

平成 25 年度第 1 回（通算第 3 回）  
石西礁湖自然再生協議会学術調査ワーキンググループ  
議事概要

時間：平成 25 年 8 月 31 日（土）13：00～16：00

場所：国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

## 1. 開会

- 環境省平野：環境省予算として、「環境研究総合推進費」というものがあり、灘岡先生を中心に石西礁湖のサンゴ礁の衰退等について科学的なアプローチで調査を進めている。この調査結果を踏まえ、今後、石西礁湖の自然再生に向けて、皆さんで取り組んでいきたいと考えている。

## 2. 議題

### 1) 環境総合推進費プロジェクトの概要と現状報告

#### (1) 島嶼 - サンゴ礁 - 外洋統合ネットワーク系動態解析に基づく石西礁湖自然再生への貢献

##### 【環境総合推進費プロジェクトの概要】（灘岡）

- ・ 石西礁湖は多様性を持つ日本最大のサンゴ礁域であり、琉球列島全体への供給源ともなっているが、生態系の劣化はより深刻になってきている。1998 年の白化では回復したが、2007 年の白化では回復しておらず、レジリエンス（回復力）の低下が懸念される。
- ・ 協議会における短期目標の期限に近づいており、目標達成のための科学的根拠の提供が必要。
- ・ 石西礁湖はモニ 1000 のポイントが多く、30 年程度のデータが蓄積されている。
- ・ 白保（北）から石西礁湖（南）への海流があり、白保は石西礁湖への幼生供給源となっているのではないかと考えている。
- ・ 白保海域は、赤土や栄養塩等の陸域負荷が大きくサンゴ礁が衰退している。リーフコネクティブティ効果により、石西礁湖中・南部は、白保からの幼生供給の減少と陸域負荷の輸送により衰退していることが考えられる。また、加入先となっている石西礁湖自体の環境悪化も考慮する必要があり、ネットワークの観点で解析を行っていく必要がある。
- ・ オニヒトデの大量発生についても、メカニズムの解明が必要であり、この課題についてもネットワークの観点を踏まえることが必要。
- ・ 以上のことを踏まえ、「重点的保全海域の同定」と「陸域負荷削減目標等の定量化」を目指し、島嶼 - サンゴ礁 - 外洋統合ネットワーク系動態解析に基づき研究を行うこととした。
- ・ 研究体制としては、4 つのサブテーマ（ST）に分かれて調査・解析を進めるとともに、協議会や学術調査WGと密接に連携・協働しながら進めていくこととする。
- ・ 調査解析により、科学的知見の提供として、「生態系劣化メカニズムの解析」と「有効な保全施策（重点的保全海域の同定・総合的陸源不可削減目標）の提示」ができると考えている。

### 《島嶼 - サンゴ礁 - 外洋統合ネットワーク系動態解析のテーマ》

＜A: サンゴ礁生物の幼生分散・加入による source-sink 多重連結構造の実態解明と環境影響評価、それによる“負の連鎖構造”の解明＞

- ① 加入先初期減耗の解明：格子状人工基盤での調査とシミュレーションを用いた、複合環境負荷要因の地空間変化解析を可能にするモデルシステムの構築と初期減耗の評価・解析。
- ② メタゲノム解析：複数地点における着底板サンプル及び採水サンプルについてメタゲノム解析を行い、複合環境負荷評価数値モデル解析を行う。
- ③ 多重スケールによる構造解明：リーフスケール及び島スケールで、遺伝子学的解析と幼生分散シミュレーションにより、地形的特性を踏まえた複合的な解析を行う。
- ④ 陸域負荷評価、海水流動、物質循環、幼生分散・生態系応答等の複数モデルを統合したモデルシステムの開発

＜B: 幼生分散過程での餌料環境や稚ヒトデの生残率制御要因の把握に基づくオニヒトデ大量発生・維持機構の解明＞

- ① GBR での説（栄養塩説）の解析。
  - ・メタゲノム解析による餌料環境の解析
  - ・リアルタイム PCR によるオニヒトデ幼生の簡易検出法の解析
  - ・オニヒトデ幼生の胃内容物の解析
- ② 乱獲説（オニヒトデ捕食者の減少による説）に基づく魚類・底生甲殻類等減少の調査。

### 《研究体制：4つのサブテーマ》

ST1：数値シミュレーションモデル解析と現地調査に基づく統合ネットワーク系の構造解明

ST2：メタゲノム解析による生物多様性の把握とサンゴ礁レジリエンス過程の観察

ST3：石西礁湖を中心としたサンゴ礁生物のリーフコネクティビティの解明

ST4：石西礁湖におけるサンゴ礁性生物の再生産及び関連する環境動態の把握

- 照屋：オニヒトデには系群はあるのか。島だけで問題が解決するものなのか。
- 灘岡：八重山だけの問題ではないと思う。大量発生の連鎖は、沖縄本島の西海岸を震源地とした南西諸島全体の問題だと考えている。しかし、宮古では一時的にオニヒトデが減少したことを踏まえると、ローカルな事象も影響しているのではないかと考えられる。
- 照屋：オニヒトデ幼生が生き残る条件（卓越年級群）を見つける必要もあるのではないか。
- 灘岡：環境負荷についても調査するので、それが反映できればいいと考えている。

### 【石西礁湖の現状（モニ 1000 結果より）】（灘岡）

- ・ 1998 年以降のモニ 1000 のデータをクラスター分析した結果、北礁はずっと良いグループ、小浜東等はずっと悪いグループ、その他石西礁湖のほとんどは一時的に回復したが近年回復が見られないグループとなっている。濁りや流れなどが影響していると考えている。
- 佐伯：モニ 1000 のデータはほとんどが礁池であり、回復の早い礁縁はあまり調査されていない。米原は回復力が早いといわれているが、これは赤土の影響が少なく、於茂登山系のミネラルが影響しているのではないかと考えている。
- 灘岡：一般に、斜面はサンゴの成長速度が早く、礁池の回復に寄与する可能性があると考えられるが、斜面と礁池ではサンゴの種構成や遺伝的にも関連が小さいと考えられる。
- 前田：農地対策としての沈砂池設置の前後で赤土の影響（効果）は調べられているのか。
- 灘岡：名蔵や宮良の赤土が石西礁湖に影響しているかは、粒径の細かいものがトラップされているかという点で重要だが、沈砂池では主に粒径の大きいものをトラップしているので、あまり効果はない可能性もある。営農での対策が必要となってくるのではないかと。
- 上村：白保でのモニタリングではまだ SPSS ランク 6 などが見られている。
- 佐伯：県の一括交付金で、ここ一年で沈砂池対策やサンゴ保全に動き出している。
- 鷺尾：しかし一方で、営農対策への予算は低下してきているとも聞いている。
- 照屋：科学的な根拠で影響を解明しなければ、なかなか予算もつきにくいのではないかと。
- 灘岡：赤土だけでなく、畜舎からの栄養塩等も影響は大きいと思う。
- 前田：先日、黒島での対策について、竹富町長の見解は、地下浸透させるので大丈夫ということだった。
- 灘岡：地下浸透で、リンはある程度低減するが、窒素についてはあまり効果がない。
- 上村：家畜排せつ物法ができたが、現場では対応しきれていない。行政にかけあっても、「法が整備され、対策がなされているはずだ」という返答しかない。
- 灘岡：発生源の近くで細かなモニタリングをすることはできる。全島的にそのような調査が必要になるかもしれない。

## 【各サブテーマ（ST）についての説明】

### 《ST1：シミュレーションと現地調査に基づく構造解析》（東工大：灘岡、渡邊、中村）

- ・ 赤土や水温、流れなどについては、これまでもモデル構築を行ってきた。
- ・ オニヒトデ発生/行動パターンをモデリングすることにより、産卵・発生・移動の予測に役立てたいと考えている。
- ・ 陸域負荷、海水流動・物質循環・幼生分散・生態系応答の総合モデルを開発し、島嶼 - サンゴ礁 - 外洋ネットワークの構造解明していきたい。
- ・ 台風前後で広域一斉採水（その他サンプリング含む）を行い栄養塩類の分析を行うとともに、AAQ/CTD での水温、塩分の観測を行い、石西礁湖内の解析を進めている。
- ・ 現時点の解析では、水深 7m において、淡水流入の影響を受け、出水による栄養塩類の分布が見られている。
- ・ 今後も各種調査・測器の設置回収を進め、解析に用いていきたいと考えている。

●照屋：クロロフィルの採水に関連して、照度測定も行っているのか。

●渡邊：継続的な観測は行っていないが、採水時の測定は行っている。

●秋田：栄養塩濃度は、藻類等への影響を及ぼすレベルなのか。

●渡邊：今回の結果はかなり低濃度であり、出水時も生物に影響を及ぼすレベルではなかった。

### 《ST2：メタゲノム解析》（水産総合研究センター：長井）

- ・ メタゲノム解析とは、従来のゲノム解析と違って、複数のサンプルの遺伝子情報をムラなく解析する方法。解析の結果、ゲノム解析の 1 オーダー多い数の解析ができる。
- ・ 研究テーマとしては以下の 4 つ
  - ①陸域負荷が生物多様性に及ぼす影響解明
  - ②オニヒトデ幼生の分布・出現の推定と好適餌料生物の特定
  - ③着底板生物相の把握及び経時変化の解析によるレジリエンス過程の観察
  - ④クレード C 褐虫藻の単離培養とサンゴ共生藻のストレス応答遺伝子の定量
- ・ ①及び②については、種数の多さや類似度について解析した結果、現時点での成果として、潮流や地形的特徴による影響がみられている。

●照屋：オニヒトデ幼生調査時期についてはどのように設定しているのか。

●長井：調査初年度ということもあり、可能な限り早く設定できる 6 月としたが、来年度はより情報を集めて、調査時期や場所を検討したいと考えている。

### 《ST3：石西礁湖におけるリーフコネクティビティの解明》（宮崎大学：安田）

- ・ リーフコネクティビティの解明を行うことにより、以下の3つについて解析を行っている。特に、遺伝子解析を行うことにより長期的な解析も可能となっている。
  - ①サンゴ・オニヒトデのコネクティビティ推定
  - ②サンゴ遺伝子型と環境の相関の解明
  - ③オニヒトデの幼生分布調査による幼生環境の解明
- ・ 解析により、環境要因－遺伝的類似性、環境要因－無性生殖の割合、環境ストレス－遺伝的類似性、ソース/シンクの遺伝子相関等について解明したいと考えている。
- ・ オニヒトデ大量発生については、遺伝的に同じものなのか否かを見極めることは難しいので、マイクロサテライト等によるゲノム解析も行う予定。
- ・ 今年度は、オニヒトデ遺伝子である可能性がある位置について解析を行っている。

●照屋：白保でアオサンゴの遺伝子型がこれだけはっきり分かれているのであれば、種が異なるということも考えられるのではないか。

●安田：種が違う可能性もあるが、環境とのつながりを解明する中での判断が必要だと思う。

●佐伯：明石のアオサンゴはどうか。

●安田：白保と同様だが、礁池内の遺伝子型が外洋にも広がっていた。

●中村：群体サイズについても調査しているのか。小さいサイズが大きいサイズの親であることは考えられないのではないか。

●安田：年級群を調査することでつながりを把握することはできると思うが、破損等により年齢がはっきりしないものもあり難しい。

●照屋：オニヒトデの幼生の遺伝子で違いがあるものを分けられているのか。

●安田：顕微鏡確認はしているが、環境変化等により混ざっている可能性もある。

### 《ST4：オニヒトデ幼生分散》（西海区：鈴木）

- ・ 各調査を行っており、今後調査結果が出次第、他のサブテーマと連携しながら解析を行っていくと考えている。

●照屋：ナミハタ調査は県も関わっているのか。

●秋田：県としては生物的研究ではなく、保護区関係の調査に絞っている。

## 2) その他

### <市民による身近な水環境の全国一斉調査>

#### (干川)

- これまでに計6回の調査を行い、灘岡先生に解析を行ってもらっている。
- 関東地方との比較や、石垣島における分布状況など、水質分布がわかってきている。
- この活動を市民に広めつつ、灘岡先生の行っている学術的な解析の観点から連携できるとよいのではないかと考えている。

#### (灘岡)

- 内藤氏を中心に、海域の水平透明度観測と水質分析を行っている。その結果と河川の結果を解析するのもおもしろいのではないか。
- 透明度の調査より、濁りの地形的な傾向をつかむことができるかもしれない。
- 市民が多く参加することにより、地元に対応した調査ができ、専門的な学術調査ともリンクできるようになるのではないか。

## 3. 閉会

- 灘岡：今後、作業グループとして、分野を決めて個別の話し合いがしたい。今後、推進費メンバーにも日程を調整しながらWGにも参加してほしい。
- 照屋：作業グループの調整については事務局にお願いしたい。今後、推進費メンバーの活動を中心にしながら、各関係機関とも調整してほしいと考えている。
- 平野：作業グループや次回のテーマ等については、今後調整しながらご連絡する。今日の資料は協議会のメーリングリストで公表するので、付帯事項の記載や資料の公表の仕方について注意が必要な場合は、事務局までご連絡いただきたい。

以上