

平成 26 年度第 1 回（通算第 5 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 26 年 10 月 17 日（金）18：00～22：30

場所：国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター

1. 開会

- 照屋：本ワーキングは発足して 2 年になる。石西礁湖のモニタリングや学術調査をもとに石西礁湖の再生を促進させるために発足されたと認識している。その中で研究者以外の方々、昔から昔から石西礁湖に慣れ親しんだ方や、石西礁湖で働いているの方々のご意見は貴重であり、研究者にとっても、今後の方向性を決める上でも貴重であると考えている。内容が盛りだくさんだが、報告に対しての意見も聞かせていただき、今後の研究に生かしていきたいと考えている。

2. 基調講演

「現場からみた石西礁湖の現状」

與儀 正 氏（沖縄県漁協青壮年部連絡協議会 会長）

- ・ 現場からみた石西礁湖の現状について、八重山漁業協同組合の青年部が現在行っている石西礁湖の沿岸魚類資源回復への取組みを『戻れ、サンゴ礁の魚たち』と題して紹介。
- ・ 八重山産の魚は沖縄本島でも多く流通しているが、1989 年以降沿岸性魚類の資源の減少が著しい。水産資源の回復の為に何か行動を起こす必要があった。
- ・ 持続的に資源を利用してゆくためには、主に体長制限と産卵集群の保護を中心とした資源管理が必要である。平成 16 年度に資源管理委員会を設立し、アカジン、マクブについて漁獲サイズ制限、ナミハタについては産卵集群保護のための自主規制などを行っている。
- ・ 毎年資源管理委員会を催し、試験研究機関による調査報告や、今後の方針などについて検討している。漁業会を対象にした勉強会、小学生を対象にしたおさかな料理教室などを開催。
- ・ 沿岸魚は回復しているとは言えないが、資源管理の意識の向上は図られている。資源管理委員会は、保護区や魚種によって水揚げ規制サイズを一部変更するなどして継続している。
- ・ ナミハタの資源管理方法を説明。保護区で産卵が集中する前後 5 日間を漁獲禁止とする資源管理の結果、八重山セリなどで単価の暴落が抑えられた。
- ・ 産卵魚の保護に加えて環境を健全にすることが必要であり、漁業者やダイビング業者が協力、平成 21 年にオニヒトデ対策協議会が発足し、自然再生協議会の活動として引き継がれている。
- ・ まとめ
 - 平成 20 年～24 年までの 5 ヶ年の資源回復の取組みにより、漁業者をはじめとする海面利用者の中で資源管理の意識を高めることができた。

■ナミハタ漁の短期間における自主規制の取組みにより、効率的な産卵親魚の保護と、セリ値の暴落を防ぐことができた。

■石西礁湖の環境保全活動において、国、県、市町村、ダイビング協会等と連携することにより、オニヒトデ駆除を効率的に分担して行うことができた。

・ 今後の課題

■資源保護の効果が現れるまでに長期間を要するため漁業者は我慢を強いられており、収入などを補うための対策が必要である。

■資源管理ならびにサンゴ礁保全活動については、現在までのところ国や県からの補助事業に頼るところが多く、将来的に独自で継続してゆくための計画づくりが急務である。

< 質疑・応答 >

●木村：ナミハタのセリの暴落を防ぐことができたとあるが、漁獲数や値段は。

●與儀：ナミハタの数は多くなかったが、セリの金額はそれなりに維持された。

●灘岡：サンゴ礁生態系の悪化が漁獲高の低下に与える影響は、感覚的にどのくらいか。

●與儀：50%またはそれ以上と思っている。

●土屋：資源量は突然減るのではなく、徐々に減ってきているような傾向に見られる。

●與儀：魚の多い産卵場所で多く獲っていたが、だんだん獲れなくなり、かつ値段が安くなった。

20年ほど前の資源管理計画ではまだ魚が獲れていたため危機感がなく、失敗に終わった。

●照屋：漁獲量の減少とサンゴの健康状態とはリンクし、保護しても漁獲量が増えないのは、魚の孵化後の保育場がないことにも一因がある。再生は観光資源、水産資源としても重要で、ぜひ強力に進めていきたい。

3. 議事

(1) 環境省環境省事業による報告

・ 環境省事業の実施計画書には自然再生の全体構想の長期目標と短期目標を示している。回復の兆しを見られるようにするため、環境省がどのように取り組んでいるか、4つの項目を挙げている。本会議では以下のうち、上記2項目について説明。

■モニタリング調査により、サンゴ礁生態系の現状やその変動等を把握する。

■サンゴ群集の修復を通じサンゴ礁生態系の回復を図る。

■全体構想の目標達成に向けた事業の評価手法を確立する。

■地域住民、産業従事者が石西礁湖におけるサンゴ礁生態系のしくみを学び、自然再生の取組に参加することで、その効果や意義について学ぶ機会を提供する。

①石西礁湖の現状 ～モニタリング結果の再検討～

土屋 誠 (石西礁湖自然再生協議会 会長、琉球大学 名誉教授)

- ・ 石西礁湖の現状について、サンゴの被度の变化から要因を解析した。
- ・ 黒島西側の地点 7 ではここ 2、3 年は増加しており、地点 8 は台風など様々の要因で減少しているが、ごく最近は増加傾向にある。
- ・ 黒島東側の地点 10 では台風や白化が被度に影響し、地点 11 では良好な被度であったが、台風などで被度が低下した。
- ・ 竹富島近くの地点 76 は礫や砂の多い底質でサンゴは回復しなかったが、地点 77 は岩や大きい礫で構成されている底質でサンゴは回復している。底質の違いに原因があるのではないか。
- ・ 礫の多い航路のサンゴの変化から、礫や砂が多いところでサンゴ幼生の定着を待っても底質が動きやすいのでなかなか効果がない。大きな群体を移植すれば効果があるのではないか。
- ・ 陸上からの流入の影響をみると、小浜島近くの地点 27 では回復が遅い。陸上からの負荷をより少なくする努力が必要である。

<質疑・応答>

- 灘岡：底質が重要。回復を示さない場所は概して底質が悪いといった傾向はあるか。
- 土屋：10 地点くらいしか解析していないが、他にも同じ傾向の場所はみられている。
- 長井：地点 8 など 1990 年代にサンゴが高被度になっていた場所がある。サンゴの種類によって白化や赤土への耐性が違うと思う。種類に関する情報などは残っているのか。
- 土屋：少なくとも 100 数地点のデータはない。メモ程度なら種類について残っているが、近くで他の調査をしている例もあり、これらを合わせて見ていく。

②石西礁湖サンゴ群集モニタリング結果～石西礁湖の回復傾向について

木村 匡（一般財団法人自然環境研究センター 上席研究員）

- ・ サンゴ群集モニタリング調査のうち、サンゴ群集、稚サンゴ加入量、個体群構造、白化の結果を紹介。
 - サンゴ群集（木村匡・自然研グループ）
 - サンゴ幼生の定着量（中村崇・琉大グループ）
 - 一年生稚サンゴの加入量（中村崇・琉大グループ）
 - クシハダミドリイシ個体群構造（中村崇・琉大グループ）
 - 魚類群集（木村匡・自然研グループ）
 - 白化特別調査（中村崇・琉大グループ）
- ・ サンゴ群集は海域により大きく 4 つに分けられる。今年はサンゴ被度 50%以上、25～50%などがあるが、半分以上の地点が 25%以下で、あまりいい場所がなかった。
- ・ 1 cm以下の群体の数の少ない場所では、5cm以下の群体も少なかった。大きい群体は数が少なく、被度が増えていたのは小群体の成長によるものであった。
- ・ ヨナラ水道は台風、白化が悪化の原因と思われるが、パナリ礁池は原因がわからない。東側

(石垣島の南)は潮通しが良いにもかかわらず、根の上は海藻で覆われ、移植サンゴも死んでおり、環境が悪いと思われた。

- ・ 今後、加入稚サンゴの成長の追跡や水質などを比較して要因を検討したい。モニタリングサイト 1000 調査も行っているが、オニヒトデの大発生が影響して、回復が悪い状態にあるのではないか。
- ・ 1年生稚サンゴの加入は、ミドリイシ属は 2004、2005 年に大きなピークがあり、その後減少し、2014 年にかけて増加した。2004、2005 年の加入が、2010 年頃の小群体の増加に繋がって被度の回復に寄与したと考えられる。ハナヤサイサンゴは加入が少なかった。
- ・ クシハダミドリイシが成熟するサイズである長径 25cm 以上の群体数は、ヨナラ水道、南側礁原、北礁で減少傾向、東側では成熟サイズが非常に少ない。東側離礁、小浜島東礁池では増加しているが、他の調査の小浜島で良くないという結果とは異なっていた。竹富島東、パナリ上地東で増え、石西礁湖中央部のマルグーと St.8 では大きい成熟群体が増加していた。
- ・ 白化は、2007 年の程度より低いものの 2014 年にも起きており、塊状のサンゴも白化していた。石西礁湖の内側で起きており、水温も高い傾向であった。
- ・ まとめると、東側の礁原で成育環境が悪いのではないかと感じている。

< 質疑・応答 >

- 灘岡：東側が悪いとは具体的に底質、水質、こういったところを悪いと感じたか。
- 木村：東側の調査地点は岩盤なので底質はいいが、加入しても育たない。水質ではないか。
- 灘岡：実際に潜水しているとき水質が悪かったのか。
- 木村：透明度は良い。常時の負荷ではなく、何かあったときだけ影響があるのではないか。
- 灘岡：岩盤だけどアルガルターフが覆っているとかはないのか。
- 木村：サンゴが死んだあとには覆ったが、以前の岩盤だけのときは悪くなく、裸地や稚サンゴが見られ、他の生物が邪魔しているという感じではなかった。海の中を見ているだけではわからないので、水質とか何かほかの要因の影響がわかるか期待している。

③着床具を用いたサンゴ移植

藤原 秀一 (いであ株式会社 沖縄支店)

- ・ セラミック型とスラグ型の着床具を用いてサンゴ移植を行っている。
- ・ 移植種苗の生産は、フレームを作り、4月末に着床具設置し産卵を待つ。2009年以降は産卵が多い北礁に設置している。採苗はリーフの外で行い、6月末には台風被害を避けるためリーフ内に移動させる。設置数に対する採苗率は 80%を超えた。着床具のリユースをしており、リユースの方が着床数は多いが、採苗率は新品もリユースも同じとなる。リユースの利用で効率化ができた。水槽採苗、通年飼育では 2 年くらいで海域と歩留りは変わらなくなる。今後技術開発で歩留りを良くするのが課題。

- ・ 1.8年後に選別移植するが、2013年は歩留り30%で、1万個以上生産できた。ほとんどがミドリイシ属であったが22属以上採苗した。圧倒的に多くとれるのは北礁で、ほかには名蔵湾など、石西礁湖の北側が供給源となっている。移植地は加入が貧弱でも幼生供給源として機能する黒島東などであり、黒島東では移植可能域にはすべて移植した。
- ・ 2010年より移植4年後からの産卵を確認している。黒島東などでサンゴ被度0%が6.5年後に10%まで復元できた。ウラビシの砂礫底には補助具で移植し、被度5%未満が4.5年後に30%近くに復元できた。
- ・ 課題は、水槽での通年飼育による歩留りの向上である。また、砂礫域に移植域を広げるための、ネットなどによる砂礫の安定化である。
- ・ まとめると、北礁に着床具を設置して採苗率30%を達成した。移植サンゴは毎年産卵し、供給源を創出できた。被度の増加により生物多様性を増加させた。砂礫底への移植による規模拡大が課題である。

< 質疑・応答 >

- 鈴木：水槽での採苗の歩留りが悪いとあるが。
- 藤原：海域と同じで歩留りは1.8年後に20~30%になる。
- 鈴木：西海区水研行っている方法では2年後で80~95%である。
- 照屋：適正な種類を、適正な場所に、適正な環境にということで、環境悪化で自然治癒力が低下している中で積極的な種苗放流は大切なことである。

④石西礁湖自然再生事業環境省事業実施計画に基づく事業実績について

齋藤 倫実（環境省 石垣自然保護官事務所）

- ・ 4つの取組の紹介。実施項目は①と②について紹介。③④は2回目以降のワーキングで報告する。事業実績マップとオニヒトデ駆除マップについて、事業実施海域の整理、重要海域との関係、オニヒトデ駆除実績をマップにした（資料4参照）。

< 質疑・応答 >

- 灘岡：移植はしっかり総括して欲しい。移植面積は9年間で0.4ヘクタールで、対象とする30,000ヘクタールに対して圧倒的に少なく、コスト面で合理性はない。移植サンゴをバイオアッセイ的な環境評価手段の一つとして有効利用できるのでは。
- 齋藤：生物指標としての利用は今まで検討しなかったのが良い方法と思う。規模は小さいがないうところに移植してきたことは実績と言える。
- 灘岡：移植サンゴの周りには多くのサンゴが残っていて、毎年一斉産卵しており、オーダーが違う。卵の割合も、移植サンゴと周辺の残ったサンゴとの比になるはず。具体的・定量的な議論をすべきで、移植サンゴが産卵するまで成長したかという議論にすり替えてはいけない。

- 藤原：面積については、移植エリアとして考える必要がある。生残率が小さいから移植を行っており、自然の生産力が大きくなれば移植はいらない。
- 灘岡：最近数年間ちょっと良くなっていたが、回復傾向の10%でも移植サンゴの効果と示せば良いが、難しい。定量的・合理的に考えなければならない。
- 齋藤：今後、移植事業に比重を置くと決めているわけではなく、費用対効果が良く、寄与率が良い手法が出てきたら、シフトも考えている。指標としての有効利用という意見も参考に、順応的に進めていきたい。
- 照屋：この事業は5年間経っているなので、必要なものを精査しなければいけない。どういう方向に行くのか議論ができたらいと思う。現場の人たちにも聞きながら、次にやるべきことと、やらなくても良いことを早急にまとめて次の再生計画に生かしていくべきである。

(2) 環境総合推進費プロジェクトの現状報告

①プロジェクト目的等の説明

灘岡 和夫（東京工業大学 教授）

- ・ 本プロジェクトは、環境省の環境総合研究推進費という競争的外部資金のプログラムで採択されたもので、平成25年度から3年間の予定。概略を説明。
- ・ 石西礁湖の回復力が弱っている原因が何かを把握しなければ本当の対策に結びつかない。実際の保全の対策に生かせるアウトプットを目的にしており、再生協議会・学術調査ワーキングとも密接につながっている。主要テーマは2つ。
 - 衰退してきているサンゴ礁生態系の回復力が弱くなってきている原因を、各場所で切り離してスポット的に理解するのではなく、海の様々な流れによる幼生の輸送に基づく生物学的ネットワーク構造や環境要因自体のネットワーク構造のような空間的つながりも考慮して明らかにしていく。そして、生物学的ネットワークでの着底場所の環境の関係等を見ていく。
 - オニヒトデの大量発生原因や維持機構を解明する。GBR（グレートバリアリーフ）を対象として提起されている栄養塩説を参考に、人為的な陸域からの栄養塩流入によって植物プランクトンが増加し、それによってオニヒトデの餌が豊富になることで浮遊幼生の生残率が高くなる、といったプロセスが成立しているか、などについて見ていく。
- ・ 最終的にはモデルを作る。海の流れを高精度に表現し、幼生の動きや赤土の流入、栄養塩の動向、植物プランクトンの湧き易さなどを見ていく。白化も再現する。陸と海の統合システムのシミュレーションができるようにする。4つのチームで行っている。

②ST1：シミュレーションと現地データに基づく構造解析

中村 隆志（東京工業大学 講師）

- ・ 総合ネットワーク系解析のうち、オニヒトデの大発生の原因を究明する。4つのサブテーマを合わせたモデルを開発することで、大発生を予測できるようにする。現在の対処療法的な

オニヒトデ対策から、先手をとるような方法にできるのではないか。また、今後の発展として、サンゴについても同様にモデル化し、群集の変遷を再現し、将来予測して、有効な保全策を検討する。予測結果をモニタリングサイト 1000 のデータとも合わせて解析を進めていこうとしている。

向（東京工業大学）

- ・ サブテーマ 1 の現地データの解析を行っている。モデルの要因やオニヒトデの動態などが実際サンゴにどのように影響しているかを解析目的に、サンゴの白化やオニヒトデの影響を物理的環境要因でパターン解析する。今はモニタリングサイト 1000 の 2003～2013 年のデータしかないので、もっと遡って解析したい。
- ・ エリアごとに分けてみると、石西南のサンゴ被度は現在回復傾向にある。白化は毎年起きているが、回復にはあまり関係がなかった。オニヒトデは現在収束している。

③ST2：メタゲノム解析

長井 敏（独立行政法人 水産総合研究センター）

- ・ 研究内容は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である。石西礁湖内外の島嶼からの陸源負荷が分布密度、種組成に及ぼす影響の解明である。
- ・ 石西礁湖では石垣島南部にプランクトンの種類が多く、似たようなプランクトン相である。台風直後はプランクトン相が均一となる。
- ・ 陸源負荷を、珪藻が多い場所から解析すると石垣島南部があやしい。クロロフィルも多く、石西礁湖の陸源負荷の起源は石垣島南部であると思われる。
- ・ サンゴ着定板の付着生物からメタゲノムを解析し、生物相が異なることがわかった。今後、サンゴの生残や成長との関係を解明する。

④ST3：石西礁湖におけるリーフコネクティビティの解明

安田 仁奈（宮崎大学 准教授）

- ・ サンゴ幼生の分散を推定する。海洋保護区の設定にも役立つ。
- ・ クシハダミドリイシ、ハナヤサイ属、アオサンゴを対象に、遺伝子解析でつながりをマッピングし、遺伝障壁を図化する。今後、細かい構造解析をする。
- ・ オニヒトデの幼生分布調査に遺伝子解析を使って、遺伝子マップを検討中。
- ・ ヨナラ水道ではオニヒトデのブラキオラリア幼生が多かった。この段階まで発達するものは少ないので、2、3年後に大量発生が心配である。
- ・ 今後は今年度の集団遺伝解析、サンゴ共生褐虫藻遺伝子の解析などを行う予定である。

⑤ST4：石西礁湖におけるサンゴ礁性生物の再生産および関連する環境動態の把握

鈴木 豪（独立行政法人水産省研究センター西海区水産研究所亜熱帯研究センター）

- ・ オニヒトデの餌環境について、産卵期に植物プランクトンを調べた結果、石垣島側にオニヒトデの餌となる可能性のあるプランクトンが多かった。
- ・ サンゴの生残について、着底してすぐに生き残るかどうかを調べた。サンゴ被度の高いところと低いところに幼生をビニール袋に入れて設置した。サンゴ幼生が着底してすぐはサンゴ被度の低い場所でも多く生き残っている結果であった。

<質疑・応答>

- 齋藤：安田先生に。1日しか変わらないのに幼生の組成が変わっているのはなぜか。ブラキオラリアの割合が多い場所はオニヒトデの生息しやすい環境や発生源となる可能性があるか。
- 安田：幼生は常に動いているので、幼生の塊りがどう動いているかはわからない。後期のブラキオラリアは着底の前の段階なので、周辺に着底する可能性はあるが、その後も動くことから絶対着底するとは言えない。ガストルーラは産卵後間もないので、近くで産卵したと考えられる。組成については、オニヒトデが多回産卵するので、いろいろなステージのものがミックスしていると考えられ、解釈は難しい。幼生の生残には栄養塩が寄与するが、海域では流されていくため、栄養条件の良い場所に当たることがある。
- 藤原：オニヒトデだけなぜ大発生するのか。栄養塩の低い時代でも大量発生の記録があるが、その原因は何か。
- 安田：人間影響が少なかった頃から大発生の記録があるが1950年代から異常に増えた。オニヒトデは人間にとって邪魔なので目につくのでわかるのかもしれない。オニヒトデと同じように大きくなる種を見ていけば、大量発生の重要なカギが見えてくるかもしれない。
- 照屋：本プロジェクトは来年まとめに入るが、この結果を受けて次につなげていければと思う。

4. その他

- 與儀：学術研究以外の現場の課題について意見交換したい。オニヒトデ対策事業をもう一度復活させて欲しい。
- 嶋倉：そのあたりは別の海域の利用の方で議論が行われるはず。別のワーキングがある。
- 照屋：本ワーキングにとっても現場の意見は重要。
- 與儀：いろいろ細かい問題がある。漁協とかで小さいグループを作って会議をしてはどうか。オニヒトデ対策協議会は、そういう話をする場だったのではないか。
- 照屋：地元の人が参加しやすい体制作りをして欲しい。

5. 閉会

- 曾宮：本日ご指摘いただいたように、会議の進め方は少し考え直さなければならない点もある。今後ともぜひ色々教えてもらいたい。今日の話を受けて、環境省としての今後の方向性を考えていきたい。

以上