

沖縄美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム

サンゴの移植 ⑪

— サンゴ移植の成功へむけて —

日時：2016年12月8日（木）9:00～17:00
（講演 10:00～16:40 ポスター等展示 9:00～17:00）
会場：名桜大学学生会館 SAKURAUM スカイホールA（6階）



主催：沖縄美ら島財団 総合研究センター
共催：名桜大学総合研究所
後援：沖縄県・沖縄県サンゴ礁保全推進協議会・
日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会

2016.12.8
沖縄美ら島財団 総合研究センター

「サンゴの移植①～⑩」

これまで行われたシンポジウムのポスター

市民が取り組む草の根的なサンゴ礁保全活動の一つとしてサンゴの移植活動を位置づけ、移植にまつわる様々なテーマを設定して、事例報告を中心に調査・研究・活動の成果を共有しています。

① 2007年1月

名城大学総合研究所 シンポジウム
サンゴの移植
 -サンゴ群集の保全と復元への取り組み-

日時: 2007年1月13日(土)
 13:00~18:30
 会場: 名城大学総合研究所研修室
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 名城大学総合研究所
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

② 2008年3月

名城大学総合研究所 シンポジウム
サンゴの移植 ②
 -サンゴ群集の保全と復元への取り組み- ② 今後の展開-

日時: 2008年3月9日(土)
 13:30~16:30
 会場: 名城大学総合研究所研修室
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 名城大学総合研究所
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

③ 2008年7月

名城大学 サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ③
 -市民によるサンゴ礁保全の取り組み-

日時: 2008年7月1日(土)
 13:30~16:30
 会場: 名城大学総合研究所研修室
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 名城大学総合研究所
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

④ 2009年11月

海洋博研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植
 -諸外国の事例に学ぶサンゴ礁保全の取り組み-

日時: 2009年11月9日(土)
 13:00~18:30
 会場: 海洋博研究センター研修室
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 海洋博研究センター
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑤ 2010年12月

海洋博研究センター サンゴシンポジウム ⑤
サンゴの移植
 -移植片の準備・移植とモニタリング・MPA-

日時: 2010年12月19日(土)
 13:00~18:30
 会場: 海洋博研究センター研修室
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 海洋博研究センター
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑥ 2011年12月

海洋博研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ⑥
 -有性生殖と無性生殖による種苗生産技術-

日時: 2011年12月19日(土)
 13:00~18:30
 会場: 海洋博研究センター研修室
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 海洋博研究センター
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑦ 2012年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ⑦
 -環境影響評価としてのサンゴの移植・移設-

日時: 2012年12月1日(土)
 13:00~18:30
 会場: 沖縄美ら島財団総合研究センター
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 沖縄美ら島財団
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑧ 2013年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ⑧
 -環境教育に活かすサンゴの移植活動-

日時: 2013年12月1日(土)
 13:00~18:30
 会場: 沖縄美ら島財団総合研究センター
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 沖縄美ら島財団
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑨ 2014年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ⑨
 -珊瑚定定におけるサンゴの移植とサンゴ群集の特徴-

日時: 2014年12月1日(土)
 13:00~18:30
 会場: 沖縄美ら島財団総合研究センター
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 沖縄美ら島財団
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑩ 2015年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ⑩
 サンゴ移植活動のこれからとこれから

日時: 2015年12月1日(土)
 13:00~18:30
 会場: 沖縄美ら島財団総合研究センター
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 沖縄美ら島財団
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

⑪ 2016年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム
サンゴの移植 ⑪
 サンゴ移植の成功へ向けて

日時: 2016年12月8日(木)
 13:00~18:30
 会場: 名城大学学生会館
 参加費: 無料

コーディネーター: 西平博幸 (名城大学総合研究所)
 総合司会: 藤村佳一郎 (慶応義塾大学)

講演題目:
 西平博幸 (名城大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植
 藤村佳一郎 (慶応義塾大学): サンゴ礁生態系におけるサンゴの移植

主催: 沖縄美ら島財団
 後援: 沖縄県文化環境部自然保護課

「サンゴの移植⑦～⑩」の講演要旨集のpdfは、沖縄美ら島財団のHPで公開されています。

サンゴの移植⑪ — サンゴ移植の成功へむけて —

主 催：一般財団法人 沖縄美ら島財団・総合研究センター

共 催：名桜大学総合研究所

後 援：沖縄県・沖縄県サンゴ礁保全推進協議会・日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会

日 時：2016年12月8日（木）9:00～17:00

（講演 10:00～16:40 ポスター・パネルなどの展示 9:00～17:00）

会 場：名桜大学学生会館 SAKURAUM スカイホールA（6階）

コーディネーター・司会：西平 守孝（沖縄美ら島財団 総合研究センター）

●パネル・ポスターなどの展示

サンゴ礁保全やサンゴの移植活動に関連した取り組みなど、パネルやポスター・パンフレット・標本などの展示も可能です。展示やパンフレットなどの配布をご希望の方は、シンポジウム開始前に各自ご準備頂き、活動の紹介や宣伝あるいは情報交換などにご活用下さい。

プログラム

開会挨拶 （10:00-10:06）

後藤 和夫 （沖縄美ら島財団 総合研究センター長）：開会挨拶

講演 I （10:06-12:00）

- ① 西平 守孝 （沖縄美ら島財団 総合研究センター）：サンゴ移植における失敗と成功の考え方— サンゴの移植⑪の趣旨説明をかねて —
- ② 比嘉 義視 （恩納村漁業協同組合）：恩納村におけるサンゴ移植の新たな段階について
- ③ 山里 祥二 （NPO法人 コーラル沖縄）：サンゴ植付け・10年間の試行錯誤
- ④ 金城 浩二 （有 海の種）：サンゴ種苗生産における選抜と育種の可能性
—（有）海の種のサンゴ畑における取り組み

— 昼食＋交流＋情報交換 60分 —

講演 II （13:00-15:00）

- ⑤ 藤原 秀一 （いであ株式会社）：移植サンゴ生残のカギ —底質と微地形—
- ⑥ 中村 明毅 （沖電開発 株）：沖電開発のサンゴ植付実績～海域別・種別の実績紹介～
- ⑦ 岡田 亘 （株 エコー）：有性生殖法を利用したサンゴ移植技術の改善事例の報告
- ⑧ 池田 智・木寺 莉菜 （ミスワリン）：ワリンの森の成果と課題

— 休憩 20分 —

総合討論 （15:20-16:40）

- ⑨ 司会者講演：中野 義勝 （琉球大学 瀬底研究施設）：サンゴ移植技術の成熟とサンゴ礁保全の次のステップ

平成28年度「サンゴの移植⑪—サンゴ移植の成功へ向けて—」

後藤 和夫

(一財) 沖縄美ら島財団 総合研究センター センター長

皆さま、こんにちは。

本日は多くの方々にご参加いただき、誠にありがとうございます。

本シンポジウムは、当財団の西平参与が、11年前に名桜大学の総合研究所長時代に始めたもので、8年前に当財団に総合研究センターが設立され、西平参与をお迎えして以降は、総合研究センターの主催行事として毎年行ってまいりました。今年で11回目となります。場所も昨年に引き続き、名桜大学の学生会館で開催することができました。開催にあたり、共催者である名桜大学総合研究所や沖縄県をはじめ多くの関係機関の方々にご協力いただきましたことに厚く御礼申し上げます。

当財団は、今年設立40年を迎えました。これまで亜熱帯性の動物や植物に関する調査研究、技術開発、普及啓発事業を実施してきました。サンゴ礁保全の一環としては、海洋博公園前方に広がるサンゴ礁のモニタリング調査の成果の一部をホームページで公開しています。沖縄科学技術大学院大学と学術研究に関する包括協定を締結し、リアルタイムのサンゴ礁生態系観測データを活用した調査研究体制を整えています。また、調査研究・技術開発課題を公募し、採択課題に対し資金を助成しています。さらに、赤土流出防止や海岸清掃など本島北部の環境保全活動に対して水族館入館券を付与するなど地域連携事業も推進しています。年間300万人以上が利用する沖縄美ら海水族館では、サンゴの展示やそれらを活用した環境学習や環境教育の活動に積極的に取り組んでおります。

さて、11回目となる今回のシンポジウムは「サンゴ移植の成功へ向けて」というタイトルで、8名の方の講演と総合討論を予定しております。ご出席の皆さまをはじめ多くの方々のご尽力により積み重ねてきたサンゴの移植活動を踏まえ、今後の成功に向けての議論を期待しています。

サンゴ礁の保全・再生には、様々な立場の方々が各種の取組や技術開発を進めており、それらに関する情報を共有し、互いに協力していくことが大切です。シンポジウムでは、講演の他に事例報告などのポスターや資料などの展示もごございますので、情報交換の場として大いに活用していただきたいと思います。参加された皆さまにとって有意義なシンポジウムになることを祈念して、私の挨拶とさせていただきます。

サンゴの移植⑪—サンゴ移植の成功へ向けて— 開催趣旨

琉球列島のサンゴ礁生物群集は、1998年の大規模白化で造礁サンゴ類が大量に死滅し、その後もさまざまな攪乱にさらされている。自然回復が進みつつある場所もあるが、未だに往時の良好な状態とは程遠い場所も少なくない。これまでも現在も、漁業者・会社・行政・研究者・諸団体や一般市民など、多くの人々がそれぞれにサンゴ礁のさまざまな保全活動を行っている。そのような状況の下で、これまでサンゴの移植活動に特化したシンポジウム「サンゴの移植①～⑩」を行ってきた。移植シンポジウムを、新たな段階へ進めるべく、「サンゴの移植⑪—サンゴ移植の成功へ向けて—」を開催する。

これまで通り、「サンゴ礁の保全」を目指すさまざまな活動の中で、サンゴの移植活動に限定し、立場の違いを超えて自由に活動内容を発表し合い、情報を交換・共有し、討論して理解を深めて、一層保全活動に役立てられるようにすることがシンポジウムの趣旨である。

サンゴの移植活動を振り返れば、最初から成功したという例は少なく、それぞれに失敗や試行錯誤を重ねた上で困難を乗り越え、改善して成功にいたった例が多い。これからも更なる改良を加え、一層進歩させていくことが有意義と思われる。そのような失敗とその克服から成功に至る道筋を紹介し合っ、これからのサンゴ礁保全の施策としての移植活動の更なる展開を目指し、これから移植活動に取り組もうという人々にも役立つような会合にしたい。

(コーディネイター 西平 守孝)

サンゴ移植における失敗と成功の考え方 —サンゴの移植⑩の趣旨説明をかねて—

西平 守孝

(一財) 沖縄美ら島財団 総合研究センター

さまざまな環境変化や人間活動によって、サンゴ礁の荒廃が進んだ。サンゴが死滅して荒廃した場所でも、時に幼生の着底によって自然にサンゴ群集が蘇った場所もあったが、回復の兆しも見せない場所もある。近年、サンゴ群集の保全と関連させてサンゴの小片や小群体を移植することが多い。

移植によるサンゴ群集回復効果は、サンゴ礁全体を考えれば極めて限定的であるが、移植によって回復促進を目指す活動が起こり、さまざまな取り組みが行われている。移植関連の技術の改良が進み、費用が準備できれば、比較的大きな面積でサンゴを植え付けられるまでになった。その状況に至るまでに、多くの人々や団体が直面した失敗に、さまざまな工夫を重ねて改良を加え、今日に至っている。

移植の失敗は、サンゴを特定地点に設置した時から、いくつかの段階で起こる。失敗を避けることは可能で、サンゴ群集と棲み込み生物が創り出すサンゴ礁生物群集と美しい水中景観を創り出すことも可能であるが、それが長期にわたって存続できるかどうかは、大規模な環境変動を考えれば望み薄である。

1. 移植片の固定と再固着促進：適切に選ばれ準備されたサンゴの移植では、速やかにサンゴ礁基盤に再固着させることが求められる。移植片が残存し、再固着後急速に成長させるためである。基盤への再固着は移植成功の第一段階である。再固着前は離脱の危険が高く、失敗することがある。速やかな再固着を促すために、サンゴ片のできるだけ多くの部位で軟体部が基盤に接するようにする。

2. 生残・成長と有性生殖：移植サンゴが生残し、成長を示すと移植は成功したかに見える。生残しなければ成長はなく、多くの死亡要因を潜り抜けて、成熟群体にまで成長しなければ有性生殖ができない。その意味では、放卵放精を移植成功の基準の一つとみることも可能である。しかし、その後群体がさまざまな要因で死亡し、成功したかに見えたサンゴ群集が崩壊することもある。

3. 生物の棲み込みと水中景観形成：移植直後はサンゴのパッチは小さいままで、魚やエビ・カニ類などの棲み込みは極めて少ない。サンゴ群集の丈も被度も高くなるにつれて、生物の棲み込みが更に進んで種数も個体数も増加し、美しい水中景観とサンゴ礁生物群集が形成されるようになる。その状態に達すれば、移植は成功したと考えることもできる。しかし、その後サンゴが死滅し、棲み込み連鎖が崩壊し、サンゴ礁生物群集は成立しなくなれば、失敗したことになる。

4. サンゴ礁群集の存続継続：美しい水中景観が形成され、いくらか変動しながらもそれが存続し続けるようにできれば、サンゴ群集の保全再生を目的とした移植活動は真に成功したといえよう。

5. 日常的・継続的取り組み：多くの市民のサンゴ礁の学習を支援し、その価値に気づき、保全に関わることができる状況を作り出し、日常的継続的にサンゴ礁の保全活動に関わることができるようにすることが求められる。その一つの方策として、県漁業調整規則の運用の変更でサンゴとの関わりの障壁を低くし、経費の壁を除いて草の根的な取り組みができるように、遅まきながら考える段階と思われる。

そこで、そもそも移植活動における失敗と成功とは何かを整理し、将来の成功へ向けて新たな段階での取り組みのあり方などを考え、「サンゴの移植⑩—サンゴ移植の成功へ向けて—」を開催する。

サンゴの移植

サンゴ移植の成功と失敗の考え方

—サンゴの移植IIの趣旨説明をかねて—

西平 守孝
沖縄県立自然公園

移植活動の背景

サンゴの移植シンポジウムでこれまでに取り上げたテーマ

- ① サンゴ群集の保全と復元への取り組み (2007)
- ② サンゴ群集の保全と復元への取り組み：その後の展開
- ③ 市民によるサンゴ確保の取り組み
- ④ 諸外国の事例に学ぶサンゴ確保の取り組み
- ⑤ 移植片の準備・移植とモニタリング・MPA
- ⑥ 有性生殖と無性生殖による種苗生産技術
- ⑦ 環境影響緩和策としてのサンゴの移植・移設
- ⑧ 環境教育に活かすサンゴの移植活動
- ⑨ 砂礫泥底におけるサンゴの移植とサンゴ群集の特徴
- ⑩ サンゴ移植活動のこれまでとこれから
- ⑪ **サンゴ移植の成功へ向けて (2016)**

復元 ↑ ↓ 破壊

1

サンゴの移植

サンゴの移植活動の昨今

初期

- ・サンゴの群体から一部を切り取って植え付ける方法
- ・群体断片の植え付けの繰り返しによる遺伝的多様性低下の危機

最近の状況

- ・有性生殖による種苗生産技術の進歩
- ・群体断片の継続と有性生殖による種苗生産の拡大
- ・移植器具機材と固定手法の工夫と改善・技術進歩
- ・海中工事の大規模化 (→サンゴ確保の社会的意識の高まり)
- ・工事がもたらす環境影響軽減名目の群体移設
- ・主に潜水技術保有者 (→一般市民の参画)
- ・環境教育への取り込み

未だ狭域対象

今なお残る問題点

- ・高価
- ・草の根的取り組みの制約
- ・県漁業調整規則

2

サンゴの移植

サンゴの移植技術と移植の成功・失敗

技術は確立：困難を乗り越え格段の進歩・植え付け技術は確立・高額費用

成功と失敗判断の段階：

1. 移植サンゴの①再固着②成長③有性生殖への各段階・・・①②で問題
2. サンゴ群集の形成・変化しながらも維持継続・・・環境変動影響
3. 多様な生物の棲み込み・サンゴ礁生物群集と景観形成・・・環境変動影響
4. サンゴ礁景観の一部になり、変動しつつも長期存続・・・環境変動影響

対応策：

1. ①②③：種・場所・固定法・死亡要因除去・モニタリング・規制緩和
2. モニタリング・追加移植・攪乱要因除去
3. モニタリング・追加移植・規制緩和・攪乱要因除去
4. モニタリング・攪乱要因除去

留意点：

- ・環境変動常在、長期的視点、間断ない保全努力
- ・特別な個人・集団の取り組み→一般市民の参画の導入・開放
- ・安価・安全・高効率を計り、焦らず・気負わず・諦めず・楽しみつつ

3

サンゴの移植

2005 0年 2009 4年

再固着後旺盛に成長

ミドリイシと自然加入の樹枝状コモンサンゴは一部死滅

巨石にサンゴ片を固定

固定10年後のシコロサンゴ群集
ミドリイシとコモンサンゴは消失
生残の種差

2015 10年

4

サンゴの移植

移植サンゴが数年生残したとしても存続しつづけるとは限らない

4年
その後 壊滅

ミドリイシ類は移植後大きく成長し、丈の高い群落形成され、魚の棲み込みも進んで成功したかに見えた。その後全滅した(沖縄島での例：原因不明)。

移植後大きく成長し、2年で丈の高い群落が形成され、魚の棲み込みも進んで成功したかに見えたが、その後ミドリイシ類以外のサンゴを残して全滅した(バリ島の例：原因未確定)。

5

サンゴの移植

草の根的取り組みの必要性と可能性

- ・日常的・長期的取り組み=安価な活動経費・移植片の入手
- ・楽しさ・達成感=安全・技術・活動方式の確立と実践・助言と援助・指導

移植活動によるサンゴ確保に遊び・楽しみ・学習の取り入れ

学習・学習支援
サンゴ礁の知識
サンゴの知識
自然の成り立ちの理解
保全と活用の知識

個人的希望

沖縄県の漁業調整規則によるサンゴ移植に関連した運用法の変更(莫大な経費軽減の可能性)→市民・個人が手軽に(高額な費用をかけずに)サンゴ移植活動に取り組みる可能性→草の根的取り組みの継続と拡大

6

サンゴの移植

草の根的取り組みの推進

- ・一般市民・学生・生徒児童などが参画するサンゴ確保活動
- ・いくつもの小さな場所(地先の礁池や潮だまりなど)で、それぞれの考えに基づくサンゴの移植を含むサンゴ礁の成り立ち・重要性の学習
- ・いわゆる専門家によるサンゴ礁の学習支援・サンゴ群集創出・回復技術の指導助言・指導者の育成
- ・行政等による草の根的サンゴ確保活動の継続的支援
- ・草の根的環境保全グループの連携と交流
- ・保全活動への遊びの要素の取り込み
- ・サンゴのお花畑の創出・管理を通じた資源保全と活用の実践的学習
- ・私たちの海・私たちの自然・私たちの誇り
- ・メディアとの連携その他いろいろ

↓

故郷の自然への関わり認識
誇りとしての故郷の自然
自然が持つ総合的資源価値の継続的な活用などへの深い洞察・創造力涵養

7

サンゴの移植

サンゴの移植II-サンゴ移植の成功へ向けて-

話題提供：

- ・多様な思い・目的・方法でサンゴ移植に取り組む諸団体
- ・移植活動における失敗と成功事例の報告
- ・移植活動で直面した課題や解決策の披露と学習
- ・失敗を乗り越え成功に至った技術や活動の革新
- ・将来の成功へ向けての更なる展開
- ・情報交換・経験共有・相互理解・新展開模索の機会

総合討論：話題提供を総括し、将来のサンゴ確保の取り組みへの適切な展開を計り、成功へ向けて歩み出す

展示：サンゴの移植、サンゴ確保活動関連の器具・機材や諸資料、チラシやポスターなどを展示し、情報の発信・共有・交換に活用する

8

恩納村におけるサンゴ移植の新たな段階について

比嘉 義視

恩納村漁業協同組合 指導事業担当

1. はじめに

恩納村におけるサンゴ移植は、1989年に西平先生の指導の下、青年部がサンゴ移植活動を行ったことより始まります。この時は、県よりサンゴの特別採捕の許可を得て、試験目的で真栄田地先より前兼久地先へのサンゴ移植を行いました。この活動の取りまとめとしては、サンゴ移植によるサンゴ再生よりも、赤土流出防止や大型施設による汚水排水の規制、オニヒトデ駆除を優先させて、サンゴが自然再生できてオニヒトデが大発生しない環境づくりを優先させるべきとの結論を得ました。

当漁協が1994年度に策定した「第2次恩納村漁協地域漁業活性化計画」では、より積極的に漁場を保全するためにサンゴの移植を組合活動として行うことになりました。1998年には、恩納村海域に生息するサンゴを養殖することにより、種の保全と産卵による自然再生を目的とした「サンゴ礁の海を育む活動」を「恩納村の里海づくり」として協同運動として行うこととなりました。2009年には、これに賛同した生協連合会と『恩納村コープサンゴの森連絡会』を開催し、現在では約2万本のサンゴを養殖しております。

サンゴ移植の再開は、2002年には、NPO法人沖縄観光産業研究会よりサンゴ移植ツアー開催の打診があり、恩納村農林水産課、村商工会、万座ビーチ、当漁協の協議の結果、積極的に取り組むこととなり、2003年にサンゴ種苗供給施設を漁協単独で整備し、2003年春と秋にツアーの受け入れを行いました。2004年には、『チーム美らサンゴ』が結成され現在まで継続した活動が行われています。その後は、体験学習やかりゆしビーチなどでサンゴ移植が行われ、2009年からは多面的機能発揮対策事業で、2013年からは恩納村海域サンゴ群集再生実証事業でサンゴ移植が行われています。

2. サンゴ移植のコツ

①植付け基盤の特徴

沖縄県では、サンゴ移植を行う場合には人工物に付けた状態でおこなうこととなっています。当初は、金属製のネジに取り付けていましたが、2005年からは天然石を切り出したプレート型基盤を使用しています。沖縄セメント社は、海水から抽出したマグホホワイトを使用した人工基盤を開発していました。そこで、2009年にはプレート型、2012年には円柱スティック型、2015年には四角柱スティック型の基盤を作成してもらいました。マグホホワイト製の基盤には、サンゴが活着しやすいという良い特徴がありますが、基盤の形により幾つの特徴があります。

プレート型基盤は、幅3cm×長さ6cm×高さ0.9cmとコンパクトであるので、持ち運びに便利ですが、基盤上にサンゴを横付けすることより、中間育成期間が長いとサンゴが成長しすぎて取り付け用の穴をふさぐという問題を生じました。また、プレート型種苗では、大型種苗の育成に限界があるため、初期減耗が大きく2～3年後の生存率は約50%で推移していました。そのため、初期減耗を防ぐためには、保護カゴの設置も欠かせませんでした。

スティック型基盤は、大型種苗の早期育成を目的としています。サンゴは、マグホホワイトに活着しやすいという特性を利用して、サンゴが基盤表面を覆うことにより疑似骨格としての役割を期待し、サンゴの基盤体積分の骨格造成に費やすエネルギーを軽減させ、その分が成長に寄与するという考え方です。円柱スティックは、クシハダミドリイシの根本部分を想定して高さ8cmとしました。しかし、円柱であることより移植初期に強い波浪を受けると、基盤が回転しサンゴが

なかなか岩盤に固着しないという問題がありました。そこで、四角柱型に変更して基盤の回転を押さえるとともに、高さを6 cmとし想定種をウスエダミドリイシとしました。

②中間育成

サンゴの中間育成は、サンゴ養殖場（特定区画漁業権漁場）内に設けた棚上で育成します。棚に設置するサンゴの間隔は、育成期間中のサンゴの成長に見合うだけの間隔を開ける必要があります。

③種苗の運搬

陸上施設から海中の中間育成棚への移動及び中間育成棚から移植場所への移動に当たっては、水槽に入れて運搬することが望ましい。低気温時で短時間の搬送の場合は、海水を使用しなくても良いですが、密閉容器に入れ風が直接サンゴ群体に当たらないように気を付ける必要があります。植付け現場に到着すると、サンゴは出来るだけ海中で保管した方が良いでしょう。

④基盤への種苗の取り付けと植付け

サンゴを基盤に取り付ける場合には、基盤底面ぎりぎりにサンゴ片が揃うように取り付けます。この種苗を中間育成した場合には、種苗が棚面に固着することが多々ありますが、気にせずに取り付けて下さい。種苗を植付ける場合にも、基盤底面が岩盤に接触するように植付けて下さい。穴あけを熟練者が行った場合には、素人でも植付け活動に参加することができます。

⑤植付け場所ゾーンと植付ける岩の選定

沖縄の海は、陸側から海浜またはビーチロック（後方礁嶺）、アマモ場、砂礫帯、ハマサンゴ帯、エダサンゴ帯、リーフ（前方礁嶺）、礁斜面と帯状に分布しています。植付け場所は、ハマサンゴ帯より沖側がお勧めで、コブハマサンゴが多い場所は避けた方が良いでしょう。また、植付ける岩は、過去にミドリイシ類が生息していた痕跡があるゴツゴツした岩を選び、表面が滑らかで過去にミドリイシ類が生息していた痕跡が無い岩は避けた方が無難です。

⑥植付けるサンゴ種

植付けるサンゴの種類は、植付け場付近や類似する環境に生息する種を選定した方が良いでしょう。最初に植付ける場合には、幾つかの種を選定し、その場所に合う種を探すしか方法はありません。

⑦植付け密度

水中景観を早期に改善したい場合には、多くの種を高密度に植えたいという衝動に駆られますが、サンゴ同志は近づくと場所をめぐる競争が起こりますので、成長が鈍化する傾向にあります。サンゴ植付けに当たっては、サンゴの成長を考えて十分な距離を確保する必要があります。水中景観の形成を目的とする場合には、一度植付けたサンゴの隙間に再度植付けを行う「重ね植え」が良いと思います。サンゴの産卵を目的としている場合には、同一種のサンゴを親の数を考慮して植付ける方法が良いと思います。

⑧植付け後の管理

周辺にサンゴの無い海域にサンゴの植付けを行った場合には、サンゴ食性の魚類による食害に合う事があります。小型種苗の場合には、保護カゴで対処できますが、大型種苗の場合には保護カゴの設置ができません。この場合には、より多くの種苗を植付けることにより1群体へのダメージを軽減することができます。尚、サンゴにスズメダイ類が棲み込んだ場合には、スズメダ

イ類がブダイ等を撃退するのでサンゴをより守ることができます。また、オニヒトデやレイシガイダマン類は、植付けたサンゴに集積する傾向にありますので、定期的に駆除活動を行う必要があります。

3. 恩納村におけるサンゴ移植の方向性について

①有性生殖種苗への応用

当漁協では、1998年より無性生殖によるサンゴの増養殖に取り組んできました。養殖方法は、ひび建式養殖で海底に打ち込んだ鉄筋上にサンゴを養殖するものです。また、中間育成も海底に設置したテーブル状の棚上でサンゴを育成するものです。この方法では、より効率的にサンゴ養殖や種苗の育成ができます。

今回は、プレート型基盤上で育成した有性生殖株を基盤ごと四角柱スティック型基盤に結束し、余った種苗はプレート型基盤より剥離し瞬間接着剤で基盤に再固着させています。作った有性種苗株は、無性生殖で使用した中間育成棚が使用でき、さらに、無性生殖株と同じ方法でサンゴの植付けができます。

②漁場や資源管理の一環としてのサンゴ移植

沖縄の海の現状は、本シンポジウムの趣旨として『生物群集は、1998年の大規模白化現象で造礁サンゴ類が大量に死滅し、その後もさまざまな攪乱にさらされています。自然回復が進みつつある場所もありますが、未だに往時の良好な状態とは程遠い場所も少なくありません。』と述べられている通りです。

サンゴ移植の考え方や方法は、既に『サンゴ礁の渚を遊ぶ』（西平守孝著1988）で示されています。恩納村漁協がサンゴ移植に取り組んでからは14年を数え、サンゴ移植に関する本シンポジウムは11回を数えます。この間には、幾つもの試行錯誤を繰り返してきましたが、地域に技術力の蓄積が図られています。

今回、報告したサンゴ移植の方法は、漁業者が行うことを前提としています。さらに、漁船、エアークンプレッサー、エアードリル等の機材と経験が必要なことから、モズク養殖やシャコガイ放流の経験を有している者に限定されます。

今年の夏に起こった大規模な白化現象は、1998年以来の世界的な白化現象だと言われており、恩納村南部ではサンゴに大きなダメージを受けました。恩納村では、若い漁民を中心として、サンゴ移植による早期のサンゴ群集の回復を目指すべきだとの声が多くあり、それに応える形として漁場や資源管理の一環として組会活動として実施する方向です。当面は、恩納村海域に5～8か所のサンゴ移植場所を新たに選定し、500～1,000本/箇所の小規模な移植から始めたいと思います。

美ら島財団 総合研究センター サンゴシンポジウム サンゴの移植①

恩納村におけるサンゴ移植の新たな段階について

恩納村漁業協同組合

日時: 2016年12月8日(木)
会場: 名桜大学学生会館SAKURAIUM

1

親サンゴの育成

恩納村漁協では、1998年(平成10年)にサンゴひび建式養殖の漁業権を取得しました。これに合わせて、沖縄県より特別再保許可を得て、恩納村地先より採取したサンゴを養殖しています。

サンゴ移植に使用するサンゴは、養殖したサンゴよりの断片を使用しています。

-1-

2

種苗生産(植付け基盤ごとのまとめ)

| 2005年~2012年度使用 プレート型基盤 | 2013、2014年度使用 円柱 スティック型基盤 | 2015年から使用 四角柱 スティック型基盤 |
|--|---|---|
| <p>プレート型サンゴ植付基盤</p> <p>寸法: 150 x 90 x 100 重量: 300g程度 底面: 17 x 10mm 高強度樹脂 1. 高さ 15 (15) 2. 底面 3. 底面 4. 底面</p> | <p>スティック型サンゴ植付基盤</p> <p>寸法: 100 x 100 x 100 重量: 1000g程度 底面: 17 x 10mm 高強度樹脂 1. 高さ 15 (15) 2. 底面 3. 底面 4. 底面</p> | <p>スティック型サンゴ植付基盤</p> <p>寸法: 120 x 120 x 100 重量: 1200g程度 底面: 17 x 10mm 高強度樹脂 1. 高さ 15 (15) 2. 底面 3. 底面 4. 底面</p> |
| <p>考慮事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基盤に対して横付け ・強固な固定 | <p>考慮事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基盤に対して横付け、岩盤に対して縦付け ・ウレタダミドリインの疑似骨格 ・作業性の向上 | <p>考慮事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基盤に対して横付け、岩盤に対して縦付け ・ウレタダミドリインの疑似骨格 ・作業性の向上と回転防止 他 |

-2-

3

小型種苗と保護カゴ

2003年に植えつけたサンゴは、魚による被害を受けました。そこで、2004年には、緊急に保護網を設置しました。同年11月からは、10cm角の保護ボックスを設置し、2005年11月からは、より大きな35cmカゴに変更しました。

①2004年6月保護網の設置

②2004年11月保護ボックスの設置

③2005年11月保護カゴへの変更

-3-

4

マグホワイト基盤の特徴

種苗が活着しやすい 基盤が骨格としての役割を果たす

基盤の上面より分岐する

-4-

5

種苗の中間育成

2015年3月8日(1日目)

2015年3月26日(19日目)

-5-

6

大型種苗の育成

バランヤンネシン 2015年9月22日(199日目)
2015年9月22日植え付け開始

ドネイ 2015年9月22日(192日目)
ウスエダミドリイン

2015年10月20日

-6-

7

種苗取り付け方法

種苗は、基盤底面ぎりぎりに取り付ける。

種苗が岩盤に接するように植付ける

種苗が網に密着しても気にしない。

種苗が岩盤が所以上に接するとなお良い。

-7-

8



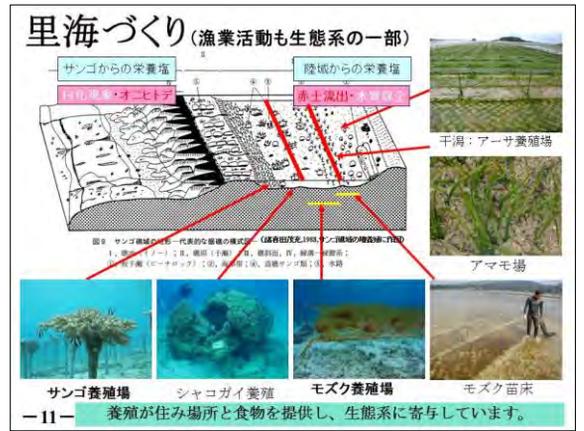
9



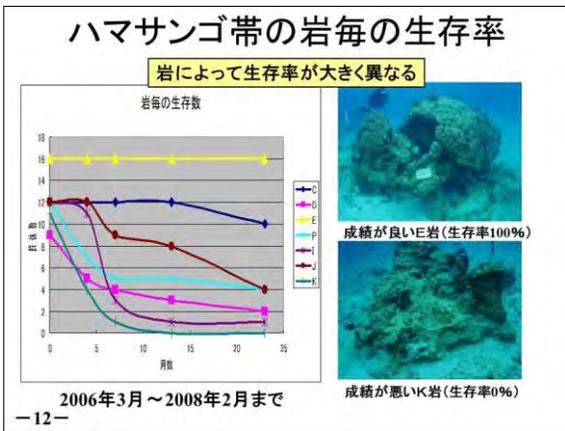
10



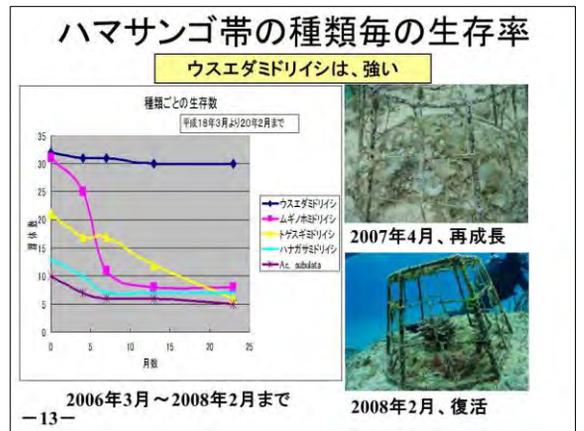
11



12



13



14



15



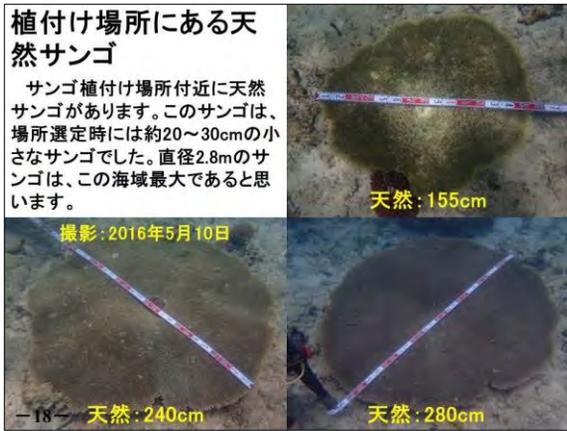
16



17



18



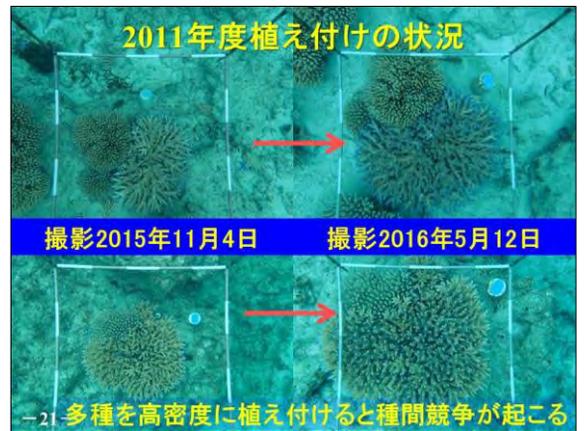
19



20



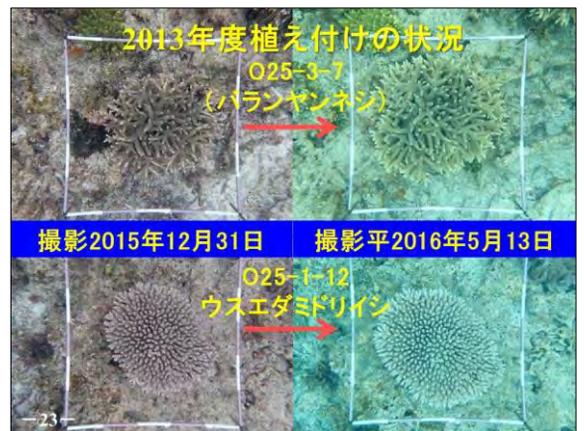
21



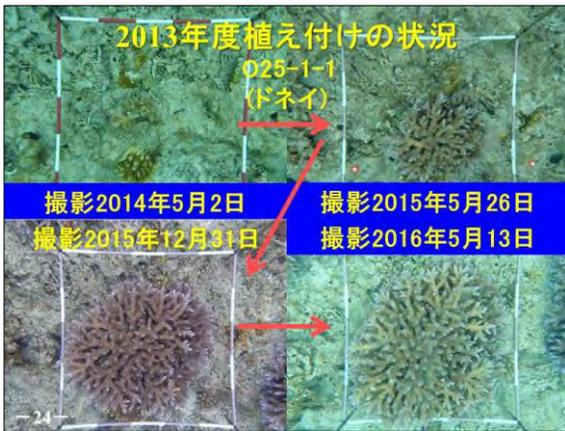
22



23



24



25



26



27



28

植付け後の管理

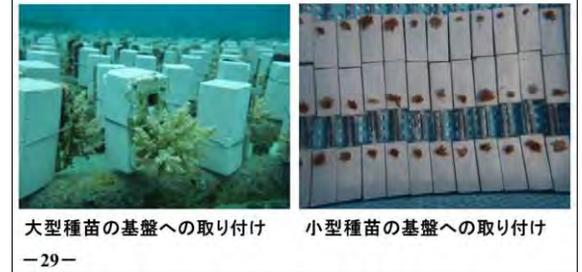
移植したサンゴには、周辺よりオニヒトデやレイシガイダマシ類が集まってくるので、定期的な見回りと駆除は大切です。



29

有性生殖種苗への応用

有性生殖で生産した種苗は、スティック基盤に取り付けることにより、中間育成及び植付けが無性生殖種苗と同じ工程で行えます。



30

今後の展開

無性生殖株のサンゴ移植の方法は、ほぼ完成したといえます。

また、有性生殖株であっても、無性生殖株の植付け方法を採用できるので、遺伝的多様性に配慮した植え付けが期待できます。

-30-

31

サンゴ植付け・10年間の試行錯誤

山里 祥二

NPO法人コーラル沖縄

NPO法人コーラル沖縄は、1998年のサンゴ白化現象以降衰退したサンゴ礁の保全・再生をサンゴの植付けにより実現する事を目的に2004年に設立された。設立当初の2年間は、サンゴの植付けに伴う技術的な情報の収集や法的整備状況の学習を主に活動を行った。

実際の植え付けが可能となったのは、2006年からであるがその際には3点の事項について植付け試験を行った。①サンゴの固定方法：バネ法とボンド法の比較、②植付け水深：3mと8m、③植付け後の保護：カゴ有り無しとの比較である。その結果①については社会情勢の変化もありボンド法を主とした植付け手法を採用し、②については地形的な特性もあるが台風等の波浪の影響を受けない状況であれば、可能な限り浅い水深を選択する事とし、③については魚類等の食害を受けない海域以外では、カゴを設置する事とした。

それらの結果を受けた上で慶良間諸島慶伊瀬神山島において400群体をレジャーダイビングインストラクターと協働において植え付けし、1年後で約40%の生残率を示した。2007年より宜野湾トピカルビーチ地先に植え付けを行った際には、礁池内という環境条件で食害生物が少ないこともありカゴ無しで100群体を植え付け、1年後に80%の生残率を示した。さらに、2010年には中城湾港泡瀬地区において6種の造礁性サンゴ類を移植したがその際にはサンゴ種の違いにより、ボンド法、ネット法、花壇法と移植手法に工夫をした。

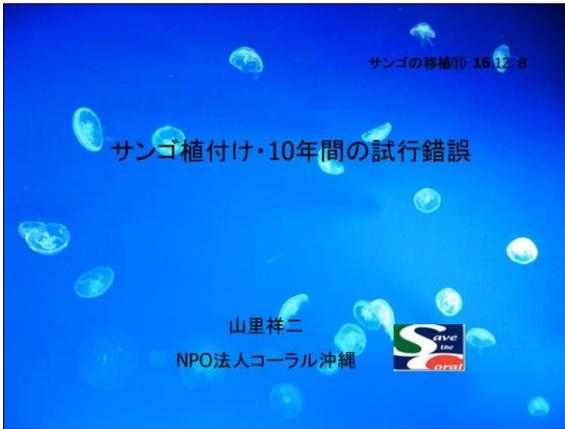
養殖手法においては、2009年に陸上養殖場（屋内・屋外）が整備されたがその際にも当初より夏季における高水温対策として遮光目的で屋根を設置した。養殖種については、生育速度の速いミドリイシ類を養殖し有性生殖により増殖を目差していたが、飼育場所の制限や技術的な煩雑さもあり現在では、プラヌラ放出型の2種を増殖用に飼育している。

その他、サンゴ礁環境学習を行う際に使用するリーフレットやDVD、コーラルeラーニングなども試行錯誤を繰り返しながらブラッシュアップを継続中である。

今回は、試行錯誤の歴史と共に植え付け（移植）各地点における今年のサンゴ白化現象の影響についても報告する。



2006年にバネ法で植付けたサンゴ



1

NPO法人コーラル沖縄

- サンゴ礁の保全・再生をサンゴの植付けにより実現する事を目的に2004年設立
- サンゴ養殖、サンゴの植え付け、サンゴ礁保全再生を実践できる人材の育成
- 多くの人達にサンゴ礁保全と自然環境・社会環境のつながりを考える機会創出することを目的に参加型プログラムを実施

2

活動実績

サンゴの植え付け
2006年～ 沖縄近海に延べ8,500群体

サンゴ陸上養殖
2009年～

環境教育
2009年～ 参加者延べ7,000名

3

植え付け(移植)海域

- 1、慶伊瀬諸島神山島
- 2、宜野湾地先
- 3、沖縄市泡瀬地先

4

サンゴ植付け事例1

チービス(神山島)南東海域

5

植え付け試験時

6

植付け手法

バネ法 → バネ法1ヵ月後

ポンド法 → ポンド法1ヵ月後

7

植え付け手法の変化

バネ法 → ポンド法

8

造礁サンゴの移植に関するガイドライン

2004年11月13日

- 1、サンゴ礁生態系の遺伝的攪乱に最大限注意すること
- 2、サンゴの密漁や違法な流通を助長させないこと
- 3、移植用のサンゴの採捕にあたっては親群体(ドナー)への影響を極力抑えること
- 4、**移植に用いるサンゴは特別採捕許可などの関係法令規則に基づいて採捕されたものであること**
- 5、移植技術の向上を図り、採捕前後と移植後の管理を行うこと
- 6、科学的な裏付けのない単なる集客目的のイベントにしないこと

9

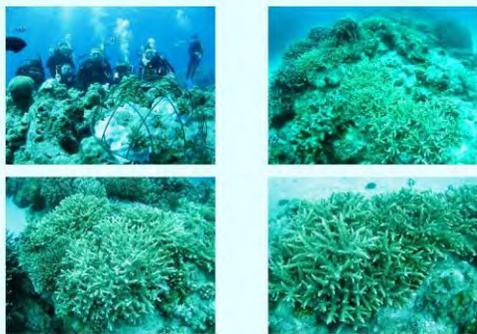
神山島植え付けの利点



多くのレジャーダイバーが参画できる

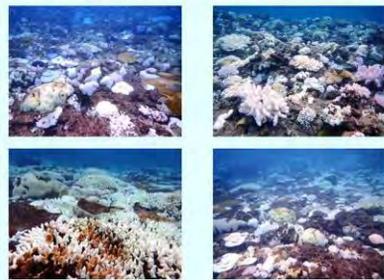
10

神山島植え付けサンゴ



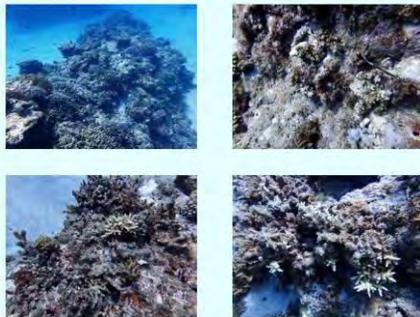
11

神山島における植付けのウィークポイント



浅海域においては、白化の影響を受けやすい(2016,8月ナガヌ島礁原上)

12



植付け地点によって台風の影響を受ける(2015、8月)

13

サンゴ植付け事例2

宜野湾トロピカルビーチ



14

宜野湾トロピカルビーチ礁池内モニタリング調査結果



15

トロピカルビーチ植付けサンゴ



16

トピカルビーチでの利点



植え付け、メンテナンス、観察会が容易

17

トピカルビーチにおけるウィークポイント



種によって白化の影響を受ける(2016、8月)

18

今年の白化からの回復状況



2016、11月

19

サンゴ植え付け(移植)事例3

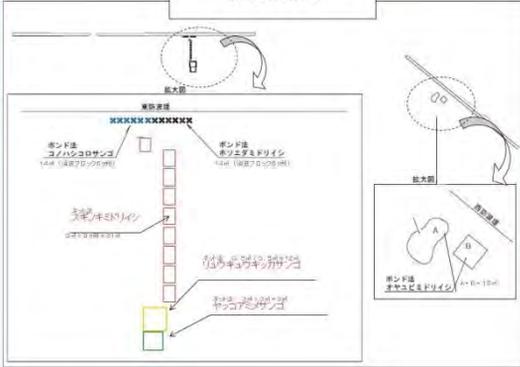
沖縄市泡瀬地先



○ 採捕場所
○ 移植場所

20

移植地拡大図



21

サンゴの種類・数量・移植方法

| 種類名 | 採捕申請数量 (採捕可能範囲) | 移植数量 (ネット及び移植網の面積) | 移植方法 |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|------|
| ① オヤユミドリイシ | 45kg (3㎡×15kg/㎡) 3㎡ | 15㎡ | ポンド法 |
| ② スギノキドリイシ | 1,000kg (40㎡×25kg/㎡) 40㎡ | 81㎡ | ネット法 |
| ③ リュウキュウキッカサンゴ | 300kg (15㎡×20kg/㎡) 15㎡ | 12㎡ | 花壇法 |
| ④ ヤッコアミメサンゴ | 400kg (20㎡×20kg/㎡) 20㎡ | 9㎡ | 花壇法 |
| ⑤ ホソエダミドリイシ | 200kg (20㎡×10kg/㎡) 20㎡ | 14㎡ | ポンド法 |
| ⑥ コノハシロサンゴ | 600kg (30㎡×20kg/㎡) 30㎡ | 14㎡ | ポンド法 |

22

- **ネット法**・・・ブロックや鉄筋を用いて海底から約20cmの高さでネット(ワイヤメッシュ)を固定し、その上にネットとからむようにサンゴを配置する。やがてサンゴが成長し根をはる。サンゴの生息していないまとまった裸地や岩盤にて行う。
- **花壇法**・・・リュウキュウキッカサンゴ及びヤッコアミメサンゴは、ブロックで囲まれた内部へサンゴを配置する。
- **ポンド法**・・・サンゴを充填目地剤(水中ポンド)で固定する方法。岩盤上やテトラポットなどにサンゴを配置する。

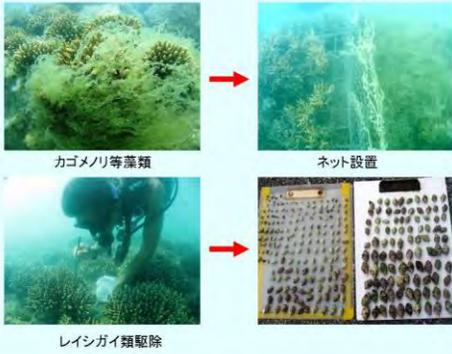
23

移植状況



24

泡瀬海域におけるウィークポイント



25

泡瀬海域におけるウィークポイントと対策



コーラルマット法においては、砂泥のトラップを低減させる改良や移植するサンゴ種を限定する事により、有効な手法となりうる。

26

泡瀬海域における今年の白化



ほとんどの種において顕著な白化は認められなかった(2016, 8月)

27

サンゴ陸上養殖施設

2009年より経済産業省の予算により陸上養殖場(屋内・屋外)を整備



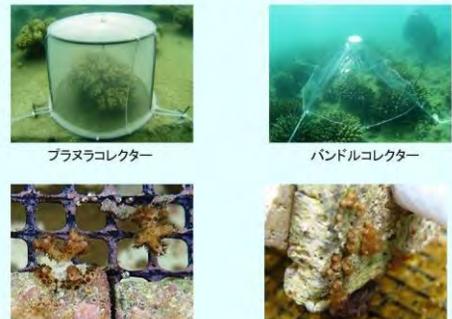
28

無性生殖→有性生殖へのチャレンジ



29

天然種苗からの育成



30

プラヌラ放出型サンゴの育成



31

サンゴ学習会の状況



32

サンゴ学習会用教材の開発



リーフレット及びDVD

33

サンゴ学習会用教材の開発



34

今後に関する展望

- サンゴの固着法の更なる手法開発
- 有性生殖を用いた遺伝的多様性の保持
- サンゴ飼育施設の安定的管理及び拡充



35

サンゴ種苗生産における選抜と育種の可能性 —(有)海の種のサンゴ畑における取り組み—

金城 浩二

有限会社海の種

有限会社海の種の主要施設は、読谷村高志保にあるサンゴの養殖施設（名称：さんご畑）です。養殖施設を見学出来るようにして、ダイビング事業者やエコツアー会社などを通じて、毎年多くの方々のサンゴの学習の場として利用して頂いています。

しかし、施設は干満などのない環境のため、光など自然の海とは違う条件があり、より多くの人に見てもらいながら養殖してサンゴを増やし続けていく為には、多くの課題に直面し、今の様な環境に至るまでにはいくつもの困難がありました。

施設では、陸上に人工のサンゴ礁を作りながら、施設前の海にもサンゴの植え付けを行ってきました。実際に施設で育つ種類が海では育地にくい場合や、またその逆も経験しました。さんご畑の存在があることで、「人工」と「自然」を同時に経験したことは、大きな学びとなりました。

そして今年、皆様もご存知のように、沖縄のサンゴ礁でも大規模な白化が起きました。さんご畑前の海域では、約2ヶ月30℃以上で、干潮時の表層水は33℃という厳しいもので、壊滅を予想しましたが、施設内で強く育ったものが無傷で乗り越えるという、これまででは想像も出来なかったことが起こりました。

そのミドリイシは、強いサンゴを作るという目的ではなく、さんご畑の飼育環境の中で選抜されながら誕生してきた、ウスエダミドリイシです。そのウスエダミドリイシは、「サンゴの産卵観察会」で子供たちから多くの要望のあった「もっと近くで産卵を見たい」という声に応える為に、より水面近くで観察出来ることを目的に、毎日水面ギリギリという「自然界では有り得ない程強い太陽光」を浴びながら白化・再生を繰り返し、それらを種苗として育てきたウスエダミドリイシで、初期の頃に比べると、明らかに強くなってきたタイプのものです。

サンゴ畑オープン当初は、「遮光をしなければ白化する」と考えていたミドリイシが、現在では遮光して育てたミドリイシは自然の海では弱いという考えを持っています。明らかにストレスを受けて育てたミドリイシの方が、今年の高水温を乗り越えました。デリケートに育てた群体から白化していくのが見られました。

施設と海と両方見てくることで、これまでポイント選びが大事と考えていたサンゴの植え付けが、ポイントではなく同種であっても明らかに強いタイプが存在するというふうに考えています。

このことから、今年までに得られてきた経験を踏まえて、海の種ではサンゴ礁の再生という考え方から進化して、この先幾度となく起こりうる海水温の上昇に耐えうるサンゴ礁作りを目標に、今後も頑張っていきます。



1

(有)海の種 サンゴの養殖の今と昔

10年ほど前 現在

養殖環境: 屋内 / 光源: メタルハライドランプ
管理: サンゴのストレスを最小限に留めるため、光の強さ、水質を小まめに管理。ポリプ集の生き物を持ち込まない。
設備: カルシウム添加装置、タンパク質除去装置、オゾンサイザー、紫外線殺菌灯
過去の目標: 出来る限り多くの種類の株分け・養殖を成功させる

養殖環境: 屋外 / 光源: 太陽
管理: 種受け後は自然任せ、サンゴ礁に属する生き物のコントロール。多くの生物によるメンテナンス(藻類の除去、砂の状態維持など)。
設備: ろ過装置なし。カルシウム添加なし。
現在の目標: 強いサンゴを育てる
現在の課題: 出来るだけストレスに強い種を増やす。

一より自然に近い環境で毎年大量の産卵

2

毎年サンゴの産卵観察会を開催できる様に
そこで子供達から「もっと近くで見たい。」という声が多かった為
2011年から水面ギリギリでウセエダミドリイシ(脚が大きいので色も鮮やかなピンク)の産卵をより近くで見せてあげることを目標に試行錯誤が始まりました。

3

2016年の様子

人工のサンゴの池の特徴: 海のように干満がないため日差しが強い時期には①の場所では自然界では有り得ない日差しを浴びる日が多く、さらに光を受ける時間も自然界と比較すると長い。
2012年までは遮光ネット等を設置しなければ白化を繰り返していたので様子を見ながらサンゴの配置を変えたりする必要があった。
光量に対する耐性は同じウセエダミドリイシでも個体差がかなりあることが分かった。

4

①の場所にミドリイシをレイアウトすると日差しが強い日が続くと写真Aのように肉が剥がれるように部分死する。
そのまま白化してしまうミドリイシもあるが写真B.Cのように新たな株を構成して再生しているものも現れてきた。

5

選抜してレイアウトしたミドリイシは非常に光に強く水面ギリギリのレイアウトでも遮光せずとも白化しない。
明らかに光に強いミドリイシになった。
強光に強いミドリイシが出てきたことにより水面ギリギリでのミドリイシの産卵を見ることが可能になった。

6

2016年サンゴの大規模白化

2016年7月より白化現象が始まり、被害はあったものの白化しないミドリイシが現れた。

7

白化したウセエダミドリイシ 白化しないウセエダミドリイシ

2016年2月16日 / 海水温度 31°C
2016年8月16日 / 海水温度 31°C

移殖ポイントは干潮時水深50cmのリーフ内で7月末〜9月末まで30〜32°Cで養殖水は干潮時には33°C。

8

白化したウスエダミドリイン 白化しないウスエダミドリイン

高水温に持ちこたえたミドリインの90%以上は海の種の施設で強光に強いリップオレンジと呼ぶカラータイプだった。

9

9

白化しかかって海水温31°Cで復活したウスエダミドリイン

8/9, 31°C 8/16, 31°C 8/31, 31°C

10/9, 28°C

10

10

これからの海の種の目標

2016年の様子

より多くの種類を池の中の水面ギリギリで育つような強いサンゴを育てる。

現在光に強い種類(①の場所)：
 ・シロコサンゴの仲間
 ・コモサンゴの仲間
 ・ハマサンゴの仲間
 ・イボサンゴの仲間
 ・ウスエダミドリイン(リップオレンジ) 等

光に弱くなって来た種類(②と③の場所)：
 ・マルツシロドリイン
 ・ウスエダミドリイン
 ・ヒメアマノハシクシ
 ・ハナガサミドリイン
 ・ハナヤサイサンゴ 等

光に強くなっていない種類(④と⑤の場所)：
 ・アコロギの仲間
 ・ウスエダミドリイン(リップブルー)
 ・シロコサンゴ
 ・トゲサンゴ 等

11

11

これまで度重なる沖縄の海の白化現象を経験し、今後の海の種ではサンゴ礁の再生事業から次世代に残る気候変動に耐え得る新しいサンゴ礁を作ることを目指していきます。

ご静聴ありがとうございました。

12

12

移植サンゴ生残のカギ —底質と微地形—

藤原 秀一

いであ株式会社

1. はじめに

石西礁湖では環境省自然再生事業の一環として、2005年度から連結式サンゴ幼生着床具を用いたサンゴ群集修復工事が行われてきた。修復工事は、主に礁湖北部で採苗された着床具種苗を用いて、加入が貧弱であるが、修復を行うことにより礁湖への幼生供給源となりうる礁湖南部の黒島周辺海域で実施されてきた。

主たる移植エリアは、黒島東側礁池（水深2~5 m）で、そこには多くの干出及び沈水離礁が点在し、平坦な海底部分の底質は岩盤、堆積した砂、礫が複雑に入り混じっている。砂、礫の堆積は台風時の波浪により劇的に変化し、離礁や岩盤上のサンゴに物理的影響を及ぼす。そのため、移植地点（ユニットと呼んでいる）の選定にあたっては、底質と微地形（礁池礁原のような大地形に対し、離礁等の凸形状を微地形とした）のありようを十分に見極めた上で行う必要がある。本講演では、底質と微地形からみたサンゴ移植適地の条件について、これまでの修復事業から得られた成果を紹介したい。

2. 底質と微地形からみたサンゴ移植適地の条件

修復工事開始当初、様々な地形条件の場所に移植を行い、種苗の成長状況を検討した。その結果、平坦な岩盤地形の場所は、離礁の陰であっても、台風時の波浪により周辺の砂礫底の影響を大きく受けることがわかった。そのため、面積的には大規模にならないが、砂礫の影響を受けることが比較的少ない沈水離礁頂部を主たる移植ユニットとした。また、砂礫の影響をほぼ受けない前方礁原の礁池側縁辺の崖斜面も移植ユニットとして選定した。

これらのユニットが底質（岩礁）と微地形の点から適切な移植場所であることが種苗の流出率から実証されたが、その特性を定量的に検討する必要がある。特に移植場所の微地形について検討することは今後の移植事業を進めるうえで、非常に重要であると考えられた。そこで、移植サンゴに対する砂礫影響度合いと微地形の関係をみるため、地形変化の大きい沈水離礁の移植ユニットを対象として、地形の傾斜角度と高さを測定した。16の移植ユニットを対象として測定を行った結果、傾斜角度と種苗流出率の間に負の相関が認められた。高さには相関は認められなかった。移植1年後の流出率を5%以下とするためには、傾斜角度がおよそ35°以上であることが必要と考えられた。砂礫底の中に比較的低い高さで直立する孤立礁で、移植8年後に被度60%のサンゴ群集が創生された事実が実証例としてあげられる。

3. 今後の課題

沈水離礁の微地形は様々なスケールで極めて複雑で、岩礁上には直径数cmレベルの凹凸が無数にあり、移植はその凸部を選び行っている。これらマイクロな地形の検討は行っていないため、微地形の検討は今後さらに進める必要があるが、移植岩礁の傾斜角度は移植サンゴ生残の重要なカギといえる。



1

移植場所選定の環境条件

- 潜在的適種分布域
- 水温: 夏季上昇、冬季低下
- 水質: 河川水影響、富栄養化、赤土流出
- 水深・ハビタット: 干出ししない、礁の内側(貧加入)
- 波浪・潮流: 台風波浪影響、潮通し良好
- 微地形・底質: 漂砂礫影響回避

台風波浪による砂礫移動 → 種苗損傷、流出、埋没

どのような予防条件必要か ← 最大の種苗減耗要因

2



3

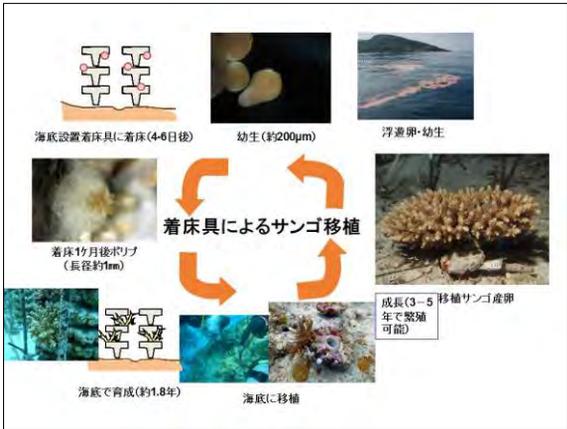
石西礁湖自然再生事業の概要

- 2002年～ 環境省自然再生調査開始
- 加入が乏しい。移植後幼生供給源として機能する海域を選定(黒島)
- 着床具による海域採苗で移植種苗を生産
- 種苗移植によるサンゴ群集の修復
- 海中景観の復元、すみかの創出、生物多様性の増加をめざす

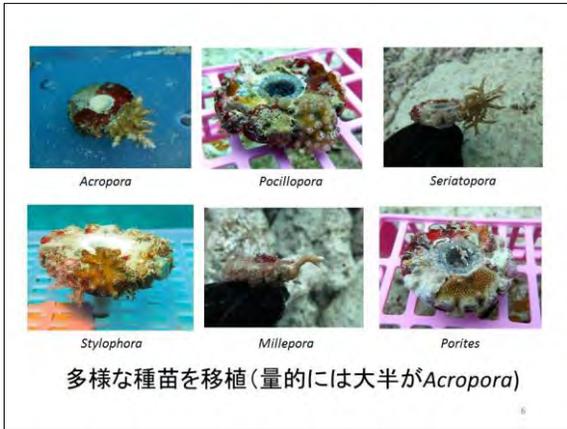
セラミック製着床具 (リユースを含む)

スラグ製着床具 (リユースを含む)

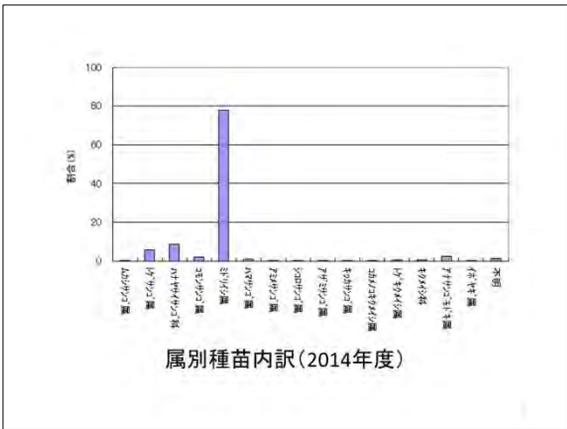
4



5



6



7

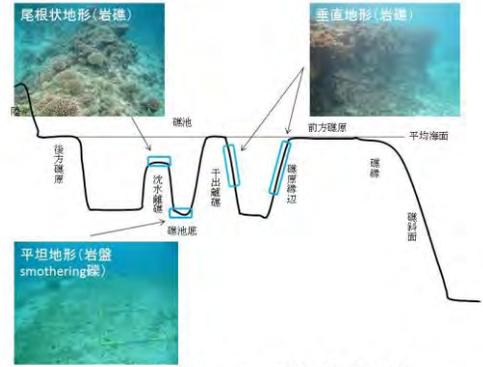


8



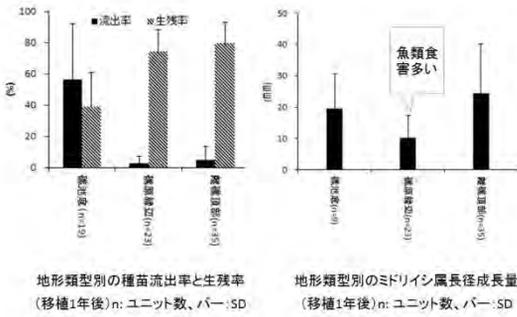
モニタリング(移植種苗の10%、1~2年毎)

9



礁池移植ユニットの地形類型区分

10



地形類型別の種苗流出率と生残率
(移植1年後)n: ユニット数、バー:SD

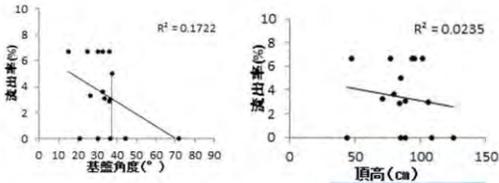
地形類型別のミドリシ属長径成長量
(移植1年後)n: ユニット数、バー:SD

11



離礁頂部ユニットの地形(立上り角度90-θ、頂高h)測定
(16ユニット、3ヶ所/ユニット、両側/各ヶ所)

12



- ・基盤角度: 傾斜が急⇒流出率低い傾向
- ・流出率5%以下⇒35°以上
- ・頂高: あまり関係ない。角度が重要

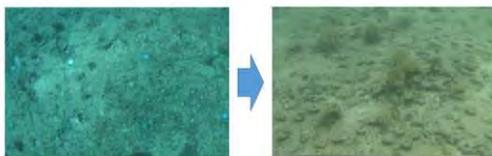


13



<良好移植ユニット: 被度60%(移植8年後)>
頂高: 85cmで特に高くない
角度: 約90度(周囲は砂礫帯)
移植1年後流出率: 0%

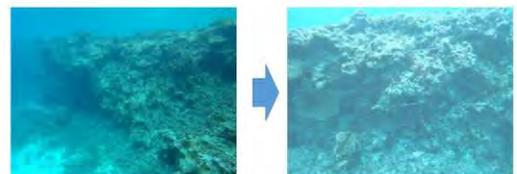
14



2010年2月(移植時) 2013年6月(3年4ヶ月後)

サンゴ群集創生状況
礁池底: ユニット9
コリンボース状Acropora

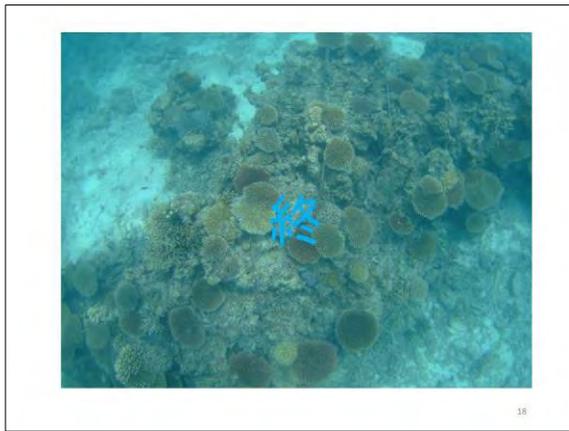
15



2011年2月(移植時) 2016年2月(5年後)

サンゴ群集創生状況
礁原縁辺: ユニット0805
コリンボース状Acropora

16



沖電開発のサンゴ植付実績 ～海域別・種別の実績紹介～

中村 明毅

沖電開発株式会社

1. はじめに

弊社は、浦添市牧港漁港内の養殖場にて、主に15t水槽2基で陸上養殖を行っており、比較的安定した水温、雑菌類が少ない、pH値が低いという特徴を持つ地下浸透海水を利用しております。生産したサンゴは弊社の植付事業で年間約1,500株、その他ダイビング事業者等が実施する植付活動及び個人客の観賞用として販売を行っています。

2. 養殖サンゴ苗の種類

水産養殖研究センター内にて、ミドリイシ属8種、ユビエダハマサンゴ、ショウガサンゴ、ハナヤサイサンゴ、トゲサンゴ、エダコモンサンゴなど、複数種を養殖及び蓄養しており、その中からミドリイシ類を中心に植付及び観賞用として年間約4,000本の苗を生産しております。苗の生産にあたり、苗作りは年間約2,000人訪れる弊社職員及び施設見学者で行い、その後、約3～6ヶ月間の養殖期間を経た後、台座への活着を確認し、活用しています。

3. 海域への植付と生残率状況

平成20年よりサンゴ植付を開始し、実施海域として当初は今帰仁村運天漁港前面海域、八重瀬町坂名城海域で実施しておりましたが、現在では宜野湾市真志喜沖・トロピカルビーチ横を中心に植付を行っています。これは今帰仁村運天漁港前面海域では土砂の流入、八重瀬町坂名城海域では礁池内の日間海水温変動が大きく、共に半年生残率が50%未満であったためです。2箇所における課題をふまえ、宜野湾市の2ポイントへ植付場所の変更を行った結果、生残率は上昇しましたが、今年度植付分（平成28年5月植付）につきましては今夏の高水温の影響が大きく、半年生残率が52%まで低下しています。

4. サンゴの種類別生残率

平成22年からサンゴ植付を行っている宜野湾市真志喜沖及びトロピカルビーチ横の2ポイントにおける植付サンゴ種別生残率を比較したところ、平成27年11月時点ではホソエダミドリイシ（黄）では両ポイント、スギノキミドリイシ・オヤユビミドリイシでビーチ横、ユビエダハマサンゴは真志喜沖で90%以上を示しておりましたが、今年度分を加味した生残率では近年での植付本数が少なく、以前の数値となっているオトメミドリイシのみ90%以上であるなど、総じて生残率が低下しました。

5. 生残率の高い成長の様子

オトメミドリイシ（同時期に購入し、株分け）について、今帰仁村運天漁港前面海域、宜野湾市真志喜海域、宜野湾市トロピカルビーチ横の3ポイントの成長の様子を比較したところ、SPSS数値が高い運天漁港前面海域の苗は細く、水面向け（太陽向け）に成長し、他の2ポイントではしっかりと根をはり、その後に枝を増やしており、結果として生残率にも差が出ています。他種においては確認できておりませんが、種別の海域適正について生残率という数値のみでなく、成長の様子という観点も必要になるかと感じました。

6. 2016白化状況について

宜野湾市トロピカルビーチ横、浦添市港川海域、読谷村真栄田海域において白化状況を確認したところ、9月4日の確認時では宜野湾市トロピカルビーチ横においては白化している苗が比較的少ない状況で他の2海域では天然サンゴの大多数の白化を確認しました。10月も同様の状況で、海水温が27℃台まで低下した11月に確認した際は浦添市港川海域で9・10月に白化していた天然サンゴに藻が繁茂していました。

7. 生残率向上の取組みと課題

植付後の生残率向上を図るため、以下の取組みを行いました。

①養殖

台座への十分な活着を促すため、ゴムバンドによる固定からステンレスワイヤへと変更し、台座も陶器からマグホワイトへ変更しました。今後の課題として、1) 地下海水中のケイ素による珪藻の繁茂の抑制及び2) 養殖期間の短縮化があります。

②海域の選定

1) 河川から土砂の流入が少なく、シルトが少ないポイント及び2) 海水温の変動が小さく、周辺の潮通しが良いポイントを選定しました。

③時期の選定

モニタリング結果より適切な植付時期を選定しました。

8. 環境教育について

弊社では、以前より小学生以上を対象に環境学習会を開催しており、その中ではサンゴの生態・現状を伝え、参加者自身がサンゴのために何をできるかを考える場を設けるための1) 座学、2) サンゴ礁の生き物観察、実際にサンゴに触れサンゴ礁保全活動の最初のステップを手伝って頂く3) サンゴ苗作り、4) タッチプール（ヒトデ・ナマコ）、弊社養殖場隣接の5) 海ぶどう養殖場見学の5つのメニューを展開しています。近年では、県内の参加者のみならず、修学旅行生の受入れにも力を入れており、より多くの方にサンゴに触れる機会を持っていただきたいと思います。

沖電開発のサンゴ植付実績 ～海域別・種別の実績紹介～



沖電開発株式会社
営業部 営業グループ
中村 明毅

1

1. 養殖場のスペック

サンゴ養殖槽:

- ・コンクリート水槽2基 13m×2m×0.6m 容積各15.6t
- ・FRP水槽2基 3m×1m×0.5m 容積各1.4t
- ・LED照射棟水槽3基 90cm×45cm×45cm

地下浸透海水:

- ・167t/day (サンゴ飼育用... 137t/day)
 - ・水温: 24.6°C (max27.9 min19.1)
 - ・DO: 0.5mg/L (max1.16 min0.22)
 - ・pH: 7.3 (max7.5 min7.1)
 - ・塩分濃度: 32.2 (max33.7 min30.0)
- ※水温、DO、pHはH27/4～H28/3平均値

年間サンゴ苗生産能力: 約4,000株



2

2. 養殖サンゴ苗の種類

- ・スキノキミドリイシ○
- ・ホソエタミドリイシ(紫)○
- ・オヤユビミドリイシ○
- ・ヒメマツミドリイシ○
- ・オトメミドリイシ
- ・Acropora donei
- ・ウスエタミドリイシ
- ・ユビエタハマサンゴ○
- ・ショウガサンゴ
- ・ハナヤサイサンゴ
- ・トゲサンゴ
- ・チヂミウスコモサンゴ
- ・サオトメシコロサンゴ
- ・シコロサンゴ など



スキノキミドリイシ



ヒメマツミドリイシ



オヤユビミドリイシ



ホソエタミドリイシ(紫)



ユビエタハマサンゴ

※ ○印: 植付用

3

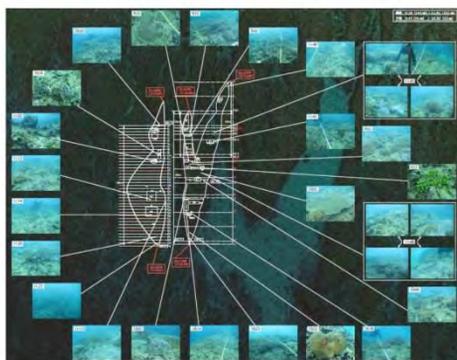
3. 海域への植付と生残率状況

| | 今様に付 連天満池沖 (H20～H22) | 八重瀬町 破名城海岸 (H21～H22) | 宜野湾市 真志喜沖 (H22～現在) | 宜野湾市 トビカレビ手横 (H22～現在) | 浦添市 港川海岸 (試験中) | 計 |
|----------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|---------|
| 水深 | 5m 前後 | 0.3～1m | 5m 前後 | 0.3～1m | 1m 前後 | |
| 6ヶ月対象個体数 | 3,097 株 | 462 株 | 3,789 株 | 2,230 株 | 試験中 | 9,578 株 |
| 6ヶ月生残率 | 49% | 48% | 69% | 73% | — | 62% |
| 1年対象個体数 | — | 462 株 | 1,313 株 | 1,266 株 | — | 3,041 株 |
| 1年生残率 | — | 26% | 55% | 83% | — | 66% |

H28年植付・モニタ分速報値(～H28年11月上旬)※全て海水浴場横
6ヶ月生残率: 52% (291/563)
種別生残率⇒オヤユビ: 7/34、スキノキミドリイシ: 99/228、
ホソエタミドリイシ: 102/142、ユビエタハマサンゴ: 80/146

4

4. 植付海域マップ(宜野湾市真志喜沖)



5

5. サンゴの種類別生残率(H27年10月集計)

| 種名 | スキノキ ミドリイシ | ホソエタ ミドリイシ (紫) | ホソエタ ミドリイシ (紫) | オヤユビ ミドリイシ | ヒメマツ ミドリイシ | ユビエタ ハマサンゴ | ショウガ サンゴ | オトメ ミドリイシ | |
|-------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|-----|
| 真志喜 池沖 | 評価 株数 1,107 | 326 | 213 | 406 | 205 | 172 | 145 | 435 | |
| | 生残率 | 73% | 93% | 67% | 62% | 60% | 92% | 50% | 93% |
| トビカレ ビ手横 | 評価 株数 355 | 125 | 42 | 109 | 27 | 136 | 73 | 223 | |
| | 生残率 | 95% | 93% | 81% | 93% | 81% | 85% | 68% | 87% |

※集計は6ヶ月モニタリング時における生残率

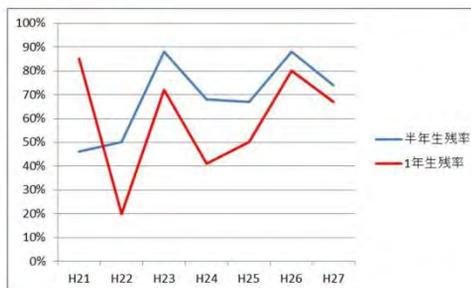
6

5. サンゴの種類別生残率(H28年11月集計)

| 種名 | スキノキ ミドリイシ | ホソエタ ミドリイシ (紫) | ホソエタ ミドリイシ (紫) | オヤユビ ミドリイシ | ヒメマツ ミドリイシ | ユビエタ ハマサンゴ | ショウガ サンゴ | オトメ ミドリイシ |
|-------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|
| 真志喜 池沖 | 評価 株数 1,688 | 326 | 236 | 502 | 205 | 207 | 146 | 435 |
| | 生残率 | 66% | 75% | 64% | 63% | 60% | 49% | 93% |
| トビカレ ビ手横 | 評価 株数 964 | 225 | 112 | 170 | 29 | 286 | 76 | 335 |
| | 生残率 | 82% | 89% | 66% | 78% | 79% | 67% | 84% |

7

6. 生残率の推移



| 年度 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 |
|----------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 植付 本数 | 1,667 | 1,676 | 916 | 1,280 | 1,058 | 1,054 | 1,261 |

8

7. 生残率が高い成長の様子(6ヶ月後)

※オトメドリイシについて

| 今帰仁港天満港前面海域 | 宜野湾市真志喜沖 | トロピカルビーチ横 |
|---|---|---|
| 植付年度:2009年 | 植付年度:2011年 | 植付年度:2010年 |
|  |  |  |
| 植付年度:2010年 | 植付年度:2011年 | 植付年度:2010年 |
|  |  |  |
| 適算生残率: 49% | 適算生残率: 93% | 適算生残率: 84% |

9

8. 2016白化状況

9・10月は水深~5mで全ポイントについて30°C超え
11月水温:28°C前後

| | 宜野湾市 トロピカルビーチ横 | 浦添市 港川海域 | 真栄田海域 |
|-------|--|---|---|
| 9月4日 |  |  |  |
| 10月1日 |  |  | 海況不良により エントリー不可 |
| 11月6日 |  |  | 海況不良により エントリー不可 |

10

9. 生残率向上の取組と課題①

(1) サンゴ養殖期間中における取組

台座への活着向上、病気予防対策

- 改善点: a. 養殖中のサンゴ苗のコケをこまめに除去 (H21 ~)
※シラヒゲウニ・タカセガイの活用
b. ゴムバンドによる台座への活着 から ステンレス線による固定 (H23.10 ~)
c. 陶器製 から マグホワイト製 へ変更。形状も変更 (H26.06 ~)

課題: 地下海水中のケイ素による珪藻 (茶ゴケ) の抑制、
養殖期間(約6ヶ月)の短縮化

11

10. 生残率向上の取組と課題②

(2) 植付海域選定の取組

- ① 河川から土砂の流入が少なく、シルトなどが少ないポイントを選定
改善点: 今帰仁村植付(H20~H22)の6ヶ月生残率 49%から宜野湾海域に変更し、6ヶ月生残率 72%に改善
② 海水温の変動が大きな海域を避け、周辺の潮通しが良いポイントを選定
改善点: 八重瀬町植付(H21~H22)の6ヶ月生残率 48%からトロピカルビーチ横に変更し6ヶ月生残率 88%※H23実績に改善

(3) 植付時期選定の取組 (トロピカルビーチ横6ヶ月モニタリング)

モニタリング結果による植付時期の選定
(4月~11月 生残率91%、12月~3月 生残率58%)

改善点: 12月~3月の期間について植付を廃止 (H23.12 ~)

12

11. 植付後のサンゴの成長

・ トロピカルビーチ横 H21年7月より植付



・ 真志喜沖 H21年11月より植付



13

12. 環境教育①

| 座学 | 生体観察 | サンゴ苗作り |
|---|--|---|
|  |  |  |
| タッチプール | 海ぶどう養殖場(漁協) | 詳細 |
|  |  | 所要時間: 1~1.5h 最大受入人数: 200名 対象: 小学生以上 |

14

12. 環境教育②

| 年度 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 施設来訪者 | 408 | 319 | 624 | 1,167 | 1,294 | 1,959 | 2,562 |

(参加者及び引率者からのコメント)

- テキストも子ども達が分かりやすい内容で、ありがたいです。学校に戻って自主学習にも利用しています。ありがとうございました。
来年度も是非宜しくお願いします。
○子ども達が環境教育を学ぶことが出来る素晴らしいプログラムなので継続してほしいです。
○サンゴ学習会の内容も素晴らしかったが、現役の漁師さんの話も素晴らしかったです。

15

~ 100年先にもきれいな海を ~



ご清聴、誠にありがとうございました

16

有性生殖法を利用したサンゴ移植技術の改善事例の報告

岡田 亘

株式会社エコー 沖縄環境部

1. サンゴ移植の区分

サンゴ礁の保全・再生・創出技術の一つであるサンゴ移植技術は、種苗の生産方法や目的の違いから、以下の3つに大別することができます(大森, 2016)。

(1) 直接移植 (direct transplantation)

自然のサンゴ群体から採取した群体断片や波浪などで折れた群体断片を、そのまま海底の岩場に固定する。

(2) 植え付け (out-planting)

a. 無性生殖法

採取した多数の断片を人造基盤に固着させ、種苗として中間育成施設で一定期間蓄養したのち、基盤ごと岩場に固定する。

b. 有性生殖法

卵と精子を受精させて発生した幼生を着底期まで数日間飼育し、人工基盤に着生・変態した稚サンゴを陸上施設等で育てて種苗をつくり、基盤ごと岩場に固定する。

(3) 移設 (translocation)

沿岸域整備 (防波堤の築造・改良、航路浚渫、浅場の埋立) 等に伴う海中工事により影響を受けるサンゴの避難的措置として、そのままあるいは岩盤ごと別の場所に移動する。

(1)直接移植は、最も安価でかつ容易な方法であり、誰にでも実施できるという利点がある一方、断片採取を行う際に分割元となる親サンゴ (以下、親株) を傷つけてしまうという問題点があります。(3)移設は、人為的なサンゴ礁への影響を回避または低減する環境保全措置という側面が強く、国や地方自治体等の行政が実施主体となります。(2)植え付けは、サンゴ礁の再生・創出に寄与できる積極的なサンゴ増殖を目的とすることが一般的です。このうち、「a. 無性生殖法」を利用した移植は、比較的容易かつ短期間で種苗を生産できることがメリットです。しかし、同じ親株から分割した種苗は全てクローンであるため、遺伝的多様性が低く受精率の低下をもたらし、環境変動に伴う全滅のリスクが高くなるデメリットがあります。一方、「b. 有性生殖法」を利用した移植は、一定レベルの専門知識や技術、海水の取水施設等が必要であるものの、サンゴの産卵を利用することで遺伝的多様性に富む種苗を生産できる利点があります。

本発表では、有性生殖法を利用した移植技術について、課題を述べたうえで、その課題を克服するために行った改善事例を紹介します。さらに、有性生殖法を利用した移植による周辺への波及効果を高めるための考え方や技術について提案します。

なお、本報告の主な内容は、水産庁委託「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術実証委託事業」により実施されたものです。

2. 有性生殖法を利用した移植の課題と解決方法

一般に、着生後2年程度までの稚サンゴは、海域において浮泥堆積の影響を受けやすかったり、海藻類に覆われたり、魚類やウニなどに捕食されたりと、様々な減耗要因により生残率が低下することが分かっています（大森ら，2014）。そのため、海域での生残が十分に期待できる移植に適した大きさの目安とされる6cm以上（Nakamura et al., 2011）になるまで2年間程度の間は、阻害要因を除去できる陸上施設等の好適な水質環境下で育成することが理想的です。しかし、コストの面からみると出来る限り早い段階で稚サンゴを海域に移し、中間育成したのち、移植することが望ましいと考えられます。そのため、移植に適したサイズに達していない着生後1年程度の稚サンゴの海域における生残率をいかにして高めるかが課題となります。課題解決のための方法の一つとして、図-1に示すイメージのように、海域における稚サンゴの成育阻害要因を低減し、生残率・成長率を高められるような要素技術の確立が考えられます。



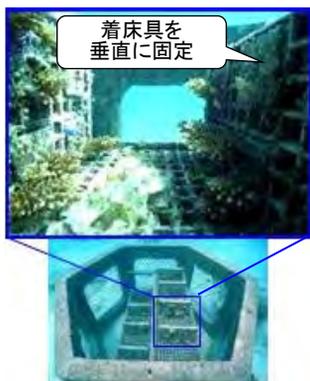
図-1 成育阻害要因と稚サンゴの生残率・成長率の関係性のイメージ

3. 稚サンゴの生残を高める要素技術の開発

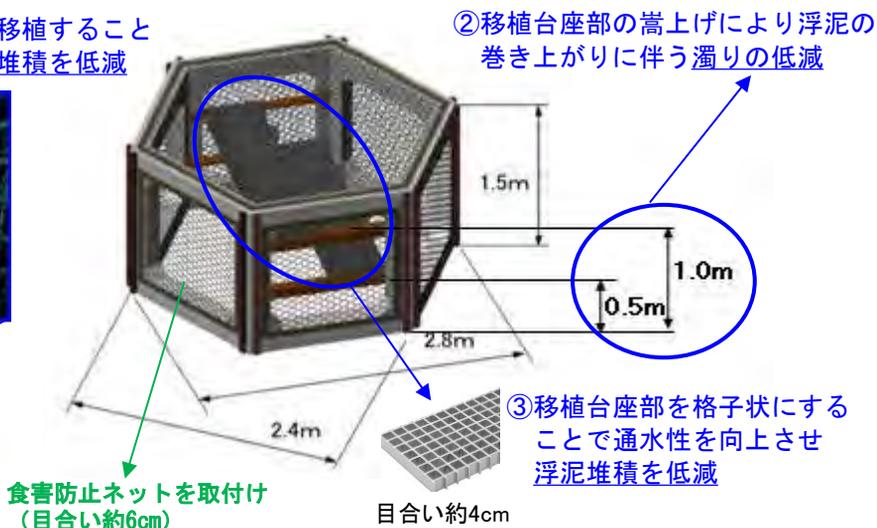
(1) 浮泥堆積・濁り対策型のサンゴ増殖試験礁

ここでは、海域における稚サンゴの主な成育阻害要因の一つである「浮泥の堆積」や、浮泥の巻き上がりに伴う「濁り」の影響が大きい石西礁湖の小浜島南海域において、それらの要因を低減できる要素技術を付加したサンゴ増殖試験礁を開発した事例を報告します（岡田ら，2013）。六角形型を基本構造とし、図-2に示す①～③の要素技術を付加したコンクリート製の試験礁に、有性生殖法により生産した着生1年後の種苗（タイル型着床具）を移植しました。移植サンゴの生残・成長状況と、堆積物量や濁り等の物理環境の観測結果の関連性を把握することで、要素技術の有効性を検証しました。

①海底面に対して垂直に移植することにより着床具上の浮泥堆積を低減



②移植台座部の嵩上げにより浮泥の巻き上がりに伴う濁りの低減



③移植台座部を格子状にすることで通水性を向上させ浮泥堆積を低減

図-2 浮泥堆積・濁り対策型のサンゴ増殖試験礁の要素技術

①物理環境の観測結果

対象海域に平成24年5月～平成25年1月まで計5回（各15日間）、平板型のセジメントトラップを格子状台座部の直上と直下に設置し、その差分（格子部分の堆積量）を求めることで、格子状構造による堆積物量の低減率を把握しました。図-3左図に示す堆積物量（g乾重/m²/日）の平均値より、台座を格子状にすることで堆積物量を平板状より70%低減できることが分かりました。

試験礁内外の海底からの高さ別の濁度を平成24年9月に15日間連続観測しました。図-3右図に示す海底高さ別の濁度の平均値より、0.5・1.0m嵩上げと試験礁外の海底直上との間には有意差はみられなかったものの、濁りが滞留しやすい試験礁内の海底直上との間には有意差が確認されました。台風接近に伴う高波浪時には、浮泥の巻き上がりによって試験礁外の海底直上においても濁度の増加が予想されるため、嵩上げによる濁りの低減効果がみられる可能性があります。

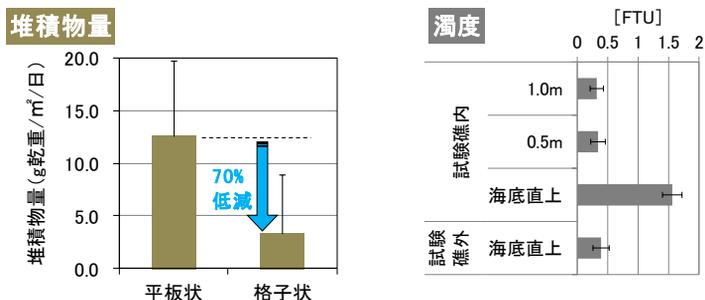


図-3 高さ別の堆積物量・濁度観測結果

②移植サンゴの生残率・成長率

図-4左図に示す垂直移植と水平移植の6ヶ月後の生残率・成長率を比較すると、海底直上では水平移植では生残がみられないのに対し、垂直移植では生残率60%を維持しています。これは、海底面に対し垂直に移植することで移植サンゴの底質への埋没が一部回避されたためです。0.5m・1.0m嵩上げでは、水平移植の生残率40～50%に対し、垂直移植は80%と高く、浮泥堆積の低減効果がみられた可能性が示唆されます。

図-4右図に示す垂直移植の生残率・成長率の経時変化をみると、1年半後には、0.5m嵩上げでは台風の影響等により一部の群体が着床具から脱落・消失し、生残率は30%に低下したものの、1.0m嵩上げでは80%と高く、海底直上でも40%を維持しています。また、0.5m・1.0m嵩上げでは移植時の40倍以上に成長しています。

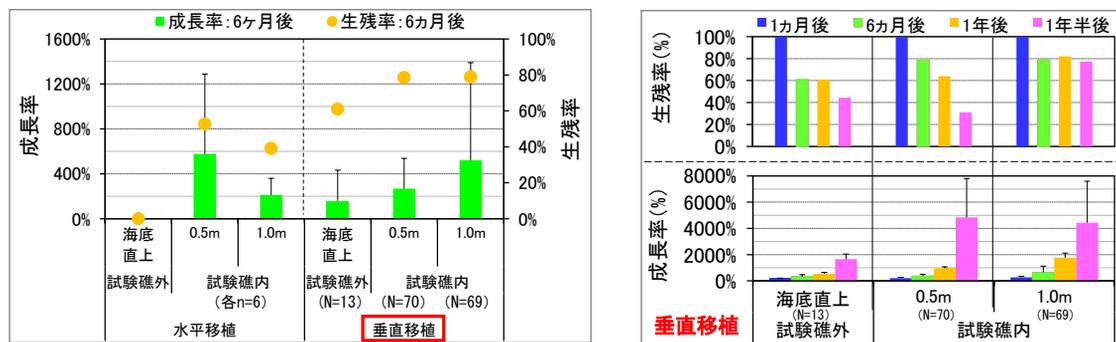


図-4 移植サンゴの生残率・成長率

③まとめ

以上のことから、①海底面に対する垂直移植、②海底からの嵩上げ、③移植台座部の格子状構造化といった要素技術の複合的な効果により、浮泥堆積の低減効果、浮泥の巻き上がりに伴う濁りの低減効果が確認され、稚サンゴの良好な生残・成長に寄与できることが確認されました。このような要素技術を用いた移植により、稚サンゴの成育阻害要因を低減し、移植サンゴの生残・成長を向上させることができると考えています。

(2) 海中での稚サンゴ初期生残を高める格子状着床具

近年、有性生殖法による新たな技術として、着底期まで陸上水槽で飼育したサンゴ幼生を海中で人工基盤に直接着生させる幼生放流技術が開発されています（林原ら, 2007）。当該技術の課題も着生後1年未満の稚サンゴの海域での生残をいかに向上させるか、ということになります。既往研究では、格子状の着床具を用いれば、しばしば用いられる平板状の着床具よりもサンゴの生残率を飛躍的に向上させることが分かっています（Suzuki et al., 2013）。これは、格子状着床具の構造が着生後間もない稚サンゴの成育阻害要因となる浮泥堆積や、魚類の捕食などを抑制する機能を有するためと考えられます。



図-5 幼生放流技術と格子状着床具のイメージ

4. 幼生供給基地造成による周辺への波及効果をもつための考え方および技術

移植技術に残された問題点の一つに、再生を目指す面積と実際の移植面積の間に生じるスケールギャップがあります。その解決策として、同種の有性生殖株の移植によりサンゴ再生の核となる「幼生供給基地」を造成し、産卵による周辺への幼生供給機能を高める考え方があります（山本ら, 2016）。遺伝的多様性に富む同種の有性生殖株を高密度に植え付けることで、受精時の精子濃度を高く保ち受精率を向上させ、幼生供給量を人為的に増大できる可能性があります。さらに、より幼生供給機能を高める技術として、幼生供給源となる成熟した有性生殖株をネット状の装置で囲い大量に卵と精子を収集し、装置内で受精・発生した幼生を着底期まで保持した後、周辺海域に放流する技術が開発されています（岡田ら, 2016）。この手法は、海域で完結できる種苗生産機能だけでなく、より広い海域を対象としたサンゴ礁再生に寄与できることが利点です。

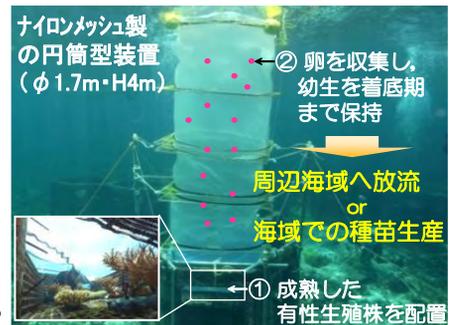


図-6 幼生の収集・保持・着生装置

●参考文献(記載順)

大森 信 (2016) : 目標は植込み3年後の生残率40%以上—, みどりいし(27), 1-4.

大森 信, 岩尾研二(2014) : 有性生殖を利用したサンゴ種苗生産と植え付けによるさんご礁修復のための技術手法, (一社) 熱帯海洋生態研究振興財団(阿嘉島臨海研究所), 36-37.

Nakamura R, Ando W, Yamamoto H, Kitano M, Sato A, Nakamura M, Kayanne H, Omori M (2011) : Corals mass-cultured from eggs and transplanted as juveniles to their native, remote coral reef. Marine Ecology Progress Series 436, 161-168.

岡田 亘, 高橋由浩, 安藤 亘, 中村良太, 小森健史(2013) : 移植サンゴにおけるシルト堆積・濁り対策の検討, H25d日本水産工学会学術講演会論文集, 133-136.

林原毅, 加藤雅也, 玉城泉也, 伏屋玲子, 清水弘文(2007) : 幼生放流によるサンゴ群集の修復技術. みどりいし(18) : 7-11

Suzuki G, Yamashita H, Kai S, Hayashibara T, Suzuki K, Iehisa Y, Okada W, Ando W, Komori T (2013) Early uptake of specific symbionts enhances the post-settlement survival of Acropora corals. Marine Ecology Progress Series 494:149-158..

山本秀一, 塚本拓人, 川崎貴之, 鈴木豪, 林原毅, 安藤 亘, 中村良太, 内田智, 中村浩介(2016) : サンゴ幼生供給基地造成による積極的なサンゴ増殖技術, H27d日本水産工学会学術講演会論文集27-30.

岡田 亘, 安武陽子, 鈴木豪, 林原毅, 安藤 亘, 内田智, 中村浩介(2016) : サンゴ幼生の収集・保持・着生装置の開発, H27d日本水産工学会学術講演会論文集, 31-34.

“有性生殖法”を利用した サンゴ移植技術の改善事例の報告

岡田 亘
 株式会社エコー 沖縄環境部

● 本発表の流れ

1. サンゴ移植の区分
2. 有性生殖法による移植の課題と解決方法
3. 稚サンゴの生残を高める要素技術の開発
 <具体例の報告> (1) サンゴ増殖試験礁 (2) 格子状着床具
4. 周辺への波及効果を高める考え方・技術

※なお、本報告の主な内容は、
 水産庁委託「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術実証委託事業」
 により実施されたものです。

1. サンゴ移植の区分

- (1) 直接移植 (direct transplantation)
 → 群体断片をそのまま植え付け
- (2) 植え付け (out-planting)
 → 無性生殖法 or 有性生殖法
 → 一定期間育てたのち植え付け
- (3) 移設 (translocation)
 → 避難措置として群体ごと植え付け

出典) 大森, 2016

1. サンゴ移植の区分

- (1) 直接移植 (direct transplantation)
 → 分割元となる親株を傷つける
- (2) 植え付け (out-planting)
 → サンゴ礁を再生するための
 積極的なサンゴ増殖が主な目的
- (3) 移設 (translocation)
 → 人為的影響を回避・低減する

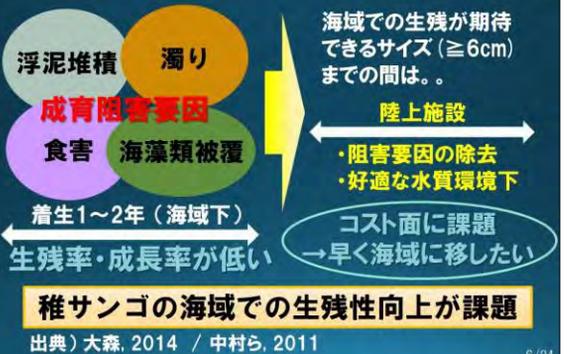
出典) 大森, 2016

1. サンゴ移植の区分

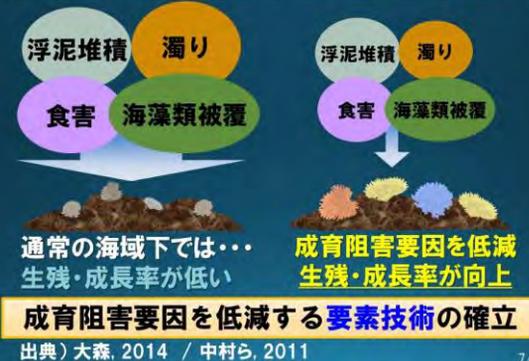
- a. 無性生殖
 利点: 容易かつ短期間で種苗を生産
 難点: 遺伝的多様性「低」、環境変動リスク「高」
- (2) 植え付け (out-planting)
 → サンゴ礁を再生するための
 積極的なサンゴ増殖が主な目的
- b. 有性生殖
 利点: 遺伝的多様性に富む種苗を生産
 難点: 専門的知識・技術、海水取水施設が必要

出典) 大森, 2016

2. 有性生殖法による移植の課題・解決策



2. 有性生殖法による移植の課題・解決策



3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発



3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

(1) 浮泥堆積・濁り対策型のサンゴ増殖試験礁

- 枝サンゴのガレキが目立ち、サンゴ被度低い
- 濁りが滞留しやすく、透明度が恒常的に低い



稚サンゴの
生残・成長

要素技術の有効性を検証

濁り 浮泥堆積

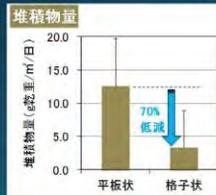
9/24

9

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

① 物理環境の観測結果（堆積物量）

平板状のセディメントトラップ（対照区）



上下の堆積物量の差分 ⇒ 格子の縁に堆積した量（格子状基盤の堆積物量）

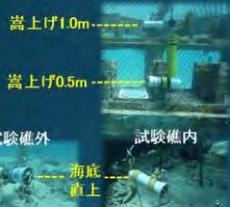
- 平板状に比べて格子状では堆積物を70%低減

10/24

10

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

① 物理環境の観測結果（濁度）



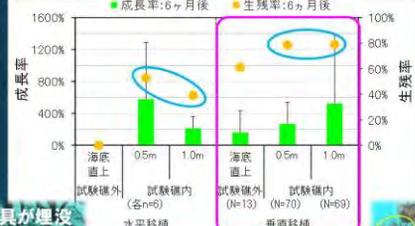
- 試験礁内では、嵩上げによって濁度が低減
- 高波浪時は、試験礁外の海底直上でも濁度増加が予想され、嵩上げによる濁度の低減効果がみられる可能性あり

11/24

11

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

② 移植サンゴの生残・成長率（水平V.S垂直）



育苗機が埋没

- 浮泥堆積の低減で生残向上
- 底質への埋没が一部回避

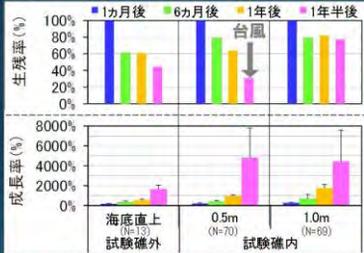


12/24

12

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

② 移植サンゴの生残・成長率（海底高さ比較）



【生残率】1.0m嵩上げは80%と高く、海底直上でも40%

【成長率】0.5m・1.0m嵩上げて移植時の40倍に成長

13/24

13

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

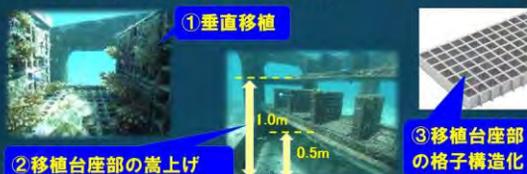


14/24

14

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

③ まとめ（要素技術の効果）



- 要素技術の複合的な効果により、浮泥堆積の低減効果、濁りの低減効果、稚サンゴの良好な生残・成長を確認
- これらの要素技術を用いた移植により、稚サンゴの育成阻害要因を低減し、移植サンゴの生残・成長の向上に寄与できる

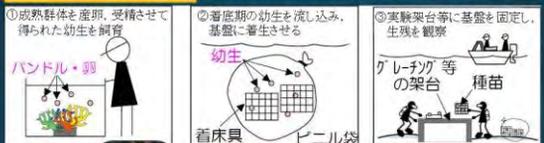
15/24

15

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

(2) 海中での初期生残を高める格子状着床具

幼生放流技術



出典) 林原ら, 2007

16/24

16

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

(2) 海中での初期生残を高める格子状着床具

<技術の特徴>

- 海中で直接、着床具に幼生を着生
- そのまま海中で育成

従来の技術よりも人手をかけずに、
種苗生産・中間育成が可能

稚サンゴの海域での生残性向上が課題

出典) 林原ら, 2007

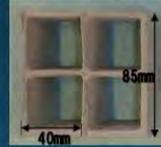
17/24

17

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

(2) 海中での初期生残を高める格子状着床具

FRP製・格子状着床具



稚サンゴの初期生残の向上機能

- 魚類・ウニ等による捕食を防御する効果
- 過水性向上、垂直面への着生による浮泥堆積の低減
- 稚サンゴにとって適度な光量条件を創出(明るすぎず、暗すぎない)

出典) Suzuki et al., 2013

18/24

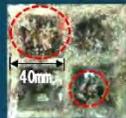
18

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

(2) 海中での初期生残を高める格子状着床具

●種苗生残率

全着床具のうち、
1群体以上の稚サンゴが生残
している着床具(種苗)の割合



<種苗生残率の推移>

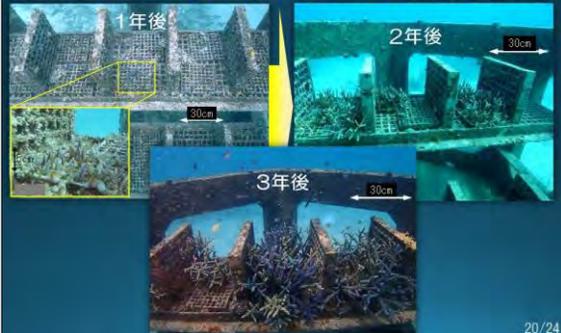
| (幼生数: 30万) | 3日後 | 6ヶ月後 | 15ヶ月後 |
|------------|-------|------|-------|
| 種苗生残数 | 1,222 | 998 | 926 |
| 種苗生残率(%) | 100 | 81.6 | 75.8 |

19/24

19

3. 稚サンゴ生残を高める要素技術開発

(2) 海中での初期生残を高める格子状着床具



20/24

20

4. 幼生供給基地造成による周辺への波及効果

有性生殖による移植のもう一つの課題



出典) 山本ら, 2016

21/24

21

4. 幼生供給基地造成による周辺への波及効果

- 同種の有性生殖株を高密度に植え込む
- 産卵時に精子の濃度を高く保つことができ、受精率が向上

幼生供給量を人為的に増大できる可能性



出典) 山本ら, 2016

22/24

22

4. 幼生供給基地造成による周辺への波及効果

さらに幼生供給量を高めるには…

装置内の1日令幼生



出典) 岡田ら, 2016

23/24

23

4. 幼生供給基地造成による周辺への波及効果

海域での有性生殖株の初期生残を向上技術



24/24

24

ワリンの森の成果と課題

池田 智・木寺 莉菜

ミスワリン

南の島のミスワリンはかりゆしビーチを拠点に活動を行っていて、今年の11月で丸5年になりました。ミスワリンも今年7月から3代目にバトンタッチしました。3代目ミスワリンの木寺莉菜です。これからワリンの森を広げるために頑張っていくのでよろしくお願いします。

さてミスワリンでは、初代ミスワリンの砂川英依がかりゆしビーチに1000本のサンゴの苗を植え付けワリンの森と名付けました。そのワリンの森を2代目石川梓が管理を行った結果、3年目の今年成果が見られたので報告します。

<観察したワリンの森>

ミスワリンがサンゴの苗を植え付けたワリンの森は、かりゆしビーチ沖に5所あります。その中のBポイントとCポイントで観察を行いました。

Bポイントは縦3.2 m、横2.3 mの岩盤の上に、2013年6月に200本のサンゴの苗を植え付けました。植え付けた苗はウスエダミドリイシとドネイサンゴです。2015年の夏に撮影した時には、サンゴは3.2 cm程度の大きさだったのですが、今年に入ってから急激な成長が見られ岩盤の殆どをサンゴが覆うようになりました。

Cポイントは2013年6月に150本植え付けました。植え付けた苗はウスエダミドリイシ、ドネイサンゴ、クシハダミドリイシです。

<サンゴの産卵観察>

この二つのポイントは、2015年にも6月に1週間観察を行ったのですが、この時は産卵を見ることは出来ませんでした。今年は5月20日から26日にかけて観測を行いました。Bポイントは岩盤全体のサンゴを対象に。Cポイントはクシハダミドリイシを観察しました。Bポイントの水深は平均2 m。

Cポイントは平均1.5mです。5月20日から24日までは変化が無かったのですが、25日にCポイントの周りの自然のクシハダミドリイシが産卵しました。

しかしCポイントのクシハダミドリイシでの産卵は見られませんでした。26日、Bポイントのウスエダミドリイシ3個体で産卵が見られました。周りの自然のウスエダミドリイシは大部分が産卵していましたが、Bポイントでは3個体だけでした。この3個体は、同じ親サンゴから切り分けた個体で、そのうち2つは直径約25 cm。1つは直径約15 cmでした。サンゴ全体から産卵したのではなく、根元の部分からの産卵でした。

<観察結果>

今回の観察は5月20日から26日までの7日間。かりゆしビーチ南側のBとCポイントでした。この間に産卵が確認できたのはBポイントのウスエダミドリイシの3個体。いずれも同じ親から切り分けたサンゴでした。

植え付けて3年。ワリンの森でサンゴの産卵を確認できたのは、サンゴの植え付けという中で自然再生のお手伝いがやっとできたかなという感じがしました。

<2016年の白化被害>

ここまでは順調だったワリンの森ですが、7月の後半から海水温上昇による白化が見られ始めました。ここからの報告は3代目ミスワリンの木寺莉菜が担当します。

かりゆしビーチでは7月22日頃から海水温が30度を上回り、それが9月半ばまで続きました。ワリンの森のサンゴはもちろん、自然のサンゴも白化が見られました。今回はその中でDとEポイントの状況を報告します。

Dポイントはワリンの森の中でもっとも陸に近く、水深も平均1.5 mと浅い場所にあります。この4つの岩にドネイサンゴを64本。ウスエダミドリイシを13本と、ドネイサンゴを中心に植え付けました。11月14日の観測結果です。1番の岩では20本中、生存は5本。2番の岩では22本中、生存は10本。3番の岩では12本中、生存は8本。4番の岩では10本中、生存は3本です。ウスエダミドリイシは13本中、12本生存していました。

EポイントはAポイントのリーフ側にあり、水深は平均2 m。ここでは2つの岩盤にウスエダミドリイシを95本、ドネイサンゴを5本と、ウスエダミドリイシを中心に、南と北の2つの岩に植え付けました。11月14日の観測結果です。南側の岩では52本中、生存24本。北側の岩では43本中、生存21本。ドネイサンゴは植え付けた5本全部が生きていました。

現在、来年には死んでしまったサンゴの補充を考えていて、今までと同じように、Dポイントにはドネイサンゴを、Eポイントにはウスエダミドリイシを植え付けようと思ったのですが、現在の観測の結果、Dポイントではウスエダミドリイシの生存率が高く、Eポイントではドネイサンゴの生存率が高いので、生存率の通りに補充していこうと考えています。

<今後の課題>

Aポイントの被害状況は現在確認中ですが、海水温の上昇中は全てのサンゴの色が抜け、その中の大半のサンゴが死滅し藻が付いている状態です。Aポイントは、この3年間、海水温上昇の影響を受けやすく、また台風被害も受け易い場所です。今後、この場所にサンゴの苗を補充していくのか、別の場所を探すのか検討していきたいと思います。また、3代目ミスワリンの目標が「広がれワリンの森、1万本で命の循環」という壮大なものになっています。機会があれば、かりゆしビーチだけでなく、他の海でも植え付けを行っていききたいと思いますので、ご指導、ご協力をお願いします。



ワリンの森



3

サンゴの植付けポイント



4

サンゴの植付けポイント



5

Bポイント

2013年6月サンゴの苗200本

縦3, 2メートル 横2, 3メートル

6

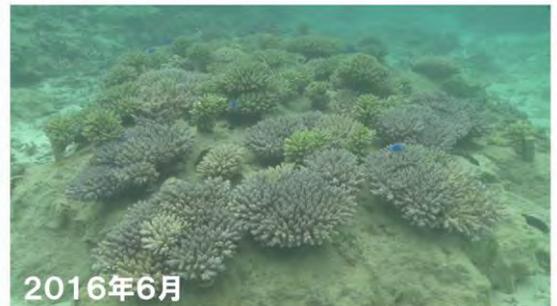
Bポイント



2015年6月

7

Bポイント



2016年6月

8

Cポイント



2013年6月サンゴの苗150本

9

Cポイント



ウスエダミドリイシ・ドネイサンゴ・クシハダミドリイシ

10

2015年6月の観察



11

2015年6月の観察



12

2016年6月の観察



13

2016年6月の観察



14

2016年6月の観察



15

2016年6月の観察



16

2016年6月の観察



17

2016年6月の観察



18

2016年6月の観察



19

2016年6月の観察



20

2016年7月の観察



21

かりゆしビーチ沖周辺の海水温



22

2016年7月の観察



23

2016年7月の観察



24

2016年7月の観察(Dポイント)



25

Dポイントの観測結果(11月14日)

| | |
|------|------------|
| 1番の岩 | 20本中 生存5本 |
| 2番の岩 | 22本中 生存10本 |
| 3番の岩 | 12本中 生存8本 |
| 4番の岩 | 10本中 生存3本 |
| ウスエダ | 13本中 生存12本 |

26

2016年7月の観察(Eポイント)



27

Eポイントの観測結果(11月14日)

| | |
|--------|------------|
| 南側の岩 | 52本中 生存24本 |
| 北側の岩 | 43本中 生存21本 |
| ドネイサンゴ | 5本中 生存5本 |

28

ワリンの森の今後



29

ワリンの森の今後



30

ワリンの森の今後(Aポイント)



31

ワリンの森の今後



広がれワリンの森、1000本で命の循環

32



ワリンの森の成果と今後の課題

33

「サンゴの移植⑪—サンゴ移植の成功へ向けて—」 サンゴ移植技術の成熟とサンゴ礁保全の次のステップ

中野 義勝

琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設

沖縄県サンゴ礁保全推進協議会会長

日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会委員長

国内のサンゴの移植は、沖縄の返還目前の昭和45年（1970年）に沖縄観光開発事業団によって営業が開始された海中展望塔の周辺に実施されたものが事業ベースではごく初期のものでありましょう。これは観光用として展望塔周辺に多くのサンゴの固着した岩盤ごと移設すると言った、造園に近い発想で実施されました。移設されたサンゴはオニヒトデの食害等で減衰し、群体を補充する形での移植が断続的に行われましたが、事業主体の変遷を経て沖縄観光コンベンションビューローが事業を引き継いでからその費用対効果に疑問が投げかけられ中止されました。時期的には後発ながら、平行して1980年代になって環境アセスメントの一環として那覇港・中城湾港などで群体の移植事業が実施されました。生物検定あるいは景観造成の意味合いも含めた群体の全体あるいは破片を用いた移植は、本来の生息環境からかけ離れた環境で実施されたものも多く、長期に亘る生存についても技術的な見通しは充分ではありませんでした。その後、1998年に世界を席卷した大規模な白化被害を挟んでサンゴ礁衰退の危機が社会的に共有され、サンゴ礁の保全・修復を主目的としたサンゴの移植が現在まで継続してきました。

多くの失敗と成功を重ねた現在では、目的に応じて幾つもの技術的な選択肢が開発されており、目的を吟味し実施計画を策定することが可能になりました。群体全体を移設するのは港湾施設工事などに伴う避難的な場合に限って実施され、生息時と同等の環境を選定することが一般的となりました。また、有性生殖によって得られる幼生を親群体まで育て上げ、移植用破片を作出することも可能となり、水産業として商品化も行えるまでになりました。野生生物であるサンゴは、保全技術の観点からは遺伝的多様性を維持されなければなりません。しかしながら、サンゴについても養殖技術の進展に伴い、選抜育種の可能性が示唆され、ゲノム編集も視野に入ってきました。

サンゴの移植技術を取り巻く状況も変化してきました。とりわけ大きな変化は、サンゴの白化現象が常態化し、1998年の大規模白化以来2001・2007・2013年と各地で繰り返し観測され、2016年の今年も八重山地方では大きな被害を出していることです。1998年の白化被害で失われたミドリイシ群落の回復には、場所の差こそあれ十数年の歳月を要しましたが、白化現象の反復による被害はこれを上回りつつあります。もはや、白化現象は異常気象下で起こる希なことではなく、常時警戒が必要な気象災害として扱われるべき事象となりました。この様な状況下でなお健全なサンゴ群集は厳重に保全されなければなりません。既に回復力（レジリエンス）を期待できない場所においては、幾通りもの人為的アプローチが必要とされています。サンゴの養殖技術と移植技術の発展は、今後も拡大するであろうサンゴの回復の望めない地域において、サンゴ礁生態系を機能的に補償するオプションとしての価値を高められると思われれます。しかしながら、その適用にはそれらの地域の自然価値・産業・意識調査を含むモニタリングを含めた十分な管理計画の策定が不可欠であり、期待のみで乱用されないような制度も合わせて構築して行く必要があります。

サンゴ移植技術の成熟と サンゴ礁保全の次のステップ

「サンゴの移植①—サンゴ移植の成功—(向はこー)
2016年12月8日
中野義雄
海洋大学熱帯生物圏研究センター
沖縄県サンゴ礁保全推進協議会会長
日本サンゴ移植学会(サンゴ礁保全委員会)会長



1

サンゴ移植の変遷

- 1970年代(復帰前後)から
 - 観光用
 - 景観造成・造園
 - 群体系築・破片移植
- 1980年代から
 - 環境アセスメント ← 劣化したサンゴ礁への対応
 - 景観造成・生物検定・普及啓発
 - 破片移植・有性生殖による種苗採取
- 1990年代から
 - サンゴ礁保全再生
 - 景観造成・避難移設・機能補償・普及啓発



2

瀬底南岸(マガイグア) 1998/Aug



3

瀬底南岸(マガイグア) 2016/8/12



4

瀬底南岸(マガイグア) 1998/Aug



5

瀬底南岸(マガイグア) 1998/10/12



6

瀬底南岸(マガイグア) 2013/10/30



7

瀬底南岸(マガイグア) 2016/8/12



8



生態系サービスの機能代償

9

選抜育種の可能性とゲノム編集

選抜育種
ゲノム編集でマツノシロトウゴロ 遺伝子操作、成長促進

10

白化現象の発生から現在まで

- 重点的な基礎研究
 - 白化メカニズムの解明 > 不十分
 - 流れ・光
 - 代謝・共生機構
- 貧弱な適応技術開発
 - 飼育技術の進歩
 - 移植・遮光
- 気象災害としての取り組みが必要
 - 災害の予報と補償

11

白化現象への適応的対応 基礎研究から産業技術への移行期

- 恩納村: 広大な礁池環境を利用可能
 - 好適環境を選抜 > 必要条件の検索
 - > 基質から離れた養殖と魚群の養成
 - 飼育条件の適応的工夫 > 遮光ネットの使用
- 読谷村: 利用可能な環境が限定的
 - 技術的適応が要求される > 十分条件の検索
 - > 選抜育種
- 両者の統合
 - 産業技術の進歩 < 基礎データによるオーソライズ
 - 喪失した生態系サービスの代償補充
 - サンゴ礁漁場/観光資源の維持管理・生物多様性保全

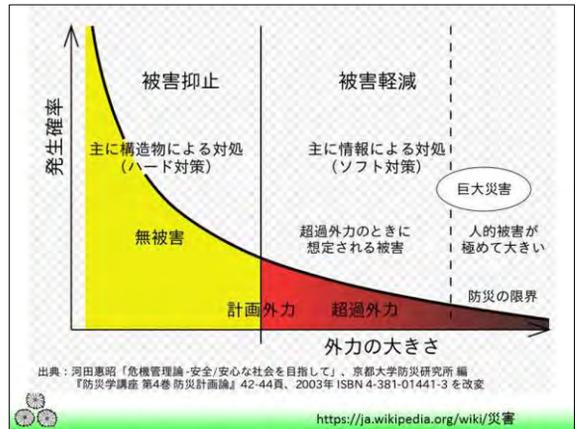
12

気象災害と災害観

- 防止(被害抑止・被害軽減)
- 対応(応急対応・復旧・復興)
- 予測

| 項目 | 内容 | 項目 | 内容 |
|------|--|------|---------------------|
| 被害抑止 | 台風、豪雨、雪害等の被害軽減を目的とした対策。 | 被害軽減 | 被害発生後の被害軽減を目的とした対策。 |
| 応急対応 | 被害発生直後の応急対応として、人命救助、避難誘導、食料・衣類の配布、仮設住宅の提供、生活支援などを行う。 | 復旧 | 被害発生後の復旧を目的とした対策。 |
| 復興 | 被害発生後の復興を目的とした対策。 | 防災 | 災害発生を未然に防ぐための対策。 |

13



14

●過去のサンゴシンポジウム要旨集について

サンゴの移植⑦～⑩の講演要旨集は、以下のURLからダウンロードできる。

サンゴの移植⑦⇒ <http://churashima.okinawa/event/detail/610>

サンゴの移植⑧⇒ <http://churashima.okinawa/event/detail/144>

サンゴの移植⑨⇒ <http://churashima.okinawa/event/detail/122>

サンゴの移植⑩⇒ <http://churashima.okinawa/event/detail/577>

●日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会（2008）「造礁サンゴ移植の現状と課題」
『日本サンゴ礁学会誌』10, 73-84

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcrs/10/1/10_1_73/_pdf

●サンゴ礁保全に関するマニュアル

これまでサンゴ礁の保全やサンゴの移植に関するさまざまなマニュアルなどが公表されている。ダウンロードできるものもあるので、参考のためいくつかを紹介する。

“gefcoral.org”で検索

[PDF] [Restoration and Remediation Guidelines](#)



[PDF] [Reef Rehabilitation manual](#)

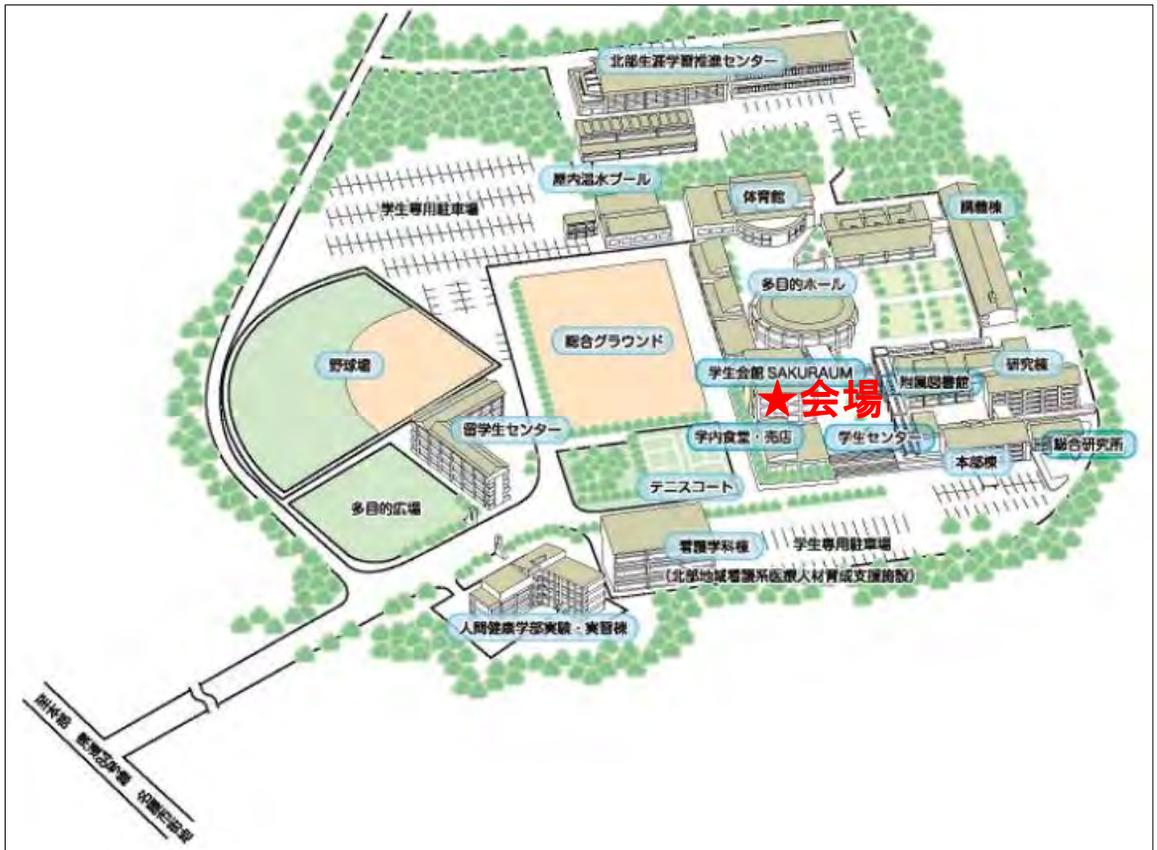


“サンゴ移植マニュアル”で検索

[PDF] [沖縄県サンゴ移植マニュアル](#)

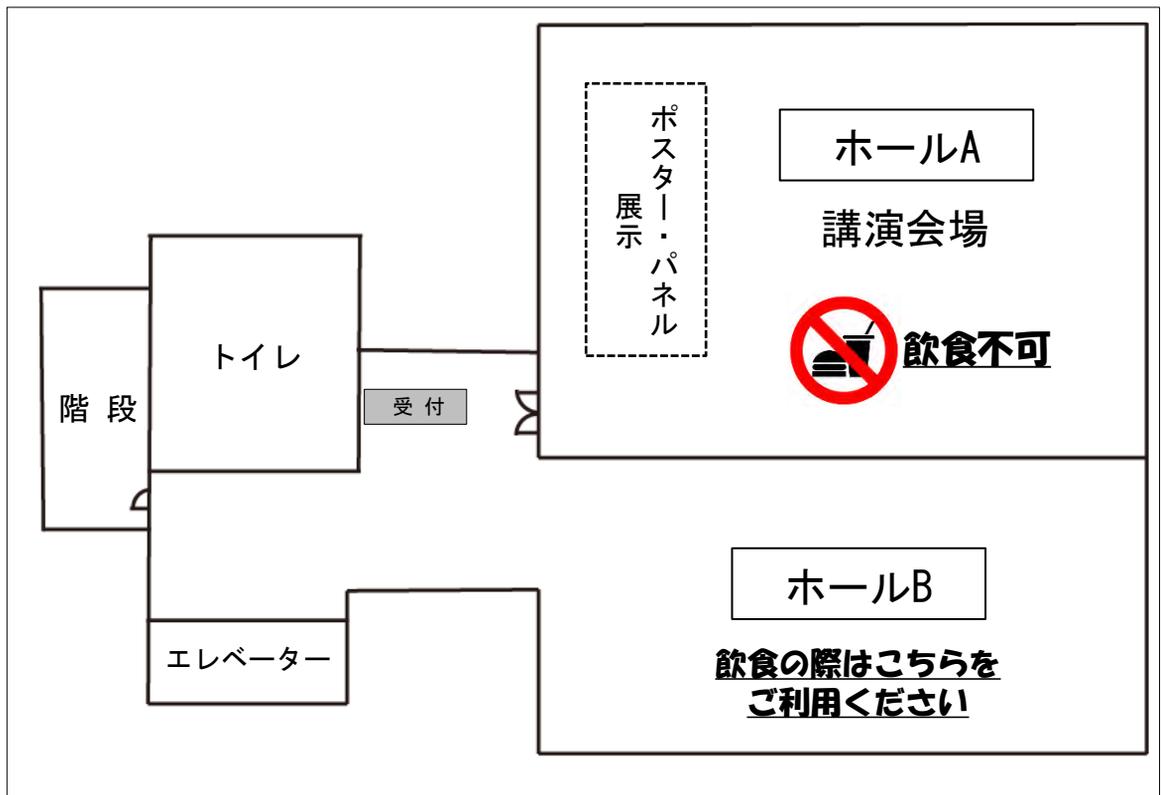


●名桜大学 学内の見取り図



(名桜大学HPに掲載されている図を一部改編)

●サンゴシンポジウム会場（名桜大学学生会館SAKURAUM 6階）の見取り図



●パネル・ポスターなどの展示

下記の8団体がパネル・ポスターなどの展示を行い、サンゴの移植や保全に向けたそれぞれの取り組みを紹介した。

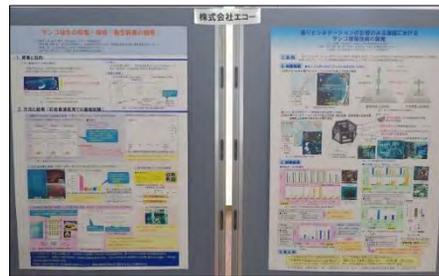
| | 出展団体(申込み順) | 内 容 |
|---|---------------------------|--|
| ① | 沖電開発株式会社 | サンゴ移植活動のポスターの展示。リーフレット配布 |
| ② | NPO法人グローイングコーラル | サンゴ移植活動のパネルの展示 |
| ③ | 株式会社エコー | サンゴ移植活動のポスターの展示 |
| ④ | いであ株式会社 | サンゴ移植に使用する着床具の展示 |
| ⑤ | 沖縄セメント工業株式会社 | サンゴプレートとシャコガイ養殖基盤についての解説パネルとサンゴプレートの展示。チラシ配布 |
| ⑥ | 沖縄県サンゴ礁保全推進協議会 | サンゴやサンゴ礁に関するポスターやチラシなどの展示。リーフレット配布 |
| ⑦ | NPO法人コーラル沖縄 | サンゴ植え付けプログラム冊子の配布 |
| ⑧ | 一般財団法人 沖縄美ら島財団総合研究センター | 過去11回のサンゴシンポジウムのポスターおよびサンゴシンポジウム④～⑪の要旨集の展示。簡便なサンゴ移植法と移植実験の別刷り論文の展示。造礁サンゴの保全に向けたモニタリング調査等の取り組みのポスター展示 |



① 沖電開発株式会社



② NPO法人グローイングコーラル



③ 株式会社エコー



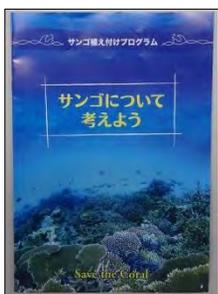
④ いであ株式会社



⑤ 沖縄セメント工業株式会社



⑥ 沖縄県サンゴ礁保全推進協議会



⑦ NPO法人コーラル沖縄



⑧ 一般財団法人沖縄美ら島財団総合研究センター

MEMO



2016.12.8

一般財団法人 沖縄美ら島財団 総合研究センター
〒905-0206 沖縄県国頭郡本部町字石川888番地
Tel: 0980-48-2266 Fax: 0980-48-2200