

美ら島研究センター サンゴシンポジウム

## サンゴの移植 ⑨

— 砂礫泥底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4日（木）9:00～17:00

会場：一般財団法人沖縄美ら島財団

総合研究センター 視聴覚室

（ポスター等展示：会議室 9:00～17:00）



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

これまで行われた8回のサンゴの移植シンポジウムのポスター

2007年1月

名桜大学総合研究所 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)  
13:00-16:30  
会場：名桜大学総合研究所研修室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2008年3月

名桜大学総合研究所 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—

日時：2008年3月29日(土)  
13:30-16:30  
会場：名桜大学総合研究所研修室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2008年7月

名桜大学 シンポジウム  
**サンゴの移植 ③**  
—市街地によるサンゴ礁保全の取り組み—

日時：2008年7月5日(土)  
13:30-16:30  
会場：名桜大学総合研究所研修室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2009年11月

海洋博覧会センター シンポジウム  
**サンゴの移植**  
—離外国の事例に学ぶ サンゴ礁保全の取り組み—

日時：2009年11月26日(木)  
13:30-16:30  
会場：海洋博覧会公園管理財団 総合研究センター視聴覚室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2010年12月

海洋博覧会センター シンポジウム  
**サンゴの移植 ⑤**  
—移植の準備・移植とモニタリング・MPA—

日時：2010年12月4日(土)  
13:30-16:30  
会場：海洋博覧会公園管理財団 総合研究センター視聴覚室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2011年12月

海洋博覧会センター 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遺伝子多様性—

日時：2011年12月4日(土)  
13:30-16:30  
会場：海洋博覧会公園管理財団 総合研究センター視聴覚室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2012年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター 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4日(土)  
13:30-16:30  
会場：沖縄美ら島財団 総合研究センター視聴覚室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2013年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター 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4日(土)  
13:30-16:30  
会場：沖縄美ら島財団 総合研究センター視聴覚室  
参加費：無料

コーディネーター：高野孝幸 (琉球大学総合研究所)  
実行委員：藤原一樹(琉球大学総合研究所)  
司会：高野孝幸(琉球大学総合研究所)  
講演者：高野孝幸(琉球大学総合研究所)、藤原一樹(琉球大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)、山本広美(名桜大学総合研究所)

2014年12月

沖縄美ら島財団 総合研究センター シンポジウム  
**サンゴの移植 ⑨**  
—砂礫泥底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4日(木)  
講演：10:00~16:30  
ポスター等展示：9:00~17:00  
会場：沖縄美ら島財団 総合研究センター視聴覚室  
参加費：無料  
定員約50名：申し込み先着順

パネル・ポスターなどの展示 9:00~17:00 (会議室・会場ロビー)  
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・ハンドアウト・標本などの展示も可能です。展示やハンドアウトなどの配布をご希望の方は、当日開始前に各自準備頂き、活動の紹介や宣伝あるいは情報交換などに活用下さい。

プログラム  
挨拶・趣意説明・基調講演：(10:00-12:00)  
① 後藤 和夫 (一財) 沖縄美ら島財団総合研究センター：開会挨拶  
② 西平 守孝 (一財) 沖縄美ら島財団：砂礫泥底のサンゴとサンゴ群集 - サンゴの移植の趣意説明をかねて  
③ 鈴木 豪 (独) 九州総合センター-高島区水産研究所：砂礫泥底に広がる「サンゴの森」の維持・再生に向けて - 有性生殖を利用した持続的増殖の試み  
④ 藤原 秀一 (いであ株式会社沖縄支社)：砂礫底におけるサンゴの再生 - 歴史+交流+情報交換の6分  
事例報告(1) (13:00-14:00)  
① 中野 龍雄 (琉球大学熱帯生物圏研究センター-基礎研究施設)：サンゴ礁生態系におけるハビタットの多様性と群集の脆弱性について  
② 山本 広美 (一財) 沖縄美ら島財団総合研究センター：イノーに生育する枝状コモンサンゴ群集の動態  
③ 岩瀬 実希 (いであ株式会社沖縄支社)：文獻にみる海外での砂礫底におけるサンゴ移植 - 休憩 10分 -  
事例報告(2) (14:10-15:30)  
④ 酒井 一彦 (琉球大学熱帯生物圏研究センター-基礎研究施設)：砂地へのサンゴ移植と移動後のサンゴ-魚類群集：座間味島における実例  
⑤ 山本 祥一 (NPO法人コーラル沖縄)：泡瀬海域におけるドリフトサンゴ群集の移植  
⑥ 比嘉 義徳 (恩納村漁業協同組合)：砂礫底におけるサンゴの養護と家畜した場所へのサンゴ移植  
⑦ 上原 直 (NPO法人グロウイングコーラル)：台風による砂礫の移動による移植サンゴの被害と対策 - 休憩 10分 -  
総会討論：(15:40-16:40)  
司 会： 鹿原信一郎 (沖縄県海洋深層水研究所)

主催：一財) 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

●参加申し込みとお問い合わせは下記まで：  
沖縄美ら島財団 総合研究センター普及開発課 担当：篠原礼乃・永田俊輔  
電話：0980-48-2266 (午前9時~午後5時) ファクス：0980-48-2200  
E-メール：ocrc@okchura.jp (メールの件名は サンゴシンポ とお書き下さい)

## サンゴの移植⑨ — 砂礫泥底におけるサンゴの移植とサンゴ群集の特徴 —

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：2014年12月4日（木） 9:00～17:00  
会 場：一般財団法人 沖縄美ら島財団 総合研究センター 視聴覚室  
コーディネーター・進行：西平守孝（（一財）沖縄美ら島財団）

●パネル・ポスターなどの展示 9:00～17:00（会議室）  
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、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・国際交流にご活用下さい。

### プログラム

挨拶・趣旨説明・基調講演：（10:00-12:00）

- ・ 後藤 和夫（（一財）沖縄美ら島財団総合研究センター）：開会挨拶
- ① 西平 守孝（（一財）沖縄美ら島財団）：砂礫泥底のサンゴとサンゴ群集 —サンゴの移植⑨の趣旨説明をかねて—
- ② 鈴木 豪（（独）水産総合研究センター西海区水産研究所）：砂礫泥底に広がる「サンゴの森」の維持・再生に向けて—有性生殖を利用した持続的増殖の試み—
- ③ 藤原 秀一（いであ株式会社沖縄支社）：砂礫底におけるサンゴの再生

— 昼食＋交流＋情報交換 60分 —

事例報告（1）（13:00-14:00）

- ④ 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）：サンゴ礁礁池におけるハビタットの多様性と群集の脆弱性について
- ⑤ 山本 広美（（一財）沖縄美ら島財団総合研究センター）：イノーに生育する枝状コモンサンゴ群集の動態
- ⑥ 岩瀬 晃啓（いであ株式会社沖縄支社）：文献にみる海外での砂礫底におけるサンゴ移植

— 休憩 10分 —

事例報告（2）（14:10-15:30）

- ⑦ 酒井 一彦（琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設）：砂地へのサンゴ移動と移動後のサンゴ—魚類群集：座間味島における事例
- ⑧ 山里 祥二（NPO法人コーラル沖縄）：泡瀬海域におけるミドリイシ類サンゴ群集の移植
- ⑨ 比嘉 義視（恩納村漁業協同組合）：砂礫底におけるサンゴの養殖と変遷した場所へのサンゴ移植
- ⑩ 上原 直（NPO法人グローイングコーラル）：台風による砂礫の移動による移植サンゴの被害と対策

— 休憩 10分 —

総合討論：（15:40-16:40）

司 会： 鹿熊信一郎（沖縄県海洋深層水研究所）

## 平成26年度 サンゴの移植 ⑨ 開会挨拶

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。また、シンポジウムの開催にあたり、名桜大学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、一般財団法人に移行し名称も変更しましたが、30年余にわたって取り組んできた亜熱帯性動植物に関する調査研究事業や普及啓発事業は、引き続き総合研究センターを中心に実施しております。

総合研究センターでは、サンゴ礁保全の一環として、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。昨年には、沖縄科学技術大学院大学(OIST)と学術研究に関する包括協定を締結し、OISTの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、採択課題の資金助成を行っております。さらに、赤土流出防止など本島北部の環境保全活動に対してエコクーポン（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、第9回目となります今回のシンポジウムでは、「砂礫泥底におけるサンゴの移植とサンゴ群集の特徴」をテーマに、県内で行われた事例に関わった皆様をお招きして、サンゴの移植活動のプロセスや成果などについて報告していただきます。

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。本日のシンポジウムでは、基調講演や事例報告の他にポスターや資料などの展示もございますので、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 ⑨ — 砂礫泥底におけるサンゴの移植とサンゴ群集の特徴—」開催趣旨

サンゴ礁では、岩礁のみならず砂礫や砂泥底環境もあり、そのような環境ならではの特徴的なサンゴが棲息し、特色あるサンゴ群集が成立している。しかし、それらのサンゴ群集もさまざまな攪乱にさらされており、群集の荒廃が見られる場所も少なくない。サンゴ群集が荒廃すれば、他の多くの生物を含むサンゴ礁の生物群集に大きな変化が生じ、ほとんどの場合水中景観の悪化や水産資源の減少に繋がることはよく知られている。このような状況は、沖縄に限らず、人類にとって大きな損失になると認識されている。

無策のままに荒廃したサンゴ群集の自然な回復を待つだけでなく、そのような状況を看過せず積極的に手を加えて回復を促進する必要があるという考えのもとに、サンゴ礁の一面に限定されるとは言え、長年にわたってサンゴの移植活動が行われてきた。しかし、これまでの移植活動は、そのほとんどが岩礁域において行われてきた。

今回のシンポジウム「サンゴの移植 ⑨」では、サンゴ礁が多様な環境から成り立ち、岩礁域も砂礫・砂泥底域も共に重要であるという認識の下に、砂礫・砂泥底にけるサンゴの移植および移設の技術やアイデアに焦点を合わせて討論し、考えてみるのも有益であろうと考えて、テーマを設定した。その際、取り上げる内容を移植技術のみに限定せず、砂礫・砂泥底のサンゴやサンゴ群集の特徴と重要性を改めて学習し、それを移植技術開発のヒントにし、議論を通して実際の移植への活用に資す道を探ることを目指したい。

## 砂礫泥底におけるサンゴとサンゴ群集 — サンゴの移植⑨の趣旨説明をかねて —

西平 守孝  
(一財) 沖縄美ら島財団

サンゴ礁域の底質環境は多様で、岩礁から転石を経て礫や砂を含み、湾奥部の泥に至るまで、全ての粒度の底質から成り立っている。これらの全ての底質環境において、それぞれ特徴的な造礁サンゴが棲息し、特色ある群集が見られる。

底質として安定した岩礁域に成立するサンゴ群集が馴染み深いためか、これまでサンゴの移植はそのほとんどが岩礁で行われてきた。砂礫泥底では、底質の安定性の欠如から岩礁域に見られる種とは異なるサンゴが棲息していることが多い。幼生が定着する安定した岩盤が少ないか欠如しているため、多くのサンゴは、その基部が底質に埋まって棲息するか、ローリングストーンとなるか、あるいは自らまたは他の動物との共生によって底質に埋没しても抜け出す行動ができるサンゴなどに限られる。また、サンゴ群集も破片化によって存続・拡大することが多い。

砂礫泥底環境におけるサンゴの移植を成功裏に行うためには、そのような底質環境に棲息するサンゴの暮らしぶりを知り、群集の存続と拡大のからくりを学び、理解し、それを真似することが、有効であると考えられる。

ここでは、シンポジウムの趣旨説明をかねて、このような環境におけるサンゴの暮らしぶりやサンゴ群集の成り立ちに思いを馳せ、砂礫泥底における移植活動への活かし方について考えてみたい。

**砂礫泥底におけるサンゴとサンゴ群集**  
— サンゴの移植⑨の趣旨説明をかねて —

西平 守孝  
(一財) 沖縄美ら島財団

**●砂礫泥底の環境特性**

- ・安定した固着基盤の欠如
- ・底質に埋没する危険
- ・底質の移動で損傷する危険
- ・底質の舞い上がりによる透明度の低下
- ・再懸濁した粒子に被覆される危険
- ・幼生定着の不安定の基盤の欠如
- ・小型群集破片の定着の困難さ(埋没の危険など)

**●砂礫泥底に棲息するサンゴの特徴**

- ・移動サンゴ: 砂礫泥底で動き回ることによって埋没(=死亡)を回避できるサンゴ
- ・自力移動サンゴ: 自力移動可能で埋没を回避・脱出できるサンゴ
- ・依存移動: 他の動物の助けを借りて埋没を回避・脱出できるサンゴ
- ・流れサンゴ: 水の動きによって移動させられるサンゴ(ローリングストーン)
- ・座りサンゴ: 重みで、流されずに砂礫泥底上に座っていることができるサンゴ
- ・嵌まりサンゴ: 群集下部が砂礫泥底の中にはまり込んで定位しているサンゴ
- 群集の成長によって流れ・座り・嵌まりの形態をとることが多い

1

**●砂礫泥底におけるサンゴの侵入と定着**

- ・幼生の定着: 安定した固着基盤の欠如 (死サンゴ骨格への定着)
- ・条件付けされた砂礫粒子への幼生定着 (スツボサンゴ・ムシノスチョウジガイ)
- ・幼生定着後群集成長とともに流れサンゴへ変化 (各種ローリングストーン)
- ・群集・群集破片の移入・定着 (破片化の容易なサンゴ各種)

**●砂礫泥底における群集の存続と拡大**

- ・破片化による増殖 → フレクサビリイシ類、トゲミドリイシ類、ミレボラ類など
- ・大型破片の基部埋没による存続 → トゲミドリイシその他多くの種類
- ・破片化によるサンゴ群集周辺への近距離分散・定着による群集の拡大 → 湾奥の定底などに発達するトゲミドリイシや枝状ミレボラなどで極めて普通
- イノーの砂礫底や海草も場でも普通
- 礫斜面下部で多くの非固着状態の枝状サンゴが見られる



2

**●砂礫泥底における固着性サンゴの生育制限への対応例**

- ① 固着基盤の欠如(稀少状態) → 固着基盤の設置
- ② 沈殿物の降下・堆積と沈殿物による被覆 → 耐性種の選択
- ③ 底質の移動による悪影響(破壊・埋没) → 耐性種・破片サイズを選択
- ④ 低照度・再懸濁粒子による被覆 → 耐性種を選択

**●砂礫泥底での移植に際して考慮したい対応**

- ① 固着基盤設置: 自然岩塊やコンクリート構造物、金属構造物の設置  
 島のラグーン砂礫泥底における石灰岩設置・大面積に移植
- ② 耐性種: 枝状ミレボラ類・トゲミドリイシ類・洗瓶ブラシ型ミドリイシ類・ハマサンゴ類
- ③ 破壊・埋没・流失回避: 強固群集の移植片利用・大サイズの移植片利用・支柱やアンカー使用
- ④ 耐性種を選択: ②に同じ



3

**●移植場所の選定と移植後の管理と存続保全**

- ・移植の目的設定: 何のために、何を目標としての活動か
- ・移植場所の選定
  - ・アクセスが容易、攪乱危険少、他の視点からの選定基準(利活用など)
  - ・底質の安定性 (海草も場は砂礫でも底質がより安定)
- ・流失・移動・埋没などに注意したモニタリング
- ・湾内泥底、イノー、海草も場など、環境別のモニタリングの工夫

**●まとめ**

- ・岩礁域における移植と同様に、砂礫泥底におけるサンゴの移植に関しても、その環境に成立している特徴的なサンゴ群集の成り立ちを把握・理解し、群集の成立・存続・拡大のあり方と環境の制限要因に対する対応に依って行うことが有効。
- ・自然石やコンクリート、あるいは鉄筋構造物など、自然の砂礫泥底に欠如している基盤を設置して行う移植は、別次元の取り組みとしての意義がある。
- ・困難と思われることへの取り組み

4

## 砂礫泥底に広がる「サンゴの森」の維持・再生に向けて —有性生殖を利用した持続的増殖の試み—

鈴木 豪

(独) 水産総合研究センター 西海区水産研究所

### 【砂礫泥底のサンゴ群集とは】

砂礫泥底は、一見複雑な場所を表す言葉にみえる。しかし、物理的な側面からみると、ようするに「波あたりの弱い」場所である。この「波あたりの弱い場所」には、砂地が広がる礁湖、サンゴ礫が積もった礁地、泥がたまった湾奥の深場など様々なサンゴの生息場が形成される。これに対して、波あたりの強い場所は、むきだしの岩盤で、いわゆる「サンゴ礁」(＝テーブル状サンゴが折り重なるように群生)が成立している。琉球列島のような島嶼域では、島々の周囲は、波あたりの強い場所に囲まれているため、このような印象が強い。しかし、実際には様々な「波あたりの弱い場所」が存在し、多種多様かつ非常に特異的なサンゴ群集が海中景観を作り出している。代表的なものを挙げると、水深によって、浅いところには、枝状のミドリイシが優占する群集、深いところには、リュウキュウキッカサンゴ等の葉状サンゴが優占する群集が多くみられる。

### 【壊れやすく回復しにくい?】

砂礫泥底のサンゴ群集の特徴として、これまでの研究から、幼生の加入が少ないことが分かってきた。多くのサンゴは、卵と精子を海中に放出し、受精卵から発生した幼生が一定期間(大多数は1週間前後)浮遊した後、海底に着生する。波あたりの強い場所では、幼生が着生できる岩盤が豊富にあり、次々と小さいサンゴが育つことで、台風や部分的な白化現象でサンゴがダメージを受けても、数年以内に再生することが多い。しかし、砂礫泥底のサンゴ群集は、幼生があまり来ない上に、着生できる岩盤が少なく、まばらに存在する岩や死んだサンゴにまれに着生したものが大きく育つのを待つ必要があるため、その再生スピードは非常に遅い。また、元々は、台風等の物理的影響が少なく、長期間変化の少ない場所に適応した群集だと考えられるが、近年は、オニヒトデの大発生や白化現象が起こりやすい場所にもなっており、ダメージを受けやすいことが疑われる。

### 【現地で完結するサンゴ種苗生産】

サンゴ群集に限らず野生生物を再生・保全するには、環境負荷を減らして自然の再生を待つことが重要であるが、特に砂礫泥底のサンゴは再生まで長い期間を要するリスクがある。サンゴ群集を積極的に回復させる方法は、①断片移植法(無性生殖を利用)、②種苗放流法(有性生殖を利用)のどちらかが採用される。それぞれ利点・欠点があるが、どちらも断片や種苗の供給源の確保が課題となる。その課題を解決する策のひとつとして、今回は「現地で完結するサンゴ種苗生産」を提案したい。

前述のとおり、砂礫泥底で優占する枝状ミドリイシの幼生加入は少ない。そこで、幼生の確保が重要となる。まず、産卵期に成熟したサンゴを集めて、得られた受精卵を幼生になるまでの数日間飼育する。現在は、海上で産卵直後に漂っている受精卵の塊を採集するか、陸上水槽で産卵させて幼生を飼育する、という方法が主流であるが、前者は目的の種(ここでは枝状ミドリイシ)を見分けることができない、後者は飼育用の海水を豊富に使える施設と人手が必要になる、という欠点がある。そこで、当研究所では、海上に飼育装置を設置して、その中で手間をかけずに産卵・受精・幼生飼育を完結する技術を開発している。

幼生が得られたら、次は岩盤に着生させて成長させなければならない。どんな種類のサンゴも砂や泥には着生できないので、砂礫泥底では人工基盤が有効になる。これまでの研究で、格子状の着生基盤を使えば、天然岩盤上よりもサンゴの生き残りが大幅に高まることが明らかになってきた。格子状の構造は、着生したばかりの小さいサンゴにとって、最も脅威となる魚類のかじり取りや砂泥の堆積を防いで、最適な光環境を提供できる。もちろん、海底全てを人工基盤で覆うことはできないので、再生の核となる群集を造成するのが主目的である。一旦、核となる群集ができれば、その周囲へは群体の成長や断片供給によって自然と広がっていくことが期待できる。また、数年後には得られる幼生も増えるので、さらなる核群集を簡単に造成できる。このような、現地で繰り返し再生を実現することで、頻発する負荷(白化やオニヒトデ)によるサンゴ群集の全滅を防ぎ、再生のスピードを早めることが最終目標となる。以上の方法は、「波あたりの弱い」砂礫泥底のサンゴに適している。海上の幼生飼育装置や人工基盤は、「波あたりの強い」礁斜面などには設置できないからである。環境の物理的特性を生かして、サンゴの生態的なマイナス(幼生供給が少ない)を補う方法と言えるかもしれない。

【将来展望—水産資源の回復を目指した生態系機能の保全—】

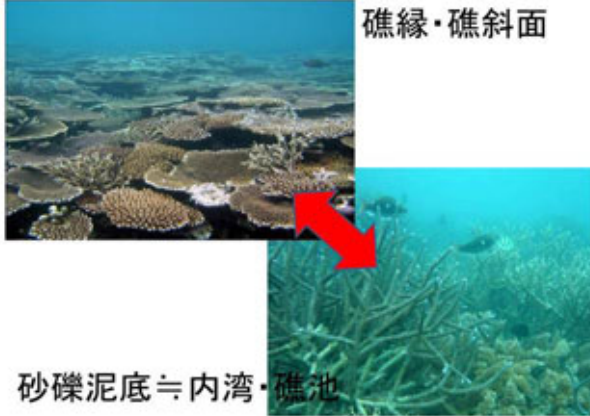
砂礫泥底のサンゴ群集には、様々な生態系機能があるが、当研究所では特に水産資源の保護・増殖という観点で研究を進めている。「現地で完結する種苗生産」技術によって、再生の核となるサンゴ群集を造成する場合も、やみくもに面積を稼ぐのではなく、基盤の配置を工夫することで戦略的に回復させることが可能である。例えば、枝状サンゴは水産資源として重要なハタ類やブダイ類の棲家となっているが、サンゴ群集の消滅に伴う個体群の分断が、繁殖力の低下などの悪循環を招いている可能性がある。そこで、縮小したサンゴ群集を通路状に繋ぐように回復させることで、繁殖可能な個体群を拡大させることができるかもしれない。また、水深の深い場所は白化のダメージを受けにくく、元々サンゴの避難場所になっているという報告もあるので、そういう場所に再生核を造成して、サンゴの再生力を高めることも考えられる。このように、単純にサンゴの生息面積を増やす発想ではなく、機能的に価値の高い場所を地域ごとに選定していくことが、今後は重要となる。

砂礫泥底に広がる「サンゴの森」の維持・再生に向けて  
—有性生殖を利用した持続的増殖の試み—

(独)水産総合研究センター西海区水産研究所  
鈴木 豪

1


礁縁・礁斜面



砂礫泥底⇔内湾・礁池

2

砂礫泥底のサンゴ群集



水深5m以浅  
枝状ミドリイシ:短め

水深10~20m  
ブラン状ミドリイシ

主に水深に応じて、様々な群集が成立

水深5~10m  
枝状ミドリイシ:長め


水深20~30m  
ミドリイシ少ない  
リュウキュウキッカサンゴなど

3

砂礫泥底のサンゴ群集へのダメージ

- ・ オニヒトデ
- ・ 白化現象
- ・ 透明度の低下
- ・ 富栄養化

⇒オニヒトデの増加につながっている?



4

## 回復過程

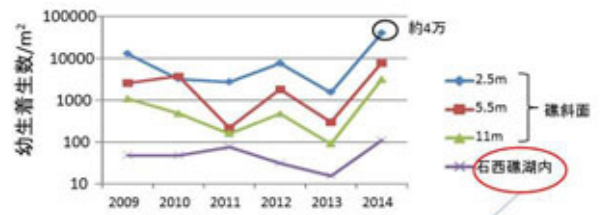
- 浅いところは早い？
- 深いところは遅い？



枝状サンゴは、基本的に断片化によって殖えるため、浅い場所のほうが、台風などで破片化しやすいと予想される

5

## 回復の遅れ=幼生加入不足？



礁斜面上部と石西礁湖内では、  
幼生加入量が約100分の1程度で、非常に少ない

6

## 積極的な回復策

断片移植・稚サンゴ種苗移植

➡ いずれも移植種苗の安定的な供給が課題



『現地で完結するサンゴ種苗生産』

7

## 技術開発のコンセプト

人工的に大量の幼生を供給することは可能か？

産卵の核となる群集造成

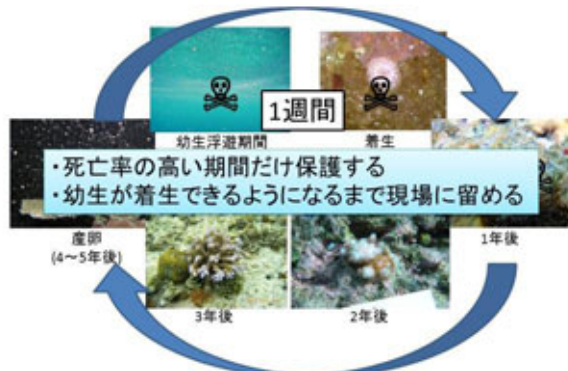
+

幼生を着生まで周辺に留める

= 礁池内や内湾域における幼生供給を高める

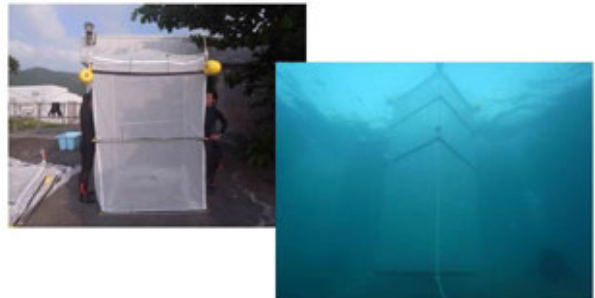
8

## ミドリイシ属サンゴの生活史



9

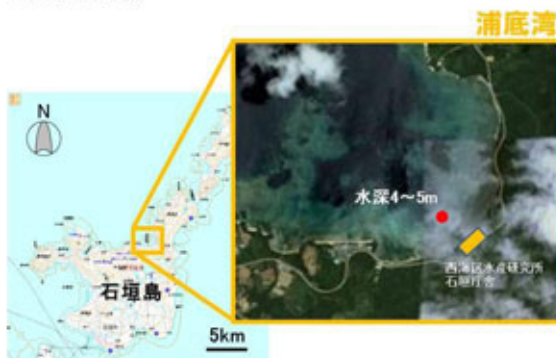
## 海上サンゴ幼生収集装置



利点: 野外で産卵から着生までを完結させるため、陸上の設備が必要なく、どこでもできる

10

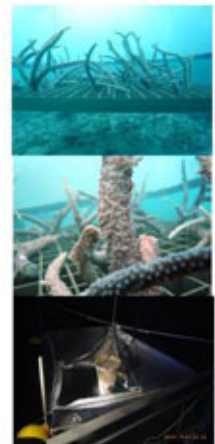
## ○実験海域



11

## 実験手順

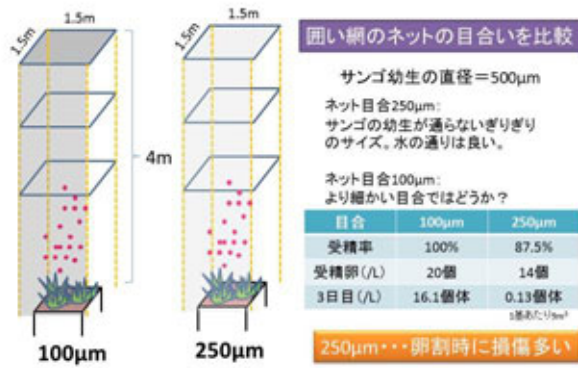
- ①ミドリイシ属サンゴの成熟群体(主にウスエダミドリイシかヤングミドリイシを使用)を採集
- ②かけ流し水槽内で数日馴致
- ③過酸化水素を用いた産卵誘発(止水、2mmolで2時間暴露)⇒翌日の夜に産卵
- ④2時間の暴露直後にバケツに入れてボートで運び、装置の下に移動
- ⑤翌日の19:00~20:00で産卵確認。23:00に1回目サンプリング(受精率確認)
- ⑥以降、毎朝1回サンプリング(幼生数推定)



12

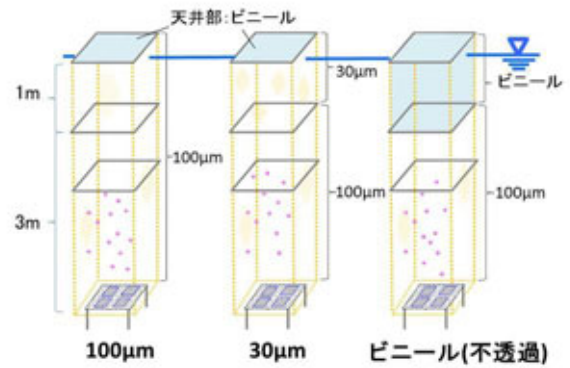


## 囲い網の検討①予備実験



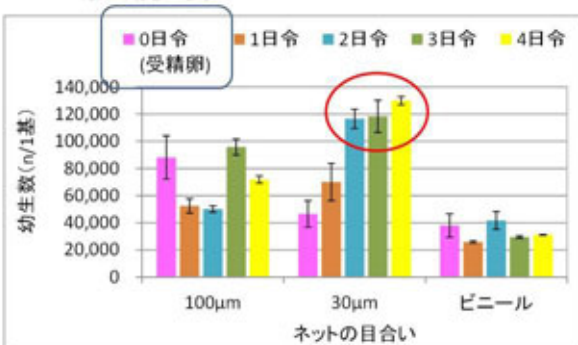
13

## 囲い網の検討②最適目合サイズ



14

正確に測定できなかった



元々の産卵数には大きな差はなかったのですが、目合いが小さいほど(30µm)、幼生の生残が良かったと考えられる。

15

## 最大飼育可能密度は？



16

## 次のステップへ

- 海上で幼生を大量に確保することは可能
- 幼生を着生させて、生き残らせることは可能か？

⇒基盤の乏しい砂礫泥底では、着生基盤が必要

これまで、人工的に着生させたサンゴ幼体は、天然海域ではほとんど生き残らないと言われてきた。

なぜか？

17

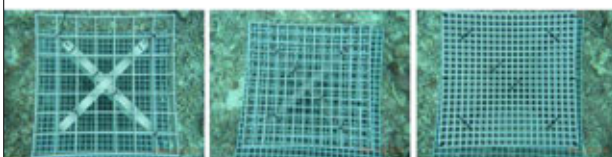
## 幼生放流の失敗例



単にコンクリート礁に放流するだけでは、ほとんど生き残らなかった。

18

## 初期減耗の原因究明 (格子状基盤を使った幼生放流試験)



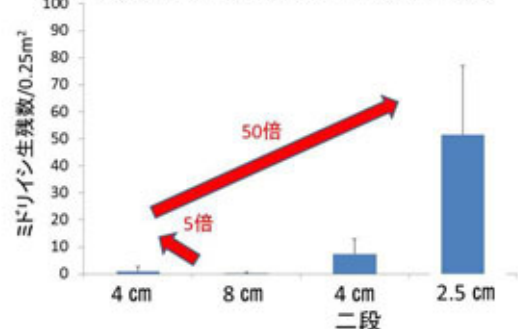
8 cm 角格子 7×7マス (着生表面積0.64m<sup>2</sup>)  
4 cm 角格子 13×13マス (着生表面積1.08m<sup>2</sup>)  
2.5 cm 角格子 21×21マス (着生表面積2.2m<sup>2</sup>)

基盤は、株式会社ダイクレと共同開発

人工採集したミドリイシサンゴの幼生を着生させて、生残数を比較した

19

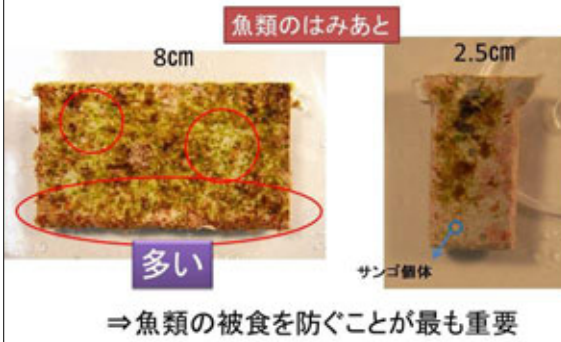
## 放流7か月後の生残比較



格子サイズが大きく影響することが明らかとなった。

20

## なぜ格子サイズによって生き残りが劇的に変わるのか？



21

## 石西礁湖のどんな水深でも生き残る？ (光に注目した比較実験)

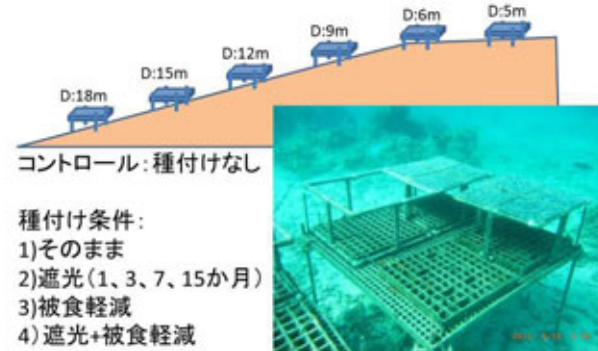


人工採卵したミドリイシサンゴの幼生を着生させて、  
生残率を比較してみる

22

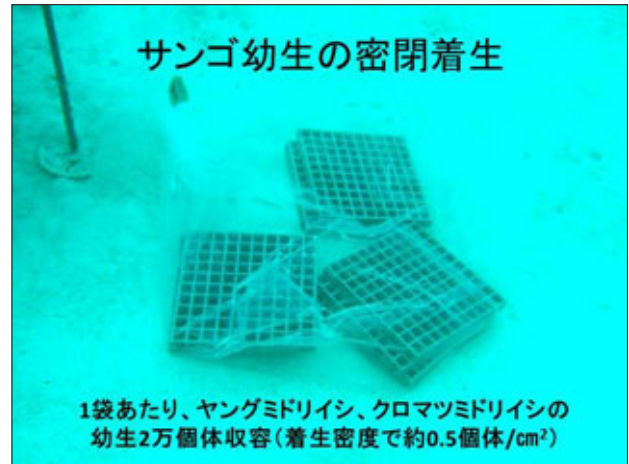
## 方法(詳細)

石西礁湖内の礁斜面上に、6水深の調査地点を設定



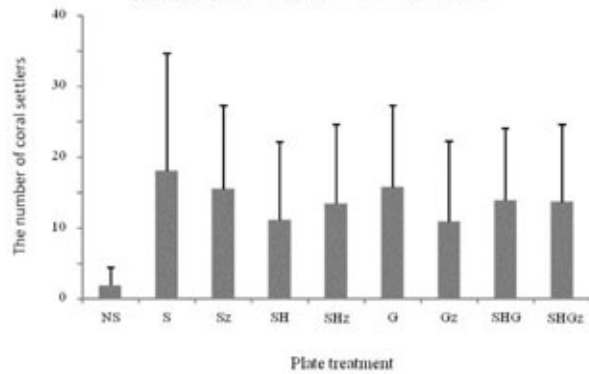
23

## サンゴ幼生の密閉着生



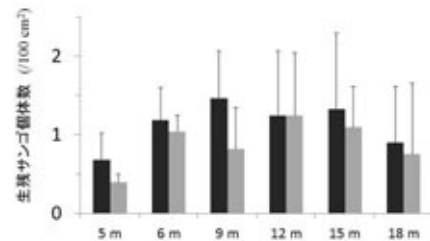
24

## 初期着生数(100cm<sup>2</sup>あたり)



25

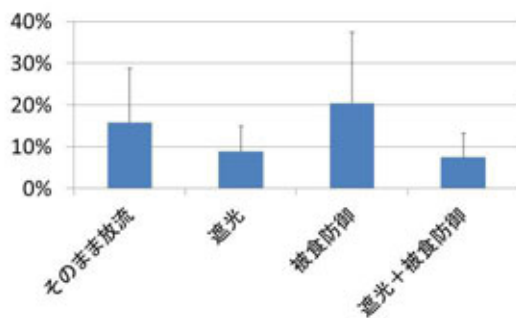
## 15か月後の生残数比較



いずれの水深でも、1個体/100cm<sup>2</sup>程度は生き残った  
(生残率は10%程度)

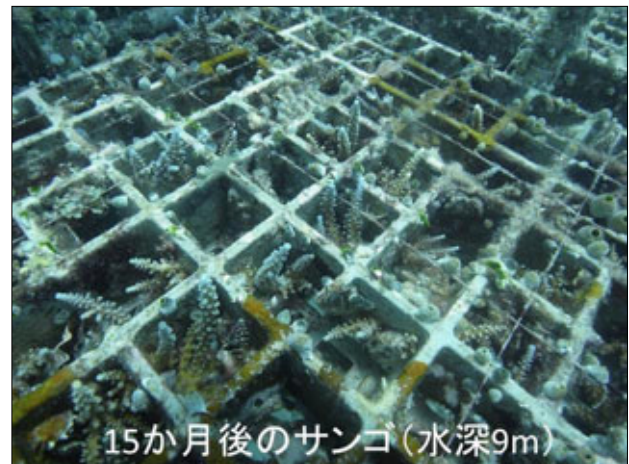
26

## 15か月後の生残率比較(条件別)



遮光すると、生き残りが悪くなる

27



28



29

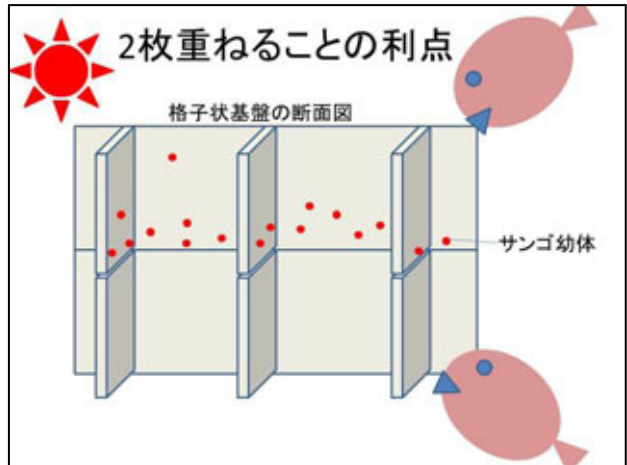
なぜ上手くいったのか？

30

### 格子状基盤の特性

- 被食軽減効果  
⇒同じく初期減耗の主要因である「**魚類による被食**」を軽減することができる
- 垂直面の確保  
⇒サンゴ初期減耗の主要因である「**砂泥の堆積**」を避けることができる
- ⇒上記の魚類の被食や砂泥の堆積を防ぎながら、暗すぎず明るすぎない「**好適な光環境**」を提供できる

31



32

### 成育が遅い例(浦底湾・水深3m・流れ有)

2010年幼生着生→4年後

33

### 石西礁湖の環境は？

- サンゴが長期間回復しない場所  
⇒環境が悪い？  
⇒着生したサンゴが生き残らない？

そこで、人為的に着生させたサンゴ幼体の生き残りを石西礁湖内の複数地点で比較してみる。

34

### サンゴの着生後の生残について

産卵 (4~5年後)

幼生浮遊期間

着生

1年後

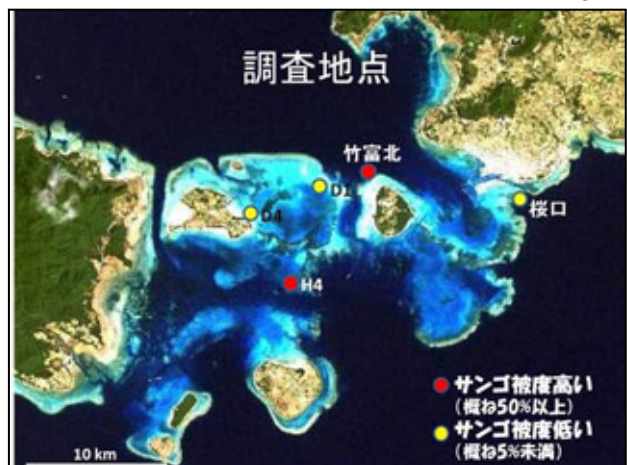
2年後

3年後

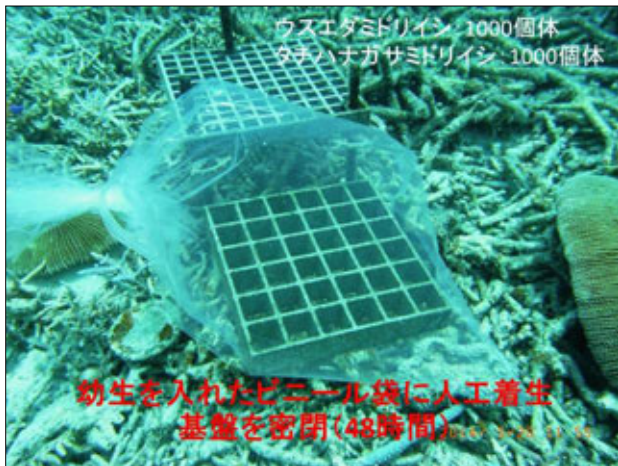
小さいので調査が困難

石西礁湖でサンゴが少ない場所は、着生した直後のサンゴは生き残らない？

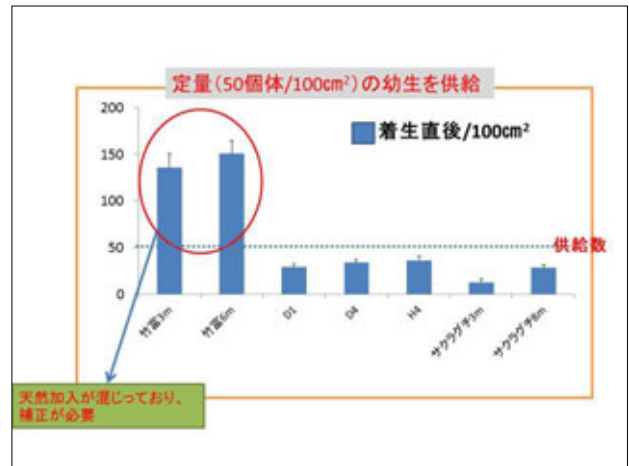
35



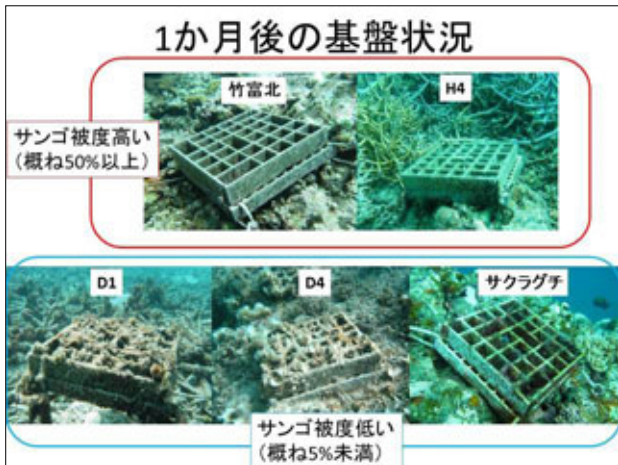
36



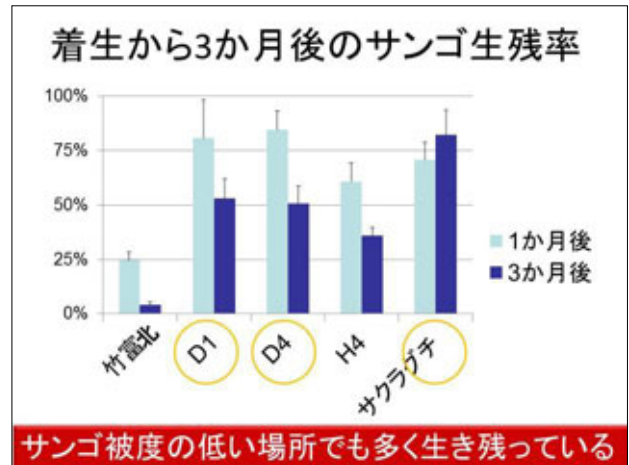
37



38



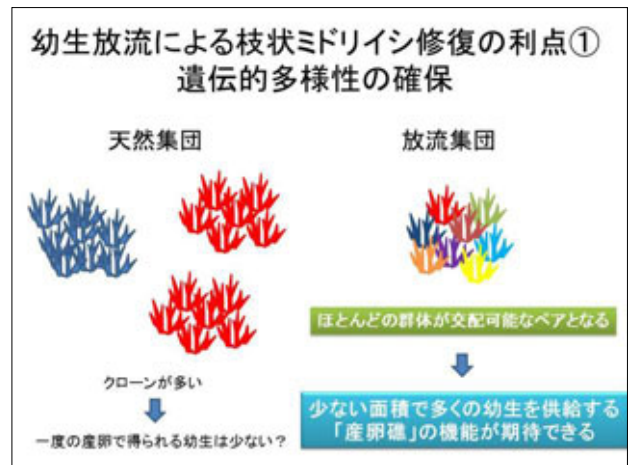
39



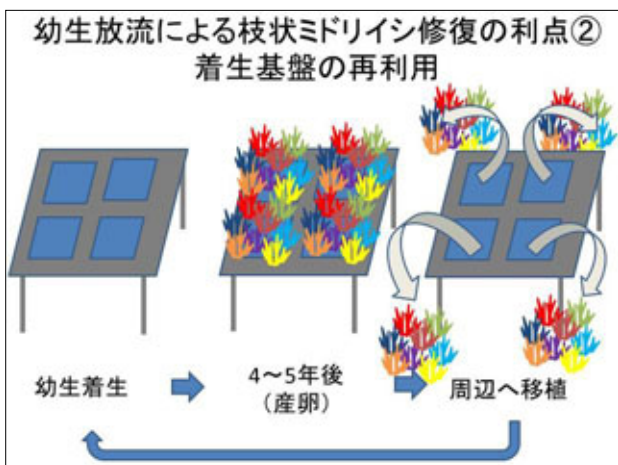
40

幼生放流による枝状ミドリイシ修復の利点

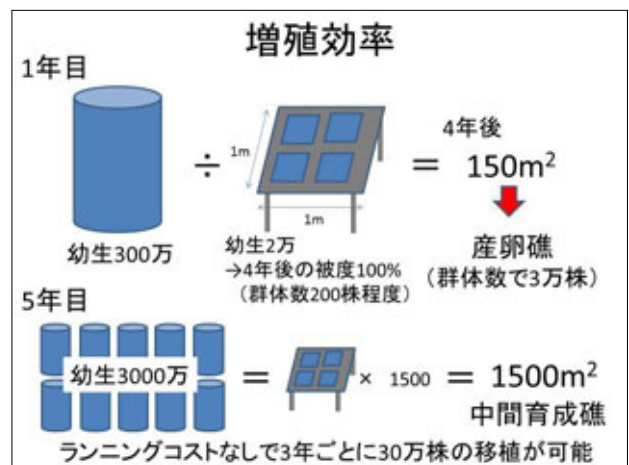
41



42



43



44

## 種の多様性の問題

ミドリイシは枝状種に絞っても50種以上報告されている。

全部、殖やすのは大変な労力が必要

しかし、沖縄の砂礫泥底に生息する**主要種**に限れば、

8種程度

- *A. muricata*
- *A. intermedia*
- *A. grandis*
- *A. yongei*
- *A. pruchra*
- *A. longicyathus*
- *A. echinata*
- *A. subglabra*

45

## 幼生の導入は拠点作り

砂礫泥底のすべてに人工基盤を敷設するのは不可能

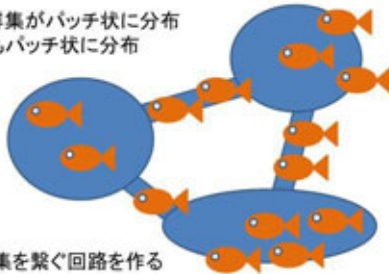
「種苗生産拠点」を効果的に配置する

どうすれば良いか？

46

## 砂礫泥底の水産資源の増殖を狙う (稚魚の保育場としての機能等)

サンゴ群集がパッチ状に分布  
= 魚類もパッチ状に分布



各群集を繋ぐ回路を作る

魚類の集合産卵を促し、再生産を高めることが可能？

47

## 人工的な避難場所(リフュージア)を提供

- 水深帯
- 潮の流れ



白化やオニヒトデによる絶滅リスクの低い場所  
を選定

48

## 今後の課題

- 基盤の改良  
現時点の基盤の材質や構造はあくまで成功の可能性を示した1例であって、これで完成型ではない。
- モデルケースの設定  
地形や群集タイプによって、最適なデザインを提示する。
- 技術の普及  
幼生収集や着生方法などを運用できる人材の育成

49

## 謝辞

- 本研究の一部は、水産庁の「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証事業」で実施されました。  
共同研究: (株)エコー、(一社)水産土木建設技術センター
- 本研究の一部は、環境総合推進費課題「島嶼-サンゴ礁-外洋統合ネットワーク系動態解明に基づく石西礁湖自然再生への貢献」で実施されました。
- 本研究の一部は、(株)ダイクレとの共同研究で実施されました。

50

## 砂礫底におけるサンゴの再生 —石西礁湖の事例—

藤原 秀一

いであ(株)沖縄支社

### 背景：

西表石垣国立公園石西礁湖のサンゴ群集は、1998年以降の白化、オニヒトデの食害、台風被害等の攪乱を受け、大きく衰退した。そのため、環境省は、稚サンゴの加入が乏しく回復が進まないサンゴ礁を対象に、サンゴ群集の修復を行って、海中景観の復元、幼生供給源の拡大、多くの生物群集のすみかの創出等に資するサンゴ礁再生事業を行うこととし、2005年度以降、セラミック製着床具を用いて、岩礁底へのサンゴ移植を進め、成果をあげてきた。しかし、石西礁湖には砂礫底も広く分布するため、砂礫底への移植対策も検討する必要があった。



図1 着床具補助具

### 方法と結果：

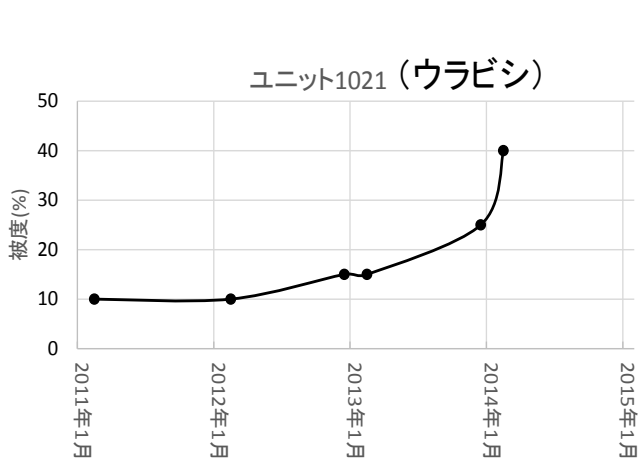
着床具は、岩礁底へのサンゴ移植を目的に開発されたものであるため、砂礫底への移植はそのままでは、困難である。そこで、砂礫底移植に適応した着床具の補助具の開発を行った。この補助具は長さ130mm、最大径25mmのセラミック製で、上部に着床具の脚を挿入固着し、砂礫底の礫の間に差し込むことにより移植することを目的としたものである（図1）。波浪耐性試験の結果、台風時の波浪にも耐性を示したので、着床具と補助具を組み合わせたサンゴ移植種苗を用いて、砂礫底のサンゴ再生にも取り組む事となった。海潮流の調査結果から幼生の供給源として重要と評価された黒島周辺が再生海域とされたため、黒島北側に位置するウラビシ礁西側（図2）の砂礫堆積底を移植場所として選定し、2006年度から、補助具を用いた移植、及び移植後のモニタリングを開始した。



図2 移植場所位置図(赤丸)

基調講演 ②

当初設定した黒島に近い移植場所では、低水温期、ウスユキウチワ等の繁茂が著しく、移植サンゴに影響を与えたため、移植場所をやや北方の砂礫堆積底に移した。この場所は、水深約2m、枝状のサンゴ骨格が堆積し、広いマウンドを形成している。骨格同士は藻類の接着作用により、固着され、比較的安定的に固定されている。ここに、2m×15mの移植ユニットを複数設定し、1㎡に10本ずつ、1ユニットに300本を毎年冬季に移植した。移植種苗は、主に石西礁湖北部礁縁で着床具に着床したサンゴで、約1.8年間海底で育成後、長径2-3cmに成長したものである。種苗の大半はミドリイシ属で、ハナガサミドリイシ等、コリンボース状のものが主である。移植ユニットにおける移植時のサンゴ被度は全て10%未満であったが、移植後は、サンゴの成長により群集として回復し、良好な場所では、移植2.3年後、サンゴ被度は約40%に達した（図3）。



コリンボース状Acropora



2011年2月(移植時)



2013年6月(2.3年後)

61

図3 砂礫堆積底の移植ユニットにおけるサンゴ被度の変化

# 砂礫底におけるサンゴの再生 —石西礁湖の事例—



藤原秀一

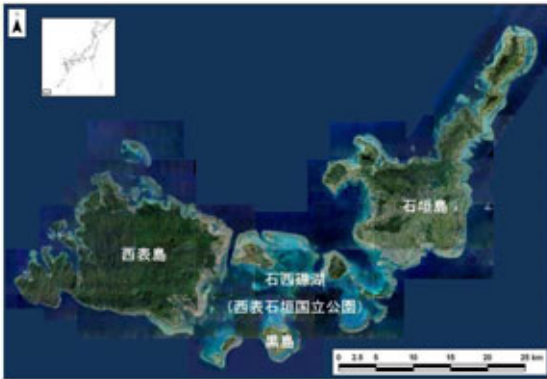
<いであ株式会社沖縄支社>

1

## 内 容

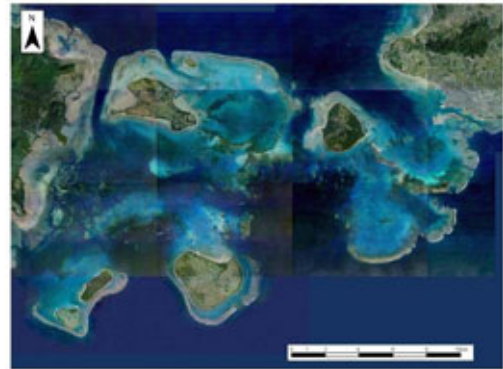
1. 移植種苗の生産
2. 岩礁底への移植
3. 移植によるサンゴ群集の復元
4. 砂礫底への移植

2



石西礁湖の位置

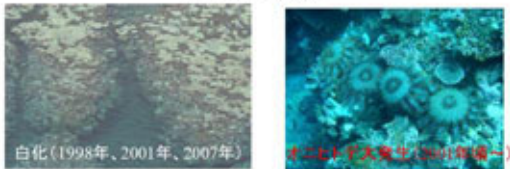
3



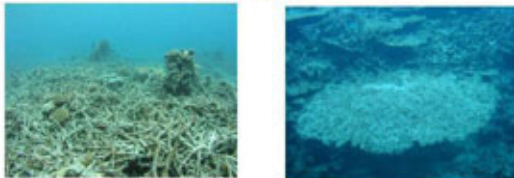
礁湖の面積の大半が砂礫底

4

### 再生の背景



### サンゴの衰退



5

### 石西礁湖再生事業

- 2002年～ 環境省自然再生調査開始
- 加入が乏しいが、幼生供給源として機能する海域を選定
- 着床具による有性生殖法で移植種苗を生産
- 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)



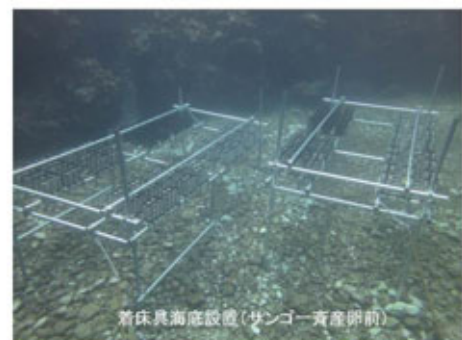
スラグ製着床具 (リユースを含む)

6



7

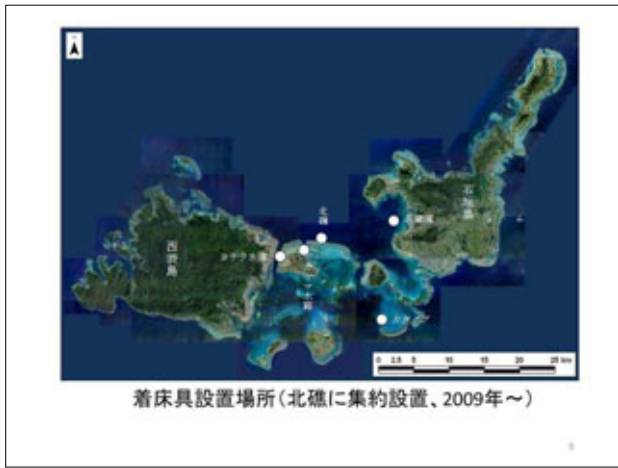
### 1. 移植種苗の生産



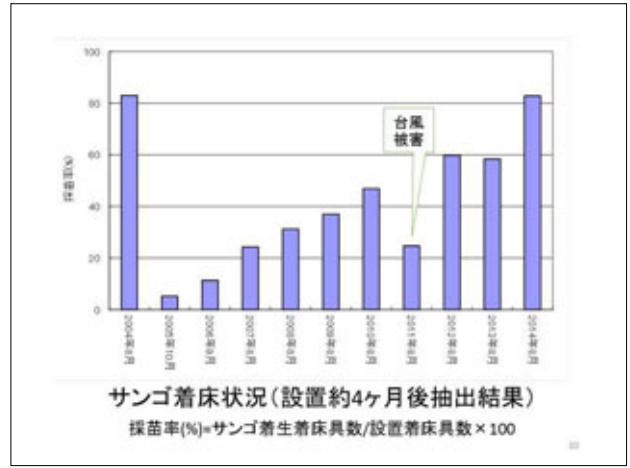
着床具海底設置(サンゴ産卵前)

8

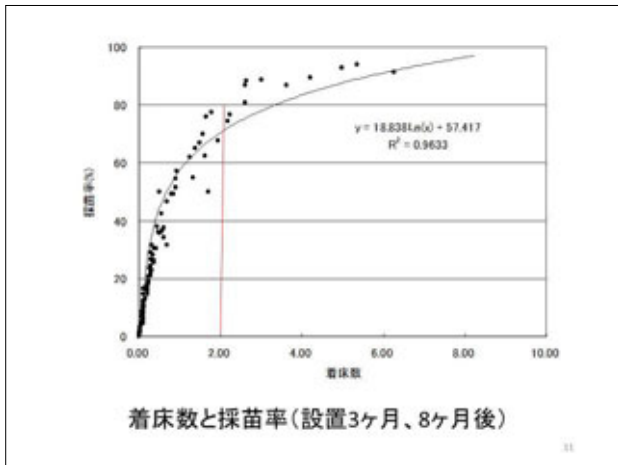




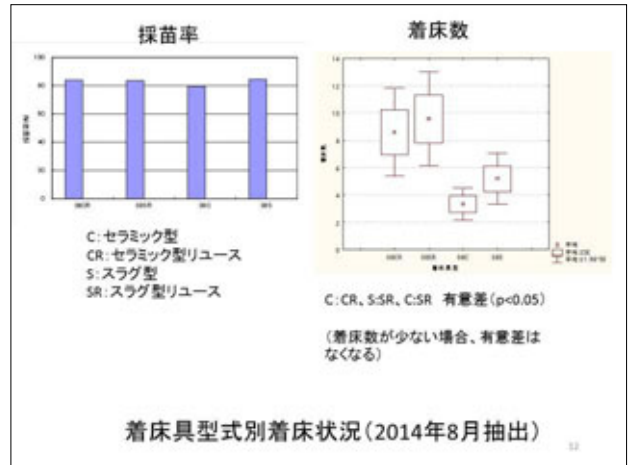
9



10



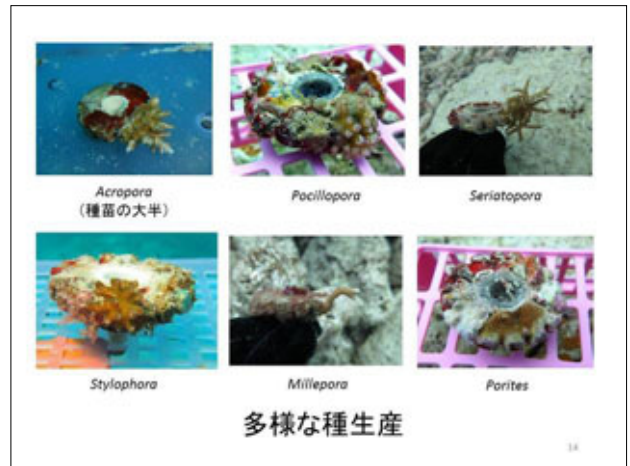
11



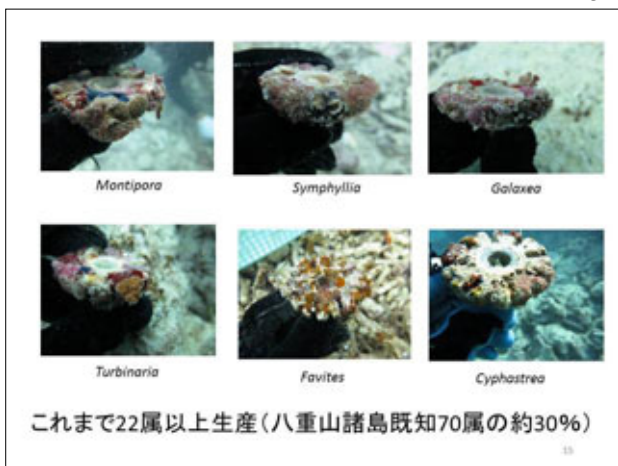
12



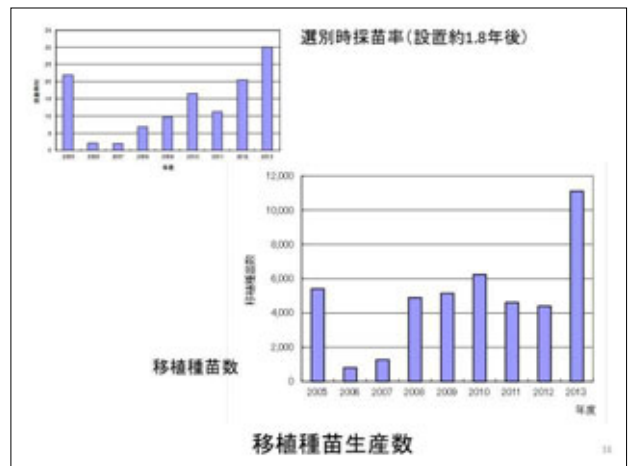
13



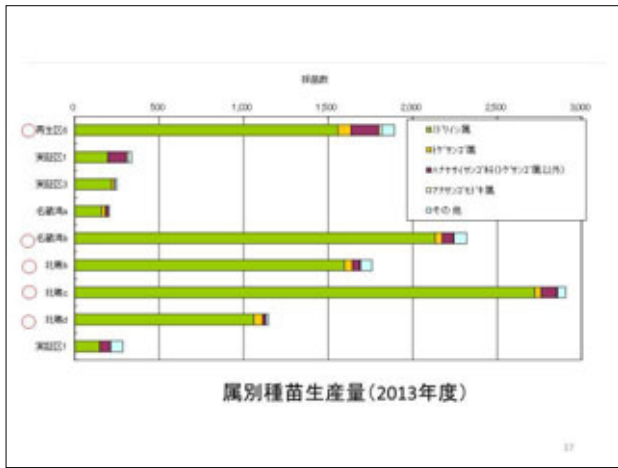
14



15

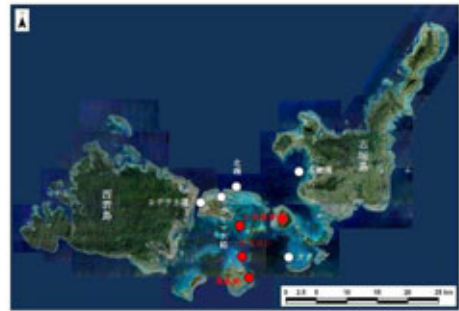


16



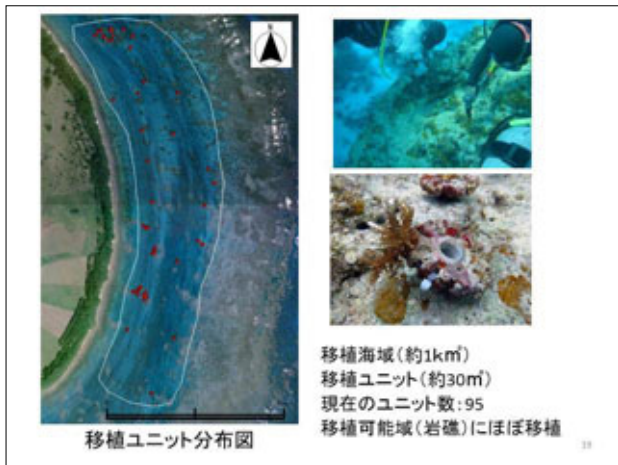
17

## 2. 岩礁底への移植



主に黒島東礁池(加入貧弱だが幼生供給源として機能)

18



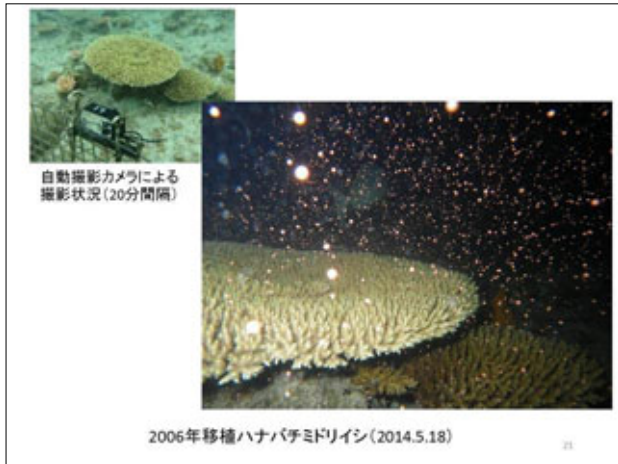
19

## 3. 移植によるサンゴ群集の復元 (1) 移植サンゴの産卵

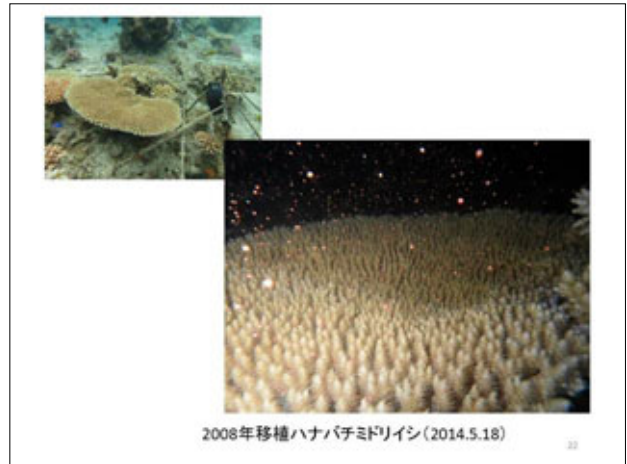


2010年(移植4年後)以降毎年確認

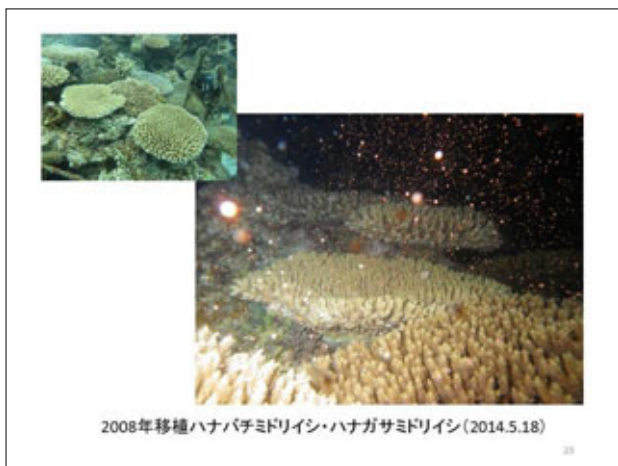
20



21



22

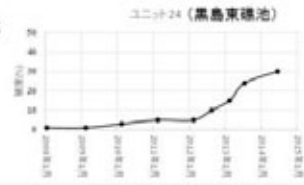


23



24

(2) サンゴ群集の復元



卓状・コリンボース状Acropora

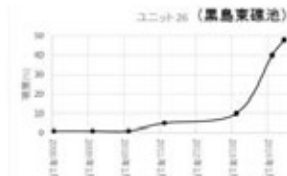


2008年1月(移植時)



2014年6月(約6.5年後)

25



卓状・コリンボース状Acropora

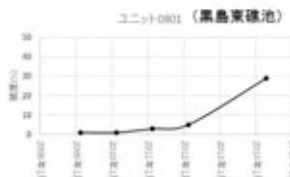


2008年1月(移植時)



2014年6月(約6.5年後)

26



卓状・コリンボース状Acropora

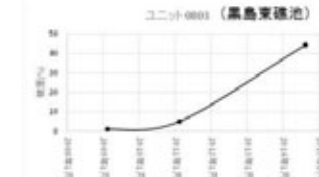


2009年2月(移植時)



2014年4月(約5.1年後)

27



枝状・卓状・コリンボース状Acropora

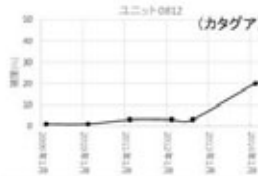


2009年2月(移植時)



2014年8月(5.5年後)

28



卓状・コリンボース状Acropora



2009年2月(移植時)



2014年8月(5.5年後)

29

ユニット0812-2(カタグア)

卓状・コリンボース状Acropora



2011年2月(移植時)



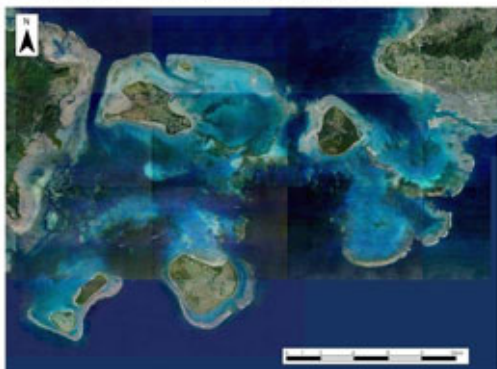
2014年8月(3.5年後)

被度: 5%未満

被度: 20%

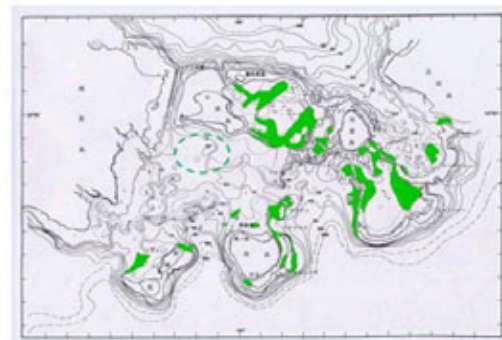
30

4. 砂礫底への移植(規模拡大)



岩礁域での成果→砂礫域(石西礁湖の大半を占める)へ拡大

31



1980年頃の礁湖 高被度サンゴ群集分布

(環境庁・国立公園協会 1981から作成)

32

(1) 着床具補助具による移植



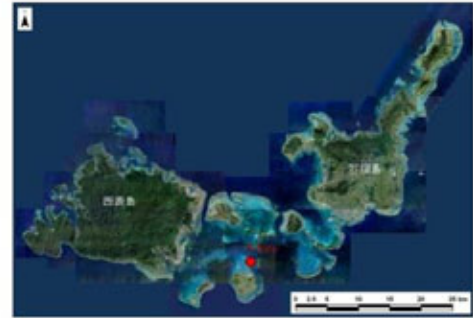
2005年開発



2006年開発

33

33



移植地点位置(砂礫堆積マウンドへの移植)

34

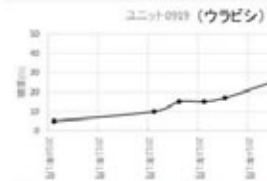
34



着床具補助具使用による移植

35

35



2010年1月(移植時)

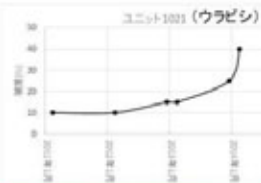


2014年8月(約4.5年後)

枝状・コリンボース状Acropora

36

36



2011年2月(移植時)

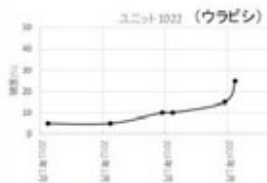


2013年6月(2.3年後)

コリンボース状Acropora

37

37



2011年2月(移植時)



2013年6月(約2.3年後)

コリンボース状Acropora

38

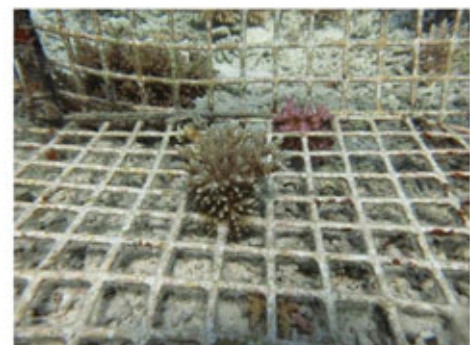
38

(2) 不安定基質の安定化



39

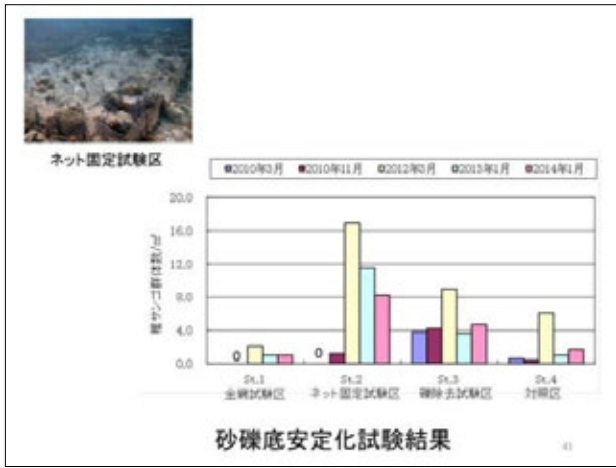
39



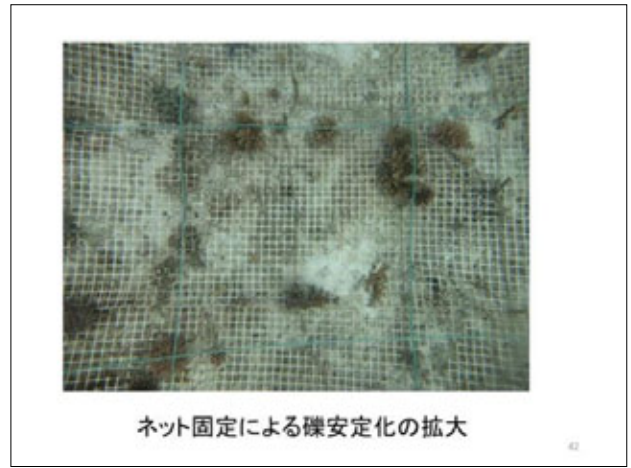
ネットによる砂礫底安定化技術

40

40



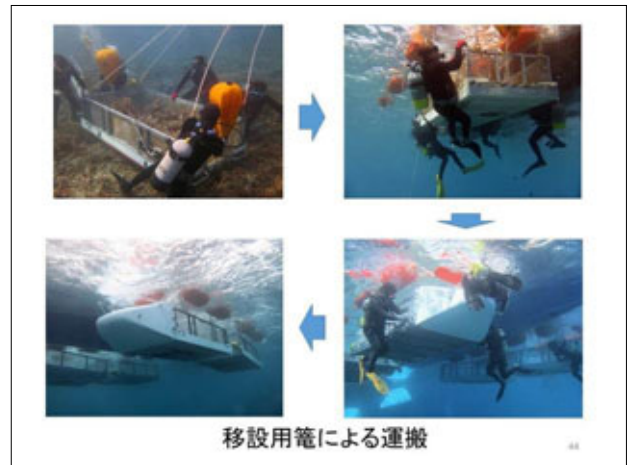
41



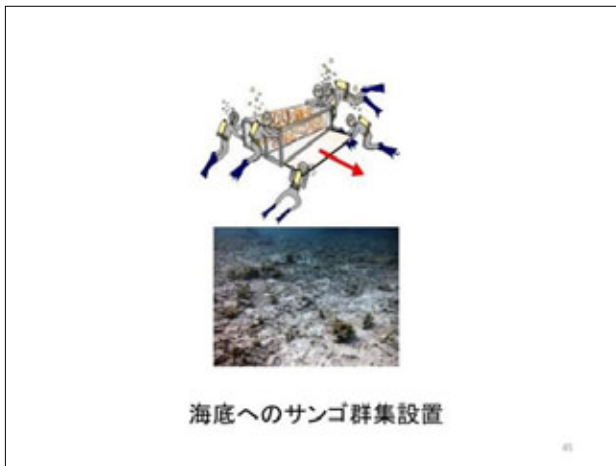
42



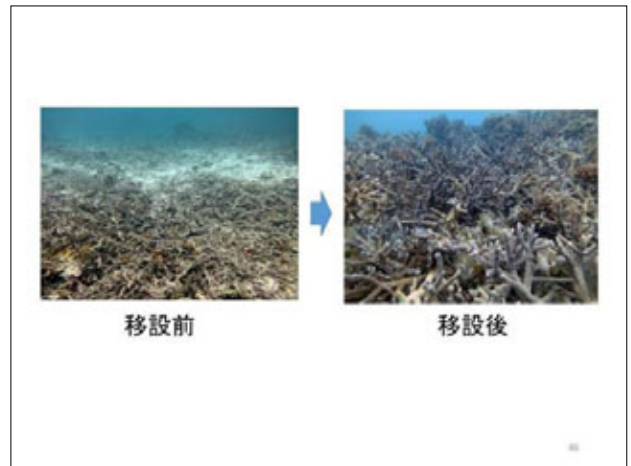
43



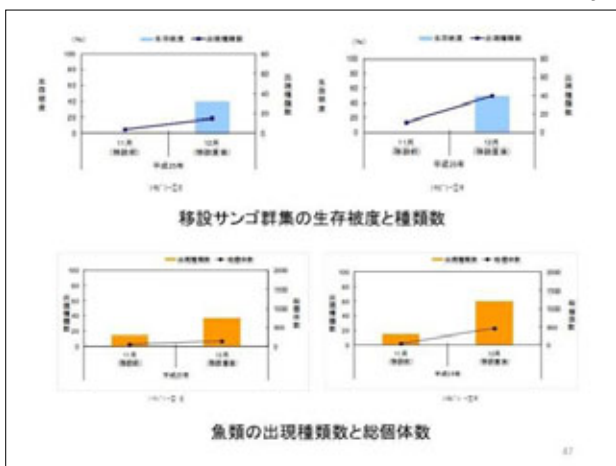
44



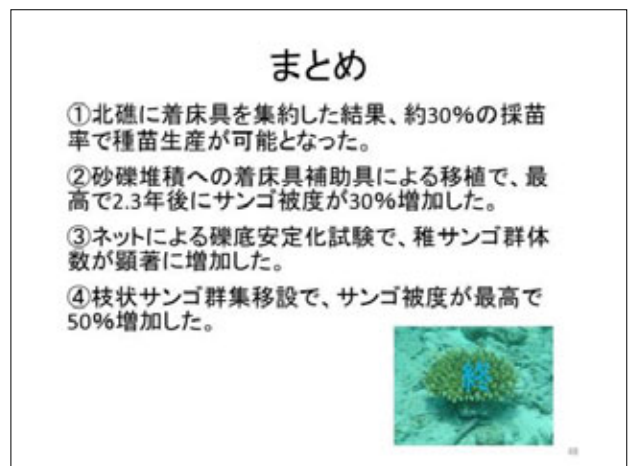
45



46



47



48

## サンゴ礁礁池におけるハビタットの多様性と群集の脆弱性について

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

1998年の大規模白化によりミドリイシ類を主にサンゴ群集の多くを消失した沖縄県本部町の瀬底島西岸の裾礁礁池であるクンリ浜（瀬底ビーチ）におけるサンゴ群集では、残存したコモンサンゴ類の群集も同様に現存量が低下したうえ、2003・2004年にはオニヒトデ・2006～2008年にはシロレイシガイダマシの食害を被り、激減するに至った。その後サンゴ食害生物による捕食は低下し、エダコモンサンゴ類は小規模な群落の回復が見られるが、ミドリイシ類のサンゴ群落の回復は見られない。1998年以前、礁池内では遮蔽的環境で見られる樹枝状種・卓状種を交えたミドリイシ群落が発達していた。同様の群落は瀬底島北側に点在する離礁群上や瀬底研究施設前面の裾礁上にも見られるが、これらの場所ではオニヒトデの食害や大規模白化後にも回復が見られた。クンリ浜では、ミドリイシ類はじめ多くのサンゴの小型群体を常に確認しており加入と成長は期間中持続していると考えられ、水質面においてもサンゴ群集の維持について懸念される所見を得ていない。

クンリ浜では、2008年と2012年に礁池全体を一辺およそ50mの格子状に区画した交点160点余りで、サンゴ等の底生生物と底質の状況を一斉に調査した。その結果、礁池内のサンゴ群落は分布域を移動させており、底質の分布もまた変化することが認められた。礁池底は基盤岩上に一様な深さに砂礫が堆積しており、基盤岩の僅かな起伏に応じて岩盤の露出部分が見られる。過去の空撮でも底質の変化は認められ、平常時にはほとんど移動しない砂が（Yamanouchi 1996）、荒天時に多量に移動することが底質の変化を生み出している。隣接する水納島の裾礁の発達史をみると、礁嶺の完成により礁池が外海から隔離されるにつれミドリイシ群落は遷移消失している（Kan and Hori 1993）。クンリ浜で見られたミドリイシ群落は、裾礁の発達によって礁池内に残存していたものが、群落全体の突然の消失により構造が劣化し、群落の維持更新の足がかりを失い再生出来ないものと考えられる。これは、森林消失に伴う「砂漠化」と同様の過程と見なすことも出来る。サンゴの群集構造が同様な景観でも、サンゴ礁の構造によってレジリアンスが異なることを示しており、底質の流動化が進みレジリアンスの低下をもたらしたものと考えられる。

サンゴ礁は地質学的には非常に短期日で変遷しており、裾礁の形成初期には僅かな岩礁を抛り所にサンゴは生息するが離礁の成長につれて群集も大きくなり、なおかつ周辺に遮蔽環境を形成し、砂礫底においても特有のサンゴ群集が形成されるように、その形成過程で多様な生息基質を生物に提供している。Kan and Hori(1993)によれば、離礁の連結により礁嶺が形成されると、岸側水面は外洋から隔離された礁池となり、礁嶺の肥厚と堆積によって礁池は狭く浅くなって行く。当然、基質を含めた生息空間も変化することで、礁池内に取り残された群集は不可逆的な遷移を起こすものと考えられる。一方、外洋に形成される礁斜面はその後維持成長する群集により、サンゴ礁も沖合に向けて成長を続ける。この場合、外洋に面した礁斜面では著しい生息環境の変化がないため、サンゴ群集の組成は変化しない。礁池内の遷移はさらに複雑な過程を経ると予想されるが、地質や海面の変動は個々のサンゴ礁の形成に多様な影響を及ぼすため、様々な遷移の段階が島嶼沿岸に現出することとなり、生物多様性が維持増進されていると考えられる。礁池では水と底質の流動性が安定することで表在底生生物であるサンゴや海草の生息が見られるが、これらの現存量と構造の複雑さが底質の安定度との間で平衡状態を保つことが重要である。さらに、これらの群集は生物・非生物的要因を問わず被る攪乱と再生を繰り返し、礁池内を緩やかに移動し、全体として遷移のある時間内において動的平衡状態を保っている。

開放的環境である礁斜面では群集が攪乱を被っても再生力（レジリアンス）が高いのに比較して、遮蔽的環境に形成される群集では高いとは言えないことが観察されている。さらに、群集遷移の最終過程にある礁池におけるレジリアンスは脆弱で、大規模な攪乱を受けた場合、流動化した底質の攪乱が常態化する「砂漠化」によって群集の再生が出来ない、不可逆的な位相変化を起こすことが推察される。

従来のサンゴ礁保全においては、現生のサンゴ群集とそれを骨格として生息する周辺の生物群集を含めたサンゴ礁群集が健全であることに主眼が置かれてきた。これらの議論は、安定な基質である岩礁上のサンゴ礁群集についてのみなされてきた。しかしながら前述のように、サンゴ礁

## 事例報告 ①

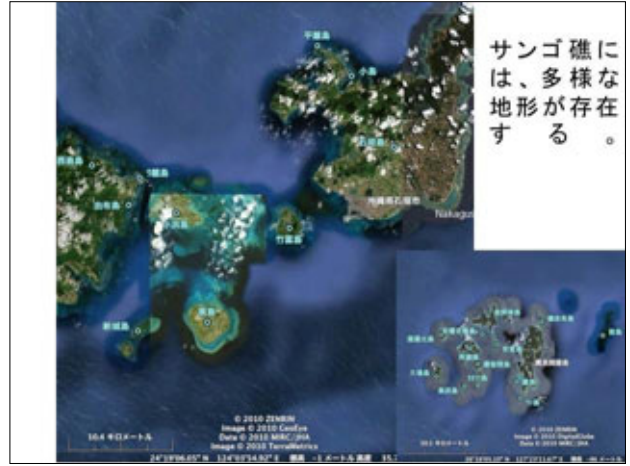
保全においては、群集構造が同様でもサンゴ礁の部位構造と底質等を加味した景観の多様性を評価することの重要性が提示された。サンゴ礁の発達に伴う礁池の隔離時期と完成した礁池の面積と深さを加味した3次元構造に注目した類型化を行い、礁池内のサンゴ群集との相関に注目することで、それぞれのレジリアンスの強度を適正に評価することが可能となり、保全の優先順位の決定や適応的対応が計画的に行えるものと期待できる。

上述のように裾礁の発達段階に応じて変化する群集の遷移過程の機序を明らかにすることで、サンゴ礁のGeo-diversityを意識したBio-diversityの保全策の必要性が提示され、景観保全の観点からも時空間的評価の重要性の再認識を促し、新たにGeo-Bio-diversityと言った概念を構築し、陸上の植生保全に匹敵する緻密な保全計画の策定が今後期待される。

# サンゴ礁池におけるハビタットの多様性と群集の脆弱性について

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)

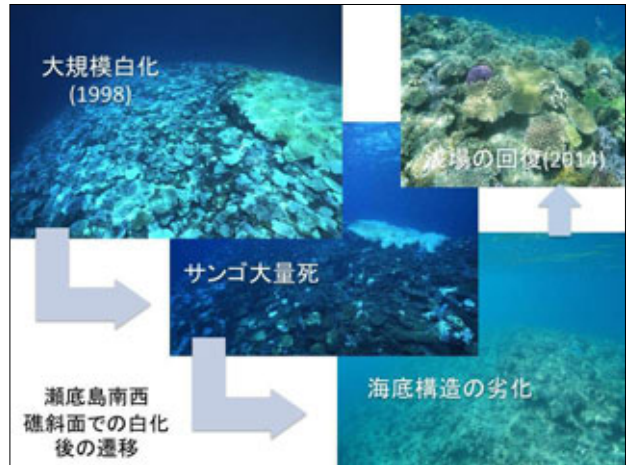
1



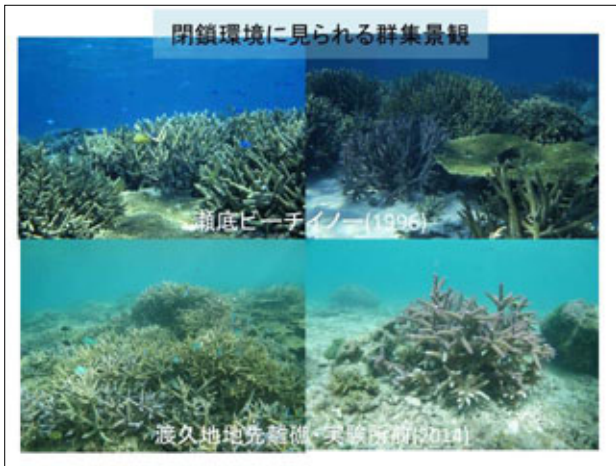
2



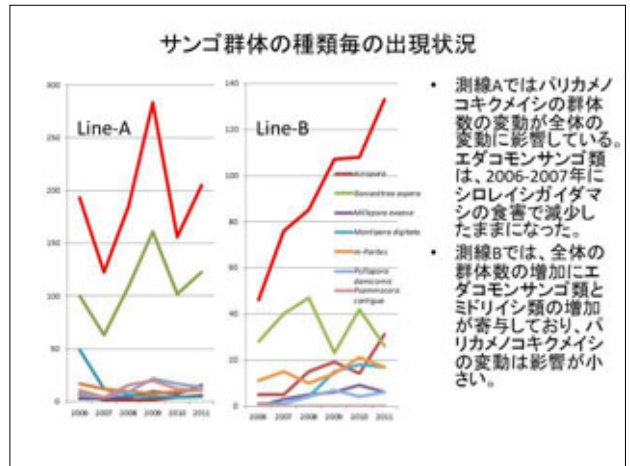
3



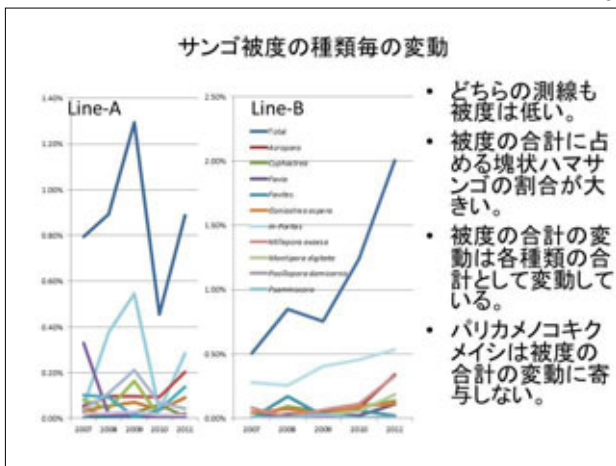
4



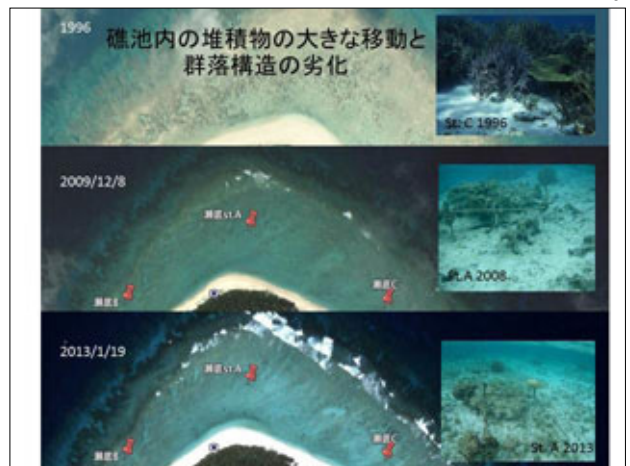
5



6

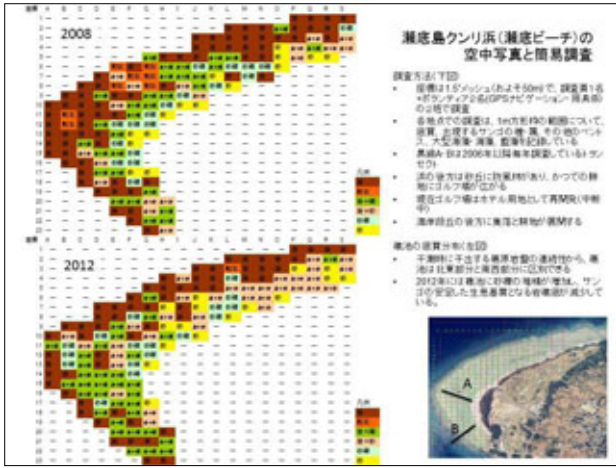


7

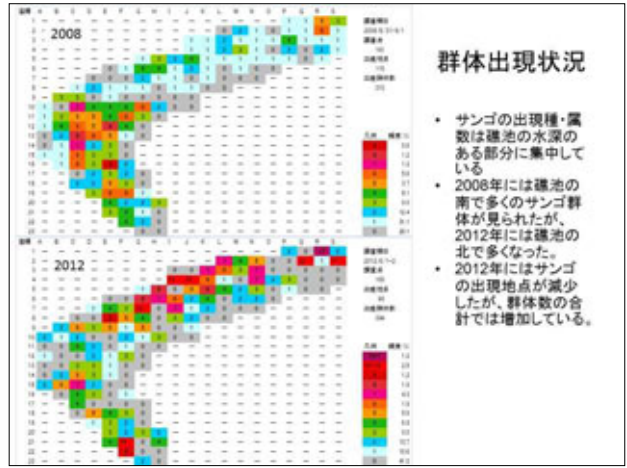


8

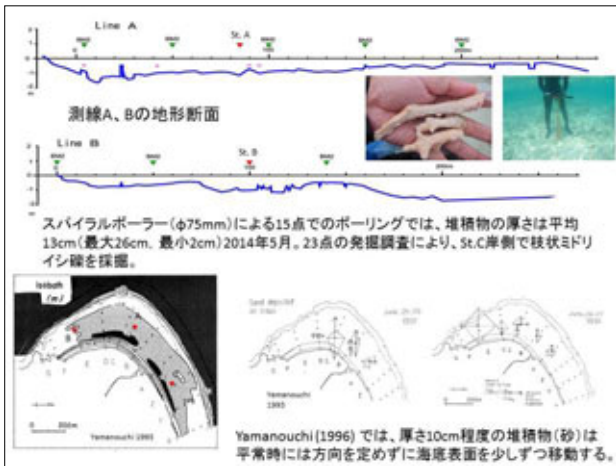




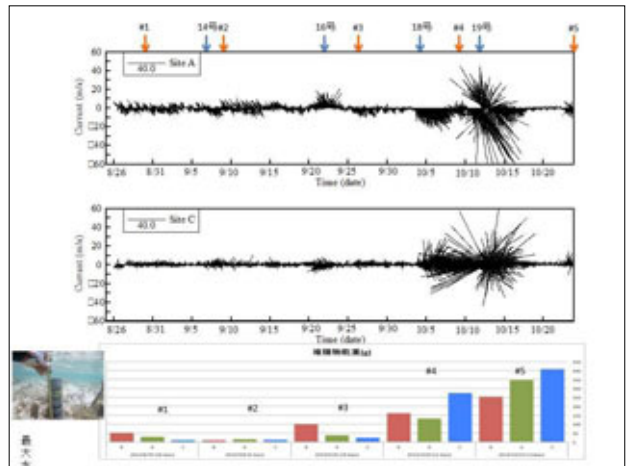
9



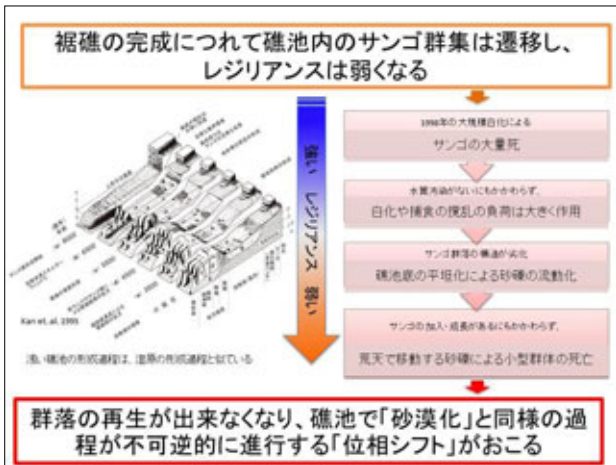
10



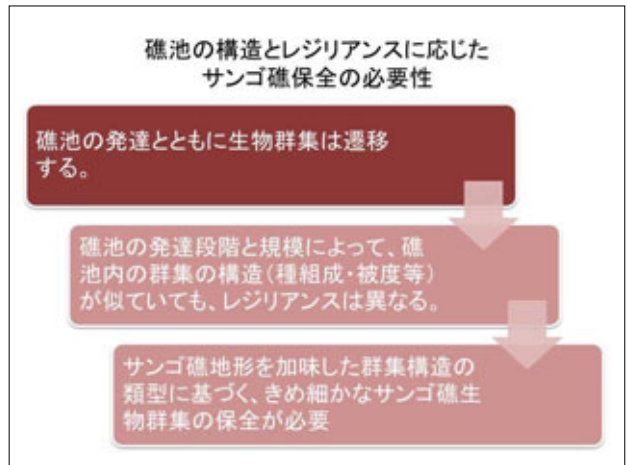
11



12



13



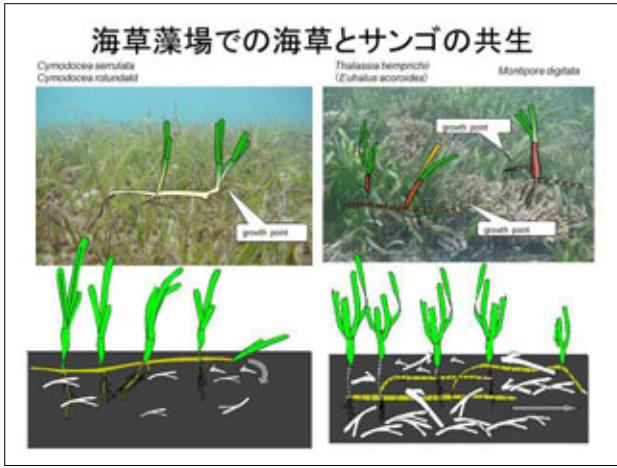
14



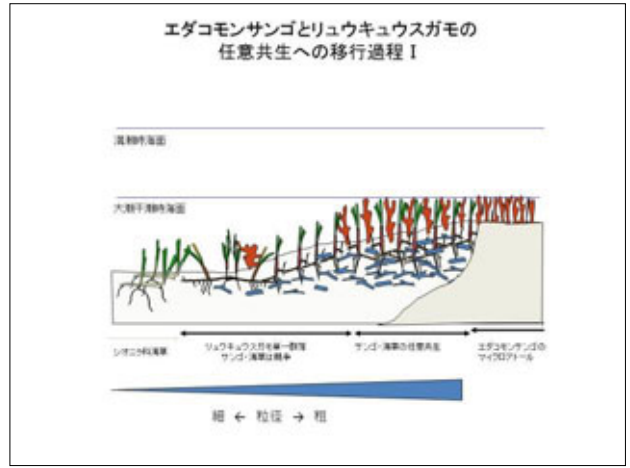
15



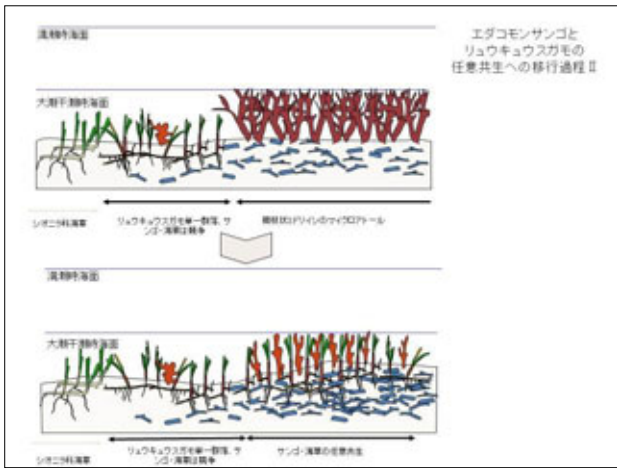
16



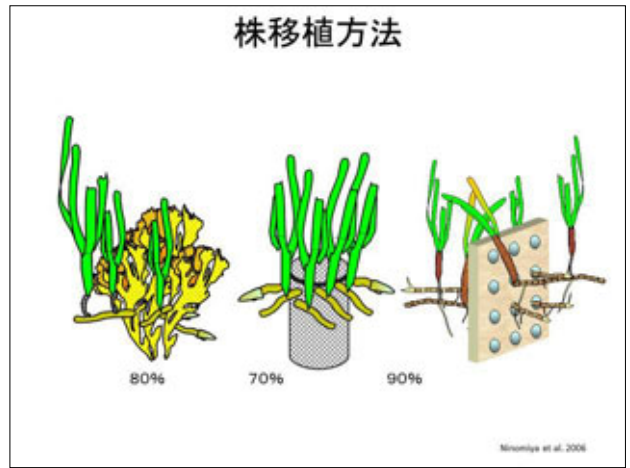
17



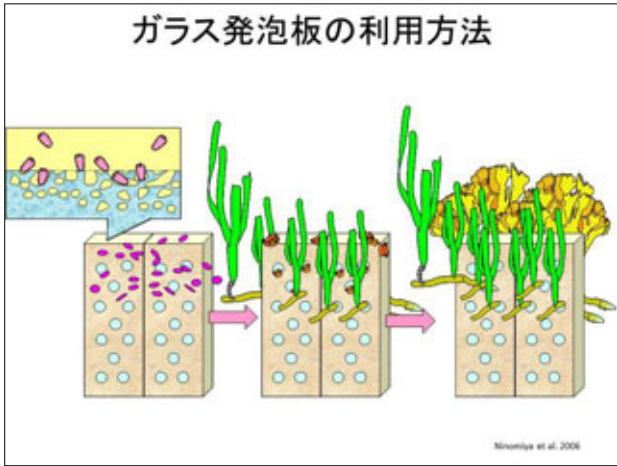
18



19



20



21

## イノーに生育する枝状コモンサンゴ群集の動態

山本 広美

(一財) 沖縄美ら島財団 総合研究センター

海洋博公園の地先にひろがるサンゴ群集は貴重な資源であり、保護あるいは管理するために、攪乱の予兆や初期の異変を確実にとらえるモニタリング調査を行っている。サンゴ礁の礁斜面と礁池において、それぞれ異なる方法でサンゴ群集の動態を把握している。今回は、礁池調査で得られた枝状コモンサンゴ群集の動態について紹介する。

礁池を特徴づけるような優占的な生物群集は、水平的なひろがりをもつ、いわゆるパッチ状の生息域としてまとまっている。生息域内での生物の増減や交代はつねに起きているが（例えば、一部のサンゴ群集が海藻群落に置き換わるなど）、大きな環境変化や攪乱に対しては生息域が拡大あるいは縮小する。サンゴ礁の保全は一定の範囲を対象とするゾーニングが基本であるため、地点単位の生物分布情報よりも生息域単位の分布に関する情報が求められることが多い。そこで、本調査では備瀬北・西区域から人工ビーチ・水族館前区域にかけてひろがる礁池を対象として、主要な生息域であるサンゴ群集と海草藻場の分布域のマップを作成し、それらの変化を追跡することとした。

備瀬北区域から備瀬西区域と人工ビーチ・水族館前にひろがる礁池内のサンゴ群落と海草群落の周囲を、ポータブルGPSを携帯したダイバーが遊泳トレースした。サンゴや海草の単一群落をトレースする際は被度がおおむね50%になるところや、海草群落のなかで優占種が変化するところを境界線とした。GPSデータは地図ソフト「カシミール3D」に取り込んで変換処理した後、GISソフト「Super Map」で空中写真上に年別・生息域別にレイヤー表示できるようにした。なお、空中写真は2003年に撮影されたオルソ化空中写真を用い、座標の測地系はWGS84で統一した。

備瀬礁池の北西側礁原ちかくにひろがる、被度50%～100%の枝状コモンサンゴの単一群落では、2006年から2009年にかけて拡大傾向であったが、2009年には北東部で多数のサンゴ群体が倒れて死滅していた。この間、白化現象やオニヒトデの大発生はなかったもので、台風（台風12号、2009年9月6日～7日最接近）による攪乱が考えられる。その後の調査でも北西側群落の一部が消滅あるいは礁池側へ後退したことが確認された。輪郭線の付近には死サンゴ礫が多量に堆積している場所がみられた。

備瀬崎のシコロサンゴ群集、人工ビーチ北側の枝状コモンサンゴ群集、水族館前の枝状コモンサンゴ群集、水族館前の藻場リュウキュウスガモ・ウミジグサ・ウミヒルモ混生帯は大きな変化はなかった。備瀬集落前の藻場は2007年から増加傾向にある。

普及啓発活動や調査研究へ貢献することを目的として、データをインターネット上で公開している。昨年度夏季に起こったサンゴの白化の様子など、Web上に掲載し結果を迅速に公開することに努めている。



1



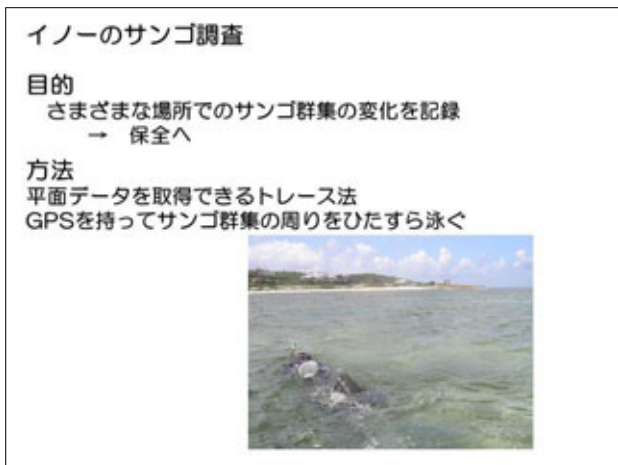
2



3



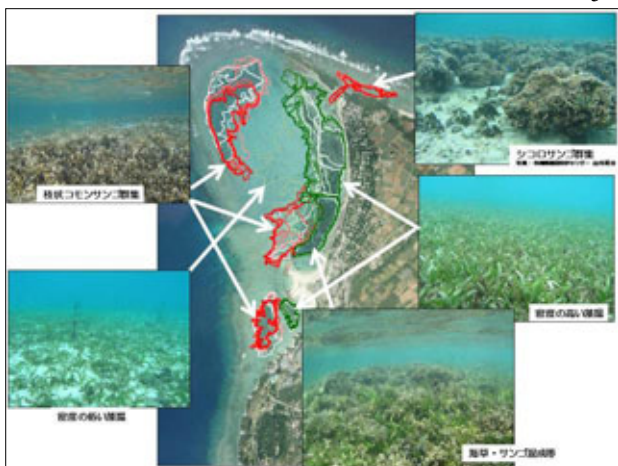
4



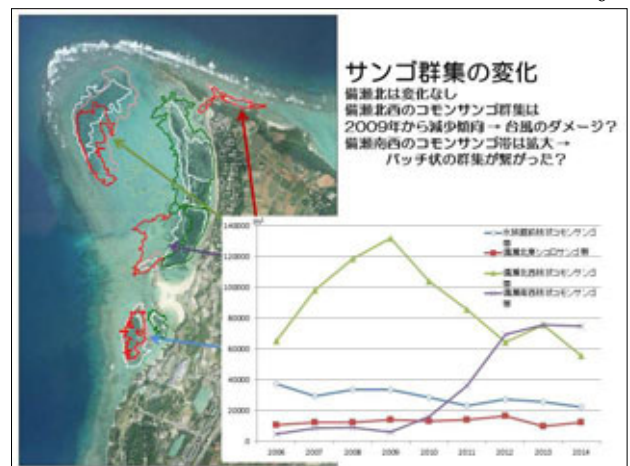
5



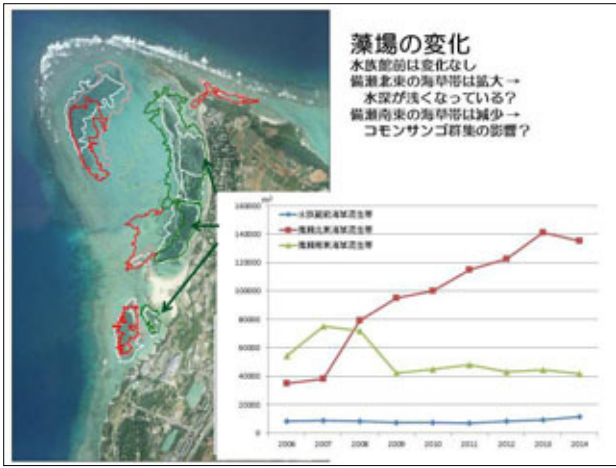
6



7



8



9



10

結果はWebで公開中  
<http://sango.okichura.jp/monitoring/>

11

### 謝辞

沖縄県環境科学センター 環境科学部 自然環境課  
 小澤 宏之 長田 智史  
 山川 英治 白木 一太郎

(有) コーラルクエスト 岡地 賢

12

## 文献にみる海外での砂礫底におけるサンゴ移植

岩瀬 晃啓

いであ株式会社沖縄支社

サンゴの移植が注目され始めたのは1980年代からで国際サンゴ礁学会のプロシーディングを調べてみても第4回（1982年）辺りから移植の話題が取り上げられ始めている（Harriott and Fisk, 1988; 大久保, 大森, 2001）。Harriott and Fisk（1988）ではそれまでのサンゴの移植についてレビューしており、サンゴの移植は攪乱によりダメージを受けたサンゴ礁の回復、人間の活動によってダメージを受けたサンゴ礁の回復のために行われているとしている。

1980年から2000年ごろまではサンゴを断片化した上で移植する手法が一般的であったが、2000年ごろから有性生殖を利用した方法でサンゴ片を育て移植する手法も行われるようになってきている（Heyward *et al.*, 2002; Petersen and Tollrian, 2001; Omori, 2005）。有性生殖を利用した手法では大量の移植用サンゴ片を確保できるため、今年書かれたカリブ海における取り組みをまとめたハンドブックにおいてもコスト面において有効であるとされている（Mumby *et al.*, 2014）。

移植されたサンゴは成長するため、生残率が50%を超えれば成功だとされている（Harriott and Fisk, 1988）。なお、Harriott and Fisk（1988）でレビューされているサンゴの移植については5ヶ月から12ヶ月後の結果を取り上げているため、50%という数字は1年後の生残率だと考えられる。移植後のサンゴの生残率にはさまざまな要因が関わってくるため一つの観点で計ることは難しいが、ここでは移植先の底質に着目してこれまでの移植をまとめてみた。

過去のレビューや論文、報告書などから移植例を48件ほど取り上げた。なお、サンゴの種類別に移植結果が示されている場合はそれぞれ1件として扱っている。

岩盤への移植は48件中28件と半分以上を縮めており、1980年代からコンスタントに実施されている。固定方法はさまざまで、水中ボンドやセメント、エポキシ樹脂などによる固定、また釘とバネやケーブルタイによる固定が取られている。

砂への移植は6件あり、枝状のサンゴを砂へ差し込んだり砂底上に静置していた例が4件、砂の上に人工的な構造物（鉄製のフレーム）を置きその上に移植していた例が1件、コンクリートによる底質改善を行い移植をした例が1件あった。

移植先の底質が不明なものは14件あり、コンクリートの構造物の設置や金属製の棚を設置し移植を行った事例だった。移植後の生産率は良いものの、短期間での結果が多く、長期的に見た場合どの程度の生残率が期待できるのかは分からなかった。

48件中、岩盤以外への移植は21件あり、その内人工的な基盤を設置しての移植は17件だった。砂などへ直接静置する方法もあったが、ほとんどの移植ではサンゴが安定して生息できるような工夫を行った上で実施している。大きく分けるとコンクリート製の構造物や金属製のフレームなどの立体的な構造物設置が10件、ネットやコンクリートブロックなどを利用した整地が7件、砂への直接移植が4件だった。それぞれの移植後の生残率を比較してみても、直接砂上へ移植するよりも整地を行ったり、構造物を設置し移植した場合の生産率が高いため、砂礫への移植を考える際には移植先の基盤を作るところから考える必要がある。

V.J. Harriott and D.A. Fisk (1988), Coral transplantation as a reef management option, Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium, 2, pp.375-379

A.J. Heyward, L.D. Smith, M. Rees and S.N. Field (2002), Enhancement of coral recruitment by in situ mass culture of coral larvae, Marine Ecology Progress Series, 230, pp.113-118

P.J. Mumby *et al.* (2014), Towards Reef Resilience and Sustainable Livelihoods: A Handbook for Caribbean coral reef managers., University of Exeter

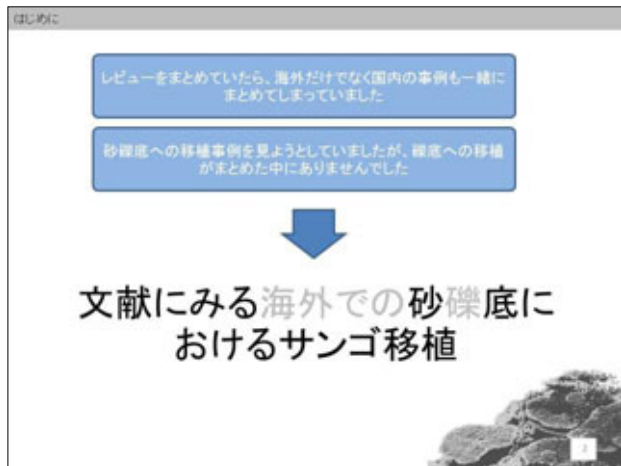
M. Omori (2005), Success of mass culture of *Acropora* corals from egg to colony in open water, Coral Reefs, 24(4), p.563

D. Petersen and R. Tollrian (2001), Methods to enhance sexual recruitment for restoration of damaged reefs, Bulletin of marine science, 69(2), pp.989-1000

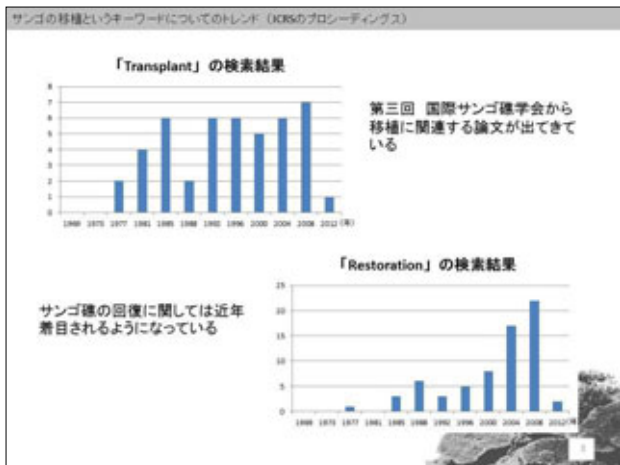
大久保奈弥・大森信 (2001), 世界の造礁サンゴの移植レビュー, Galaxea, 3, pp.31-40



1



2



3



4



5



6

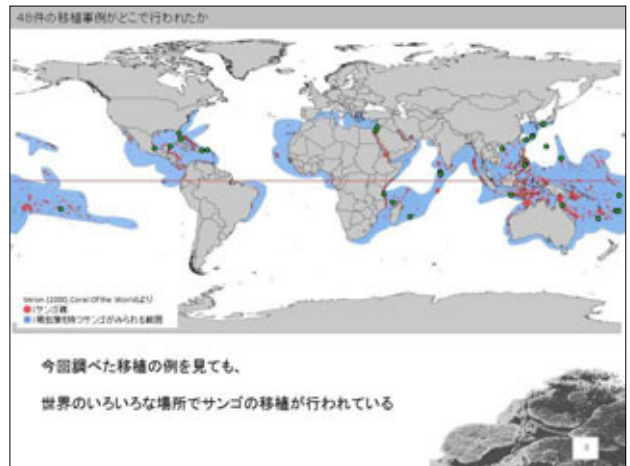
対象とした論文

15本のレビューや論文から移植事例を取り上げまとめた

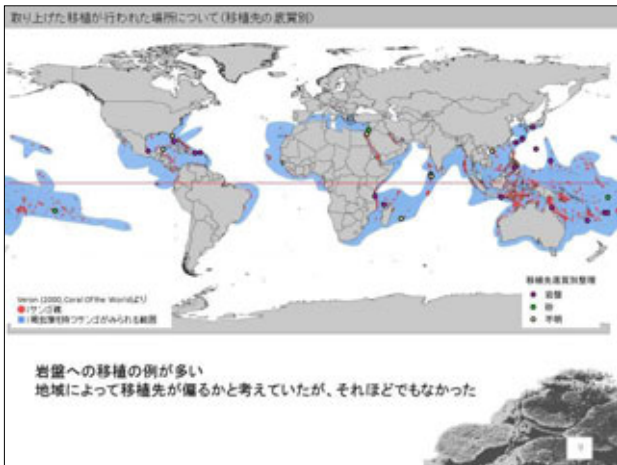
移植しているサンゴの種類毎に記述があれば、それぞれ1件として扱った

48件の移植事例についてまとめた

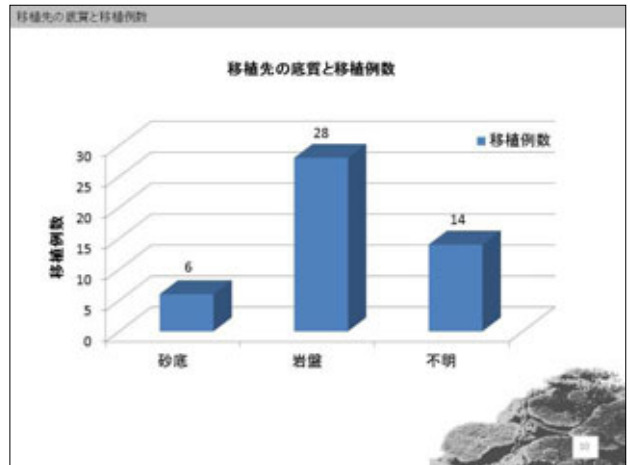
7



8



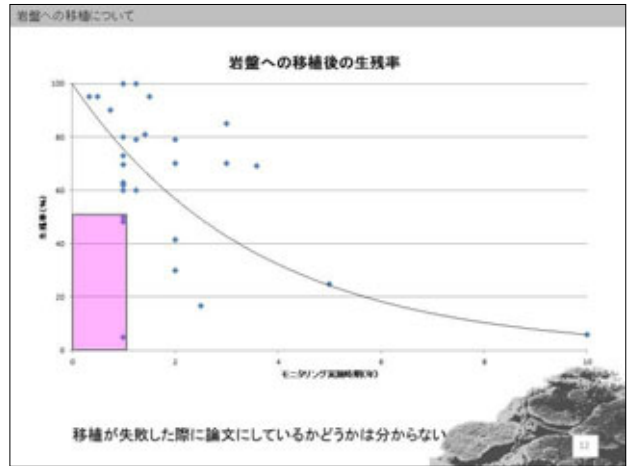
9



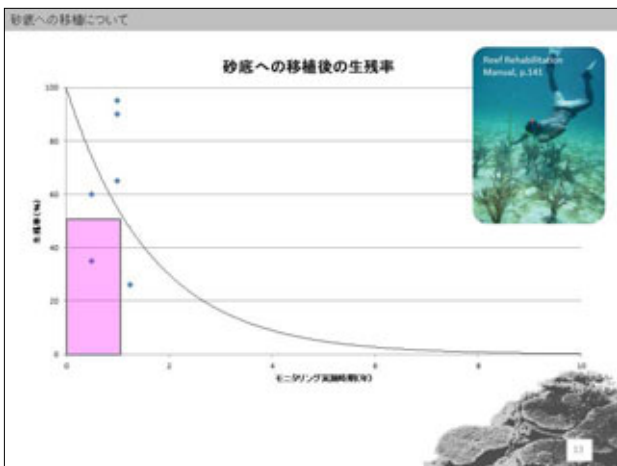
10



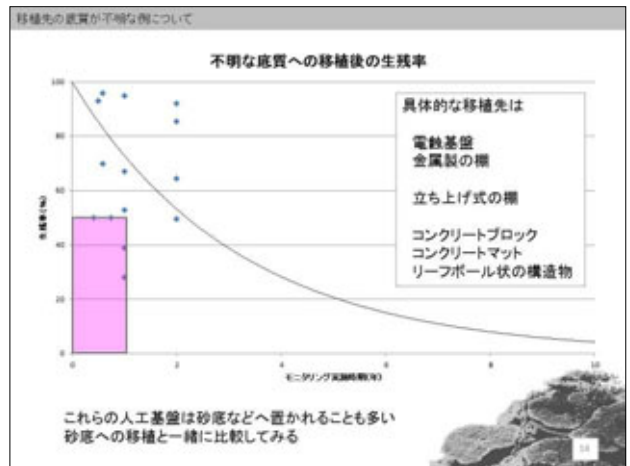
11



12

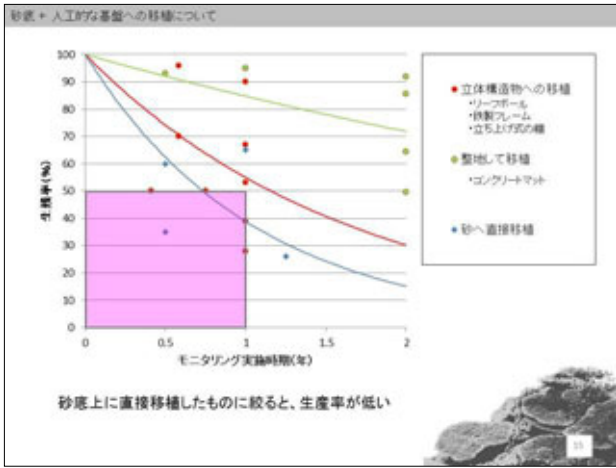


13



14





15

主な人工基盤の例

Reef Ball Foundationの活動

キューバの南の方のCayman諸島で始まり、現在は62か国で導入されている。

漁獲の役割も持たせている。

<http://www.reefball.org/>

リーフボール

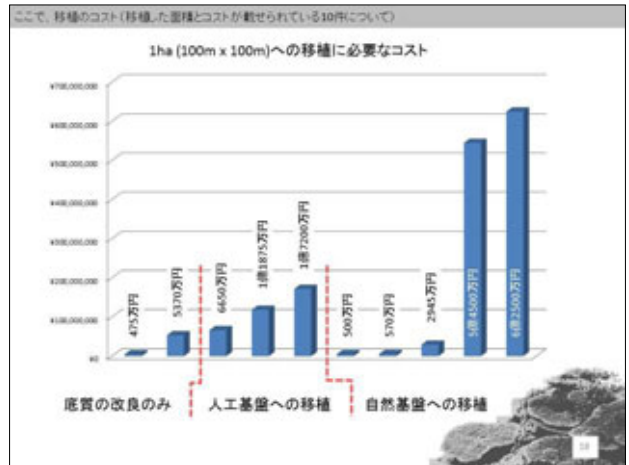
16

主な人工基盤の例

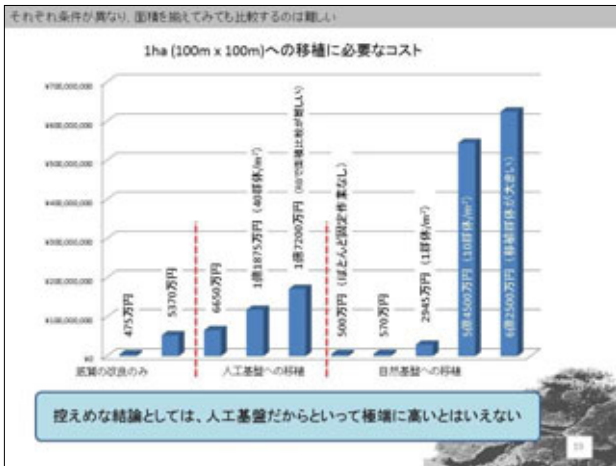
モルジブではホテルの建設などの際に移動させたサンゴを付ける基盤として使われ始めた。

鉄フレーム

17



18



19

まとめると

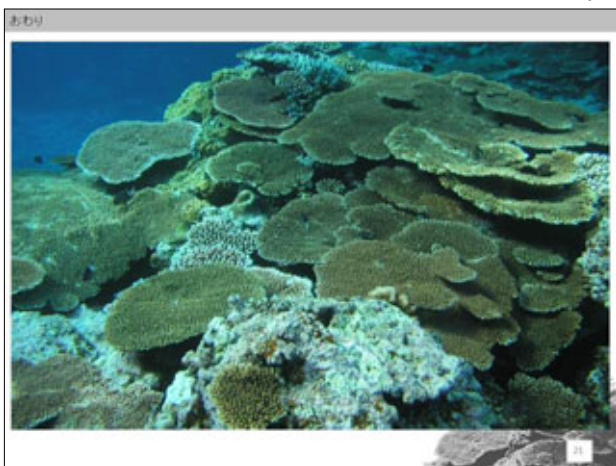
岩盤への移植の生存率の方が砂底への移植に比べ高い  
砂底への直接的な移植と比較すると、人工基盤への移植はより高い生存率を示す

↓ 言い方を変わると

目的がはっきりしていれば砂底上の人工基盤への移植は有効な手段になる

- ・ホテルや港からの距離が近い
- ・植え付けは穏やかな海域で行いたい... など

20



21

## サンゴ移動と移動後のサンゴ—魚類群集:座間味島における実例

酒井 一彦

琉球大学熱帯生物圏研究センター瀬底研究施設

座間味村阿真港では、港への船舶の出入りのために作られた水路で樹状ミドリイシ属を主体に多くのサンゴが成育し、これらサンゴが垂直方向に成長し、干潮時に水路内を船舶が航行することが難しくなったため、2010年に浚渫工事が行われることとなった。サンゴの生態学的調査を座間味村周辺海域で実施させていただいている演者に、座間味村ダイビング協会から、浚渫のために消失してしまうサンゴを阿真港水路から別の場所に移動させることについての相談があった。演者らは、移動元サンゴと魚類、移動先で移動前後のサンゴと魚類の調査を、真港付近で実施した。今回は、移動先でのサンゴ移動前後のサンゴ群集と魚類群集について、話題提供する。

### 1. 移動元での調査

2010年6月に阿真港水路の3地点（港からの距離、50, 100, 140 m）において、各地点に3×3の方形区域をランダムに設置し、造礁サンゴと魚類の調査を実施した。

造礁サンゴについては、方形区域内に出現したサンゴ群体ごとに種名を記録し、長径および短径を測定し、種ごとに最大の高さを記録した。群体の面積は、長円に近似して長径と短径から推定した（酒井担当）。

魚類については、方形区域内に出現した種ごとの個体数を記録した。魚類の調査は、サンゴ調査による攪乱を避けるために、サンゴ調査より先に実施した（新垣誠司博士担当）。

調査の結果、全ての地点でサンゴが成育している底質は砂で、比較的大きいミドリイシ属サンゴ群体が砂地に基部が埋もれた状態で成育し、これらミドリイシ属の砂に埋もれていない死亡部分にショウガサンゴやトゲサンゴが固着していた。ミドリイシ属サンゴ群体の多くは大きく、人が動かそうとしても、動かすことはできなかった。

### 2. 移動先での移動前後の調査

移動先は、浚渫予定の水路から北西に約50 m離れた満潮時の水深2 mの砂地である。移動先でも水路と同様な調査を行ったが、サンゴおよび魚類ともほとんど見られなかった。サンゴの平均被度は $0.4 \pm 0.3\%$  (N=12)，魚類の出現個体数は0 (6m<sup>2</sup>) であった。

### 3. サンゴ移動

サンゴの移動は2010年11月に、座間味ダイビング協会の方々が実施した。移動の様子は

<http://z-d-k.cocolog-nifty.com/blog/2010/11/112-eb80.html> に紹介記事がある。

### 4. 移動先でのサンゴ移動後のサンゴ及び魚類群集

移動後の2011年5月と2012年5月に、移動させたサンゴ全体をデジタル画像に撮影する調査を行った2011年5月には移動サンゴパッチの周辺部で、折れて小片となった樹状ミドリイシ属サンゴの死亡と、移動サンゴパッチ内での位置に関わらないトゲサンゴの死亡が見られたが、移動させたサンゴの生存は良好であった。

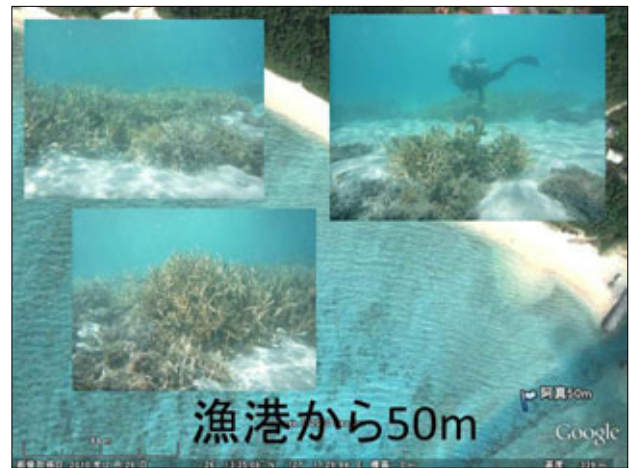
2012年5月には、移動サンゴパッチのサンゴ密集部分では、3×3 m内の生サンゴ被度平均値は $56.7 \pm 3.3\%$  (N=3) と、2011年とほぼ同程度であった。また移動前にはほとんど見られなかった魚類も豊富に出現し、3×3 m内の平均種数 $15.7 \pm 0.9$ 、平均総個体数 $64.7 \pm 3.0$ であった（サンゴ、魚類とも酒井が調査）。魚類ではデバスズメダイやミスジリュウキュウスズメダイなどのスズメダイ科の個体数が最も多く、ハタ科やベラ科などの肉食性魚類も出現し、魚類の棲み込みが順調に進んだと思われる。

上記とは別途に、2010年6月に移動元に転がっていた長い枝状ミドリイシ属のサンゴ片（径約40 cm）数個を、移動先の砂地に予備的に移動させた。サンゴ移動前は、予備的にサンゴを移動させた砂地に魚類は見られなかったが、移動1時間後には、9種13個体の魚類が見られた。移動後1ヶ月後には、予備移動させたサンゴは順調に生存し、サンゴの周囲に30種199個体の魚類が見られた

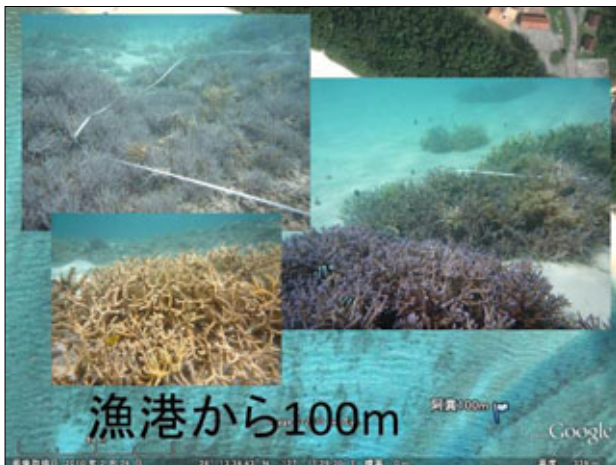
（新垣が調査）。この移動先での、サンゴ移動後の魚類の出現種数と個体数の増加は、長い枝状のミドリイシ属サンゴが新たに出現することで、短期間で魚類の棲み込みが進むことを示した事例と言えるだろう。



1



2



3



4

### 漁港から50 m

- 3個の3×3 mに9種のサンゴが見られた

種	数	平均直径 (cm)	標準誤差
スギノキミドリイシ	32	20.8	2.3
コエダミドリイシ	26	23.9	4.6
ショウガサンゴ	15	9.6	1.1
トゲサンゴ	5	10.3	3.0
ハナヤサイサンゴ	5	6.8	1.9
ヒメアナサンゴモドキ	4	7.9	1.2
オトメミドリイシ	1	214.1	-
ヒメマツミドリイシ	1	100.4	-
ベニハマサンゴ	1	3.5	-

- サンゴの平均の数  $30.0 \pm 12.4 / 9 \text{ m}^2$
- サンゴの平均被度  $30.9 \pm 10.1\%$
- 最大のサンゴ: オトメミドリイシ (直径3.1 m)

5

### 漁港から100 m

- 3個の3×3 mに8種のサンゴが見られた

種	数	平均直径 (cm)	標準誤差
ショウガサンゴ	34	6.5	0.6
トゲサンゴ	13	6.7	0.9
ハナヤサイサンゴ	11	6.2	0.8
スギノキミドリイシ	7	38.2	9.9
オトメミドリイシ	5	47.5	23.1
ミドリイシ1	1	102.8	-
ミドリイシ2	1	182.5	-
ミドリイシの一種 (種不明)	1	261.1	-

- サンゴの平均の数  $24.3 \pm 3.2 / 9 \text{ m}^2$
- サンゴの平均被度  $44.0 \pm 9.1\%$
- 最大のサンゴ: ミドリイシの一種 (直径4.6 m)

6

### 漁港から140 m

- 3個の3×3 mに5種のサンゴが見られた

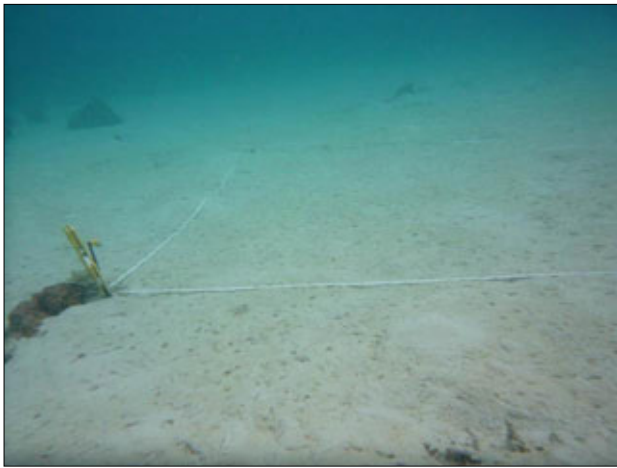
種	数	平均直径 (cm)	標準誤差
ヒメマツミドリイシ	25	20.5	5.7
ヒメマツミドリイシ	8	25.0	18.6
ヒメアナサンゴモドキ	3	8.7	0.6
ショウガサンゴ	1	2.4	-
トゲサンゴ	1	8.5	-

- サンゴの平均の数  $12.7 \pm 2.9 / 9 \text{ m}^2$
- サンゴの平均被度  $15.9 \pm 2.7\%$
- 最大のサンゴ: ヒメマツミドリイシ (直径1.5 m)

7



8



9

移動作業 2010年10月～11月  
(座間味村ダイビング協会ブログより)



<http://z-d-k.cocolog-nifty.com/blog/2010/11/112-eb80.html>

詳しくは午後、座間味村ダイビング協会の中村毅氏が説明してくれます。

10

移動終了後の移動サンゴパッチ  
2010年11月10日



11

2011年5月の追跡調査



12

2011年5月の追跡調査



13

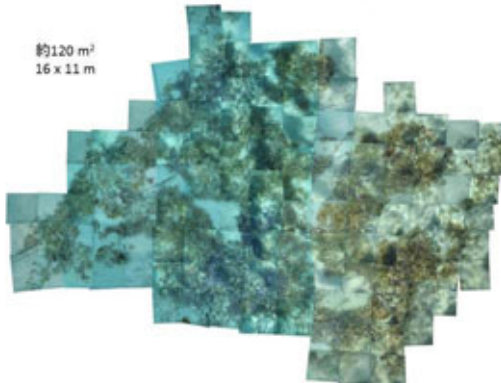
2011年5月の追跡調査



14

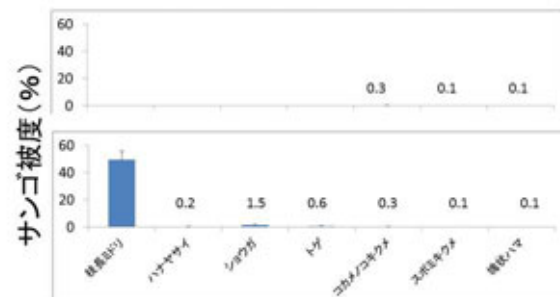
2011年5月の追跡調査

約120 m<sup>2</sup>  
16 x 11 m



15

サンゴ移動前(上)と移動後(下)の  
種群ごとのサンゴ被度



16



## 泡瀬海域におけるミドリイシ類サンゴ群集の移植

山里 祥二

NPO法人コーラル沖縄

平成20年10月及び11月に中城湾港泡瀬地区にて進行中の埋立事業において、埋立区域内に生息している造礁サンゴ類の保全・有効活用を目的に、6種の造礁性サンゴ類を埋立区域外へ移植し、その後モニタリング調査を実施した。

移植先の海域の底質状況により、オヤユビミドリイシ *Acropora gemmifera* 及びホソエダミドリイシ *Acropora valida*、コノハシコロサンゴ *Pavona frondifera* については、自然岩盤やX字状の根固めブロックに水中ボンドを用いて固着して移植を実施したがスギノキミドリイシ *Acropora muricata*、リュウキュウキッカサンゴ *Echinopora lamellosa* 及びヤッコアミメサンゴ *Psammocora contigua* については、砂底においての移植となった。

オヤユビミドリイシ *Acropora gemmifera* は、移植した群体のうち2.8m×2.8mの範囲に移植した96群体をモニタリングサイトとして選定し、その生残を観察し同時に写真撮影を行った。ホソエダミドリイシ *Acropora valida* 及びコノハシコロサンゴ *Pavona frondifera* は、X字状の根固めブロックをそれぞれ1個のブロックを選定し、その上の全ての群体を計数して生残を確認し同時に垂直方向より写真撮影を行った。スギノキミドリイシ *Acropora muricata* は、約2m×4.5mの9セットのネット上に移植した群体のうち1セットのネットを選定し、その上のサンゴ群体を垂直方向に投影したネット全体の面積に対する被覆状況を肉眼により観察し、5%刻みで被覆率を算定した。リュウキュウキッカサンゴ *Echinopora lamellosa* 及びヤッコアミメサンゴ *Psammocora contigua* は、建築用の長方形ブロックによって約3.2m×3.2mで囲まれた範囲の中をスギノキミドリイシと同様にサンゴ群体を垂直方向に投影し、全体の面積に対する被覆状況を肉眼により観察し、5%刻みで被覆率を算定した。

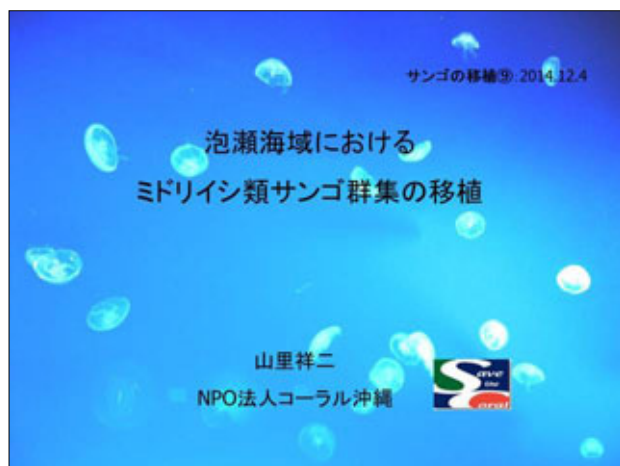
いずれのサンゴも1年後のモニタリング時まで95%以上の高い生残率及び被覆率を示した。その後5年後までのモニタリング結果についても詳細を報告する。



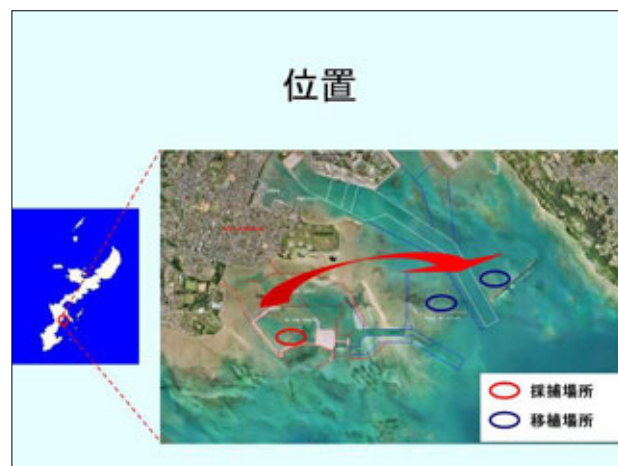
スギノキミドリイシ移植状況



ヤッコアミメサンゴ移植状況



1



2

## 泡瀬海域における ミドリイシ類サンゴ群集の移植

山里 祥二  
NPO法人コーラル沖縄



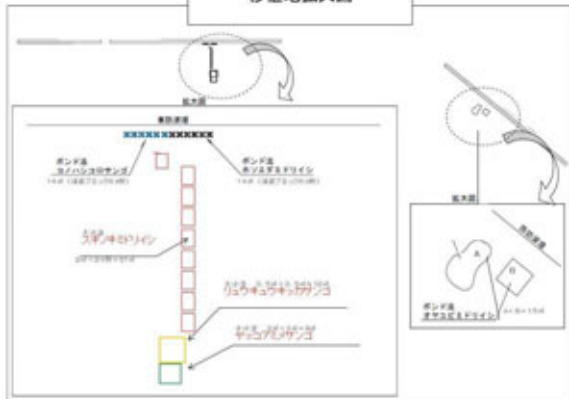
3

## 位置



4

### 移植地拡大図



5

## サンゴの種類・数量・移植方法

種類名	1回移植数量 (回収可能範囲)	移植数量 (9ヶ月移植期間の目標)	移植方法
① オヤブミドリイシ	40kg (10m <sup>2</sup> × 10kg/m <sup>2</sup> ) 2m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>	ボンド法
② スギノキミドリイシ	1,600kg (40m <sup>2</sup> × 20kg/m <sup>2</sup> ) 40m <sup>2</sup>	81m <sup>2</sup>	ネット法
③ リュウキュウキッカサンゴ	300kg (13m <sup>2</sup> × 20kg/m <sup>2</sup> ) 18m <sup>2</sup>	12m <sup>2</sup>	花壇法
④ ヤッコアミメサンゴ	400kg (20m <sup>2</sup> × 20kg/m <sup>2</sup> ) 20m <sup>2</sup>	9m <sup>2</sup>	花壇法
⑤ ホソエダミドリイシ	200kg (30m <sup>2</sup> × 10kg/m <sup>2</sup> ) 20m <sup>2</sup>	14m <sup>2</sup>	ボンド法
⑥ コノハシコロサンゴ	600kg (30m <sup>2</sup> × 20kg/m <sup>2</sup> ) 20m <sup>2</sup>	14m <sup>2</sup>	ボンド法

6

- **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。
- **ボンド法**・・・サンゴを充填目地剤(水中ボンド)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。

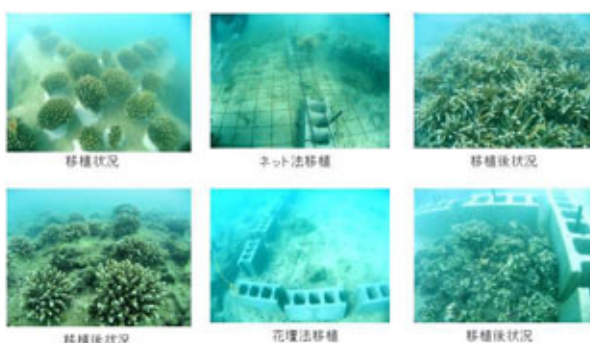
7

### 移植状況(1)



8

### 移植状況(2)



9

## モニタリング

### ○調査方法

サンゴ種毎に移植方法及び移植先が異なるため、各種モニタリングポイントを定めそれぞれに適したモニタリング手法を採用した。

オヤブミドリイシについては、モニタリングポイントを選定し、そのポイントの群体の生存を観察し同時に写真撮影を行った。

スギノキミドリイシについては、9セットのネットから1セットをモニタリングポイントとして選定しており、そこへ移植したサンゴ群体を写真撮影し1セットのネット全体の面積に対する被覆状況を肉眼により観察し、5%刻みで被覆生存率を算定した。

リュウキュウキッカサンゴ及びヤッコアミメサンゴについては、ブロックの枠内をモニタリングポイントとして選定しており、スギノキミドリイシと同様にサンゴ群体を写真撮影し、ブロックの枠全体の面積に対する被覆状況を肉眼により観察し、5%刻みで被覆生存率を算定した。

ホソエダミドリイシ及びコノハシコロサンゴについては、移植したX字状の清波ブロックの各1個をモニタリングポイントとして選定し、群体の生存を確認し同時に写真撮影を行った。

10

## リュウキュウキッカサンゴ



移植直後(平成20年11月)



移植5年後(平成25年9月)

モニタリングポイントとして選定した枠内には、90%の被度でリュウキュウキッカサンゴ群体を移植しており、そのサンゴ群体被度は、被度70%と低下していた。

11

## ヤッコアミメサンゴ



移植直後(平成20年11月)



移植5年後(平成25年9月)

モニタリングポイントとして選定した枠内には、90%の被度でヤッコアミメサンゴ群体を移植しており、そのサンゴ群体被度は、被度70%と低下していた。

12

## ホソエダミドリイシ



移植直後(平成20年11月)



移植5年後(平成25年9月)

モニタリングポイントとして選定したX字状ブロックには、39群体のホソエダミドリイシを移植しており、そのサンゴ群体数は、27群体と低下していた。

13

## コノハシコロサンゴ



移植直後(平成20年11月)



移植5年後(平成25年9月)

モニタリングポイントとして選定したX字状ブロックには、52群体のコノハシコロサンゴを移植しており、そのサンゴ群体数は、52群体すべて生存していた。

14

## メンテナンス



カゴメノリ等藻類



ネット設置

15

## 砂底における造礁サンゴ類の移植の まとめと今後の課題

- 移植後5年以上経過したが経過は概ね良好である。
- 富栄養海域においては、冬季から春季にかけての海藻類対策を講じる必要がある。
- 花壇法においては、シルト・砂などのトラップを考慮する必要がある。



16

## 花壇法改良



2009年6月



2013年11月

花壇法においては、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。

17



## 砂礫底におけるサンゴの養殖と変遷した場所へのサンゴの移植

比嘉 義視

恩納村漁業協同組合 指導事業担当

### 1. はじめに

沖縄など暖かい海に生息する造礁サンゴは、多くの生き物に棲み場所と食物を提供し海の豊かさの基となっています。漁業は海の恵みを受けて成り立つ産業なので、サンゴ礁域の環境保全や漁場管理、資源管理、繁殖保護は漁協の指導事業にとって重要な仕事となります。恩納村漁協では、1998年より養殖やサンゴの植え付けにより母サンゴを育て、母サンゴが産卵することにより、サンゴの自然再生を助ける「サンゴの海を育む活動」を行っています。この活動は、砂礫底に鉄筋を打ち込み、その鉄筋上や棚上でサンゴを育成する「サンゴひび建て式養殖」と呼ばれる方法と養殖したサンゴより断片を採取して海底に移植する「サンゴ植え付け」の2つの方法を組み合わせて行っています。

### 2. サンゴの帯状分布とサンゴの棲み込みを考慮した場所選定

#### ① サンゴ礁の帯状構造

沖縄諸島では、一般的に島を取りまくように裾礁タイプのサンゴ礁が発達しています。裾礁は、岸側より海岸、礁池、礁原、礁斜面と帯状構造をなしています。細かく見ると海岸には海浜、岩礁、干潟、後方礁原などが、礁池には砂礫底やハマサンゴ由来の岩などが、礁原は内側帯、礁原、礁縁の3つに分けられます。礁斜面には縁溝-縁脚系の地形が発達しており、礁原内側帯でも縁溝-縁脚系の地形が見られるところがあります。礁原は、大潮の干潮時には干出する所もあるので、礁池、礁原、礁斜面では、海水の流れや水温、淡水の影響等の環境が異なります。特に、海岸付近では陸水の影響が大きく、礁原は陸水の影響を受けた場所が水路として切れ目となっています。

#### ② サンゴの帯状分布

多くの造礁サンゴは、岩盤に活着して育ちます。この場合、岩盤があればどこでもサンゴが育つというものではなく、環境によって生育できる種類が異なります。例えば、礁池の中央部分からはハマサンゴ類が多く見られ、礁原内側帯では枝状のサンゴが多く、礁縁ではテーブル状サンゴ、礁斜面の流れが速い所ではハナヤサイサンゴの仲間が多く見られます。このように、岸に沿って帯状に良く見られるサンゴの仲間が異なります。サンゴの養殖や植え付けを行う場合には、この帯状分布を考慮してその場所に合う種類のサンゴを選定する必要があります。特に、シコロサンゴやコブハマサンゴ、海草や緑藻が見られる場所は、陸水の影響を考慮する必要があります。

#### ③ サンゴの棲み込みを考慮した場所選定

養殖やサンゴの移植を行う場合には、サンゴ礁の帯状構造とサンゴの帯状分布を考慮する必要があります。また、これらの帯の幅は、年により岸側や沖側に変化することを念頭に、帯の中心部に場所を設定する必要があります。サンゴひび建て式養殖では、礁池のハマサンゴ帯のやや沖側から礁原内側帯付近の砂礫底がお勧めです。また、植え付けの具体的な場所を選定する時は、近くにある岩への過去及び現在のサンゴの棲み込みを確認する必要があります。表面が滑らかな岩は、転石や漂砂、大雨時の濁水や高水温時の暖水の影響を受けている可能性がありますので避けた方が無難です。

### 3. 砂礫底におけるサンゴの養殖

サンゴのひび建て式養殖は、通常はサンゴが生育しない礁池の砂礫底に杭または棚を設置し、海底より高さ約50cmの場所でサンゴを育成するものです。海底より高い位置でサンゴを育成するとサンゴに流れが良く当たることにより、礁斜面の流れの強い場所を好んでいるヘラジカハナヤサイサンゴも育成することができます。また、天然のスギノキミドリイシなどの枝状ミドリイシは、群体が大きく成長すると基部付近のポリプが死滅する現象がよく見られますが、養殖では海底より反射した光がサンゴ下部まで十分に当たることより群体が大きくなっても基部付近のポリプは生きており、基質にしっかりと活着しています。恩納村漁協では、11科54種のサンゴを養殖

しており、活着性のある多くのサンゴが養殖可能であると思われます。また、設置場所が不適と思われるサンゴは、漁業権設定範囲内であれば移動可能なこともメリットとして挙げられます。

#### 4. 変遷した場所へのサンゴの移植

##### ① サンゴ群集へのダメージ

恩納村海域では、1998年と2001年の大規模な白化現象によりミドリイシ属が大きなダメージを受けました。2001年以降のサンゴ群集は、いち早く回復した場所と15年を経過した現在でもなかなか回復しない場所に分けられます。回復が早い場所は、波当たりがやや強く適度にナガウニやシラヒゲウニが生息しており、岩盤上が綺麗な場所であるという傾向があります。

##### ② 礫場への変遷


前兼久地先の礁原内側帯では、1984年のオニヒトデ大発生時に多くのサンゴが食害に合いました。その後、サンゴ幼生の加入と成長によりサンゴ群集は順調に回復しましたが、1998年の大規模な白化現象により再び壊滅的な被害を受けました。その後は、サンゴ群集の回復が見られない場所となっています。その場所を良く観察すると、岩盤上に死滅したサンゴが礫状に薄く重なっていると同時に、礫や岩盤表面に芝状小型藻類が被っており、藻類の隙間に砂が薄く堆積した状態となっており、ウニ類も極めて少ない状況です。このような環境下では、サンゴ幼生の着生が妨げられているので一向に回復しない要因になっているものと思います。この場所には、長年にわたり着生した小さなサンゴが点在していますが、大きくなったサンゴやその死骸は余り見当たりません。それは、波浪等で岩盤表面にある礫がひっくり返ると新たな着生基盤となります。この場所に運よくサンゴ幼生が着生した場合は、稚サンゴまでは育ちますが、サンゴの成長に比べて岩盤への活着が弱い場合には、波浪により礫ごとひっくり返って新たなサンゴ礫を生み出しているように見えます。この場所は、サンゴ場から小型藻類場へと変遷したことになります。平成25年には、藻類を減らすことを目的に、当海域へシラヒゲウニの稚ウニ3千個を放流しましたが、タマン等による食害をうけ目的を達成することができませんでした。

##### ③ 棲み込みを期待したサンゴ群集再生への試み

漁業者の間では、低密度でもサンゴがあれば、サンゴがサンゴを呼び込んでサンゴ群集が回復すると言われていています。恩納村海域サンゴ群集再生事業では、前述した場所で6m枠に100本の割合で植え付けを行っており、植え付け密度は60cm四方に1本で2.78本/m<sup>2</sup>となります。この密度は、サンゴが成長した時に重なり合わない距離を確保したものです。植え付け1年後には、植え付けたサンゴ周辺の岩盤は日陰効果により藻の繁殖が抑制されつつあります。今後は、ウニ類が棲み込むことで周辺の小型藻類の繁殖を抑え、サンゴ幼生の着生率を向上させることにより、生物多様性の高いサンゴ群集が形成されることを期待しています。

美ら島研究センター サンゴシンポジウム サンゴの移植⑨

## 砂礫底におけるサンゴの養殖と 変遷した場所へのサンゴの移植





恩納村漁業協同組合  
日時：2014年12月4日

1

### 地域の概要

恩納村は、沖縄島北部西海岸に位置する人口約1万名の村です。  
 ・海岸線の長さは、約46km。国内有数のリゾート地域。  
 ・サンゴ礁域の面積は、約3,000ヘクタール。  
 ・1村、1漁協で1漁業権を有しています。

—1—

2

### 漁業の概要

・恩納村漁業協同組合  
 組合員数：266名  
 赤字は、恩納村で開発したもののアークは思内初

海藻養殖と沿岸漁業が盛んです。  
 1976年 ヒトエグサ(アーク)初収穫(試験期間7年間)  
 1977年 本モズクひび建て式養殖成功(試験期間4年間)  
 1986年 糸モズク取り扱い再開  
 1994年 海ぶどう陸上養殖成功(試験期間6年間)  
 1998年 サンゴひび建て式養殖開始(漁協自営事業)  
 2007年 恩納モズクの品種登録出願(試験14年間)



モズク



アーク



海ぶどう



恩納村漁業の取引量の推移

セリ市場

—2—

3

### 海ぶどう養殖 2011年 全国農林水産祭 天皇杯受賞



—3—

4

### 帯状分布と棲み込みを考慮した場所の選定

#### サンゴ礁の帯状構造

裾礁では、岸側より海岸、稚池、進原、進斜面と帯状構造をなしています。サンゴ礁は、『陸水』と『沖からの波浪や流れ』の影響を強く受けています。

#### サンゴの帯状分布

サンゴ礁域の生物は、岸に平行に帯状分布をなしています。生物は、本来分布できる範囲を十分に生かして無く、何らかの制限要因により、本来と違う分布になっていることが多いと言われています。過去のサンゴの棲み込みを考慮して場所を選定する必要があります。

#### サンゴひび建て式養殖

養殖場所は、ハマサンゴ帯の沖側から進原内側帯の間の砂礫底が良と思います。

—4—

5

### 里海づくり (漁業活動も生態系の一部)



サンゴ養殖場 シャコガイ養殖場 モズク養殖場

モズク苗床

アマモ場

干潟：アーク養殖場

—5— 養殖が、住み場所と食物を提供し、生態系に寄与しています。

6

### 「サンゴ礁の海を育む」活動

私たちは「サンゴ養殖や植え付け」により、親サンゴを育てます。1998年より




親サンゴが産卵することにより、サンゴの自然再生を助けます。

—6—

7

### サンゴ養殖と植え付け場所



□は、養殖と植え付けを行っている場所  
 養殖は、2014年現在約16,000本、将来的には、30,000本を養殖する予定です。

□は、植え付けだけを行っている場所



恩納村  
沖縄県

—7—

8

### サンゴひび建て式養殖の材料

材料		
マグホワイト製基盤	直径5.5cm × 高さ9cmの円筒形	1個
鉄筋	6分鉄筋(D19) 長さ0.8~1mに切断	1本
トーチ型受け棒	水道用塩ビ管 直径25mm 長さ約30cmに切断	1本
	塩ビ製継手 50mm-25mm	1個
	六角ボルト(全ネジ) 直径6mm、長さ45mm	1個
	六角ナット 直径6mm	1個
ステンレス線	22番(0.7mm)	適量
サンゴ断片	長さ8cm	1個

-8-

9

### サンゴひび建て式養殖の方法

1. サンゴ断片の取り付け(種苗生産)は、長さ8cm程度サンゴ片を基盤上部に横付けとし、ステンレス線で結束します。必要に応じて、海中に設置した棚で中間育成を行います。
2. トーチ型受け棒は、前述した材料を組み合わせます。鉄筋止めのため、塩ビ管と継手は、ボルトで固定します。
3. 鉄筋は、海底より40cm程度出るように打ち込みます。長さ1mの場合は、60cm打ち込みとなります。
4. 鉄筋にトーチ型受け棒を差し込みます。
5. トーチ型受け棒にサンゴ基盤を差し込みます。

-9-

10

### サンゴの苗作り

穴あけ

セット状況

-10-

11

### 中間育成

棚方式です。

約半年間、育成します。

-9-

12

### 寄せ植え養殖

縄張り状況

杭打ち状況:13本打ち

セット状況

2011年9月5日

-12-

13

### テーブルサンゴは、順調です。

2012年3月恩納漁港前

-13-

14

### 枝サンゴも養殖できます。

2011年11月:恩納

-14-

15

### 2011年7月の前兼久観察

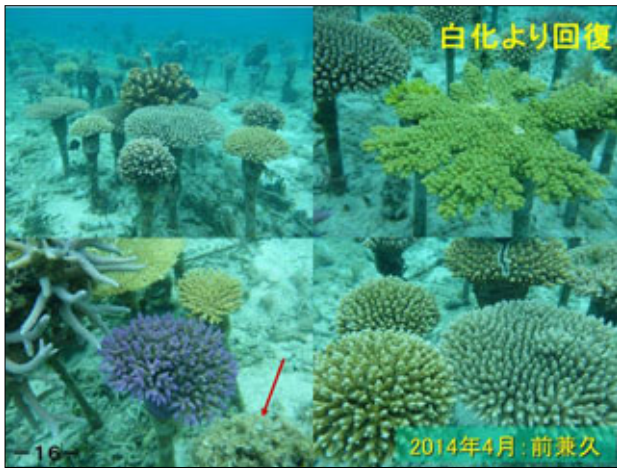
魚の棲み込みが見られます

2010年植え650個中10個交換  
生存率:98.5%

花珊瑚に白化が見られる

-14-

16



17



18



19

### 11科15属54種をひび建て式で養殖

番号	科名	属数	種数
1	ハマサシサンゴ科	2	2
2	スリパチサンゴ科	2	20
3	ハマサンゴ科	1	1
4	オウゴンサンゴ科	1	1
5	クマドリイシ科	1	1
6	ドウクライン科	1	2
7	オウゴンサンゴ科	1	1
8	オウゴンサンゴ科	1	1
9	オウゴンサンゴ科	1	1
10	クマドリイシ科	2	2
11	ハマサンゴ科	1	1
12	ハマサンゴ科	1	1
13	ハマサンゴ科	1	1
14	ハマサンゴ科	1	1
15	計	15	56

ヤエヤマカワラサンゴ

コノハシロサンゴ

スリパチサンゴの仲間

20

### 16,000本のサンゴで約45万匹の魚の棲み込み

恩納村漁協で育成しているサンゴへの魚類の棲み込みについては、ウスエダミドリイシ21群、バランヤンネシ9群を計30群を調査した結果、33種類841個体が確認できました。

科名	種類数	個体数	備考
イトウダイ科	1	1	
スズメダイ科	11	631	
トウチョウオ科	1	1	
テンジクダイ科	5	141	
ニザダイ科	1	1	
ハゼ科	11	62	
ハタ科	1	1	
ベラ科	2	3	
計	33	841	

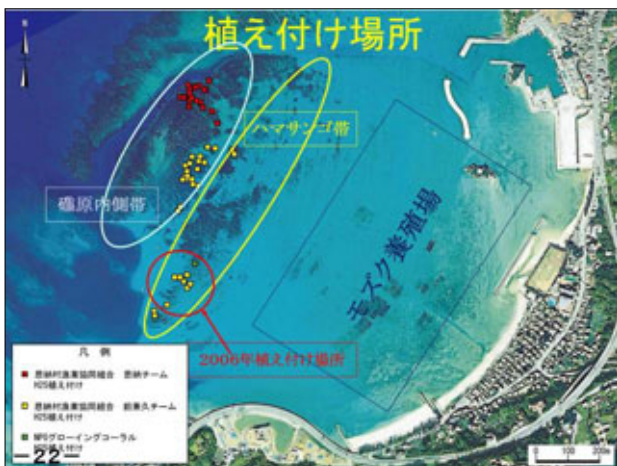
資料: 沖縄県水産海洋研究センター、県自然保護課  
平成24年サンゴ礁保全再生事業研究報告書より

21

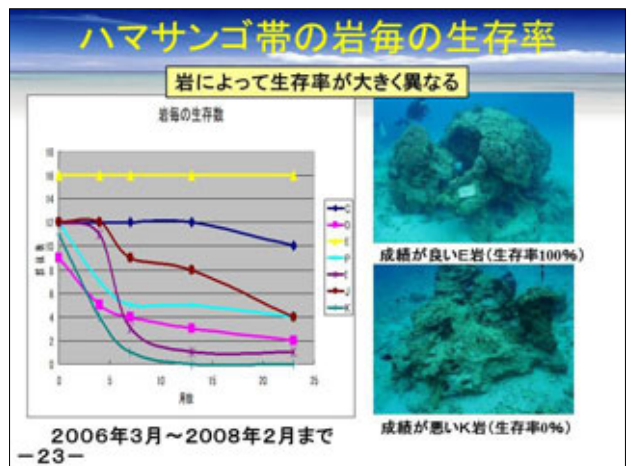
### サンゴ有性生殖

8群体で92万個の幼生  
16,000本で18億個の幼生

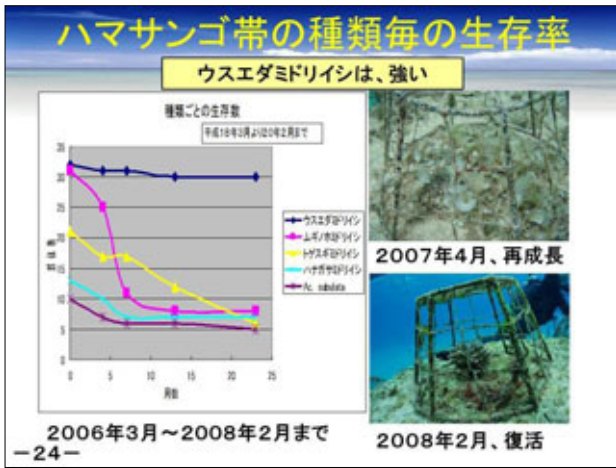
22



23



24



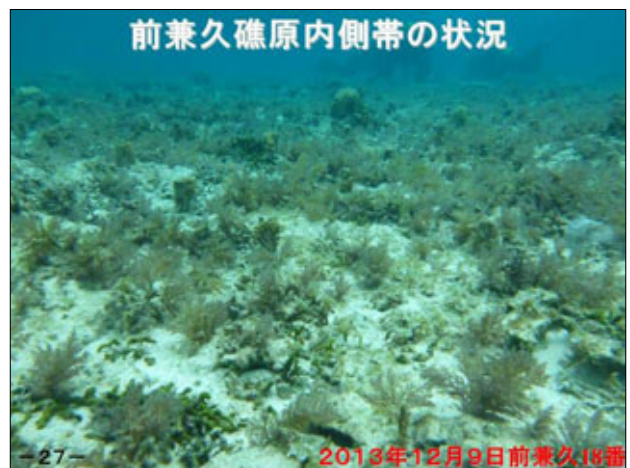
25



26



27



28



29



30



31



32

## 台風による砂礫の移動による移植サンゴの被害と対策

上原 直

NPO法人グローイング コーラル

沖縄には台風が必ずやってきます。そして台風が来ると農業や漁業に必ず被害が出ます。台風は、沖縄で暮らす私たちの生活や文化、精神に大きな影響を与えていると思います。しかし、この台風をうまくやり過ごす方法が見つかれば、その技術は世界のどこでも通用し、役立てられる技術でしょう。サンゴの移植についても、台風をうまくやり過ごせるのであれば、世界のどこでも通用するかと考えています。

今回は、台風による移植サンゴの被害がどのようなものかをまず、お見せして対策についてお話ししたいと思います。

グローイングコーラルは、糸満市大度海岸で2008年からサンゴを植え付けてきて、何回となく台風の被害を経験してきました。植え付け場所は、大度海岸のイノー（礁池）と呼ばれる普段の天候なら干潮時には外海の波の影響をほとんど受けない場所です。

2014年の10月初旬に沖縄に襲来した台風19号は、沖縄本島の上を通過していきました。沖縄本島の南東から接近し、本島を東から西へと通過して行ったのです。波高予想は13mでした。

砂泥の移動という演題ですが、移動するのは砂泥だけではありません。大きな岩やハマサンゴが動くのが台風時の海の中です。この岩の移動による被害はおそらく防ぎようがありません。岩が動く！百聞は一見にしかずです。台風19号通過後の大度海岸の様子をご説明いたします。

1m以上のハマサンゴが、かるがると移動したことがお分かりいただけたと思います。また、岩が転がることで植え込んだサンゴが押し潰されたりもします。台風時のうねりの方向によってどの岩が移動し、どの方向に動くかが決まるようです。なので台風が沖縄の西を通るのか、もしくは東を通るか、勢力の規模等で被害を受ける場所が変化してしまい、予測がつきにくいと考えています。大度海岸の場合で言わせてもらうと、動くはずのない岩だと思ってサンゴを植え込んだのですが、19号の通過後にはどこに行ったのか分からない岩が複数ありました。

次は、砂泥の移動による植え込んだサンゴの被害についてお話しします。砂泥の移動による植え付けたサンゴの被害は、防ぐことが比較的容易だと思います。

大度海岸での実際の被害例を示します。下側に植え付けたサンゴが死滅しているのがお分かりいただけたと思います。

この場所の台風通過後の堆積厚は、20cmを超えた時がありました。下側に植え込んだサンゴは、完全に埋まって死滅したのです。生き残ったサンゴは上側の群体でした。

砂泥の移動による移植サンゴの被害を防ぐには、海底面から20cm以上の場所に植え付けを行う事で防ぐことが可能だと思います。

最後に、砂泥底でのサンゴ移植のおすすめの方法についてお話ししたいと思います。ずばりサンゴ増殖用の棚を使う事です。棚を使うことで、岩の移動や砂泥の移動による植え付けサンゴの死滅を防ぐことができます。

これは喜屋武で行っている調査研究事業です。目的は、どのぐらいの高さがあればオニヒトデの食害から植え付けサンゴを守れるかというものです。高さを10cm、20cm、30cm、40cmの4段階にして、どの高さから生存率が良くなるのか調査を行っています。台風8号通過後に、岩や流木が研究用のサンゴ棚にからまったり、ぶつかったりしていました。

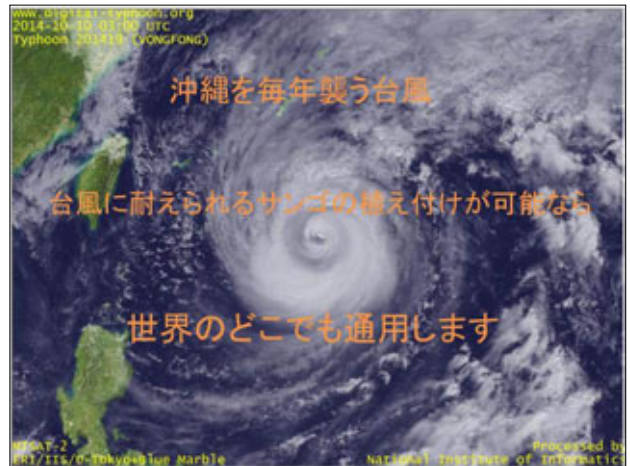
事例報告 ⑦

しかし、ほとんど被害はありませんでした。折れや欠けたサンゴはありましたが、サンゴ自体は生存していたのです。

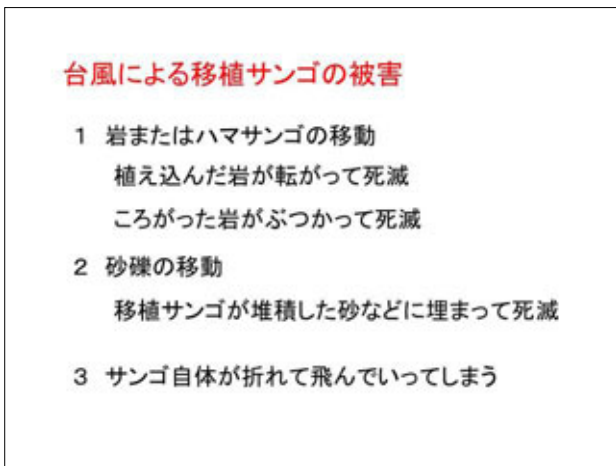
本方法を改良した那覇空港からの移植サンゴのサンゴ増殖棚です。底質は砂地です。本方法なら少しぐらい泥が堆積した場所でもサンゴの移植が可能です。



1



2



3



4



5







7



8



9



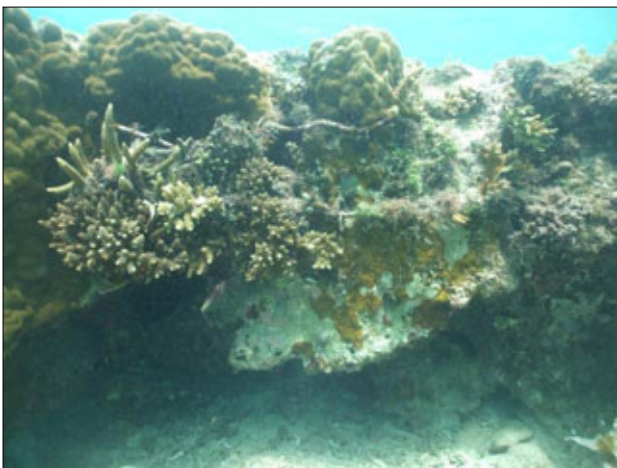
10



11



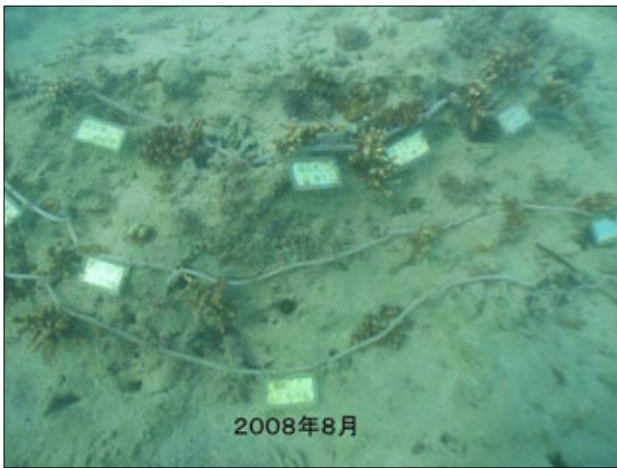
12



13

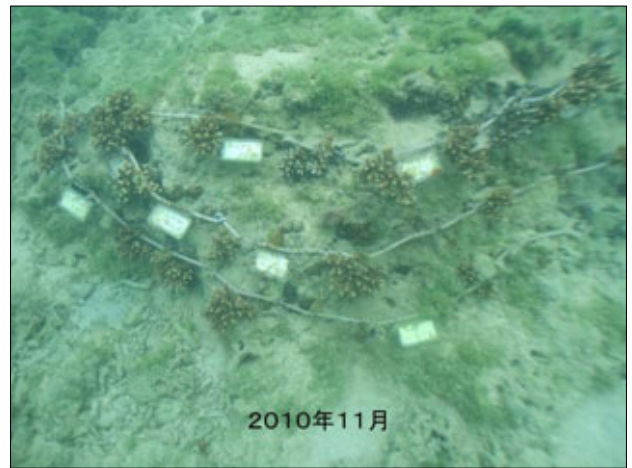


14



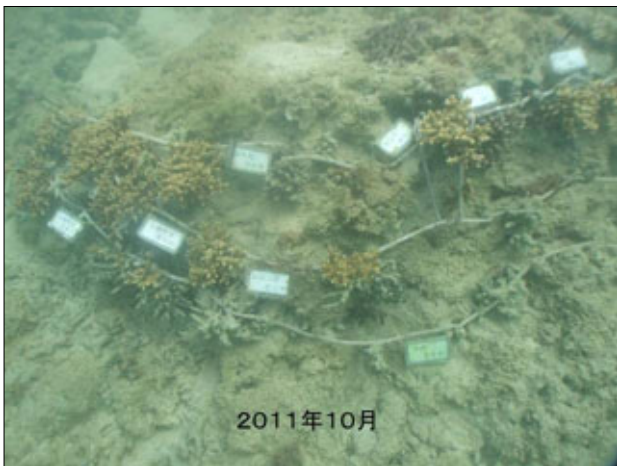
2008年8月

15



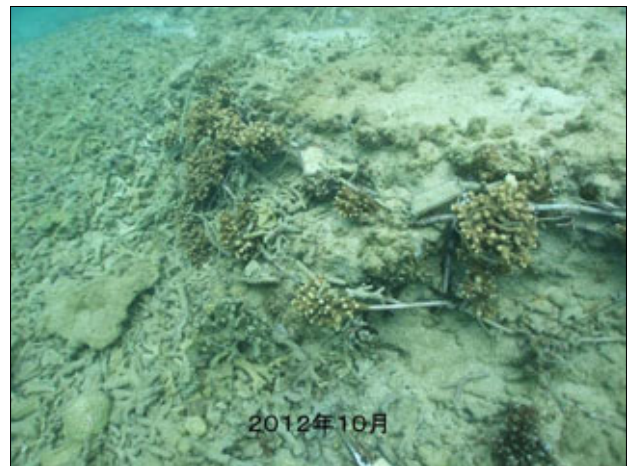
2010年11月

16



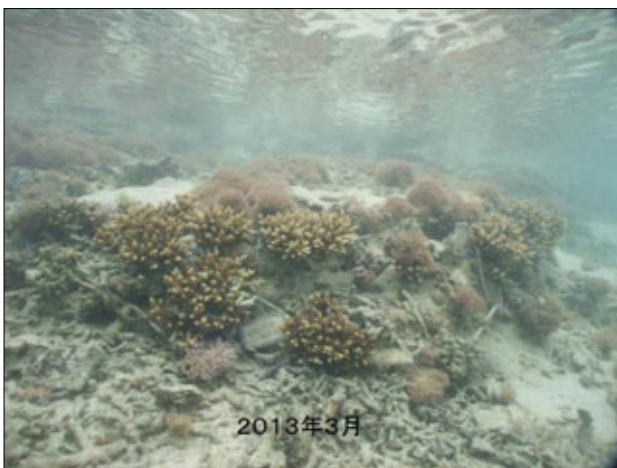
2011年10月

17



2012年10月

18



2013年3月

19



2014年5月

20

- 1 台風の被害を予想する事は難しい  
絶対的な植え付け方法は無いし、絶対的な場所も無い  
植え付け場所の選定は、試行によってしか判定できない
- 2 生存する確率を上げる  
サンゴ増殖用構造物を使う  
砂泥底でのサンゴ植え付けにも最適

21



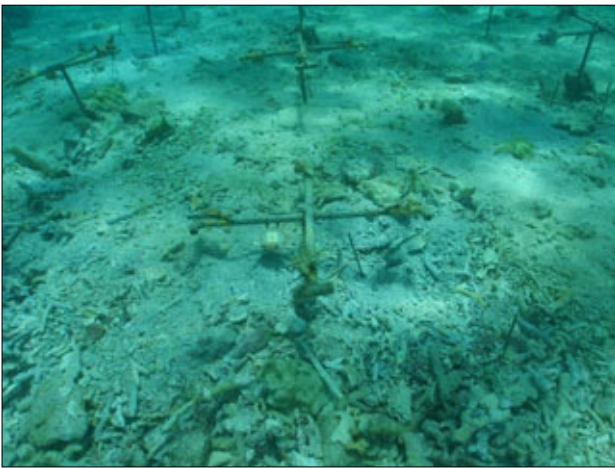
22



23



24



25



26



27

## 死サンゴレキ海域におけるサンゴ礁再生 ー積極的に人手をかけるべきか？ー

鹿熊 信一郎  
沖縄県海洋深層水研究所

### 1. 「造礁サンゴ移植の現状と課題」抜粋

日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会がまとめたサンゴ移植に関する解説「造礁サンゴ移植の現状と課題」の78頁に、レキ・漂砂の問題が載っていますので抜粋します。

「レキ・漂砂の問題

着生後のサンゴが減耗する要因として、死んだ枝状サンゴのレキ、より大きいレキ、あるいは砂が荒天時に海底を動くことが問題となっている。インドネシアでは、爆弾漁で破壊されたサンゴレキがサンゴ幼生の新規加入を妨げている。このため、サンゴ礁の再生には、石をパイル状に積み上げる方法が最も安価で効率的だとしている（Fox et al. 2005）。

亜熱帯総合研究所が平成16～17年度に北谷、読谷、瀬底、渡嘉敷で実施した実証試験（亜熱帯総合研究所2006）、石西礁湖、沖ノ鳥島、宮古島北東海域でもレキの悪影響が確認されている。このためサンゴ礁再生、特に稚サンゴの育成には、レキの動きや漂砂を考慮し移植場所を選定するとともに、これを物理的にブロックするか、着生基質を海底からある程度上に設置する等の工夫が必要とされる。」

### 2. 石西礁湖自然再生事業の取り組み

環境省は、石垣島と西表島の間にある日本最大のサンゴ礁海域「石西礁湖」において、石西礁湖自然再生事業を進めています。この一環として、レキによるサンゴ幼生の加入妨害を抑制するため、レキの一部をネットで固定する試験を実施中です。これまでのところ、ネットを被せた場所では、稚サンゴの加入が多くなっています。

### 3. 死サンゴレキ場の生態学的な重要性

私は、大規模白化やオニヒトデの食害で広範囲に死サンゴレキに覆われた海域は、石西礁湖で行われているように、人手をかけてレキを固定するべきだと考えています。しかし、砂漠のように見えるそのような「レキ場」（ガレ場）も、生態学的には意味があり、「人為的にかく乱を行わず、自然にセメンテーション（固定化）が進むのを待つべきだ」という意見もあります。

沖縄県は現在、3haの海域におけるサンゴ移植を中心とした「サンゴ礁保全再生事業」を実施中です。これに関連した調査研究で、死サンゴレキのなかの生物を調べています。その結果、巻き貝など多様な生物が数多く棲み込んでいることがわかってきました。

それでも私は、死サンゴレキの海とサンゴが豊かな海を比べれば、生きているサンゴの海の方が生物多様性は高く、観光や水産業に貢献する点でも価値は高いと思います。

### 4. 直接的保全活動と里海

サンゴ移植やオニヒトデ駆除など、人が直接サンゴ礁で行う活動はactive（直接的）活動と呼ばれます。これに対し、赤土や過剰栄養塩などの陸域対策、水産資源管理などはpassive

（管理的）活動と呼ばれます。沖縄のサンゴ礁再生には、この直接的活動と管理的活動の両方を同時に進めていく必要があります。

最近、日本各地で里海づくりの活動が活発になってきています。元九州大学の柳哲雄名誉教授は、里海を、里山と同様に「人手が加わることによって、生産性と生物多様性が高くなった海」と定義しました。当初、「人手を加えることで、海の生物多様性が高くなることはない」という批判もありました。しかし、その後の調査で、人手を加えることで海の生物多様性が高くなる事例が多く見つかりました。また、実際の里海の現場では、人手をかける直接的活動だけでなく、管理的活動も多く行われています。

死サンゴレキの動きを人手によってコントロールすることは、直接的活動です。このような活動が、サンゴ礁生態系をかく乱することなく、サンゴ礁再生に寄与するようにならなければなりません。「人の関わりをできるだけなくし、原生の自然を守るべきだ」という意見もありますが、沖縄のようにサンゴ礁が陸に近く、多くの人が海に依存しているような地域では、このような方法は難しいでしょう。むしろ、サンゴ礁と密接に関わり、人手を加えながらサンゴ礁を保全する「サンゴ礁の里海」をめざすべきだと思います。

文 献

Fox E, Mous PJ, Pet JS, Muljad AH, Caldwell RL (2005) Experimental assessment of coral reef rehabilitation following blast fishing, *Cons Biol* 19: 98-107

亜熱帯総合研究所 (2006) 平成 16・17 年度サンゴ礁修復実証試験研究事業報告書 (CD 版)

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

## ●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と⑧の要旨集については、以下のURLからダウンロードできる。

サンゴの移植⑦⇒ <http://okichura.jp/ocrc/2012/10/7.html>

サンゴの移植⑧⇒ <http://okichura.jp/ocrc/2013/10/h25san.html>

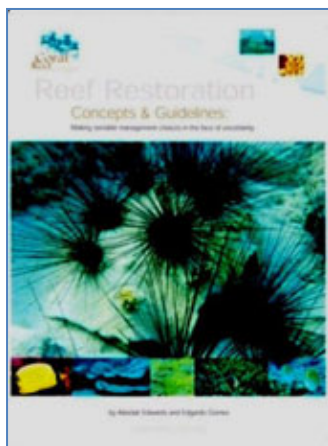
- 日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会（2008）「造礁サンゴ移植の現状と課題」  
『日本サンゴ礁学会誌』10,73-84  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcrs/10/1/10\\_1\\_73/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcrs/10/1/10_1_73/_pdf)

## ●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、参考のため主なものを紹介する。

[gefcoral.org](http://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](#)







**2014.12.4.**

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