

# 沖ノ鳥島礁内におけるサンゴの移植技術の開発

塚本 拓人・川崎 貴之・山本 秀一 ((株)エコー), 安藤 亘・吉塚 靖浩 ((一社)水産土木建設技術センター),  
西崎 孝之・渡邊 則仁 (水産庁)

## 1. はじめに

水産庁では、2006年から我が国最南端に位置する沖ノ鳥島において、有性生殖法を用いたサンゴ増殖技術の開発に着手している<sup>1) 2)</sup>。2010年からは、有性生殖によって得られた直径10mm程度のサンゴを効率的に移植するために、礁内のサンゴ増殖適地に2タイプのサンゴ増殖試験基盤(以下、試験基盤とする)を設置し、サンゴの移植技術の開発を行っている。断片化したサンゴの移植<sup>3) 4)</sup>などやサンゴ群体の移植<sup>5)</sup>などに関する既往知見は多いが、種苗生産した1歳齢の直径10mm程度の稚サンゴの移植事例は少ない<sup>6)</sup>。直径2cm以下のサンゴは食害の影響を受けやすく、5cm以上のサンゴが移植に適していることが示されているが<sup>7)</sup>、遠隔離島である沖ノ鳥島では稚サンゴの運搬も効率的に行う必要がある。そのため、本技術開発においては、サイズの小さい稚サンゴの生残率を高めることができる移植技術を検討した。

## 2. 方法

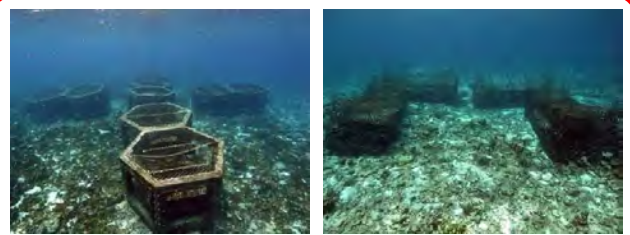
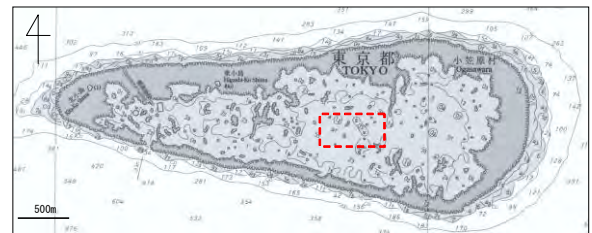
移植用のサンゴは、沖ノ鳥島で採取した親サンゴから種苗生産した1歳齢の稚サンゴを用いた。阿嘉島のサンゴ種苗生産センターの陸上水槽で飼育し1年間育成したサンゴを、沖ノ鳥島まで船上の水槽で運搬した。到着後、礁内に設置した試験基盤内に1日仮置きして環境に馴致させた後、同所に移植した。

移植技術開発試験は、試験基盤のタイプ(コンクリート型・じゃかご型)、着床具のタイプ(タイル型・角柱型)、着床具を固定する格子状台座部の配置(水平面・垂直面)、着床具の固定方法(文字ピ

ース<sup>注</sup>・水中ボンド)、着床具の固定方向(垂直移植・水平移植)、移植するサンゴの種類(*A.tenuis*・*A.sp.aff.divaricata*)の条件別に移植を行い、サンゴの生残率を高める移植方法を検討した。

移植試験は2010年から2013年までに行い、ダイバーによる目視観察と写真撮影により生残率に関するモニタリングを1年毎に実施した。

注：文字ピース：プラスチック製の取付器具。試験基盤内の格子状台座部にはめ込むことができる。本試験ではこの取付器具を着床具の固定用に加工した。



(コンクリート型)

(じゃかご型)

図-1 移植位置図と設置した試験基盤

## 3. 結果と考察

2010年から2013年までに移植した稚サンゴについて、試験基盤移植サンゴと対照区(天然の岩盤)移植サンゴの生残率の推移を図-2に示す。また、2013年に移植した稚サンゴについて、移植条件別の生残率を図-3に示す。

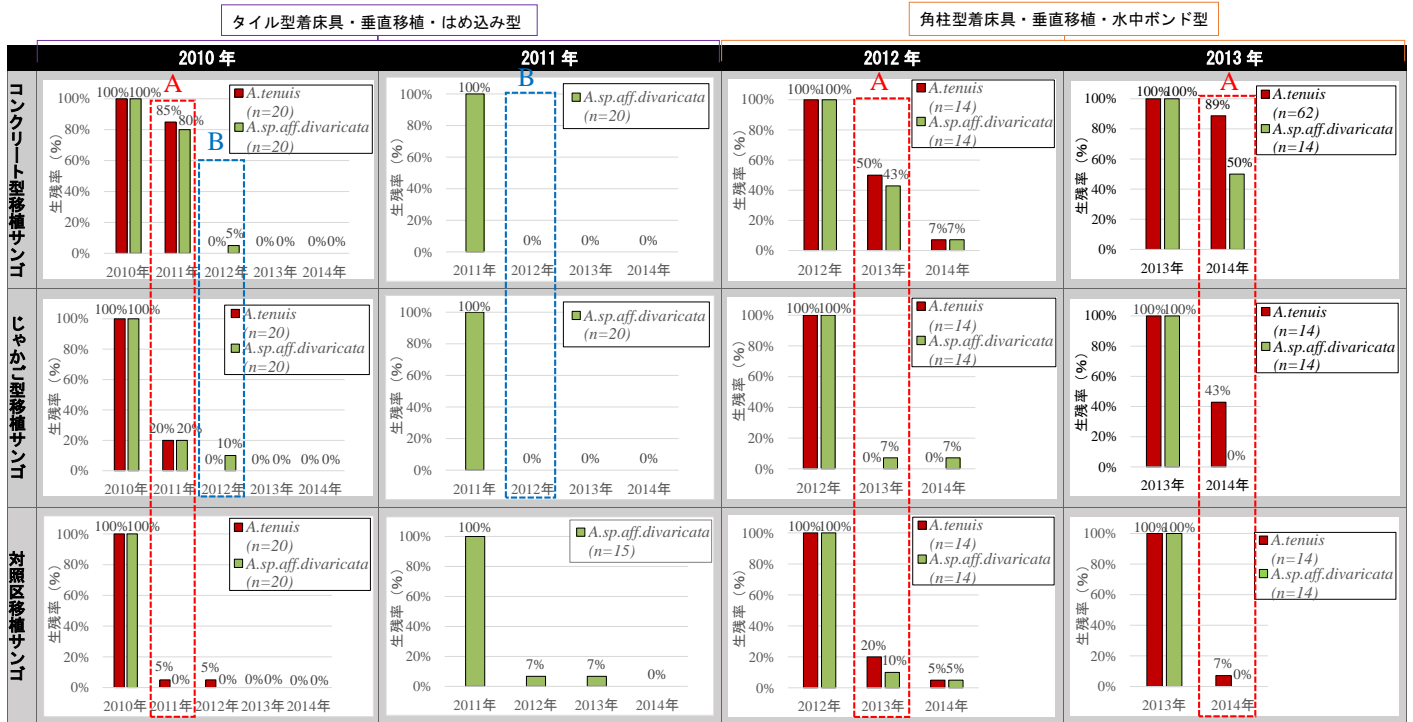


図-2 コンクリート型・じゃかご型・対照区での移植サンゴの生残率

注：nは移植着床具数を示す。また、対照区における移植条件で比較している。

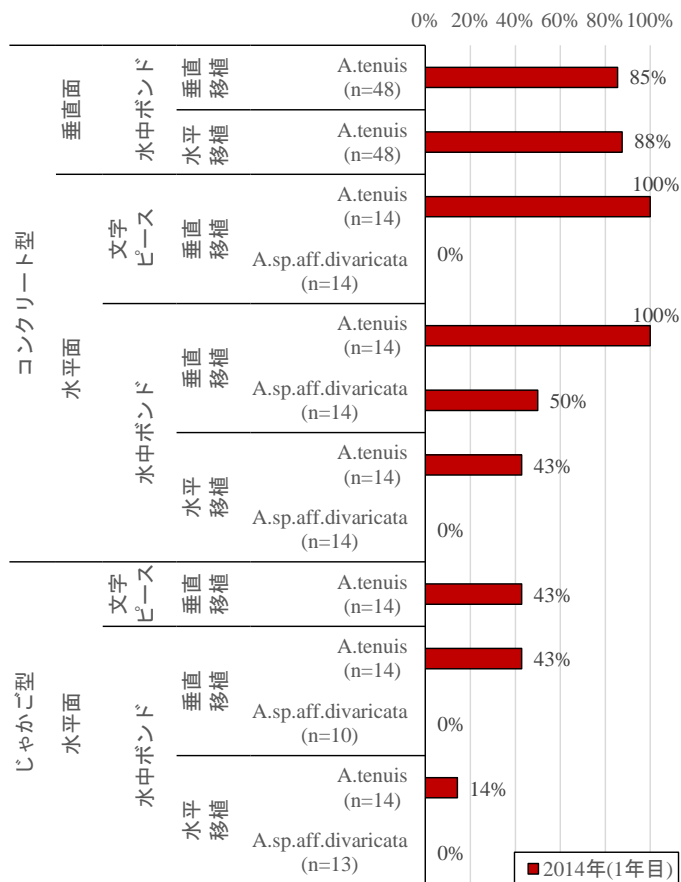


図-3 2013年移植サンゴの条件別生残率

注：水中ボンド、文字ピースは着床具の取付方法を示す。

### 1) 増殖試験基盤のタイプ

図-2 および図-3 より、コンクリート型において、2010年、2012年および2013年移植サンゴの移植後1年目の生残率は、じゃかご型や対照区の生残率に比べて高い(図-2の枠A)。これは、試験基盤を被う食害防止ネットの目合いがコンクリート型で8cm程度、じゃかご型で15cm程度であり、目合いの大きいじゃかご型に移植したサンゴに魚類の食痕が多く見られたことから、構造の安定性や材質よりも食害防止ネットの影響によるものと考えられる。

### 2) 着床具のタイプと固定方法

図-2 より、2010年および2011年移植サンゴは、2011年から2012年の間に移植サンゴが着床具ごと大量に消失したため、2012年時の生残率が低い(図-2の枠B)。表-1 および図-4 に着床具のタイプと固定方法別の移植サンゴの死亡・消失数とその状況を示す。2010年および2011年の移植では、サンゴを着生させた10cm×10cmのタイル型着床具を文字ピースに取り付けて、試験基盤内の台座部の

格子にはめ込む方法で固定した。しかし、タイル型着床具は表面積が大きいため外力を受けやすく、また、文字ピースは劣化により格子から外れやすくなるために、2011年から2012年の間に接近した台風による高波浪の影響を強く受け、大量に着床具が消失した。そこで、2012年以降は小型(1.5cm×1.5cm)の角柱型着床具を水中ボンドで固定する方法に改良した。その結果、2013年から2014年は勢力の大きい台風が複数接近したにもかかわらず、2013年移植サンゴは消失しなかった。

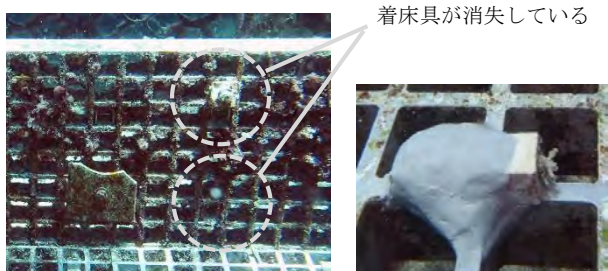
表-1 移植サンゴの1年後の死亡・消失数  
(コンクリート型・垂直移植)

【2010年移植サンゴ】

種	2011年生残数	死亡数	消失数	2012年生残数
<i>A.tenuis</i>	17	0	17	0
<i>A.sp.aff.divaricata</i>	16	0	15	1

【2013年移植サンゴ】

種	2013年生残数	死亡数	消失数	2014年生残数
<i>A.tenuis</i>	14	0	0	14
<i>A.sp.aff.divaricata</i>	14	7	0	7



(タイル型着床具・文字ピース) (角柱型着床具・水中ボンド)

図-4 着床具のタイプと固定方法

### 3) 格子状基盤の配置と着床具の方向

コンクリート型試験基盤内は、図-5のように格子状台座部が垂直面と水平面で構成されている。着床具の固定方向は、サンゴの着床している面が海底に対し垂直方向である垂直移植と、水平方向である水平移植の2タイプとした。

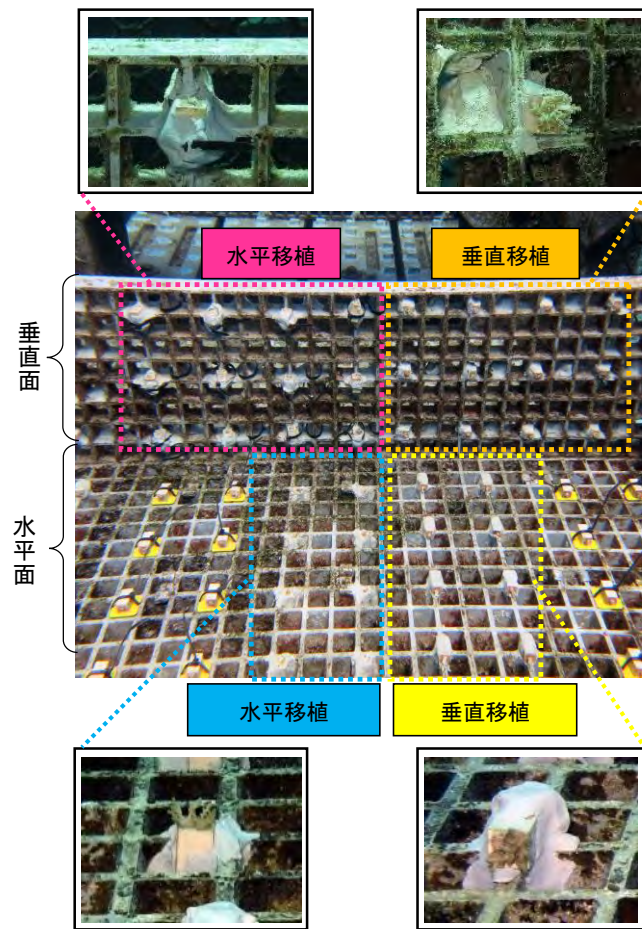


図-5 格子状台座部の水平面・垂直面と着床具の水平移植・垂直移植

図-3より、水平面では全体的に垂直移植したサンゴの生残率が高い。垂直面では、どちらの移植方向でも生残率が高い。水平面に水平移植したサンゴは上方からの堆積物により成育が阻害され、水平面に垂直移植したサンゴおよび垂直面に移植したサンゴは、そのような影響が低減されたと考えられる。

### 4) 移植サンゴの種類

図-3で、コンクリート型の試験基盤に水中ボンドの固定によって垂直移植したサンゴを対象に、種別の生残率の比較を図-6に示す。*A.sp.aff.divaricata*と比較して*A.tenuis*の生残率が高く、1年後の生残率は89%であった。観察から、成育状況が良好であることも確認された。



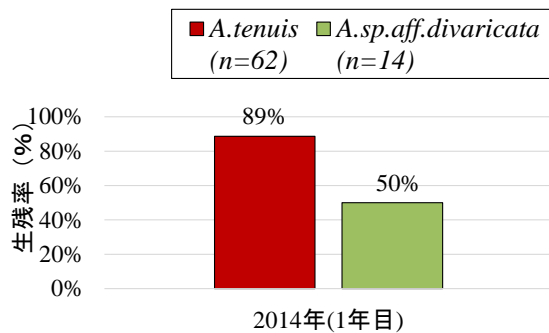


図-6 2013年移植サンゴの1年後の種別生残率  
(コンクリート型・水中ボンド・垂直移植)

#### 4. 結論

沖ノ鳥島礁内における稚サンゴの生残率を高める移植条件を図-8に示す。以下の点に留意して移植することで、サイズの小さい稚サンゴの移植後の生残率を高めることができる。

- ① 人工の試験基盤内に移植する場合には食害防止に留意する。人工基盤は魚礁と同様で多くの魚が集まり、小さいサンゴは捕食されやすい。8cm程度の目合いのネットであれば食害の影響を低減できる。
- ② 台風の高波浪による着床具の消失を防ぐために着床具のタイプに留意する。例えば1.5cm×1.5cmの角柱型着床具を水中ボンドにより固定することで波浪の影響を低減できる。
- ③ 稚サンゴの移植方向に留意する。サンゴを水平面に垂直移植するか、もしくは垂直面に方向問わず移植することにより、堆積物によるサンゴへの成育阻害を低減できる。
- ④ *A.tenuis* は现阶段で移植に適した種である。

今後は、これらの移植技術の成果を活かして多様な種についても生残率の高い移植技術を確立したいと考えている。

なお、本取り組みは、水産庁による「厳しい環境条件下におけるサンゴ増殖技術開発実証委託事業」の一環で行われたものである。

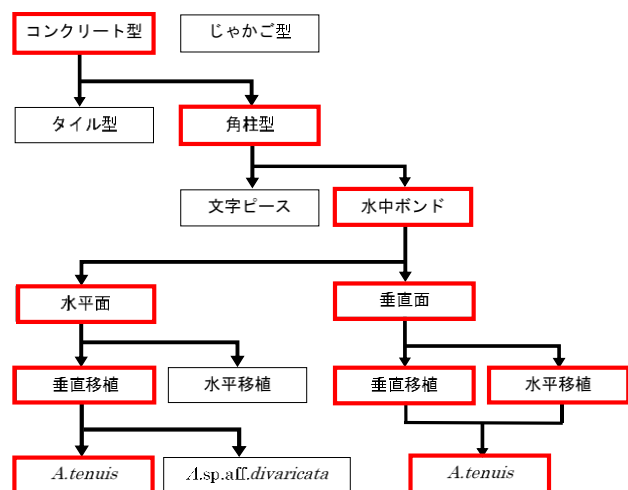
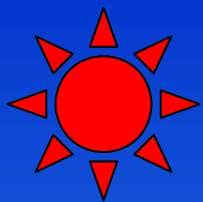


図-7 移植条件のフロー

(生残・成長が良好な移植条件を太枠で示す。)

#### 参考文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部：有性生殖によるサンゴ増殖の手引き-生育環境が厳しい沖ノ鳥島におけるサンゴ増殖-, 水産庁 HP, 2009.
- 2) Nakamura R, Ando W, Yamamoto H, Kitano M, Sato A, Nakamura M, Kayanne H, Omori M: Corals mass-cultured from eggs and transplanted as juveniles to their native, remote coral reef. *Mar; Ecol Prog Ser* **436**, 161-168, 2011.
- 3) 大久保奈弥・大森信：世界の増殖サンゴの移植レビュー, *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies* **3**, 31-40, 2001.
- 4) Okubo N, Taniguchi H, Motokawa T: Successful methods for transplanting fragments of *Acropora Formosa* and *Acropora hyacinths*, *Coral Reefs* **24**, 333-342, 2005.
- 5) 沖縄総合事務局港湾計画課：サンゴ群体の移植・移築技術を利用した港湾整備におけるサンゴ礁との共生指針, 沖縄総合事務局 HP, 2010.
- 6) Toh TC, Ng CSL, Peh JWK, Toh KB, Chou LM: Augmenting the post-transplantation growth and survivorship of juvenile scleractinian corals via nutritional enhancement. *PLoS ONE* **9**, 2014.
- 7) 大森信・岩尾研二：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, AMSL HP, 2014.



平成27年度 日本水産工学会春季学術講演会

2015.5.30.

# 沖ノ鳥島礁内におけるサンゴの 移植技術の開発



塚本 拓人・川崎 貴之・山本 秀一 (株)エコー，  
安藤 亘・吉塚 靖浩 (一社)水産土木建設技術センター，  
西崎 孝之・渡邊 則仁 水産庁 漁港漁場整備部 整備課

# これまでの取組み

## フェーズ1 H18-20

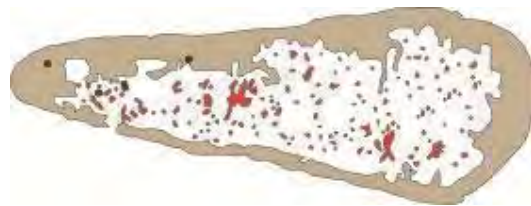
- ①有性生殖による大量種苗生産
- ②沖ノ鳥島への移植



有性生殖によるサンゴの種苗生産



サンゴの長距離輸送



沖ノ鳥島環境調査  
ハビタットマップづくり



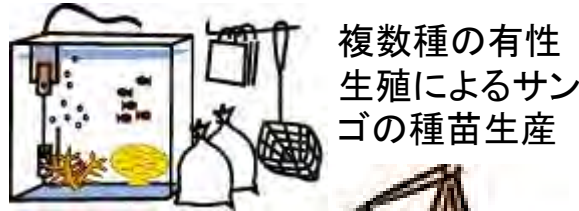
稚サンゴの移植



サンゴ増殖の手引作成

## フェーズ2(前期) H21-24

- ①複数種の種苗生産に拡充
- ②大量の移植技術を確立
- サンゴ増殖礁の開発



複数種の有性生殖によるサンゴの種苗生産

沖ノ鳥島の礁内に試験礁を設置



短期間で効率的に移植する技術の確立

H24.5月までに10万株を移植



モニタリング

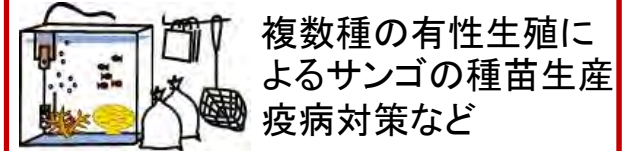
礁内のミドリイシの減少を確認

移植サンゴの産卵を確認!



## フェーズ2(後期) H25-29

- ①複数種の種苗生産(継続)
  - 基礎試験(疫病対策など)
- ②大量の移植技術を確立(継続)
  - サンゴ増殖礁の開発
- ③面的増殖技術の検討(新規)
  - 試験礁を利用した面的増殖
  - 現地で行える種苗生産



複数種の有性生殖によるサンゴの種苗生産  
疫病対策など



面的増殖の検討



現地でできる種苗生産の検討



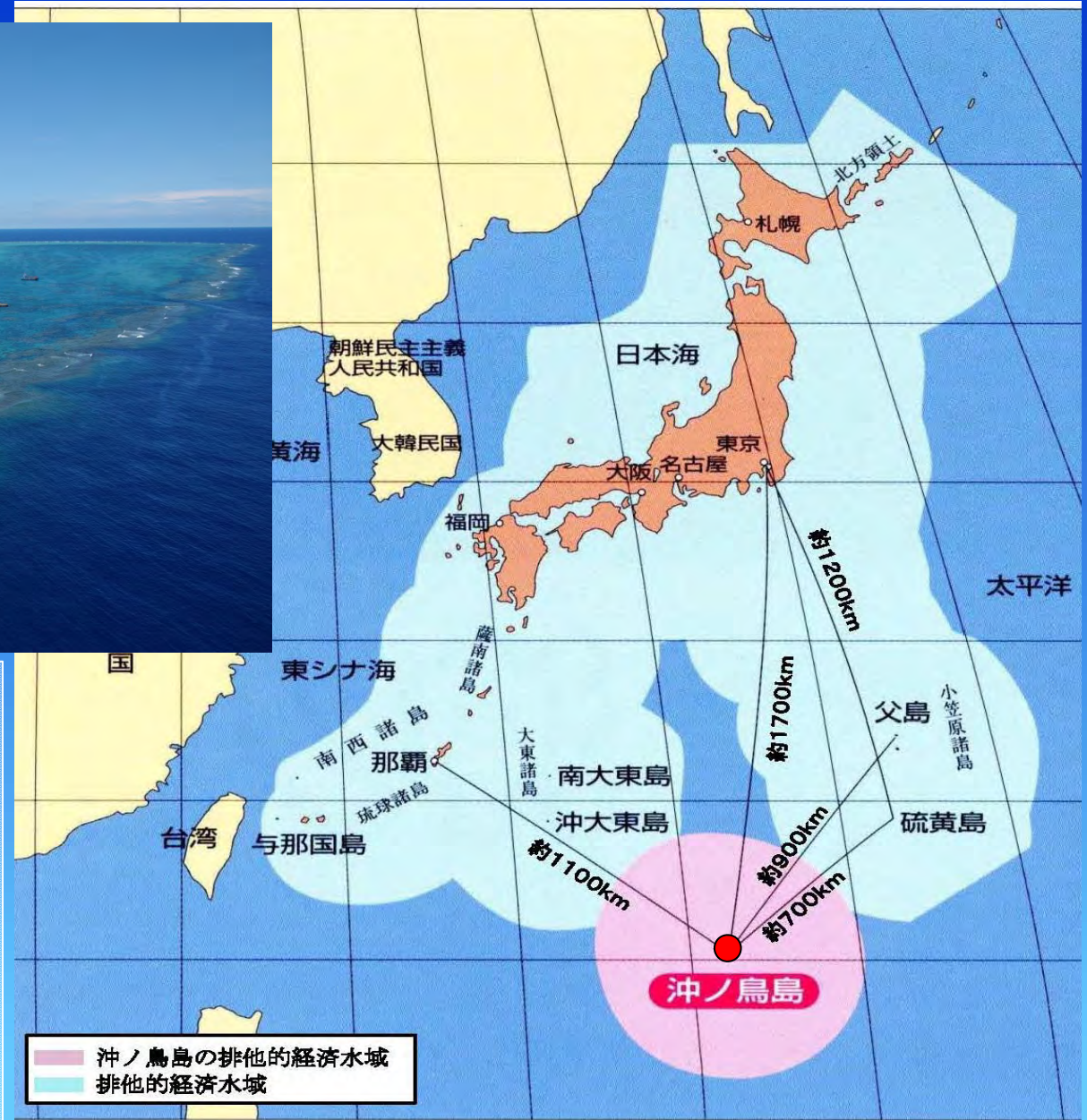
試験礁に移植した一部のサンゴを取り外して再移植





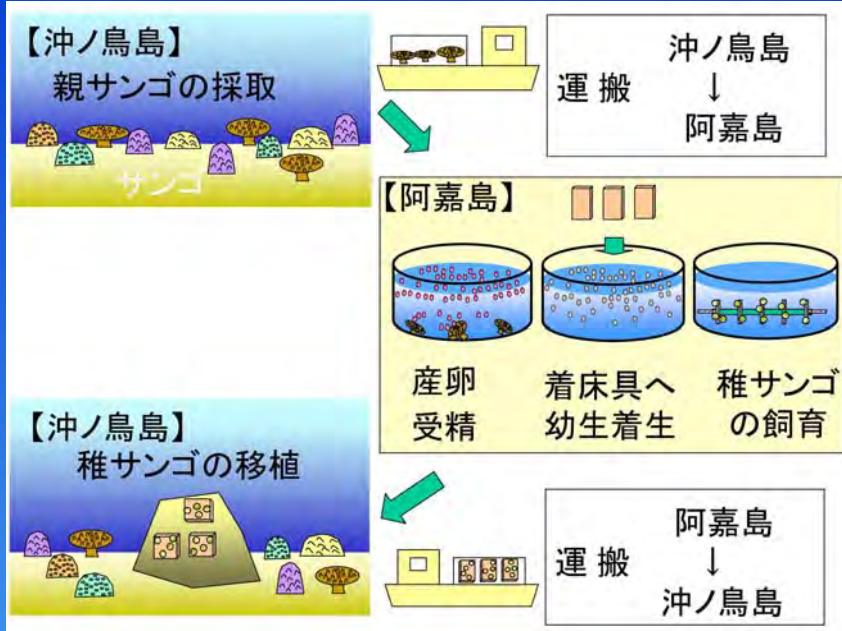


位置：北緯20度25分  
 東經136度04分  
 住所：東京都小笠原村  
 東西：約4.5km  
 南北：約1.7km  
 周囲：約11.0km  
 地形：卓礁



出典) 国土交通省 関東地方整備局 京浜河川事務所HP





- 有性生殖によって得られた直径10mm程度のサンゴを効率的に移植
- 礁内のサンゴ増殖適地に2タイプのサンゴ増殖試験基盤(以下, 試験基盤とする)を設置して稚サンゴを移植





# 目的

■ 種苗生産した1歳齢の直径10mm程度の稚サンゴの移植事例は少ない.

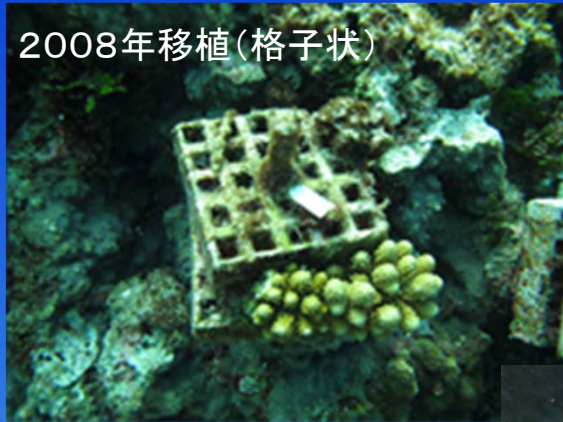
■ 直径2cm以下のサンゴは食害の影響を受けやすく, 5cm以上のサンゴが移植に適している.

■ 遠隔離島である沖ノ鳥島では稚サンゴの運搬も効率的に行う必要がある.

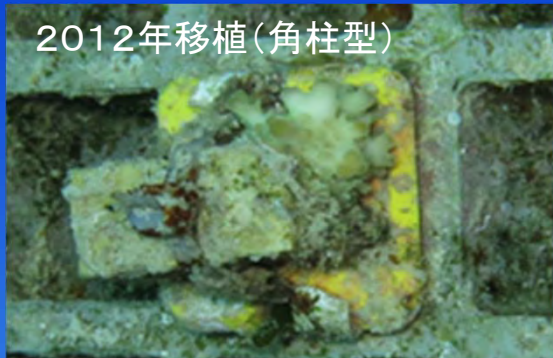
⇒ 本技術開発では, サイズの小さい稚サンゴの生残率を高めることができる移植技術を検討した.

## 移植サンゴの状況

2008年移植(格子状)



2012年移植(角柱型)



2013年移植(角柱型)





方法：

- 移植試験は2010年から2013年
- ダイバーによる目視観察と写真撮影により生残率に関するモニタリングを1年毎に実施

着眼点：

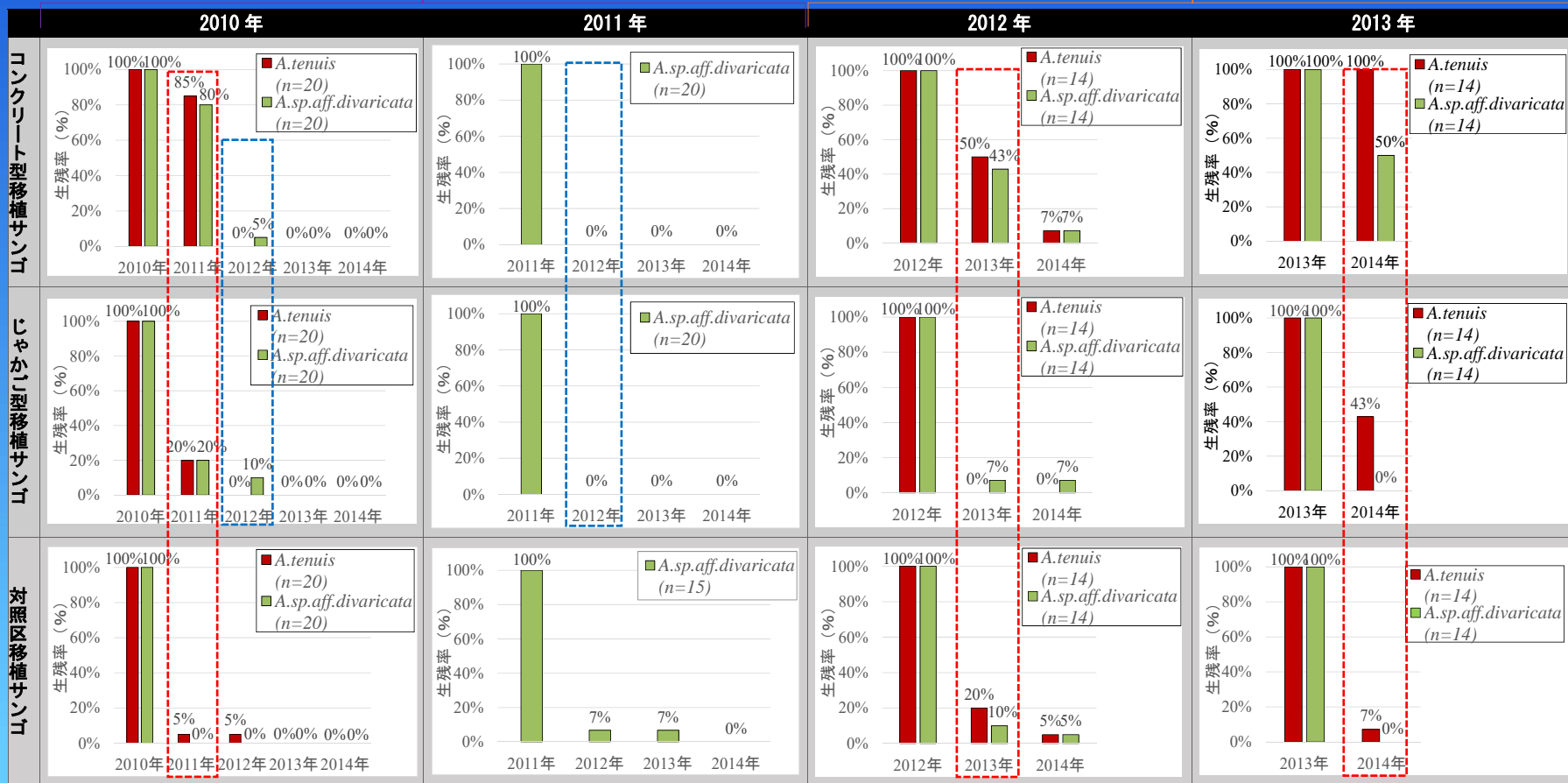
- 増殖試験基盤のタイプ
- 着床具のタイプと固定方法
- 格子状基盤の配置と着床具の方向
- 移植サンゴの種類

■ 増殖試験基盤のタイプ ⇒ コンクリート型(80mm) > じゃかご型(150mm)  
 (食害防止ネットの大きさ)

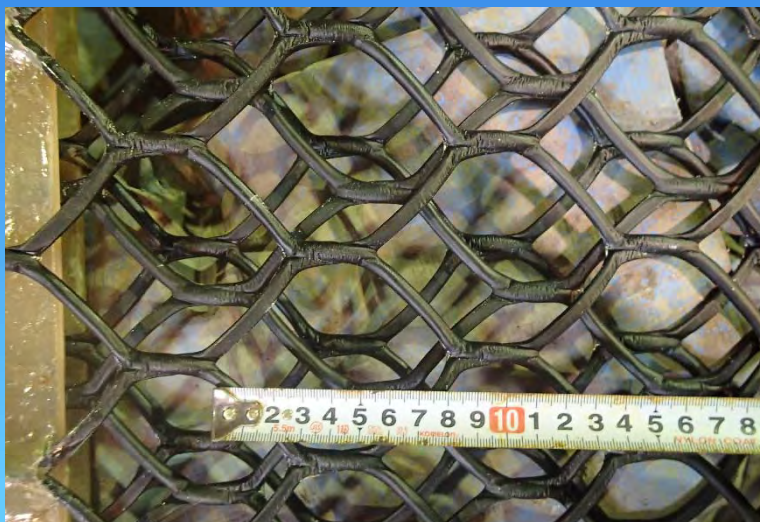
■ 着床具のタイプと固定方法 ⇒ 角柱型・水中ボンド > タイル型・はめ込み型

タイル型着床具・垂直移植・はめ込み型

角柱型着床具・垂直移植・水中ボンド型







# 着床具の消失・破損の状況

## コンクリート型移植サンゴの死亡数および消失数

### タイル型着床具・垂直移植・はめ込み型

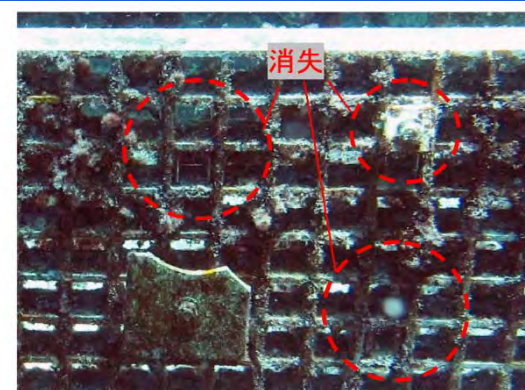
(2010年移植サンゴ)

種	2011年生残数	死亡数	消失数	2012年生残数
<i>A.tenuis</i> 枝移植	20	0	20	0
<i>A.tenuis</i> 種苗	17	0	17	0
<i>A.globiceps</i>	20	1	14	5
<i>A.sp.aff.divaricata</i>	16	0	15	1

(2011年移植サンゴ)

種	2011年生残数	死亡数	消失数	2012年生残数
<i>A.tenuis</i> 枝移植	20	3	17	0
<i>A.globiceps</i>	20	1	18	1
<i>A.sp.aff.divaricata</i>	20	0	20	0

7~10割の着床具が消失  
⇒小サイズの角柱型着床具を  
ボンド固定することで対策



タイル型・はめ込み (2012年6月撮影)

### 角柱型着床具・垂直移植・水中ボンド型

(2013年移植サンゴ)

種	2013年生残数	死亡数	消失数	2014年生残数
<i>A.tenuis</i> 枝移植	14	5	0	9
<i>A.tenuis</i> 種苗	14	0	0	14
<i>A.sp.aff.divaricata</i>	14	7	0	7

着床具は消失しなかった



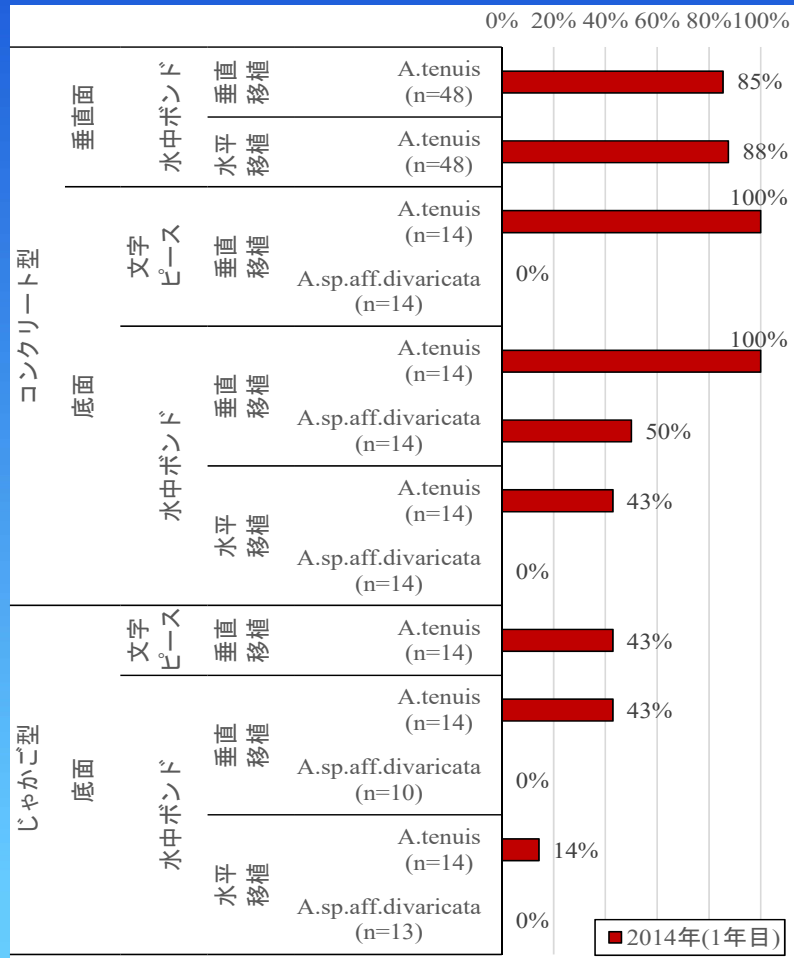
角柱型・水中ボンド (2012年6月撮影)



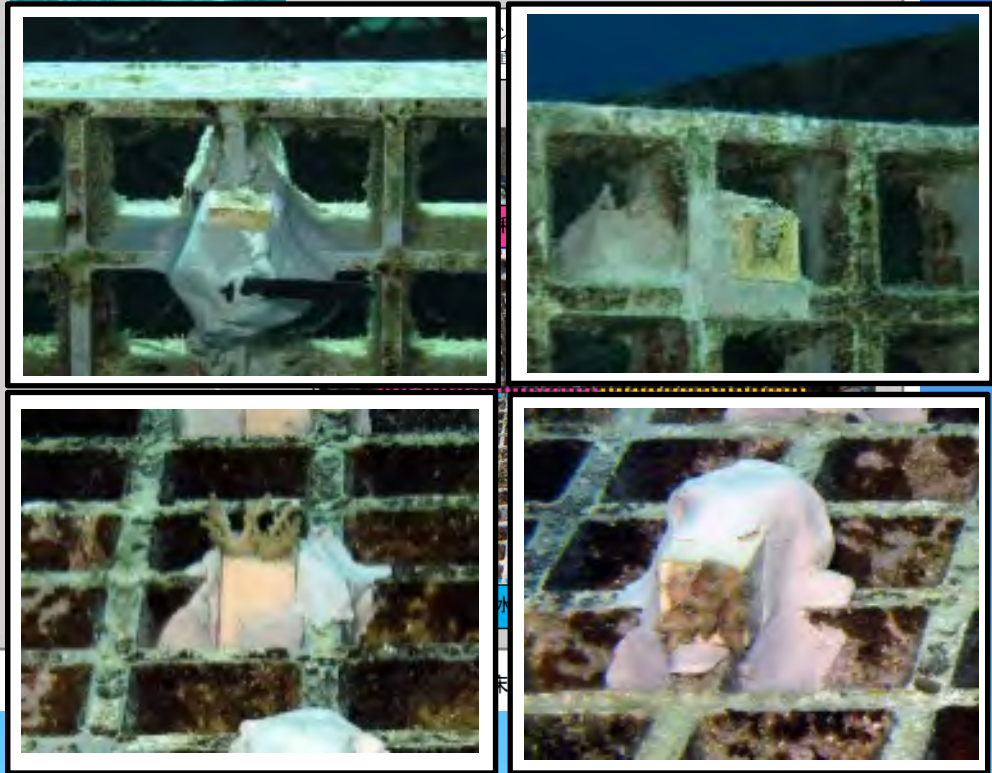
## ■ 格子状基盤の配置と着床具の方向

⇒底面: 垂直移植 > 水平移植

⇒垂直面: 垂直移植・水平移植

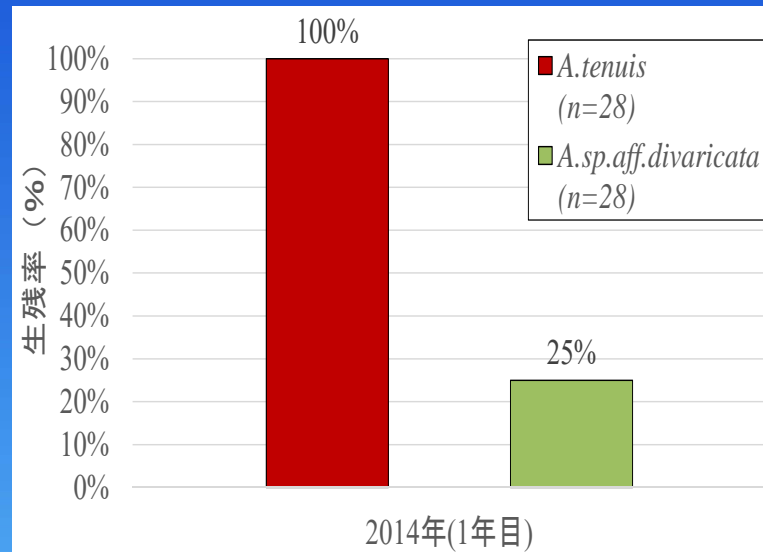


参考: 格子状基盤の垂直面・底面と着床具の垂直移植・水平移植

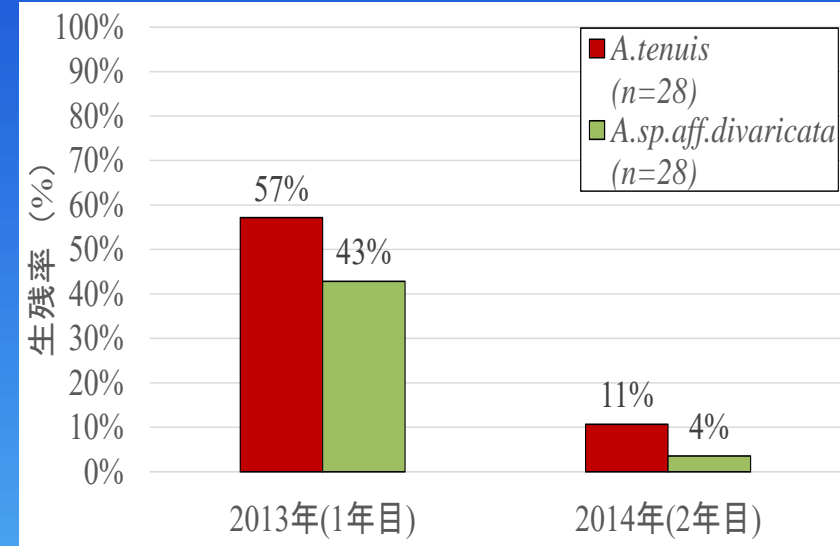


## ■ 移植サンゴの種類

⇒ *A. tenuis* > *A. sp. aff. divaricata*



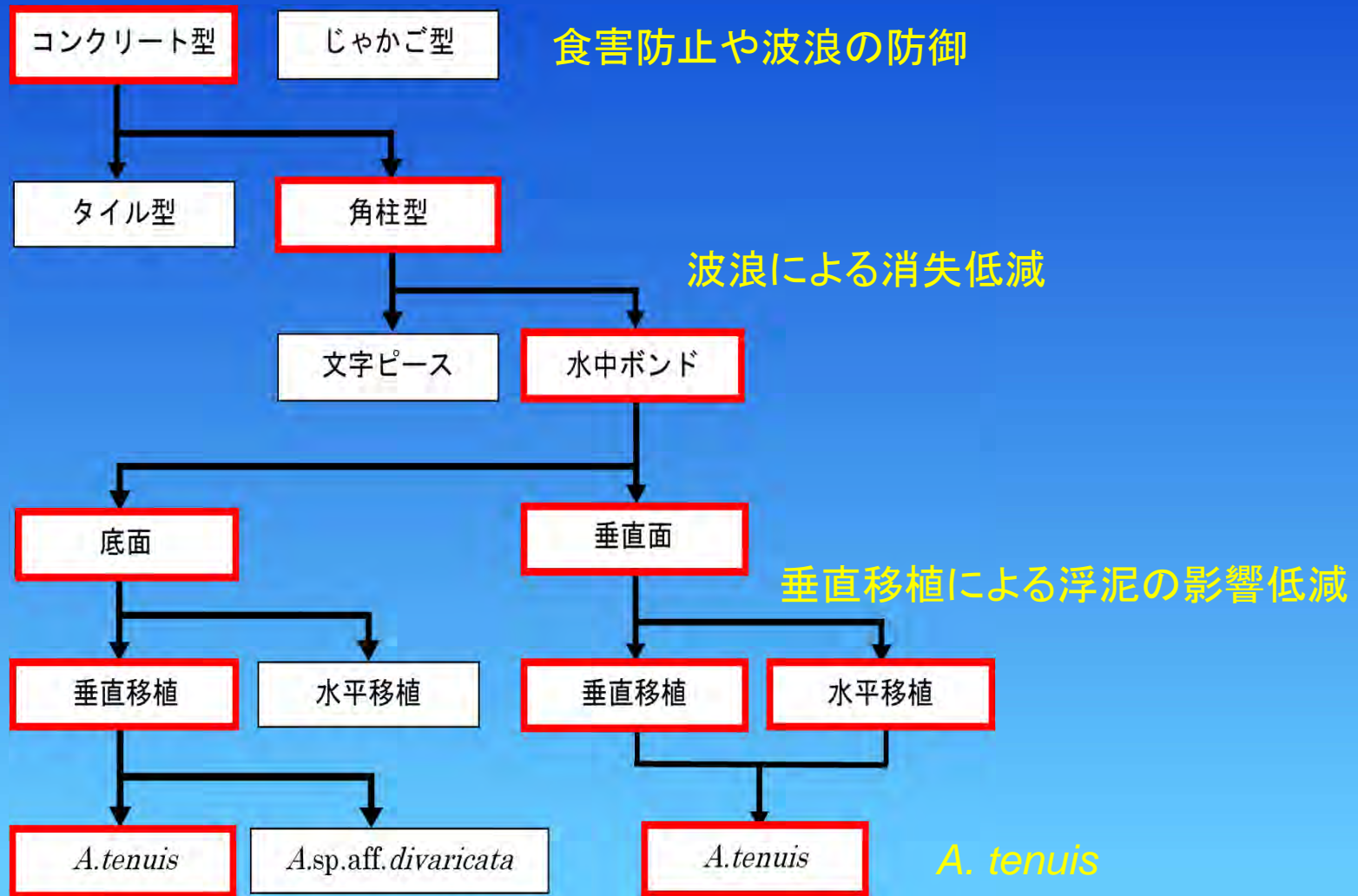
2013年移植サンゴの種別生残率  
(コンクリート型・底面・垂直移植)



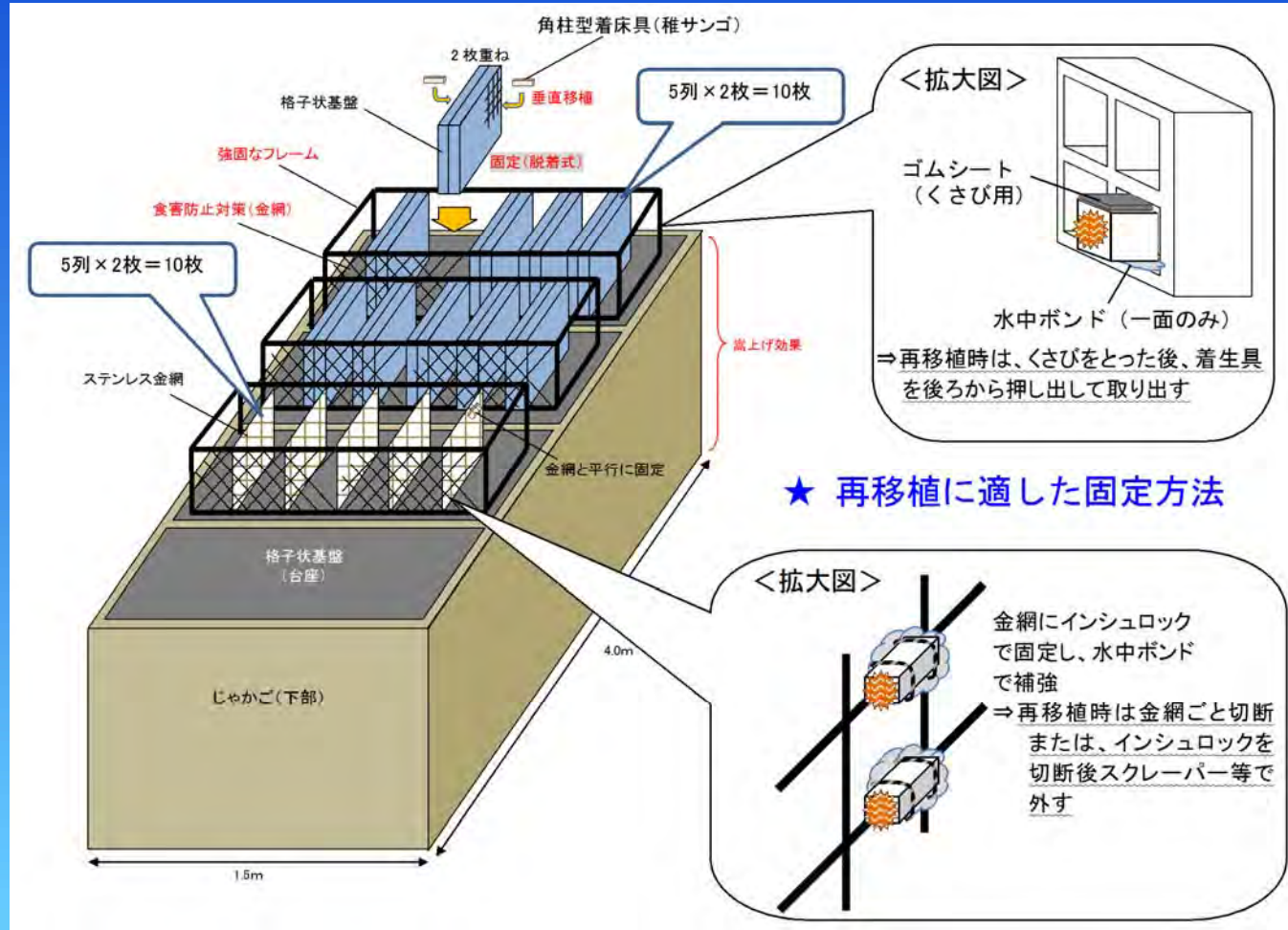
2012年移植サンゴの種別生残率  
(コンクリート型・底面・垂直移植)



# 最適移植方法のまとめ



# これからの稚サングの移植方法





ありがとうございました。

# 移植サンゴの生残・成長に影響を及ぼす要因

