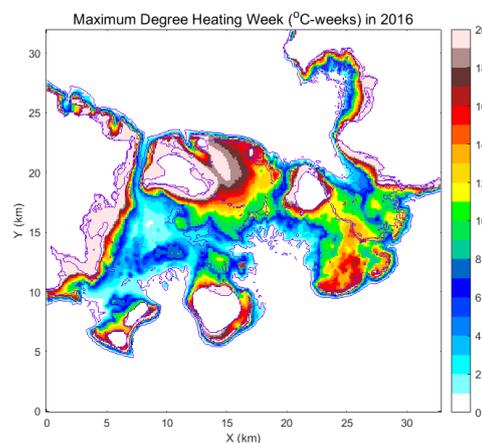
#### (4) 総合討論

##### <検討のポイント>

- ・ 作業チームとして、最終的なアウトプット（マップ化や論文化など）や、どのようなアプローチで進めていくか（テーマや解析方針）、大きな方向性を定めたい。
- ・ 高水温が頻繁になったときにどこが今後の重要海域になるか、国としての保護区の設定に活かすことや、サンゴ群集修復事業で整備中の幼生供給拠点（成熟サンゴ群集）の最適な場所、避難適地などの戦略の検討につなげる観点でも検討する。

##### 【概要】

- ・ アウトプットイメージは、情報をマップ化したものが想定されるのか？
  - マップ化することはよいと思われるが、最終的に論文化するのが重要である。マップ化にあたってはGISデータ化を想定する必要がある。被度だけでなく、種組成や環境条件なども統合したものが望ましい。
- ・ 回復速度や重要地点などの解析については、物理・水質の時空間的データが圧倒的に足りていないことが課題であるため、数値シミュレーションで過去の環境を再現しようとしている。現状では、1994～2023年までの水温や流速データは300mメッシュで計算している。解析例としては、年間の最大のDHW（Degree Heating Week：高水温ストレスレベルの指標値の1つ）を計算している。これらのシミュレーション結果と、実際の面的な白化データなどの生態学データを結びつけられるとよい。栄養塩のシミュレーションデータは精度向上が課題であるが、解析を進めている。
  - 経験的・体感的な流速について、「かなり速い、速い、遅い」といった定性データはシミュレーションや統計モデリングに使えるものなのか？
    - 経験則とモデリング結果の傾向が合致していれば使える場合もある。



例) DHWの最大値(2016)の計算結果

- ・ 白化のデータと、水温や流速のシミュレーション結果を基にして、高水温化しやすい地点や高水温になりにくい地点を抽出したリスクやポテンシャルマップのようなものをつくることができれば、サンゴ群集修復事業の戦略に活用できる。
  - 事例はあり十分可能である。
- ・ そのような白化しやすいリスク、または、白化しにくいポテンシャルが高いと思われる箇所がいくつかあった場合、白化しやすいリスクが高い環境であるにも関わらず、実際には白化していないという箇所があれば、メカニズム解明のために今後の新たな調査地点となり得るかもしれない。
- ・ 多変量解析のパラメータとして生態・環境データを入れて解析するイメージであれば、群集モニタリングではサンゴ類や水温データ、モニ 1000 では SPSS などがある。
  - あまり複雑にすると一般に理解されないため、示し方は留意する必要がある。
- ・ 生態系の変遷として、攪乱からの回復が著しく遅い地点は今後も出てくるはずである。また、サンゴ種構成の変動に伴って一部の魚類群集が見られなくなった地点や、大型藻類が優占する環境に変わった地点なども出てきている。アウトプットとして見える化していく場合には、藻類データが重要かもしれない。

#### 【今後の検討事項】

- ・ 年数の古いデータを含めて、生データの整理（データベース作成など）。
- ・ 群集モニタリング調査とモニ 1000 データの手法の違い、位置づけの整理が必要。本作業チームでは、前者が中心であり、後者は補完的な扱いと思われる。
- ・ 作業チームでは、群集モニタリング調査で掘り起こされていない生データの掘り起こしと活用方策を検討するのが良いだろう。
- ・ この 20 年に石西礁湖で何が起こったか？シンプルクエスチョンを集め、何がどこまで答えられるかを統計モデリングや数値シミュレーションの観点で検討していく。

<シンプルクエスチョンの例>

#### ①サンゴ白化が起りやすい場所は毎回同じか？

- ↳ 過去の水温変動によってサンゴ群集としての白化しやすさ、もしくは高水温耐性が変化した場所は？

#### ②2016 年の白化と 2022、2024 年の白化の特徴の違いは？その要因は？

- ↳ 2016 年と比べ 2022 年の白化被害が少ないのは高温耐性個体が生き残ったためか？  
2016 年の大規模白化ではアナサンゴモドキが多く生き残ったが、2024 年はアナサンゴモドキがミドリイシ等よりも先に死亡しているのはなぜか？  
このように、年や地点によって、分類群の白化しやすさが異なるのはなぜか？

- ③比較的近い地点であっても、白化程度に違いが見られるのはなぜか？
- ④大規模攪乱後の回復が見られにくい場所、サンゴの生育に適さなくなった場所は？
- └ サンゴ関連のパラメータ（被度・群体サイズなど）における下落・反発割合を比較して示せるか？ 以前からの差が最も大きい場所？ 加入（定着板への着底）量と稚サンゴ密度が最も相関しない（致死率高い）場所？
- ⑤礁縁部以外で、大規模攪乱後もサンゴ群集が安定的回復を示す場所はどこか？
- └ 加入（定着板への着底）量と稚サンゴ密度が毎年きれいに相関する場所を参考？ 相対的に水温が低く、潮流が早く、濁りが強いような地点ではサンゴ被度は維持されているか？
- ⑥安定的回復を担保する潜在的な要因は？
- └ SPSS や水温のパラメータ（DHW・平均値・最高値）などが顕著に異なる場所で比較 魚類や藻類のパラメータが特徴的な場所で比較
- ⑦この 20 年間で石西礁湖のサンゴの種多様性はどうか？
- └ 上位 3～10 種の優占種の変化はあるか？
- ⑧どの地点で、どのようなサンゴ種で、どの程度の被度で棲み込む生物の多様性が高いか？
- └ 特に魚類に関して
- ⑨この 20 年間で石西礁湖の幼生加入量（≡幼生供給量）は変化しているか？
- └ クシハダミドリイシの成熟調査結果と整合しているか？
- ⑩この 20 年間で石西礁湖の個体群構造（群体サイズ組成）はどうか？
- ⑪藻類被度が高いとサンゴは少ないのか？
- └ 藻類被度と加入・稚サンゴ密度の関係性は？
- ⑫水温以外のデータとサンゴ被度に相関はあるか？
- └ 水温以外のデータだけを使って、サンゴ被度との関連性を見てはどうか？

#### 4. 閉会あいさつ（環境省：山本）

- ・ 生データの整理方法やデータの取り扱い方法について、環境省内で方針を検討する。また、水質データが少ないという課題があるため、次回の検討会では水蓄積型リンの専門家にも参加いただくことを検討する。

以上