

## IV-7. リスキニング技術の検討

## 目次

|         |                   |         |
|---------|-------------------|---------|
| IV-7    | リスニング技術の検討        | IV-7-1  |
| 1       | 沖縄海域              | IV-7-1  |
| 1.1     | はじめに              | IV-7-1  |
| 1.2     | 調査内容              | IV-7-2  |
| 1.2.1   | 検証項目および現地調査スケジュール | IV-7-2  |
| 1.2.2   | 調査位置              | IV-7-3  |
| 1.2.3   | 実験方法              | IV-7-4  |
| 1.2.3.1 | 使用するタイルおよび設置方法    | IV-7-4  |
| 1.2.3.2 | 繰り返し移植実験①         | IV-7-5  |
| 1.2.3.3 | 繰り返し移植実験②         | IV-7-6  |
| 1.3     | 調査結果              | IV-7-7  |
| 1.3.1   | モニタリング結果          | IV-7-8  |
| 1.3.1.1 | 5ヶ月後モニタリング        | IV-7-8  |
| 1.3.1.2 | 8ヶ月後モニタリング        | IV-7-11 |
| 1.3.1.3 | 11ヶ月後モニタリング       | IV-7-14 |
| 1.3.2   | 繰り返し移植（1年後）       | IV-7-17 |
| 1.3.2.1 | 繰り返し移植実施状況（1年後）   | IV-7-17 |
| 1.3.2.2 | 繰り返し移植2ヶ月後モニタリング  | IV-7-20 |
| 1.4     | 次年度の工程案           | IV-7-23 |

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| 2 沖ノ島島海域 .....                  | IV-7-24 |
| 2.1 はじめに .....                  | IV-7-24 |
| 2.2 調査内容 .....                  | IV-7-24 |
| 2.2.1 調査項目および調査スケジュール .....     | IV-7-24 |
| 2.2.2 調査位置 .....                | IV-7-25 |
| 2.2.3 調査方法 .....                | IV-7-26 |
| 2.3 調査結果 .....                  | IV-7-28 |
| 2.3.1 2018 年度移植サンゴのモニタリング ..... | IV-7-28 |
| 2.3.2 2019 年度移植サンゴのモニタリング ..... | IV-7-30 |
| 2.3.3 2020 年度移植サンゴのモニタリング ..... | IV-7-39 |
| 2.3.4 2022 年度移植サンゴのモニタリング ..... | IV-7-44 |
| 2.4 考察 .....                    | IV-7-46 |
| 2.4.1 2018 年度移植実験 .....         | IV-7-46 |
| 2.4.2 2019 年度移植実験 .....         | IV-7-47 |
| 2.4.3 2020 年度移植実験 .....         | IV-7-50 |
| 2.4.4 2022 年度移植実験 .....         | IV-7-52 |
| 2.5 最適条件の検討 .....               | IV-7-53 |
| 2.5.1 成長率 .....                 | IV-7-53 |
| 2.5.1.1 2019 年度移植実験 .....       | IV-7-53 |
| 2.5.1.2 2020 年度移植実験 .....       | IV-7-55 |
| 2.5.2 融合率 .....                 | IV-7-57 |
| 2.5.2.1 2019 年度移植実験 .....       | IV-7-57 |
| 2.5.2.2 2020 年度移植実験 .....       | IV-7-59 |
| 2.6 まとめ .....                   | IV-7-61 |
| 2.7 参考資料 .....                  | IV-7-62 |
| 2.7.1 コスト試算 .....               | IV-7-62 |
| 2.7.1.1 積算根拠（一括移植） .....        | IV-7-63 |
| 2.7.1.2 積算根拠（繰り返し移植） .....      | IV-7-64 |

## IV-7 リスキニング技術の検討

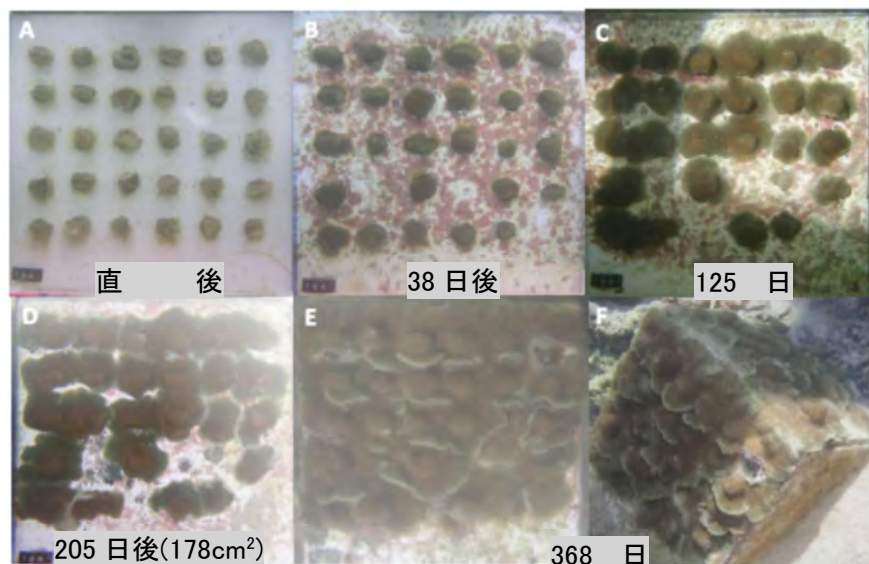
### 1 沖縄海域

#### 1.1 はじめに

ミドリイシ属は、立体的な樹枝状の骨格を形成するものが多く、成長も速いため、特に水産涵養の面で利点がある。そのため、これまで本事業ではミドリイシ属を対象として、有性生殖を活用したサンゴ増殖技術を開発してきた。しかし、ミドリイシ属は成長が速いものの高水温などの環境変化には弱いことが知られており、沖ノ鳥島における調査実績では、ミドリイシ属の多くは近年の水温上昇の影響を受けて大規模に衰退したことが明らかとなっている。一方、塊状の骨格を形成するハマサンゴ属やトゲキクメイシ属等のサンゴは、成長が遅いものの高水温などの環境変化に強いことが知られており、沖ノ鳥島における調査実績でも同様の傾向がみられることから、ハマサンゴ属等を増殖対象種とすることの重要性が指摘されている。本検討では、高水温などの環境変化には強いものの成長速度が遅いハマサンゴ属等を対象として、成長速度の促進が期待されるリスキニング技術の検証と海域での実用化を目的とした。

#### 【リスキニング (Reskinning)】

遺伝子が同じ断片（クローン）が融合することに着目し、成長の遅いハマサンゴ属等の塊状サンゴ類を小さく断片化（小片化）し、人工基盤等にパッチ状に植え付け、各小片が水平方向に成長し融合することで、サンゴ群体を早期に再生する技術である（図-IV.7.1.1）。



- ・ハマサンゴ属の小片を固定

固定時の面積：23cm<sup>2</sup> → 205日後の面積：178cm<sup>2</sup>

**約8倍に成長**

図-IV.7.1.1 リスキニングの事例 (Zac H. Forsman et al., 2015)

## 1.2 調査内容

### 1.2.1 検証項目および現地調査スケジュール

検証項目・内容を表-IV.7.1.1 に、実施工程を表-IV.7.1.2 に示す。

表-IV.7.1.1 検討項目と内容

| 検証項目               | 内容                                                                                                                   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 繰り返し利用できる<br>手法の検討 | <ul style="list-style-type: none"> <li>これまでの実証試験で得られた最適条件を用いて、タイルを用いた手法を検討する。</li> <li>検討結果をもとに実証試験に着手する。</li> </ul> |

表-IV.7.1.2 実施工程表

| 項目       |                    |                    | 2024年           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 2025年 |    |    |    |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-------|----|----|----|
|          |                    |                    | 4月              | 5月 |    |    | 6月 |    |    | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月   | 1月 | 2月 | 3月 |
|          |                    |                    |                 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
| 計画準備     |                    |                    |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
| 沖縄海域     |                    |                    | モニタリング          | ■  |    |    |    |    |    | ■  |    |    | ■   |     |       |    | ■  |    |
|          |                    |                    | ① 繰り返し移植：A      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     | ■     |    |    |    |
|          |                    |                    | ② 繰り返し移植：サイズ（小） |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       | ■  |    |    |
| 沖ノ鳥島海域   | 中間育成施設             | 2018年度実験<br>モニタリング |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
|          |                    | 2019年度実験<br>モニタリング |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
|          |                    | 2020年度実験<br>モニタリング |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
|          |                    | 2022年度実験<br>モニタリング |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
|          | サンゴ幼生着床・<br>育成実証基盤 | 2022年度実験<br>モニタリング |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
| 結果・取りまとめ |                    |                    |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |
| 委員会      |                    |                    |                 |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  |     |     |       |    | ■  |    |
| 次年度計画立案  |                    |                    |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |       |    |    |    |

### 1.2.2 調査位置

移植実験は、沖縄県名護市屋我地島にある陸上施設の室内水槽で実施した。実験場所を図-IV.7.1.2 に示す。

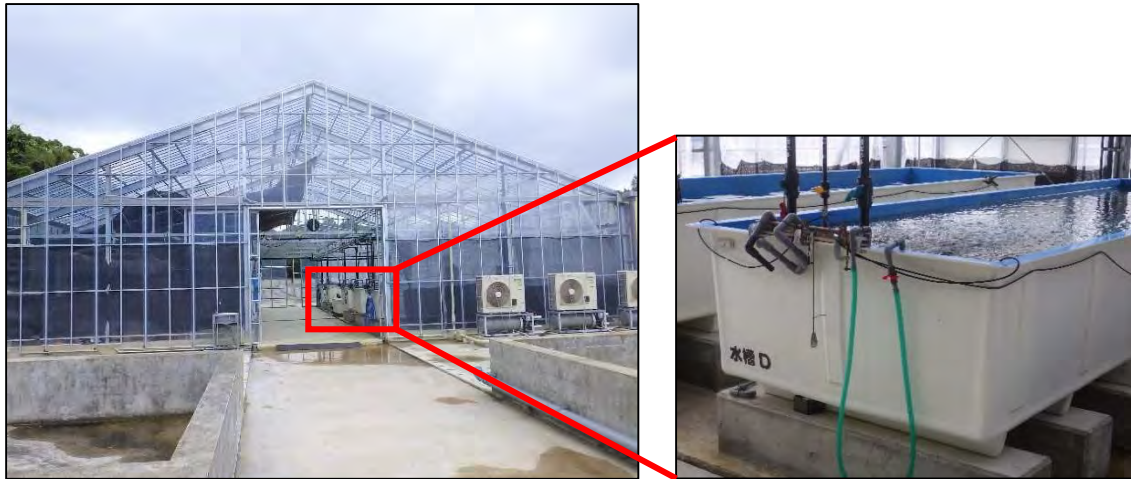


図-IV. 7. 1. 2 実験場所

## 1.2.3 実験方法

### 1.2.3.1 使用するタイルおよび設置方法

使用するタイルについては、小片サイズは  $5\text{cm}^2$ 、貼付間隔は  $3\text{cm}$  が適しているため、縦  $3\text{cm}$ ×横  $3\text{cm}$ ×厚さ  $1\text{cm}$  のサイズを使用した。素材は耐久性が高く、加工が容易なコンクリートとした。

タイルの配置については、小片サイズは  $5\text{cm}^2$ 、切断厚は  $0\text{cm}$  が適しており、小片を貼り付けたタイルの周りを小片無しのタイルで囲む  $5$  列× $5$  列の配置とした。なお、 $5$  列× $5$  列の配置を  $1$  セットとしてとりまとめた。

サンゴの設置方法については、陸上施設での実験でサンゴを空气中で貼り付けることが可能なため、これまでリスキニング実証試験で使用されている水中ボンドではなく、使いやすいゼリー状瞬間接着剤（有限会社デルフィス製 瞬間クイックジェル）を使用した。使用するタイル及び固定のイメージを図-IV.7.1.3 に示す。

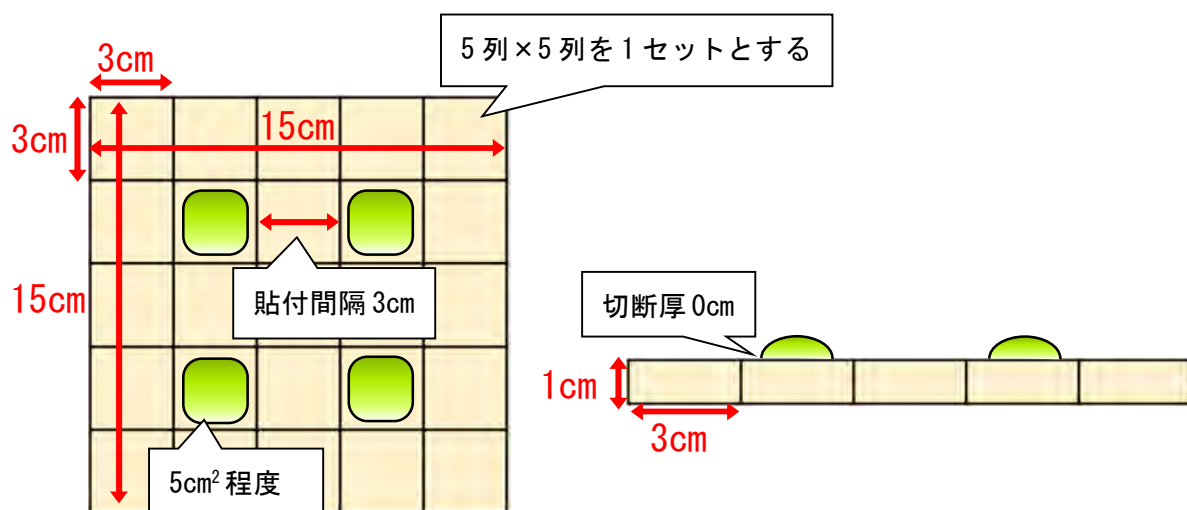


図-IV.7.1.3 使用するタイル及び固定のイメージ

### 1.2.3.2 繰り返し移植実験①

繰り返し移植実験①は、繰り返し移植を実施できるかどうかを検証することを目的として実施した。検証するにあたり、更に項目を2つ設定した。設定した項目を表-IV.7.1.3に示す。

表-IV.7.1.3 検証項目①の検証項目

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| 項目 A | 繰り返し移植した小片を繰り返し利用できるか明らかにする        |
| 項目 B | 繰り返し移植した移植元が繰り返し移植前と同様に成長するか明らかにする |

項目 A については、小片が成長して被覆したタイルを使用して繰り返し利用できるかを 2 回検証する。1 回目は移植 1 年後に赤枠で囲ったサンゴの被覆が確認されたタイル（これを赤枠タイルとする）を移植する（これを移植先とする）。2 回目は、移植先に設置した赤枠タイルのサンゴを成長させ、青枠で囲ったサンゴの被覆が確認されたタイル（これを青枠タイルとする）を移植する。移植した後に、青枠タイルの被覆したサンゴが死亡せずに成長できるかどうかを確認する。

項目 B については、1 回目の繰り返し移植した移植元小片を使用する。周りのタイルを新しくし、開始時とほとんど同様な状態にする。その後サンゴ小片が繰り返し移植前と同様に成長するかどうか比較する。

サンゴの種は、これまでのリスキニング試験で使用されているコブハマサンゴを使用する。評価方法は、1 セットの生残面積の合計面積を算出し、評価する。検証項目①の流れを図-IV.7.1.4 に示す。

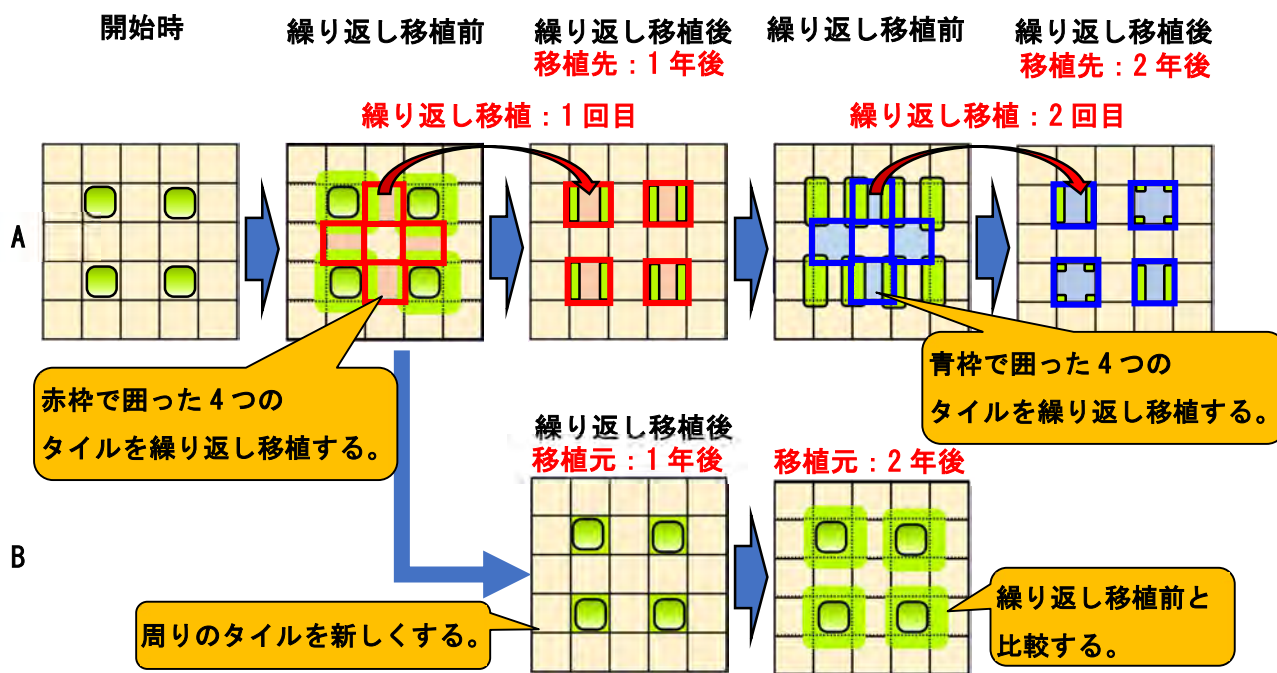


図-IV.7.1.4 検証項目①の流れ

### 1.2.3.3 繰り返し移植実験②

繰り返し移植実験②は繰り返し移植した小片サイズの違いに成長差があるか検証することを目的として実施した。繰り返し移植のタイミングを1年後（小）、1年半後（中）、2年後（大）の3つの条件に設定し、成長の差があるかどうか比較する。

サンゴの種は、これまでのリスクニング試験で使用されているコブハマサンゴを使用する。評価方法は、1セットの生残面積の成長率を算出し、評価する。実験の流れを図-IV.7.1.5に示す。

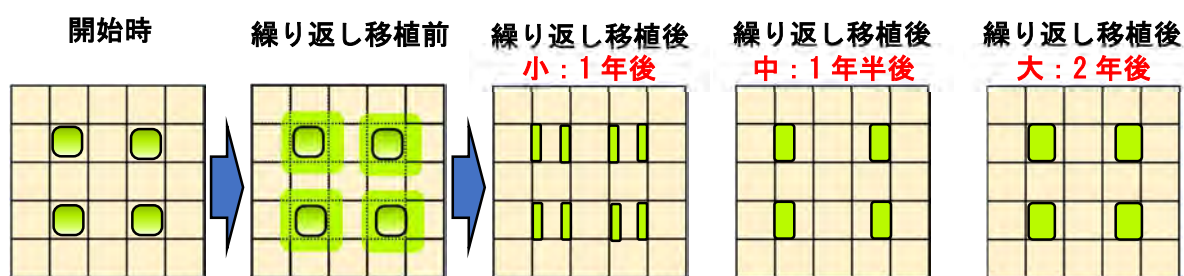


図-IV.7.1.5 検証項目②の流れ

### 1.3 調査結果

各作業項目の実施日を表-IV.7.1.4 に示す。

表-IV.7.1.4 各作業項目の調査実施日

| 調査内容               | 実施日              |
|--------------------|------------------|
| 5 ヶ月後モニタリング        | 2024 年 4 月 19 日  |
| 8 ヶ月後モニタリング        | 2024 年 7 月 15 日  |
| 11 ヶ月後モニタリング       | 2024 年 10 月 14 日 |
| 繰り返し移植：1 年後        | 2024 年 11 月 29 日 |
| 繰り返し移植 2 ヶ月後モニタリング | 2025 年 1 月 16 日  |

1.3.1 モニタリング結果

1.3.1.1 5 ヶ月後モニタリング

2024 年 4 月 19 日に 5 ヶ月後のモニタリング調査を実施した。  
モニタリング調査結果を表-IV.7.1.5 に、モニタリング時の小片面積を表-IV.7.1.6 に、小片の生残状況を図-IV.7.1.6 に示す。

生残状況

設置した 40 小片中、40 小片全てが生残していた。

成長状況

平均面積は 27.12 cm<sup>2</sup>であり、移植直後から約 1.8 倍面積が増加していた。

その他

明らかな病気への罹患状況は確認されなかった。

表-IV. 7. 1. 5 5 ヶ月後モニタリング調査結果（まとめ）

| 種       | セット数 | 小片数 | 生残率  |       | 平均面積（cm <sup>2</sup> ） |        |
|---------|------|-----|------|-------|------------------------|--------|
|         |      |     | 移植直後 | 5 ヶ月後 | 移植直後                   | 5 ヶ月後  |
| コブハマサンゴ | 10   | 40  | 100  | 100   | 14. 06                 | 27. 12 |

注）1. 平均面積は1セットの合計面積の平均から算出している。  
2. 赤字は前回からの増加、青字は前回からの減少を示す。

表-Ⅳ.7.1.6 5ヶ月後モニタリング時の小片面積

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサング1 | 1   | 上  | 左上    | 8.01                  | 28.90                   |
|          | 2   | 上  | 右上    | 7.88                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 7.29                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 5.72                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 7.58                  | 25.45                   |
|          | 6   | 下  | 右上    | 7.48                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 4.46                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 5.93                  |                         |
| コブハマサング2 | 9   | 上  | 左上    | 10.06                 | 40.28                   |
|          | 10  | 上  | 右上    | 9.59                  |                         |
|          | 11  | 上  | 左下    | 10.27                 |                         |
|          | 12  | 上  | 右下    | 10.36                 |                         |
|          | 13  | 下  | 左上    | 8.09                  | 32.11                   |
|          | 14  | 下  | 右上    | 7.99                  |                         |
|          | 15  | 下  | 左下    | 8.70                  |                         |
|          | 16  | 下  | 右下    | 7.33                  |                         |
| コブハマサング3 | 17  | 上  | 左上    | 3.88                  | 20.95                   |
|          | 18  | 上  | 右上    | 4.10                  |                         |
|          | 19  | 上  | 左下    | 7.47                  |                         |
|          | 20  | 上  | 右下    | 5.50                  |                         |
|          | 21  | 下  | 左上    | 5.27                  | 23.76                   |
|          | 22  | 下  | 右上    | 5.65                  |                         |
|          | 23  | 下  | 左下    | 6.32                  |                         |
|          | 24  | 下  | 右下    | 6.52                  |                         |
| コブハマサング4 | 25  | 上  | 左上    | 7.24                  | 29.09                   |
|          | 26  | 上  | 右上    | 5.70                  |                         |
|          | 27  | 上  | 左下    | 9.40                  |                         |
|          | 28  | 上  | 右下    | 6.75                  |                         |
|          | 29  | 下  | 左上    | 5.62                  | 20.31                   |
|          | 30  | 下  | 右上    | 6.11                  |                         |
|          | 31  | 下  | 左下    | 3.75                  |                         |
|          | 32  | 下  | 右下    | 4.83                  |                         |
| コブハマサング5 | 33  | 上  | 左上    | 5.27                  | 29.98                   |
|          | 34  | 上  | 右上    | 8.88                  |                         |
|          | 35  | 上  | 左下    | 7.23                  |                         |
|          | 36  | 上  | 右下    | 8.60                  |                         |
|          | 37  | 下  | 左上    | 6.11                  | 20.35                   |
|          | 38  | 下  | 右上    | 3.85                  |                         |
|          | 39  | 下  | 左下    | 6.00                  |                         |
|          | 40  | 下  | 右下    | 4.39                  |                         |

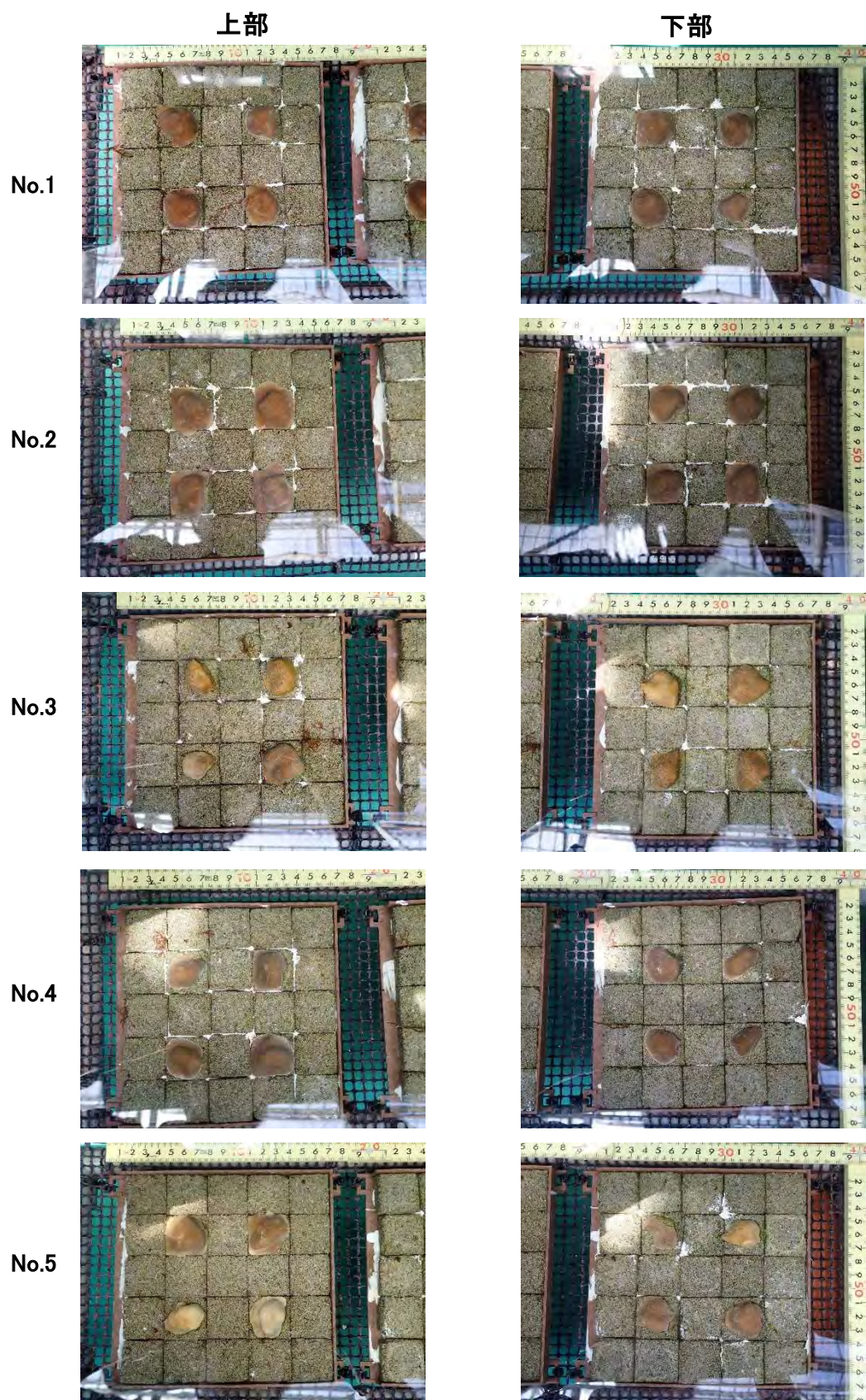


図-IV. 7. 1. 6 5 ヶ月後の小片の生残状況

1.3.1.2 8 ヶ月後モニタリング

2024 年 7 月 15 日に 8 ヶ月後のモニタリング調査を実施した。  
モニタリング調査結果を表-IV.7.1.7 に、モニタリング時の小片面積を表-IV.7.1.8 に、小片の生残状況を図-IV.7.1.7 に示す。

生残状況

設置した 40 小片中、36 小片生残し、4 小片死亡した。

成長状況

死滅した小片を含めた平均面積は 22.74 cm<sup>2</sup>であり、移植直後から約 1.5 倍面積が増加しているが、移植 5 ヶ月後から 4.38 cm<sup>2</sup>減少した。死滅した小片を含めない平均面積は 27.50 cm<sup>2</sup>であり、移植直後から約 2 倍面積が増加しているが、移植 5 ヶ月後から 0.83 cm<sup>2</sup>減少した。

その他

明らかな病気への罹患状況は確認されなかった。

表-IV.7.1.7 8 ヶ月後モニタリング調査結果（まとめ）

| 種               | セット数 | 小片数 | 生残率  |      |      | 平均面積（cm <sup>2</sup> ） |       |       |
|-----------------|------|-----|------|------|------|------------------------|-------|-------|
|                 |      |     | 移植直後 | 5ヶ月後 | 8ヶ月後 | 移植直後                   | 5ヶ月後  | 8ヶ月後  |
| コブハマサンゴ（死亡含む）   | 10   | 40  | 100  | 100  | 90   | 14.81                  | 27.12 | 22.74 |
| コブハマサンゴ（死亡含まない） | 8    | 32  | -    | -    | -    | 14.06                  | 28.33 | 27.50 |

注）1. 平均面積は1セットの合計面積の平均から算出している。  
2. 赤字は前回からの増加、青字は前回からの減少を示す。

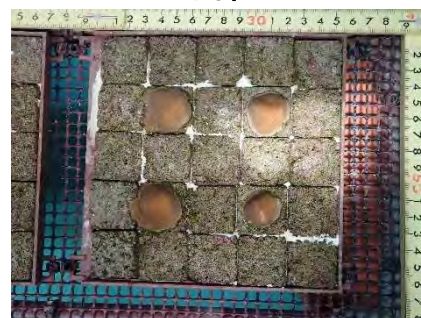
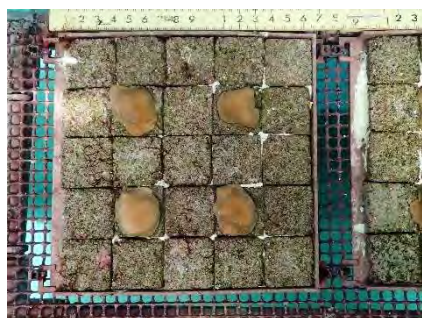
表-Ⅳ.7.1.8 8ヶ月後モニタリング時の小片面積

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサング1 | 1   | 上  | 左上    | 7.52                  | 26.99                   |
|          | 2   | 上  | 右上    | 7.21                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 7.08                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 5.18                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 7.51                  | 24.77                   |
|          | 6   | 下  | 右上    | 7.10                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 4.36                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 5.80                  |                         |
| コブハマサング2 | 9   | 上  | 左上    | 9.53                  | 38.25                   |
|          | 10  | 上  | 右上    | 10.31                 |                         |
|          | 11  | 上  | 左下    | 8.88                  |                         |
|          | 12  | 上  | 右下    | 9.53                  |                         |
|          | 13  | 下  | 左上    | 7.47                  | 30.44                   |
|          | 14  | 下  | 右上    | 7.65                  |                         |
|          | 15  | 下  | 左下    | 8.18                  |                         |
|          | 16  | 下  | 右下    | 7.14                  |                         |
| コブハマサング3 | 17  | 上  | 左上    | 0.00                  | 0.54                    |
|          | 18  | 上  | 右上    | 0.00                  |                         |
|          | 19  | 上  | 左下    | 0.54                  |                         |
|          | 20  | 上  | 右下    | 0.00                  |                         |
|          | 21  | 下  | 左上    | 0.00                  | 6.85                    |
|          | 22  | 下  | 右上    | 2.51                  |                         |
|          | 23  | 下  | 左下    | 1.68                  |                         |
|          | 24  | 下  | 右下    | 2.66                  |                         |
| コブハマサング4 | 25  | 上  | 左上    | 8.30                  | 30.75                   |
|          | 26  | 上  | 右上    | 6.11                  |                         |
|          | 27  | 上  | 左下    | 9.54                  |                         |
|          | 28  | 上  | 右下    | 6.80                  |                         |
|          | 29  | 下  | 左上    | 6.16                  | 21.42                   |
|          | 30  | 下  | 右上    | 6.50                  |                         |
|          | 31  | 下  | 左下    | 4.19                  |                         |
|          | 32  | 下  | 右下    | 4.57                  |                         |
| コブハマサング5 | 33  | 上  | 左上    | 5.07                  | 26.22                   |
|          | 34  | 上  | 右上    | 8.05                  |                         |
|          | 35  | 上  | 左下    | 5.44                  |                         |
|          | 36  | 上  | 右下    | 7.66                  |                         |
|          | 37  | 下  | 左上    | 5.77                  | 20.99                   |
|          | 38  | 下  | 右上    | 3.91                  |                         |
|          | 39  | 下  | 左下    | 6.66                  |                         |
|          | 40  | 下  | 右下    | 4.65                  |                         |

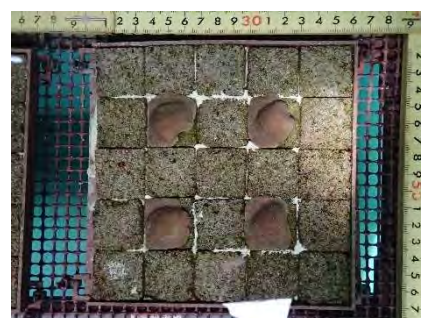
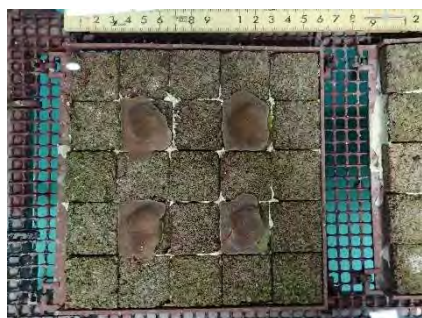
上部

下部

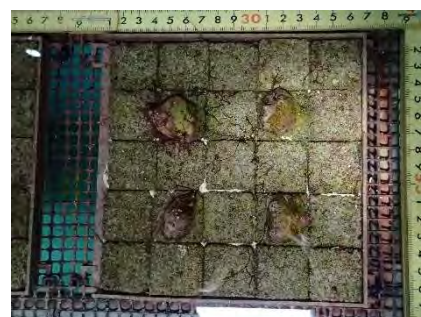
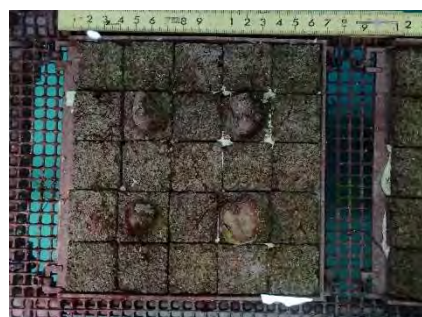
No.1



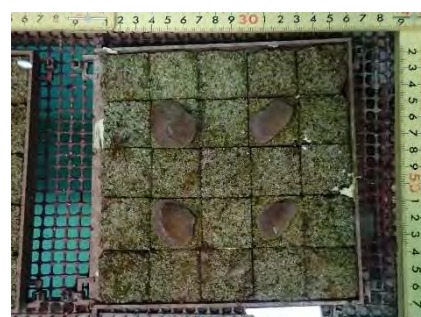
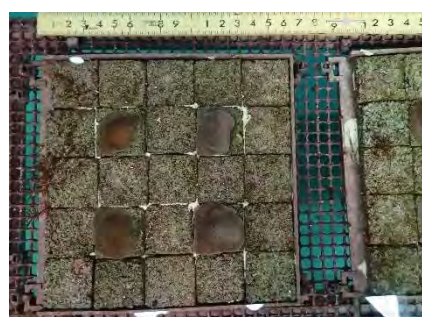
No.2



No.3



No.4



No.5

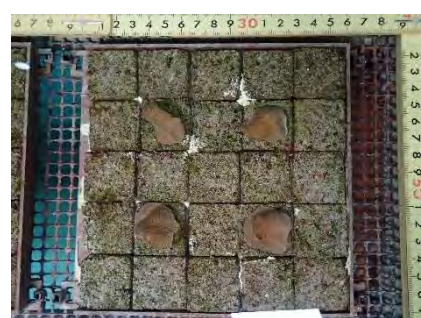
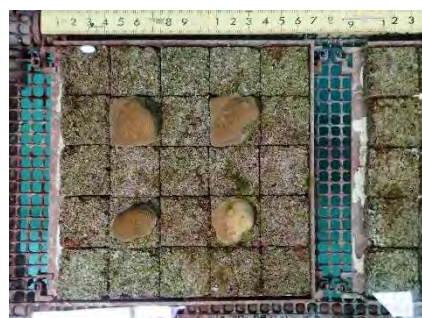


図-IV. 7. 1. 7 8 ヶ月後の小片の生残状況

1.3.1.3 11 ヶ月後モニタリング

2024 年 10 月 14 日に 11 ヶ月後のモニタリング調査を実施した。  
モニタリング調査結果を表-IV.7.1.9 に、モニタリング時の小片面積を表-IV.7.1.10 に、小片の生残状況を図-IV.7.1.8 に示す。

生残状況

設置した 40 小片中、32 小片生残し、8 小片死亡した。コブハマサンゴ 3 から切り出した小片は 11 ヶ月後時点で全て死亡した。

成長状況

死滅した小片を含めた平均面積は 22.31 cm<sup>2</sup>であり、移植直後から約 1.5 倍面積が増加しているが、移植 8 ヶ月後から 0.44 cm<sup>2</sup>減少した。死滅した小片を含めない平均面積は 27.88 cm<sup>2</sup>であり、移植直後から約 2 倍、移植 8 ヶ月後から 0.38 cm<sup>2</sup>増加した。

その他

明らかな病気への罹患状況は確認されなかった。

表-IV. 7. 1. 9 11 ヶ月後モニタリング調査結果（まとめ）

| 種               | セット数 | 小片数 | 生残率  |      |       | 平均面積（cm <sup>2</sup> ） |        |        |
|-----------------|------|-----|------|------|-------|------------------------|--------|--------|
|                 |      |     | 移植直後 | 8ヶ月後 | 11ヶ月後 | 移植直後                   | 8ヶ月後   | 11ヶ月後  |
| コブハマサンゴ（死亡含む）   | 10   | 40  | 100  | 90   | 80    | 14. 81                 | 22. 74 | 22. 31 |
| コブハマサンゴ（死亡含まない） | 8    | 32  | -    | -    | -     | 14. 07                 | 27. 50 | 27. 88 |

注）1. 平均面積は1セットの合計面積の平均から算出している。  
2. 赤字は前回からの増加、青字は前回からの減少を示す。

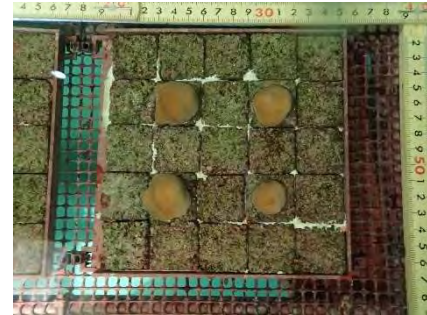
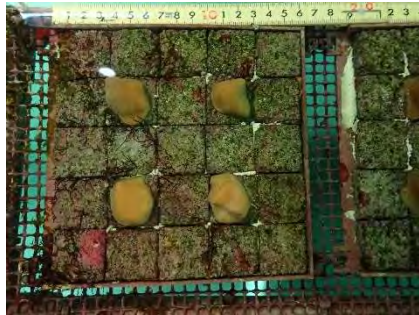
表-Ⅳ. 7. 1. 10 11 ヶ月後モニタリング時の小片面積

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサング1 | 1   | 上  | 左上    | 7.09                  | 25.58                   |
|          | 2   | 上  | 右上    | 6.83                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 6.77                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 4.89                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 7.44                  | 23.55                   |
|          | 6   | 下  | 右上    | 7.00                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 3.83                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 5.28                  |                         |
| コブハマサング2 | 9   | 上  | 左上    | 11.53                 | 41.22                   |
|          | 10  | 上  | 右上    | 11.22                 |                         |
|          | 11  | 上  | 左下    | 8.55                  |                         |
|          | 12  | 上  | 右下    | 9.92                  |                         |
|          | 13  | 下  | 左上    | 8.35                  | 33.25                   |
|          | 14  | 下  | 右上    | 9.03                  |                         |
|          | 15  | 下  | 左下    | 8.78                  |                         |
|          | 16  | 下  | 右下    | 7.09                  |                         |
| コブハマサング3 | 17  | 上  | 左上    | 0.00                  | 0.00                    |
|          | 18  | 上  | 右上    | 0.00                  |                         |
|          | 19  | 上  | 左下    | 0.00                  |                         |
|          | 20  | 上  | 右下    | 0.00                  |                         |
|          | 21  | 下  | 左上    | 0.00                  | 0.00                    |
|          | 22  | 下  | 右上    | 0.00                  |                         |
|          | 23  | 下  | 左下    | 0.00                  |                         |
|          | 24  | 下  | 右下    | 0.00                  |                         |
| コブハマサング4 | 25  | 上  | 左上    | 8.46                  | 30.04                   |
|          | 26  | 上  | 右上    | 6.08                  |                         |
|          | 27  | 上  | 左下    | 9.29                  |                         |
|          | 28  | 上  | 右下    | 6.21                  |                         |
|          | 29  | 下  | 左上    | 6.47                  | 21.85                   |
|          | 30  | 下  | 右上    | 6.90                  |                         |
|          | 31  | 下  | 左下    | 4.20                  |                         |
|          | 32  | 下  | 右下    | 4.28                  |                         |
| コブハマサング5 | 33  | 上  | 左上    | 5.74                  | 27.21                   |
|          | 34  | 上  | 右上    | 8.70                  |                         |
|          | 35  | 上  | 左下    | 4.89                  |                         |
|          | 36  | 上  | 右下    | 7.88                  |                         |
|          | 37  | 下  | 左上    | 5.94                  | 20.22                   |
|          | 38  | 下  | 右上    | 3.98                  |                         |
|          | 39  | 下  | 左下    | 5.79                  |                         |
|          | 40  | 下  | 右下    | 4.51                  |                         |

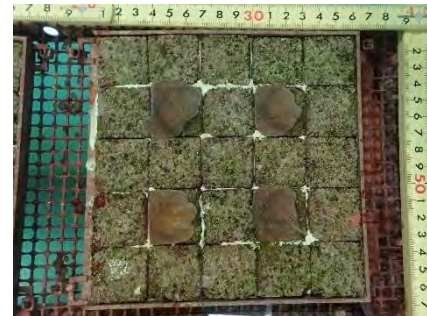
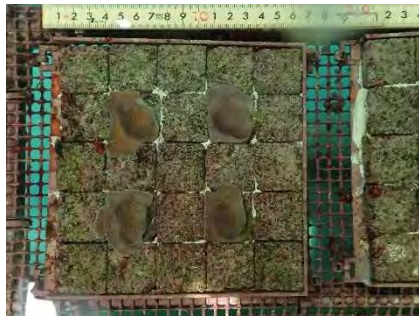
上部

下部

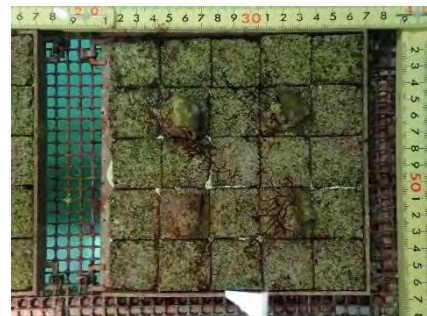
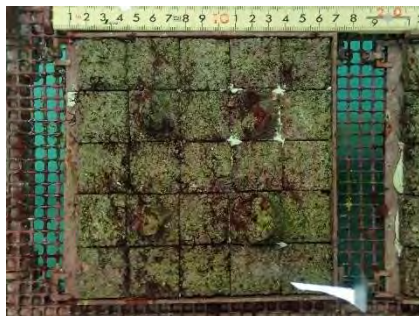
No.1



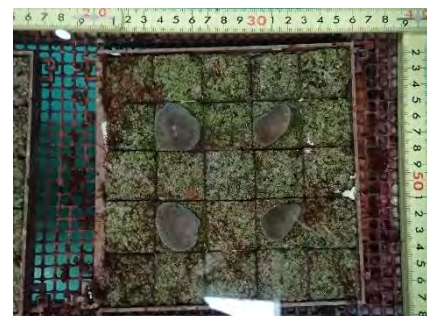
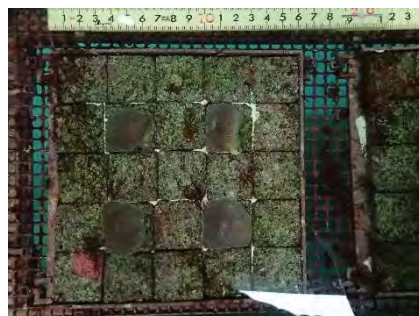
No.2



No.3



No.4



No.5

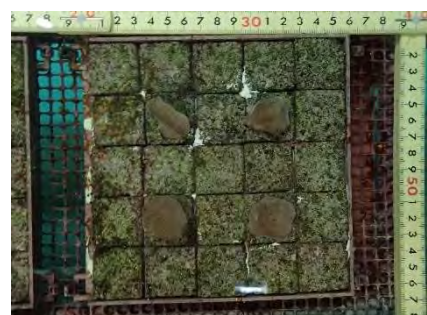
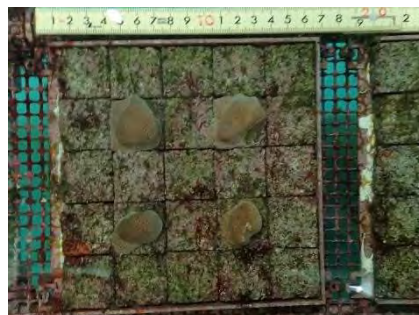


図-IV.7.1.8 11ヶ月後の小片の生残状況

### 1.3.2 繰り返し移植（1年後）

#### 1.3.2.1 繰り返し移植実施状況（1年後）

2024年11月29日に1年後の繰り返し移植を実施した。最も成長しているコブハマサンゴ2から、被覆状に覆われている小片周辺のタイルを計8個選択し、繰り返し移植を実施した。取り外したサンゴ付のタイルは、最初に小片を設置したときと同様に、5列×5列のタイルに配置した。なお、タイルを取り外した箇所については、新たに別のタイルを設置した。

繰り返し移植の実施状況を図-IV.7.1.9に、繰り返し移植前後の小片面積（移植元）を表-IV.7.1.11～表-IV.7.1.12に、繰り返し移植後の小片面積（移植先）を表-IV.7.1.13に、繰り返し移植前後の移植元の小片の状況を図-IV.7.1.10～図-IV.7.1.11に、繰り返し移植後の移植先の小片の状況を図-IV.7.1.12に示す。

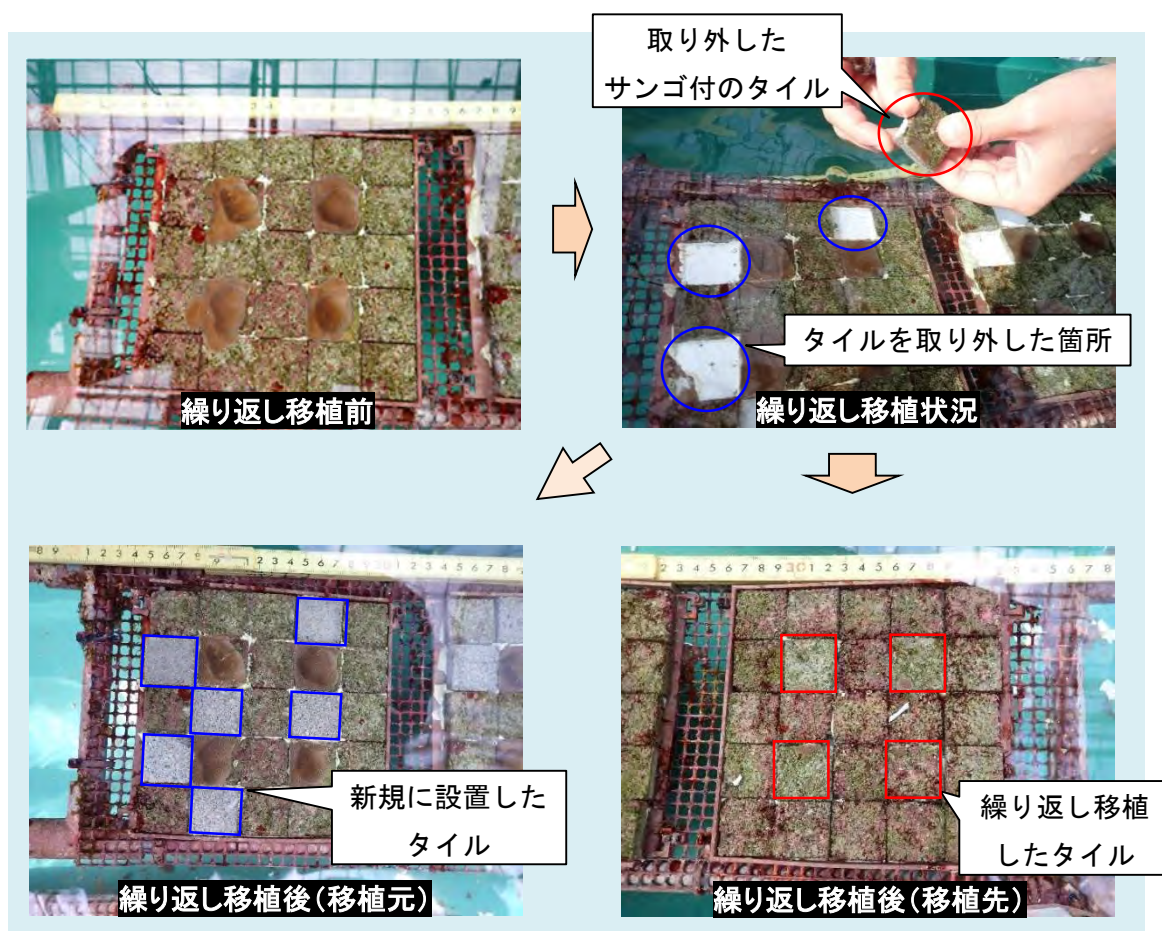


図-IV.7.1.9 繰り返し移植の実施状況

表-IV. 7. 1. 11 繰り返し移植前の小片面積（移植元）

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサング2 | 1   | 上  | 左上    | 11.35                 | 39.91                   |
|          | 2   | 上  | 右上    | 10.70                 |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 8.15                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 9.71                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 7.40                  | 31.57                   |
|          | 6   | 下  | 右上    | 8.87                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 8.25                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 7.05                  |                         |

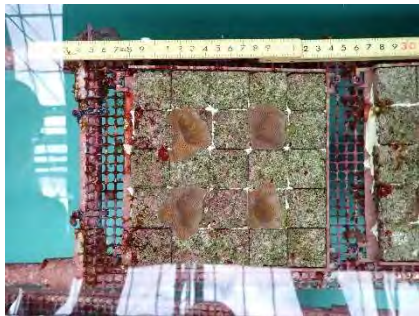
表-IV. 7. 1. 12 繰り返し移植後の小片面積（移植元）

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサング2 | 1   | 上  | 左上    | 8.68                  | 33.52                   |
|          | 2   | 上  | 右上    | 8.63                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 7.91                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 8.30                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 7.40                  | 30.60                   |
|          | 6   | 下  | 右上    | 7.90                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 8.25                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 7.05                  |                         |

表-IV. 7. 1. 13 繰り返し移植後の小片面積（移植先）

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサング2 | 1   | 上  | 左上    | 0.67                  | 2.41                    |
|          | 2   | 上  | 右上    | 0.48                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 0.52                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 0.74                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 1.11                  | 6.22                    |
|          | 6   | 下  | 右上    | 1.93                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 1.33                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 1.85                  |                         |

上部



下部

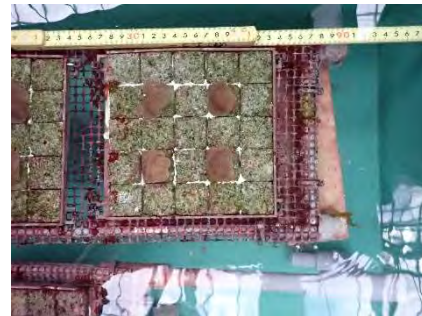
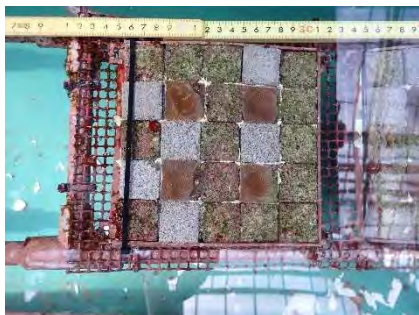


図-IV. 7. 1. 10 繰り返し移植前の小片の状況（移植元）

上部



下部

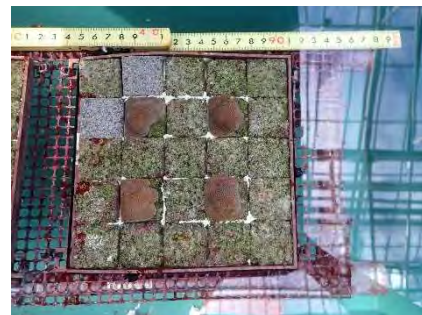


図-IV. 7. 1. 11 繰り返し移植後の小片の状況（移植元）

上部



下部



図-IV. 7. 1. 12 繰り返し移植後の小片の状況（移植先）

### 1.3.2.2 繰り返し移植 2 ヶ月後モニタリング

2025 年 1 月 16 日に繰り返し移植 2 ヶ月後のモニタリング調査を実施した。

モニタリング調査結果（移植元、移植先）を表-IV.7.1.14～表-IV.7.1.15 に、モニタリング時の小片面積（移植元、移植先）を表-IV.7.1.16～表-IV.7.1.17 に、小片の生残状況（移植元、移植先）を図-IV.7.1.13～図-IV.7.1.14 に示す。

#### (1) 移植元

##### 生残状況

設置した 8 小片中、8 小片全てが生残していた。

##### 成長状況

平均面積は 31.86 cm<sup>2</sup>であり、繰り返し移植直後から 0.49 cm<sup>2</sup>面積が減少していた。

##### その他

明らかな病気への罹患状況は確認されなかった。

#### (2) 移植先

##### 生残状況

設置した 8 小片中、8 小片全てが生残していた。

##### 成長状況

平均面積は 3.85 cm<sup>2</sup>であり、繰り返し移植直後から 0.23 cm<sup>2</sup>面積が減少していた。

##### その他

明らかな病気への罹患状況は確認されなかった。

表-IV. 7. 1. 14 繰り返し移植 2 ヶ月後モニタリング調査結果（移植元：まとめ）

| 種             | セット数 | 小片数 | 生残率  |      | 平均面積（cm <sup>2</sup> ） |       |
|---------------|------|-----|------|------|------------------------|-------|
|               |      |     | 移植直後 | 2ヶ月後 | 移植直後                   | 2ヶ月後  |
| コブハマサンゴ（死亡含む） | 2    | 8   | 100  | 100  | 32.08                  | 31.86 |

注）1. 平均面積は1セットの合計面積の平均から算出している。

2. 赤字は前回からの増加、青字は前回からの減少を示す。

表-IV. 7. 1. 15 繰り返し移植 2 ヶ月後モニタリング調査結果（移植先：まとめ）

| 種             | セット数 | 小片数 | 生残率  |      | 平均面積（cm <sup>2</sup> ） |      |
|---------------|------|-----|------|------|------------------------|------|
|               |      |     | 移植直後 | 2ヶ月後 | 移植直後                   | 2ヶ月後 |
| コブハマサンゴ（死亡含む） | 2    | 8   | 100  | 100  | 4.34                   | 3.85 |

注）1. 平均面積は1セットの合計面積の平均から算出している。

2. 赤字は前回からの増加、青字は前回からの減少を示す。

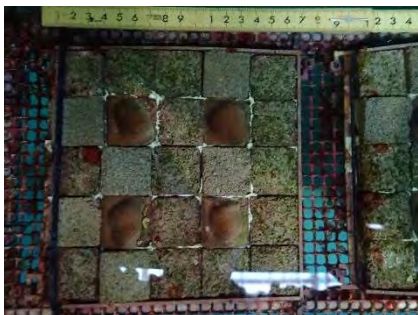
表-IV. 7. 1. 16 繰り返し移植 2 ヶ月後の小片面積（移植元）

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサンゴ2 | 1   | 上  | 左上    | 8.87                  | 33.96                   |
|          | 2   | 上  | 右上    | 8.83                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 7.90                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 8.35                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 6.92                  | 29.76                   |
|          | 6   | 下  | 右上    | 7.23                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 8.55                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 7.06                  |                         |

表-IV. 7. 1. 17 繰り返し移植 2 ヶ月後の小片面積（移植先）

| 群体名      | No. | 位置 | タイル場所 | 面積<br>cm <sup>2</sup> | 合計面積<br>cm <sup>2</sup> |
|----------|-----|----|-------|-----------------------|-------------------------|
| コブハマサンゴ2 | 1   | 上  | 左上    | 0.63                  | 2.09                    |
|          | 2   | 上  | 右上    | 0.44                  |                         |
|          | 3   | 上  | 左下    | 0.40                  |                         |
|          | 4   | 上  | 右下    | 0.62                  |                         |
|          | 5   | 下  | 左上    | 1.23                  | 5.61                    |
|          | 6   | 下  | 右上    | 1.88                  |                         |
|          | 7   | 下  | 左下    | 0.74                  |                         |
|          | 8   | 下  | 右下    | 1.76                  |                         |

上部



下部

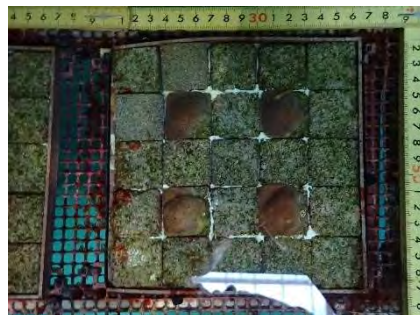
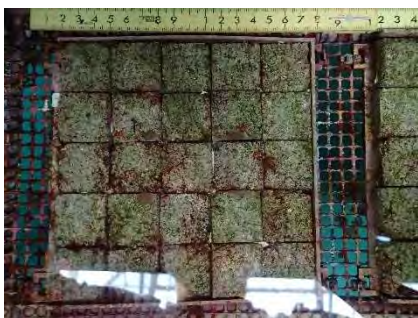


図-IV. 7. 1. 13 繰り返し移植 2 ヶ月後の小片の状況（移植元）

上部



下部

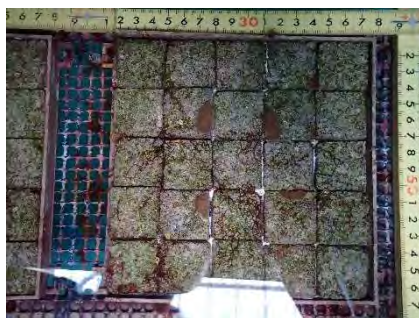


図-IV. 7. 1. 14 繰り返し移植 2 ヶ月後の小片の状況（移植先）

#### 1.4 次年度の工程案

次年度の工程案を表-IV.7.1.18 に示す。

モニタリングを4月、7月、10月、1月に実施する。小片の成長状況に応じて1年半後の繰り返し移植を5月、2年後の繰り返し移植を11月に実施する。

表-IV.7.1.18 次年度の工程案

| 項目       |                | 2025年度 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
|----------|----------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|----|----|
|          |                | 4月     | 5月 |    |    | 6月 |    |    | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|          |                |        | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 計画準備     |                |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 沖縄海域     | モニタリング         | ■      |    |    |    |    |    |    | ■  |    |    | ■   |     |     | ■  |    |    |
|          | ①繰り返し移植：A      |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | ■   |     |    |    |    |
|          | ②繰り返し移植：サイズ（中） |        |    |    | ■  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
|          | ③繰り返し移植：サイズ（大） |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | ■   |     |    |    |    |
| 結果・取りまとめ |                |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |
| 委員会      |                |        |    |    |    |    |    |    |    |    | ■  |     |     |     |    | ■  |    |
| 次年度計画立案  |                |        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |    |    |    |

## 2 沖ノ鳥島海域

### 2.1 はじめに

高水温などの環境変化には強いものの成長速度が遅いハマサンゴ属等を対象として、成長速度の促進が期待されるリスクニング技術の検証と海域での実用化を目的とした。

沖ノ鳥島における高水温等の環境変動の影響に強い種類のサンゴとしては、ハマサンゴ属、トゲキクメイシ属、ミドリイシ属のハリエダミドリイシなどがあげられる。このような環境変動の影響に強い 2～3 種類を対象に、細かく分割したサンゴ小片を中間育成施設へ貼付する実証試験を 2018 年から実施した。

### 2.2 調査内容

#### 2.2.1 調査項目および調査スケジュール

調査項目を表-IV.7.2.1 に示す。また、現地調査スケジュールを表-IV.7.2.2 に示す。

2024 年は、2018～2020、2022 年に実施した実証実験のモニタリングを行った。

表-IV.7.2.1 調査項目一覧

| 調査項目         | 対象種                                        | 内 容                                                                    |
|--------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 移植サンゴのモニタリング | ベニハマサンゴ<br>オオハマサンゴ<br>トゲキクメイシ<br>ハリエダミドリイシ | 2018～2022 年度にグレーチング基盤、コンクリート部、幼生着床・育成基盤に移植したサンゴについて 5～2 年後のモニタリングを行った。 |

表-IV.7.2.2 調査スケジュール

| 移植実施日              | モニタリング実施日          |                   |                    |                   |        |                    |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------|--------------------|
|                    | 2019 年             | 2020 年            | 2021 年             | 2022 年            | 2023 年 | 2024 年             |
| 2018 年 6 月 1 日     | 2019 年<br>5 月 14 日 | 2020 年<br>6 月 1 日 | 2021 年<br>5 月 18 日 | 2022 年<br>5 月 9 日 | —      | 2024 年<br>5 月 23 日 |
| 2019 年 5 月 14～15 日 | —                  |                   |                    |                   |        |                    |
| 2020 年 6 月 1 日     | —                  | —                 |                    |                   |        |                    |
| 2022 年 5 月 8～9 日   | —                  | —                 | —                  | —                 | —      |                    |

## 2.2.2 調査位置

調査地点を表-IV.7.2.3 及び図-IV.7.2.2 に示す。

サンゴ小片の固定は、沖ノ鳥島の間育成施設（コンクリート型）に行った。

表-IV.7.2.3 調査地点位置の座標

| 移植場所                | 北緯            | 東経             |
|---------------------|---------------|----------------|
| 中間育成施設<br>(コンクリート型) | 20° 25′ 16.5″ | 136° 05′ 27.7″ |

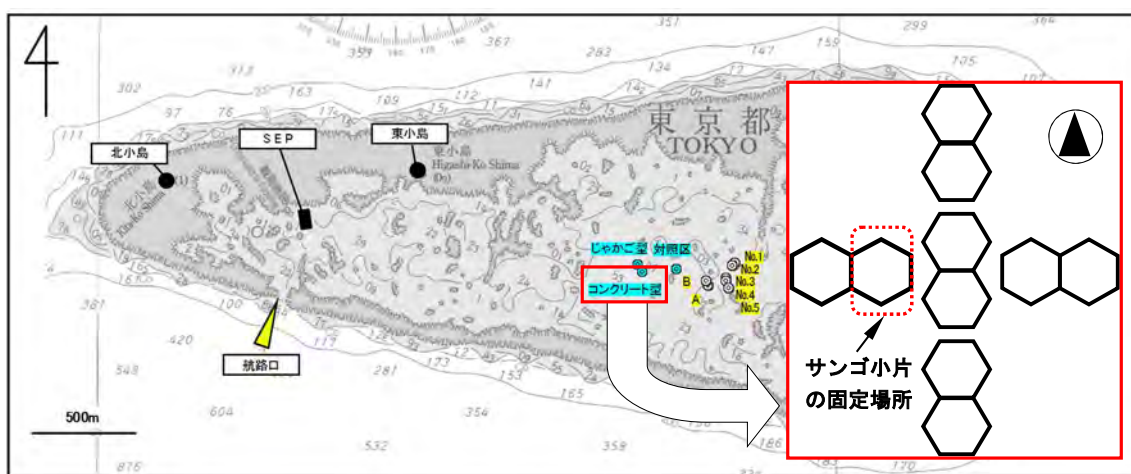


図-IV.7.2.2 調査場所（中間育成施設：コンクリート型）

## 2.2.3 調査方法

2018～2020 年度実験の調査実施イメージを図-IV.7.2.3 に示す。

2018 年の実験では、中間育成施設内のグレーチング基盤（垂直面）に移植したベニハマサンゴとトゲキクメイシを対象とした。

2019 年の実験では、中間育成施設のコンクリート部（垂直面と水平面）に移植したオオハマサンゴ、トゲキクメイシ、ハリエダミドリイシ（水平面のみ）を対象とした。

2020 年の実験では、中間育成施設内のコンクリート部（垂直面）に貼り付け間隔を 3cm、4cm、5cm に分けて移植したベニハマサンゴ、トゲキクメイシを対象とした。

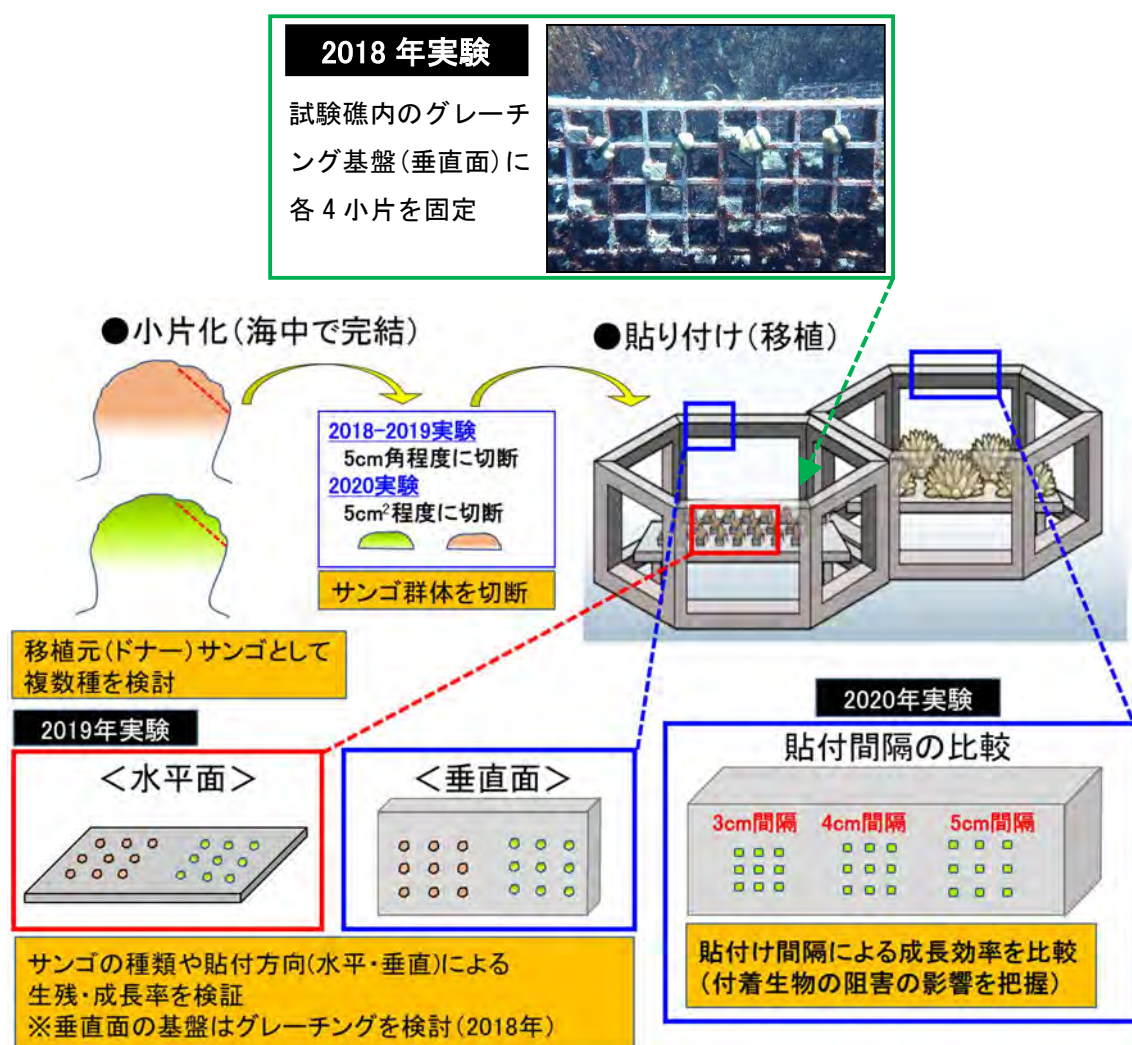


図-IV.7.2.3 2018～2020 年度実験のイメージ

2022 年の実験では、サンゴ幼生着床・育成実証基盤において、効率的な移植方法を検討するため、結束バンドを用いて移植したトゲキクメイシ属 2 群体、ハマサンゴ属 2 群体を対象とした。

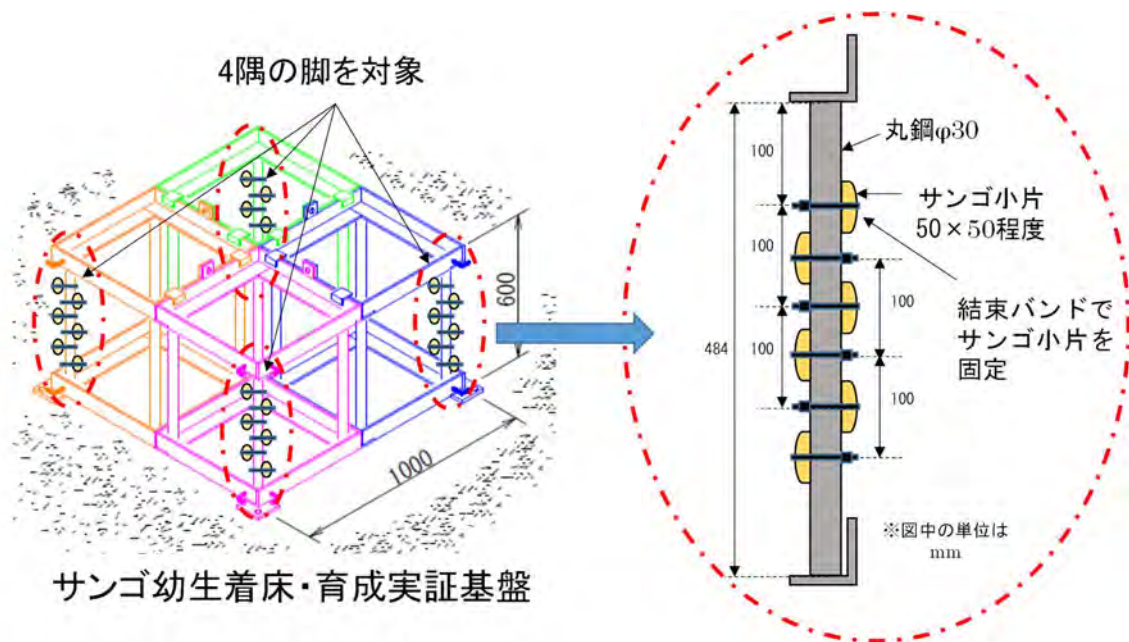


図-IV.7.2.4 サンゴ幼生着床・育成基盤への移植イメージ

2.3 調査結果

2.3.1 2018 年度移植サンゴのモニタリング

2018 年度の移植は、ベニハマサンゴとトゲキクメイシの各 4 小片を中間育成施設（コンクリート型）のグレーチング側面に結束バンドを用いて固定した。移植時から 6 年後の状況を図-IV.7.2.5、表-IV.7.2.4 に示す。

6 年後では、全ての小片の融合が進み、成長率はベニハマサンゴが 834%に、トゲキクメイシが 311%に増加した。

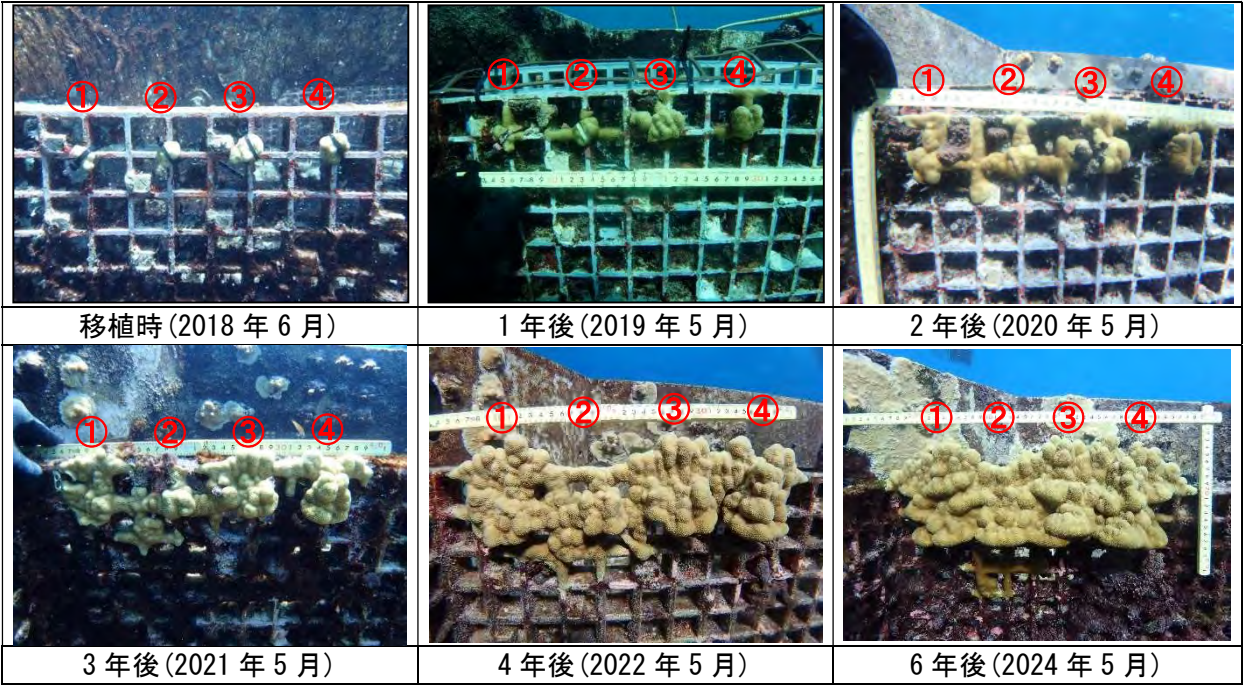


図-IV. 7. 2. 5(1) 移植時から 6 年後の状況(ベニハマサンゴ)

表-IV. 7. 2. 4(1) 移植時から 6 年後の状況(ベニハマサンゴ)

| 名称      | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |      |       |       |      |
|---------|-----|-------------------------|------|------|------|-------|-------|------|
|         |     | 2018                    | 2019 | 2020 | 2021 | 2022  | 2024  | 成長率  |
| ベニハマサンゴ | 1   | 4.1                     | 8.9  | 27.7 | 62.4 | 297.1 | 525.3 | 834% |
|         | 2   | 4.3                     | 14.2 | 25.3 | 30.4 |       |       |      |
|         | 3   | 7.1                     | 18.9 | 16.1 | 45.2 |       |       |      |
|         | 4   | 6.8                     | 15.6 | 25.0 | 48.8 |       |       |      |

注) 緑色のセルは生残した小片を示す。※面積は角度補正を行っていない写真から算出した参考値

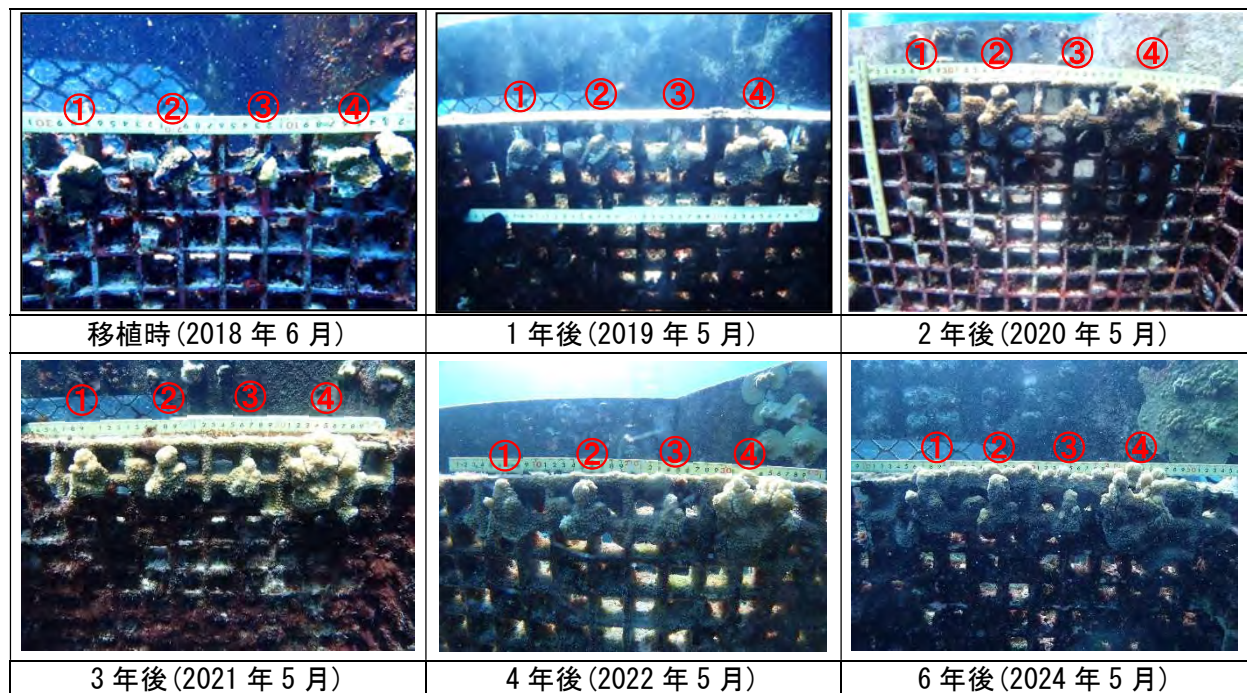


図-Ⅳ. 7. 2. 5 (2) 移植時から 6 年後の状況(トゲクメイシ)

表-Ⅳ. 7. 2. 4 (2) 移植時から 6 年後の状況(トゲクメイシ)

| 名称     | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |      |       |       |      |
|--------|-----|-------------------------|------|------|------|-------|-------|------|
|        |     | 2018                    | 2019 | 2020 | 2021 | 2022  | 2024  | 成長率  |
| トゲクメイシ | 1   | 16.5                    | 18.9 | 25.8 | 34.9 | 276.9 | 359.3 | 311% |
|        | 2   | 13.2                    | 20.2 | 32.1 | 42.8 |       |       |      |
|        | 3   | 7.9                     | 15.9 | 21.0 | 41.3 |       |       |      |
|        | 4   | 27.1                    | 38.2 | 49.5 | 82.2 |       |       |      |

注) 緑色のセルは生残した小片を示す。※面積は角度補正を行っていない写真から算出した参考値

## 2.3.2 2019 年度移植サンゴのモニタリング

2019 年度の移植は、オオハマサンゴ 36 小片、トゲキクメイシ 36 小片、ハリエダミドリイシ (*A. aculeus*) 10 小片を中間育成施設（コンクリート型）のコンクリート部（垂直面、水平面）に移植した。5 年後の結果概要を表-IV.7.2.5 に、移植時から 5 年後の状況を図-IV.7.2.6、表-IV.7.2.6 に示す。

### <結果概要>

#### 生残率

5 年後では、オオハマサンゴがすべて死亡、トゲキクメイシが水平面で 18 小片中 10 小片、垂直面で 18 小片中 4 小片、ハリエダミドリイシが水平面で 10 小片中 2 小片、それぞれ生存していた。

種別では、オオハマサンゴがすべて死亡し、トゲキクメイシは 22～56%、ハリエダミドリイシが 20%であった。

移植条件別（貼付け方向）では、生残率は種によって傾向が異なり、明瞭な違いはみられなかった。

#### 成長率

成長率はトゲキクメイシが水平面で 749%、垂直面で 1524%、ハリエダミドリイシが水平面で 1516%、それぞれ増加した。

移植条件別（貼付け方向）では、トゲキクメイシでは垂直面の方が約 2 倍高かった。

表-IV.7.2.5 2019 年度実験の結果概要（5 年後）

| 種名        | 移植条件 | 数量 |    | 生残率 | 成長率         |
|-----------|------|----|----|-----|-------------|
|           |      | 移植 | 生残 |     |             |
| オオハマサンゴ   | 水平面  | 18 | 0  | 0%  | —           |
|           | 垂直面  | 18 | 0  | 0%  | —           |
| トゲキクメイシ   | 水平面  | 18 | 10 | 56% | 749 ± 319%  |
|           | 垂直面  | 18 | 4  | 22% | 1524 ± 621% |
| ハリエダミドリイシ | 水平面  | 10 | 2  | 20% | 1516 ± 377% |

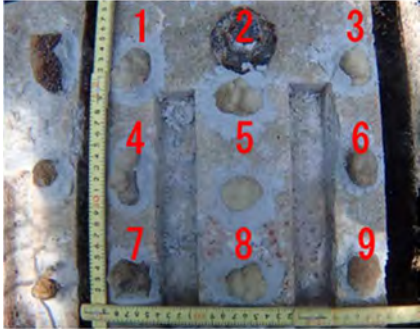
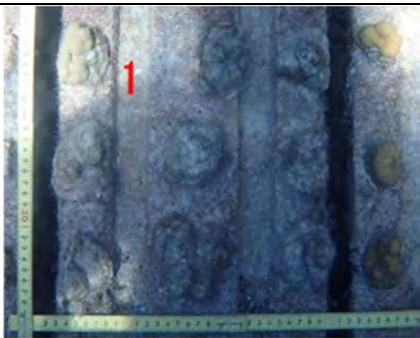
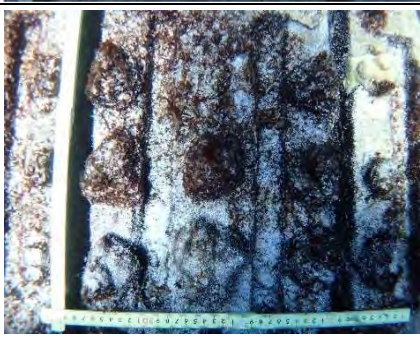
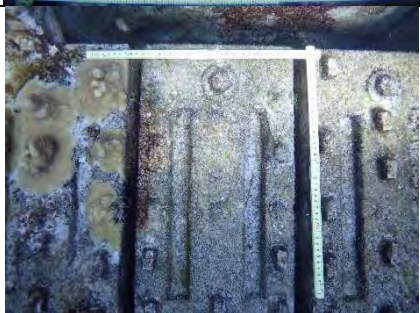
| 水平面                  | オオハマサンゴ①                                                                            | オオハマサンゴ②                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2019 年 5 月)  |    |    |
| 1 年後<br>(2020 年 5 月) |    |    |
| 2 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |
| 3 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |
| 5 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |

図-IV. 7. 2. 6(1) 移植時から 5 年後の状況 (オオハマサンゴ 水平面)

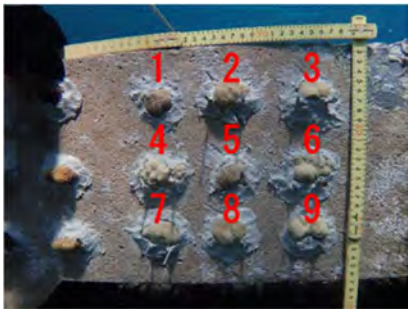
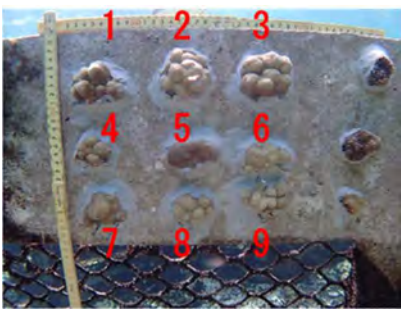
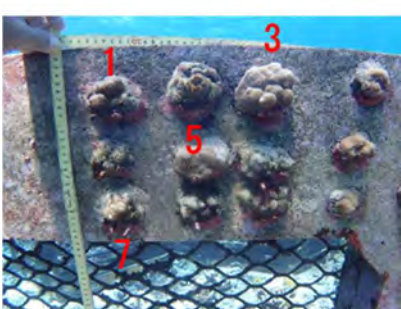
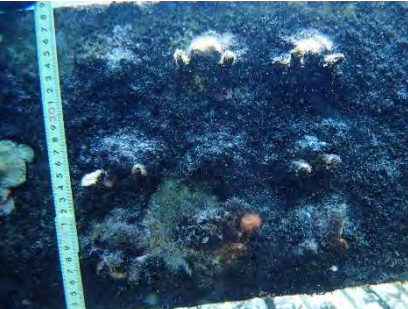
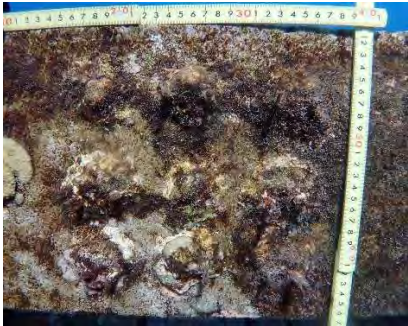
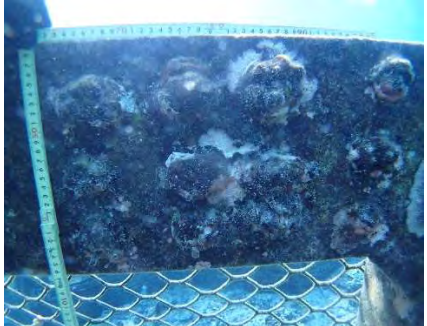
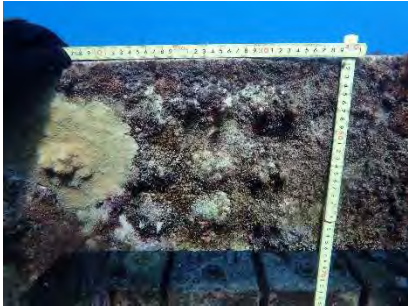
| 垂直面                  | オオハマサンゴ①                                                                            | オオハマサンゴ②                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2019 年 5 月)  |    |    |
| 1 年後<br>(2020 年 5 月) |    |    |
| 2 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |
| 3 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |
| 5 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |

図-IV. 7. 2. 6 (2) 移植時から 5 年後の状況 (オオハマサンゴ 垂直面)

表-Ⅳ. 7. 2. 6(1) 移植時から 5 年後の状況（オオハマサンゴ 水平面）

| 名称       | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |      |      | 成長状況 | 成長率  | 移植初年度の死亡評価 |
|----------|-----|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------------|
|          |     | 2019                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2024 |      |      |            |
| オオハマサンゴ① | 1   | 10.9                    | 11.2 | —    | —    | —    | 死亡   | 103% | 移植直後に死亡    |
|          | 2   | 10.9                    | 11.1 | —    | —    | —    | 死亡   | 102% | 移植直後に死亡    |
|          | 3   | 7.1                     | 11.8 | —    | —    | —    | 死亡   | 166% | 成長後に死亡     |
|          | 4   | 10.6                    | 11.6 | —    | —    | —    | 死亡   | 110% | 成長後に死亡     |
|          | 5   | 9.6                     | 10.0 | —    | —    | —    | 死亡   | 104% | 移植直後に死亡    |
|          | 6   | 9.0                     | 8.9  | —    | —    | —    | 死亡   | 98%  | 移植直後に死亡    |
|          | 7   | 11.2                    | 9.4  | —    | —    | —    | 死亡   | 84%  | 不明         |
|          | 8   | 11.0                    | 9.8  | —    | —    | —    | 死亡   | 89%  | 不明         |
|          | 9   | 9.5                     | 9.7  | —    | —    | —    | 死亡   | 102% | 移植直後に死亡    |
| オオハマサンゴ② | 1   | 19.7                    | 18.1 | —    | —    | —    | 死亡   | 92%  |            |
|          | 2   | 28.0                    | 30.5 | —    | —    | —    | 死亡   | 109% | 成長後に死亡     |
|          | 3   | 22.5                    | 23.9 | —    | —    | —    | 死亡   | 106% | 成長後に死亡     |
|          | 4   | 23.3                    | 28.4 | —    | —    | —    | 死亡   | 122% | 成長後に死亡     |
|          | 5   | 25.6                    | 32.7 | —    | —    | —    | 死亡   | 128% | 成長後に死亡     |
|          | 6   | 20.4                    | 20.9 | —    | —    | —    | 死亡   | 102% | 移植直後に死亡    |
|          | 7   | 23.2                    | 31.4 | —    | —    | —    | 死亡   | 135% | 成長後に死亡     |
|          | 8   | 36.7                    | 53.7 | —    | —    | —    | 死亡   | 146% | 成長後に死亡     |
|          | 9   | 22.0                    | 28.6 | —    | —    | —    | 死亡   | 130% | 成長後に死亡     |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により 3 区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

表-Ⅳ. 7. 2. 6(2) 移植時から 5 年後の状況（オオハマサンゴ 垂直面）

| 名称       | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |      |      | 成長状況 | 成長率  | 移植初年度の死亡評価 |
|----------|-----|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------------|
|          |     | 2019                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2024 |      |      |            |
| オオハマサンゴ① | 1   | 6.6                     | 8.4  | —    | —    | —    | 死亡   | 126% | 成長後に死亡     |
|          | 2   | 8.2                     | 6.9  | —    | —    | —    | 死亡   | 84%  | 不明         |
|          | 3   | 5.0                     | 4.4  | —    | —    | —    | 死亡   | 88%  | 不明         |
|          | 4   | 9.3                     | 10.6 | —    | —    | —    | 死亡   | 113% | 成長後に死亡     |
|          | 5   | 7.0                     | 8.7  | —    | —    | —    | 死亡   | 124% | 成長後に死亡     |
|          | 6   | 9.8                     | 11.1 | —    | —    | —    | 死亡   | 114% | 成長後に死亡     |
|          | 7   | 7.1                     | 8.8  | —    | —    | —    | 死亡   | 122% | 成長後に死亡     |
|          | 8   | 8.2                     | 9.3  | —    | —    | —    | 死亡   | 114% | 成長後に死亡     |
|          | 9   | 8.2                     | 8.9  | —    | —    | —    | 死亡   | 108% | 成長後に死亡     |
| オオハマサンゴ② | 1   | 18.8                    | 16.2 | —    | —    | —    | 死亡   | 86%  |            |
|          | 2   | 24.7                    | 30.6 | —    | —    | —    | 死亡   | 124% | 成長後に死亡     |
|          | 3   | 25.6                    | 39.9 | —    | —    | —    | 死亡   | 156% | 成長後に死亡     |
|          | 4   | 9.9                     | 16.1 | —    | —    | —    | 死亡   | 163% | 成長後に死亡     |
|          | 5   | 15.2                    | 21.3 | —    | —    | —    | 死亡   | 140% |            |
|          | 6   | 13.6                    | 22.0 | —    | —    | —    | 死亡   | 162% | 成長後に死亡     |
|          | 7   | 13.7                    | 8.7  | —    | —    | —    | 死亡   | 64%  |            |
|          | 8   | 12.2                    | 21.4 | —    | —    | —    | 死亡   | 176% | 成長後に死亡     |
|          | 9   | 14.1                    | 20.8 | —    | —    | —    | 死亡   | 148% | 成長後に死亡     |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により 3 区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

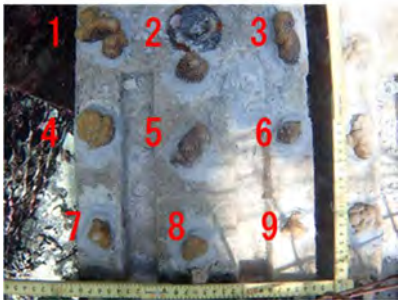
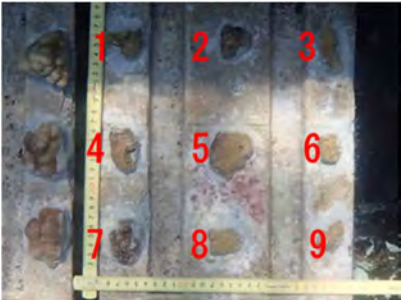
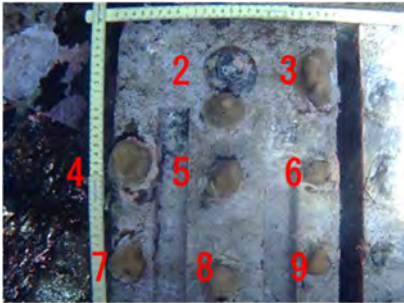
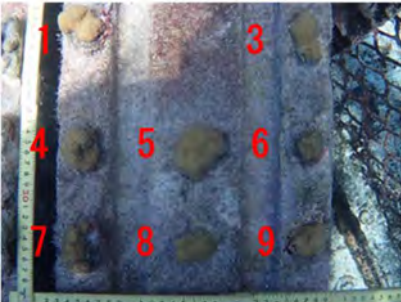
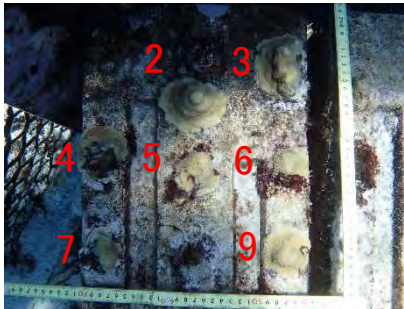
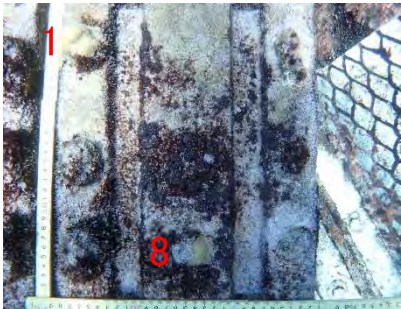
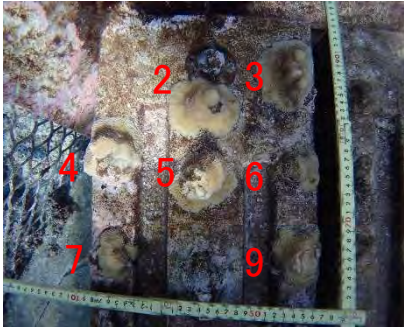
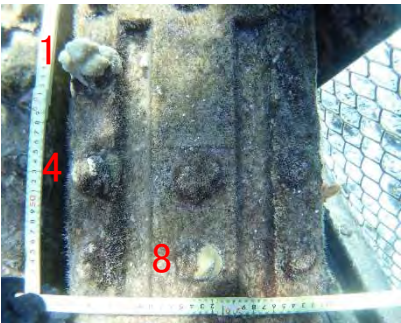
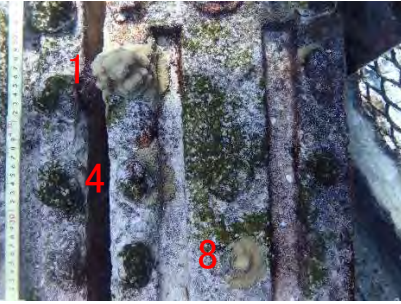
| 水平面                  | トゲキクメイシ①                                                                            | トゲキクメイシ②                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2019 年 5 月)  |    |    |
| 1 年後<br>(2020 年 5 月) |    |    |
| 2 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |
| 3 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |
| 5 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |

図-IV. 7. 2. 6 (3) 移植時から 5 年後の状況 (トゲキクメイシ 水平面)

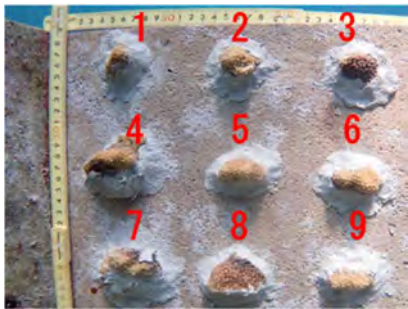
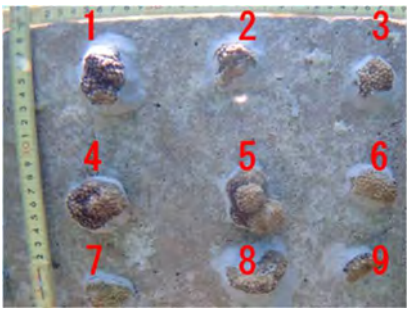
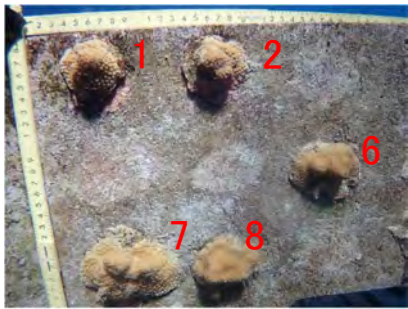
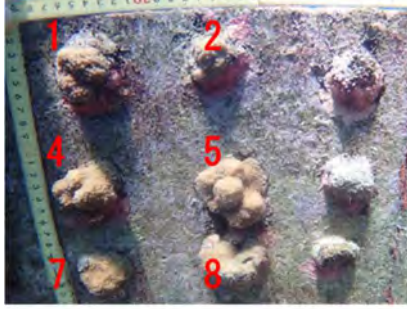
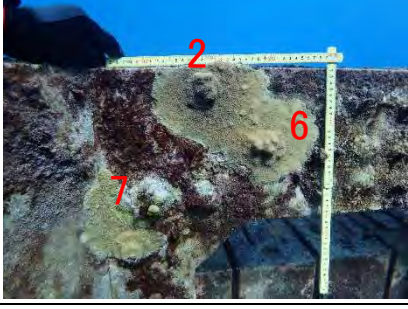
| 垂直面                  | トゲキクメイシ①                                                                            | トゲキクメイシ②                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2019 年 5 月)  |    |    |
| 1 年後<br>(2020 年 5 月) |    |    |
| 2 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |
| 3 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |
| 5 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |

図-IV. 7. 2. 6(4) 移植時から 5 年後の状況 (トゲキクメイシ 垂直面)

表-Ⅳ. 7. 2. 6(3) 移植時から 5 年後の状況（トゲキクメイシ 水平面）

| 名称       | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |      |       | 成長状況 | 成長率   | 移植初年度の死亡評価 |
|----------|-----|-------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------------|
|          |     | 2019                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2024  |      |       |            |
| トゲキクメイシ① | 1   | 17.6                    | —    | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
|          | 2   | 8.1                     | 17.5 | 30.4 | 37.4 | 70.7  | 生残   | 872%  |            |
|          | 3   | 11.2                    | 19.7 | 27.4 | 36.9 | 91.0  | 生残   | 814%  |            |
|          | 4   | 12.6                    | 19.0 | 13.1 | 27.0 | 94.3  | 生残   | 750%  |            |
|          | 5   | 11.7                    | 13.9 | 14.7 | 33.3 | 104.3 | 生残   | 889%  |            |
|          | 6   | 5.1                     | 5.9  | 10.3 | 17.2 | 41.5  | 生残   | 820%  |            |
|          | 7   | 5.5                     | 13.3 | 7.5  | 17.2 | 55.1  | 生残   | 997%  |            |
|          | 8   | 5.5                     | 14.3 | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
|          | 9   | 5.1                     | 6.8  | 19.4 | 25.1 | 65.6  | 生残   | 1282% |            |
| トゲキクメイシ② | 1   | 9.7                     | 9.3  | 14.1 | 20.4 | 53.9  | 生残   | 554%  |            |
|          | 2   | 8.2                     | —    | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
|          | 3   | 7.8                     | 8.3  | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 4   | 10.4                    | 12.6 | —    | 9.3  | 23.8  | 生残   | 229%  |            |
|          | 5   | 17.2                    | 16.6 | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 6   | 5.7                     | 5.5  | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 7   | 10.5                    | 9.3  | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 8   | 8.2                     | 8.5  | 5.4  | 8.0  | 23.0  | 生残   | 282%  |            |
|          | 9   | 6.3                     | 6.6  | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により 3 区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

表-Ⅳ. 7. 2. 6(4) 移植時から 5 年後の状況（トゲキクメイシ 垂直面）

| 名称       | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |      |       | 成長状況 | 成長率   | 移植初年度の死亡評価 |
|----------|-----|-------------------------|------|------|------|-------|------|-------|------------|
|          |     | 2019                    | 2020 | 2021 | 2022 | 2024  |      |       |            |
| トゲキクメイシ① | 1   | 4.6                     | 20.4 | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 2   | 7.2                     | 13.8 | 39.1 | 56.0 | 169.7 | 生残   | 2358% |            |
|          | 3   | 7.1                     | —    | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
|          | 4   | 12.7                    | —    | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
|          | 5   | 7.5                     | —    | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
|          | 6   | 8.7                     | 19.0 | 35.7 | 55.0 | 142.8 | 生残   | 1635% |            |
|          | 7   | 9.3                     | 37.7 | 46.7 | 56.2 | 94.3  | 生残   | 1015% |            |
|          | 8   | 13.1                    | 20.5 | 31.4 | 48.1 | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 9   | 6.5                     | —    | —    | —    | —     | 消失   | —     |            |
| トゲキクメイシ② | 1   | 10.6                    | 17.6 | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 2   | 7.2                     | 9.7  | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 3   | 5.7                     | 6.9  | —    | —    | —     | 死亡   | —     | 成長後に死亡     |
|          | 4   | 13.0                    | 22.7 | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 5   | 16.0                    | 26.9 | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 6   | 6.6                     | 6.4  | —    | —    | —     | 死亡   | —     | 移植直後に死亡    |
|          | 7   | 6.6                     | 11.3 | —    | —    | —     | 死亡   | —     |            |
|          | 8   | 9.2                     | 15.1 | 33.5 | 50.9 | 100.5 | 生残   | 1089% |            |
|          | 9   | 3.7                     | 5.4  | —    | —    | —     | 死亡   | —     | 成長後に死亡     |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により 3 区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

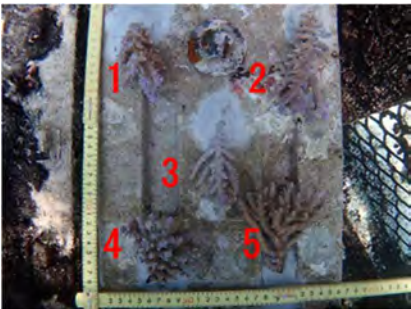
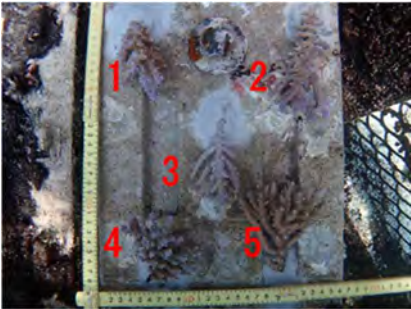
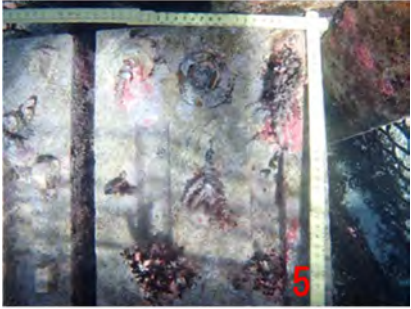
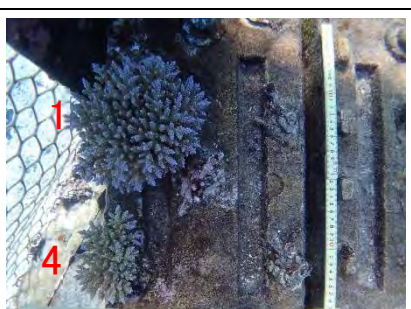
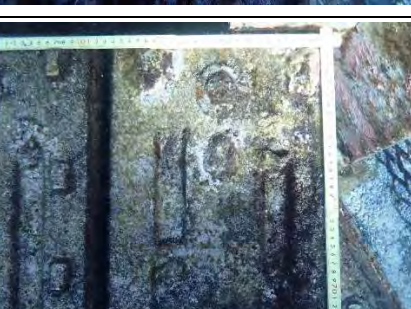
| 水平面                  | ハリエダミドリイシ①                                                                          | ハリエダミドリイシ②                                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2019 年 5 月)  |    |    |
| 1 年後<br>(2020 年 5 月) |    |    |
| 2 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |
| 3 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |
| 5 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |

図-IV. 7. 2. 6 (5) 移植時から 5 年後の状況 (ハリエダミドリイシ 水平面)

表-Ⅳ. 7. 2. 6 (5) 移植時から 5 年後の状況（ハリエダミドリイシ 水平面）

| 名称         | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |       |        | 成長状況 | 成長率   | 移植初年度の死亡評価 |
|------------|-----|-------------------------|------|------|-------|--------|------|-------|------------|
|            |     | 2019                    | 2020 | 2021 | 2022  | 2024   |      |       |            |
| ハリエダミドリイシ① | 1   | 26.8                    | 3.3  | —    | —     | —      | 死亡   | —     | 不明         |
|            | 2   | 37.7                    | 18.2 | —    | —     | —      | 死亡   | —     | 不明         |
|            | 3   | 19.3                    | 10.4 | —    | —     | —      | 死亡   | —     | 不明         |
|            | 4   | 32.1                    | 16.8 | —    | —     | —      | 死亡   | —     | 不明         |
|            | 5   | 46.0                    | 0.5  | —    | —     | —      | 死亡   | —     |            |
| ハリエダミドリイシ② | 1   | 59.2                    | 21.5 | 26.9 | 224.1 | 1055.4 | 生残   | 1783% |            |
|            | 2   | 37.3                    | 27.5 | —    | —     | —      | 死亡   | —     | 不明         |
|            | 3   | 36.2                    | 26.3 | —    | —     | —      | 死亡   | —     | 不明         |
|            | 4   | 29.9                    | 13.5 | 15.4 | 70.6  | 373.1  | 生残   | 1250% |            |
|            | 5   | 59.9                    | 5.7  | —    | —     | —      | 死亡   | —     |            |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により3区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

### 2.3.3 2020 年度移植サンゴのモニタリング

2020 年度の移植は、ベニハマサンゴとトゲキクメイシは貼付間隔別の 3 群体について 1 群体あたり 9 片に分割し、コンクリート部（垂直面）に移植した。4 年後の結果概要を表-IV.7.2.7 に、移植時から 4 年後の状況を図-IV.7.2.7、表-IV.7.2.8 に示す。

#### <結果概要>

##### 生残率

ベニハマサンゴは、3cm 間隔が 9 小片中 1 小片で 11%、4cm 間隔が 9 小片中 4 小片で 44%、5cm 間隔が 9 小片中 9 小片で 100%であり、それぞれ生残していた。

トゲキクメイシは、3cm 間隔が 9 小片中 9 小片で 100%、4cm 間隔が 9 小片中 9 小片で 100%、5cm 間隔が 9 小片中 5 小片で 56%、それぞれ生残していた。

##### 成長率

ベニハマサンゴは 106～2142%、トゲキクメイシは 835～2978%であり、それぞれ増加した。

ベニハマサンゴとトゲキクメイシともに、多いところで 10～20 倍程度の成長がみられた。

##### 貼付間隔

ベニハマサンゴは 5cm 間隔において融合が確認され、トゲキクメイシは全間隔で融合が確認された。ベニハマサンゴの間隔による差は、種や間隔によるものではなく、貼付時の要因と考えられる。

表-IV.7.2.7 2020 年度実験の結果概要（4 年後）

| 種名      | 移植条件  | 数量 |    | 生残率  | 成長率          |
|---------|-------|----|----|------|--------------|
|         |       | 移植 | 生残 |      |              |
| ベニハマサンゴ | 3cm間隔 | 9  | 1  | 11%  | 2142         |
|         | 4cm間隔 | 9  | 4  | 44%  | 106 ± 85%    |
|         | 5cm間隔 | 9  | 9  | 100% | 1182 ± 633%  |
|         | 全体    | 27 | 14 | 52%  | 943 ± 784%   |
| トゲキクメイシ | 3cm間隔 | 9  | 9  | 100% | 835 ± 395%   |
|         | 4cm間隔 | 9  | 9  | 100% | 974 ± 631%   |
|         | 5cm間隔 | 9  | 5  | 56%  | 2978 ± 2131% |
|         | 全体    | 27 | 23 | 85%  | 1355 ± 1340% |

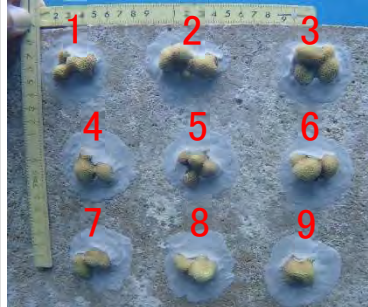
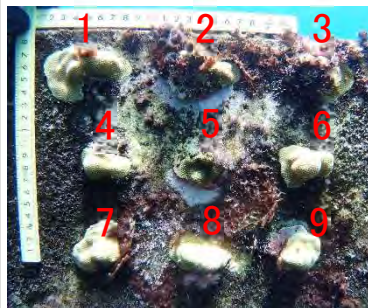
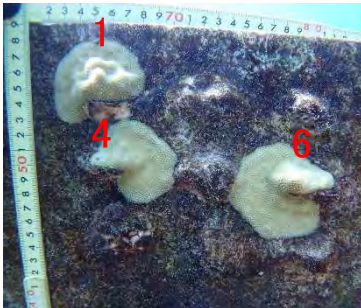
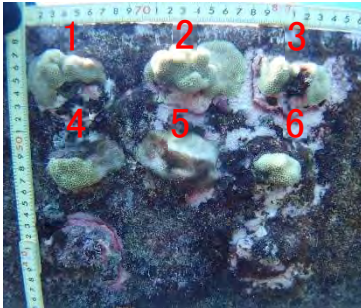
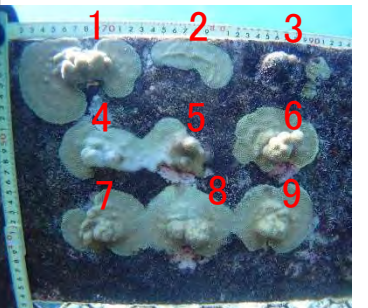
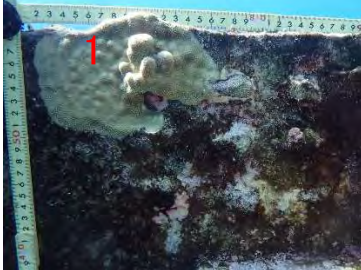
| 垂直面                  | ベニハマサンゴ①(3cm 間隔)                                                                    | ベニハマサンゴ②(4cm 間隔)                                                                     | ベニハマサンゴ③(5cm 間隔)                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2020 年 5 月)  |    |    |    |
| 1 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |   |
| 2 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |  |
| 4 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |  |

図-IV.7.2.7(1) 移植時から 4 年後の状況（ベニハマサンゴ 垂直面）

表-Ⅳ. 7. 2. 8(1) 移植時から 4 年後の状況（ベニハマサング 垂直面）

| 名称                  | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |       | 成長状況 | 成長率   | 備考 |
|---------------------|-----|-------------------------|------|------|-------|------|-------|----|
|                     |     | 2020                    | 2021 | 2022 | 2024  |      |       |    |
| ベニハマサング①<br>(3cm間隔) | 1   | 5.5                     | 9.0  | 24.1 | 118.7 | 生残   | 2142% |    |
|                     | 2   | 7.8                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 3   | 6.0                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 4   | 5.4                     | 3.2  | 21.1 | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 5   | 7.9                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 6   | 7.0                     | 4.1  | 32.6 | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 7   | 4.1                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 8   | 5.8                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 9   | 5.2                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
| ベニハマサング②<br>(4cm間隔) | 1   | 9.7                     | 9.0  | 17.0 | 8.9   | 生残   | 92%   |    |
|                     | 2   | 9.3                     | 9.4  | 27.8 | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 3   | 7.2                     | —    | 13.3 | 3.3   | 生残   | 45%   |    |
|                     | 4   | 10.0                    | 14.7 | 13.7 | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 5   | 7.0                     | 5.7  | 23.0 | 16.0  | 生残   | 229%  |    |
|                     | 6   | 8.0                     | —    | 7.1  | 4.5   | 生残   | 56%   |    |
|                     | 7   | 5.8                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
|                     | 8   | 7.6                     | —    | —    | —     | 消失   | —     |    |
|                     | 9   | 5.4                     | —    | —    | —     | 死亡   | —     |    |
| ベニハマサング③<br>(5cm間隔) | 1   | 5.5                     | 20.3 | 54.7 | 40.1  | 生残   | 729%  |    |
|                     | 2   | 8.9                     | 4.2  | 22.2 | 41.6  | 生残   | 469%  |    |
|                     | 3   | 9.6                     | 3.6  | 6.0  | 35.1  | 生残   | 367%  |    |
|                     | 4   | 5.3                     | 8.0  | 24.9 | 91.5  | 生残   | 1731% |    |
|                     | 5   | 5.7                     | 7.0  | 19.8 | 42.1  | 生残   | 738%  |    |
|                     | 6   | 6.7                     | 11.8 | 35.1 | 84.6  | 生残   | 1270% |    |
|                     | 7   | 4.8                     | 9.8  | 29.0 | 103.2 | 生残   | 2139% |    |
|                     | 8   | 5.3                     | 11.7 | 34.9 | 76.0  | 生残   | 1441% |    |
|                     | 9   | 4.8                     | 8.6  | 34.3 | 84.6  | 生残   | 1760% |    |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により 3 区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

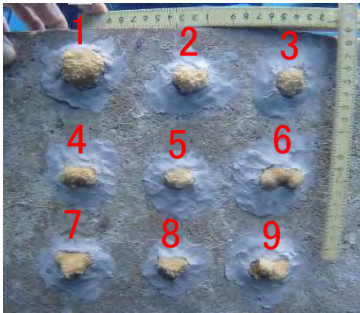
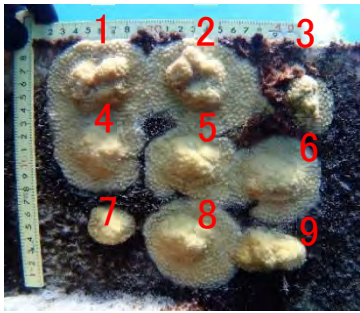
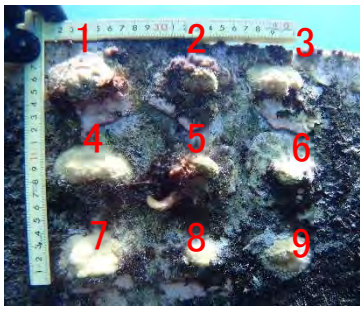
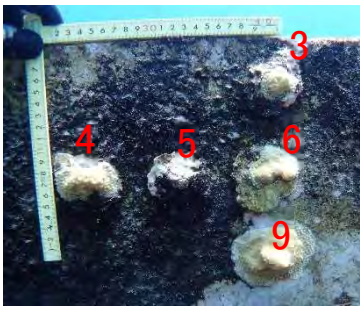
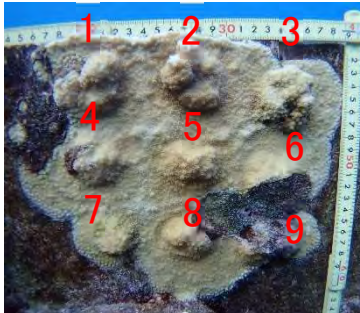
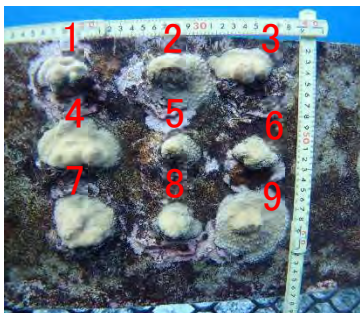
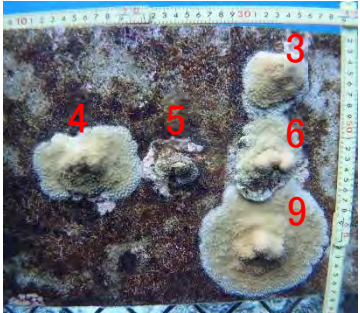
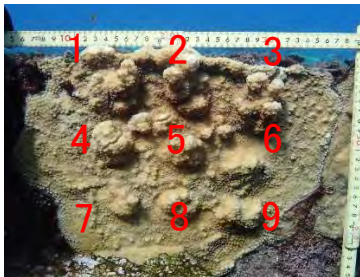
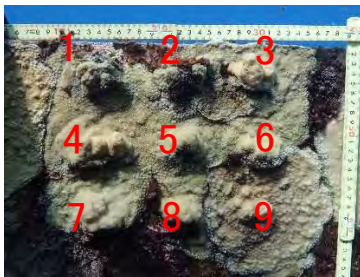
| 垂直面                  | トゲキクメイシ①(3cm 間隔)                                                                    | トゲキクメイシ②(4cm 間隔)                                                                     | トゲキクメイシ③(5cm 間隔)                                                                      |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 移植時<br>(2020 年 5 月)  |    |    |    |
| 1 年後<br>(2021 年 5 月) |   |   |   |
| 2 年後<br>(2022 年 5 月) |  |  |  |
| 4 年後<br>(2024 年 5 月) |  |  |  |

図-IV. 7. 2. 7(2) 移植時から 4 年後の状況 (トゲキクメイシ 垂直面)

表-Ⅳ. 7. 2. 8(2) 移植時から4年後の状況（トゲクメイシ 垂直面）

| 名称                 | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |      |      |       | 成長状況 | 成長率   | 備考 |
|--------------------|-----|-------------------------|------|------|-------|------|-------|----|
|                    |     | 2020                    | 2021 | 2022 | 2024  |      |       |    |
| トゲクメイシ①<br>(3cm間隔) | 1   | 8.5                     | 45.5 | 43.2 | 45.4  | 生残   | 536%  |    |
|                    | 2   | 10.1                    | 51.6 | 59.9 | 53.0  | 生残   | 524%  |    |
|                    | 3   | 10.3                    | 13.5 | 29.0 | 81.5  | 生残   | 790%  |    |
|                    | 4   | 5.6                     | 31.0 | 51.0 | 84.3  | 生残   | 1507% |    |
|                    | 5   | 6.6                     | 31.1 | 41.8 | 53.1  | 生残   | 802%  |    |
|                    | 6   | 6.1                     | 36.5 | 23.0 | 40.6  | 生残   | 663%  |    |
|                    | 7   | 3.6                     | 8.5  | 17.3 | 53.8  | 生残   | 1507% |    |
|                    | 8   | 5.8                     | 39.5 | 41.8 | 36.9  | 生残   | 641%  |    |
|                    | 9   | 7.1                     | 15.2 | 8.9  | 38.4  | 生残   | 542%  |    |
| トゲクメイシ②<br>(4cm間隔) | 1   | 7.5                     | 9.7  | 9.9  | 51.0  | 生残   | 675%  |    |
|                    | 2   | 5.8                     | 5.1  | 23.5 | 37.8  | 生残   | 654%  |    |
|                    | 3   | 5.2                     | 9.7  | 14.0 | 52.5  | 生残   | 1014% |    |
|                    | 4   | 6.8                     | 14.6 | 26.7 | 62.3  | 生残   | 920%  |    |
|                    | 5   | 4.6                     | 3.0  | 8.1  | 45.7  | 生残   | 990%  |    |
|                    | 6   | 7.4                     | 4.5  | 8.6  | 41.8  | 生残   | 562%  |    |
|                    | 7   | 8.1                     | 13.4 | 21.4 | 54.2  | 生残   | 671%  |    |
|                    | 8   | 4.4                     | 3.9  | 10.6 | 30.2  | 生残   | 681%  |    |
|                    | 9   | 4.4                     | 11.3 | 34.0 | 115.5 | 生残   | 2600% |    |
| トゲクメイシ③<br>(5cm間隔) | 1   | 8.6                     | —    | —    | —     | 消失   | —     |    |
|                    | 2   | 5.1                     | —    | —    | —     | 消失   | —     |    |
|                    | 3   | 4.2                     | 8.0  | 28.6 | 108.6 | 生残   | 2559% |    |
|                    | 4   | 4.6                     | 15.8 | 41.7 | 215.6 | 生残   | 4672% |    |
|                    | 5   | 3.3                     | 1.1  | 4.8  | 54.4  | 生残   | 1629% |    |
|                    | 6   | 5.2                     | 13.4 | 26.6 | 22.5  | 生残   | 437%  |    |
|                    | 7   | 5.1                     | —    | —    | —     | 消失   | —     |    |
|                    | 8   | 3.5                     | —    | —    | —     | 消失   | —     |    |
|                    | 9   | 4.4                     | 37.4 | 76.7 | 247.9 | 生残   | 5593% |    |

注) 移植初年度の死亡評価は、死亡時面積から算出した成長率により3区分した。

95%以上105%以下の小片は「移植直後に死亡」、105%を超える小片は「移植直後に死亡」、95%未満は「不明」とした。

### 2.3.4 2022 年度移植サンゴのモニタリング

2022 年度の移植は、トゲキクメイシ属を 2 群体、ハマサンゴ属を 2 群体について、1 群体あたり 6 片に分割し、サンゴ幼生着床・育成実証基盤の鋼脚部に結束バンドを用いて移植した。移植時から 2 年後の状況を図-IV.7.2.8、表-IV.7.2.9 に示す。

2 年後では、成長率はトゲキクメイシが 46～296%、ハマサンゴが 57～275% となり、増減はあるものの、ハマサンゴ①を除き、小片の融合へ進んでいる。なお、ハマサンゴ①は、移植時の小片基部の厚みが大きかったため、リスクニングが不調となったと考えられる。

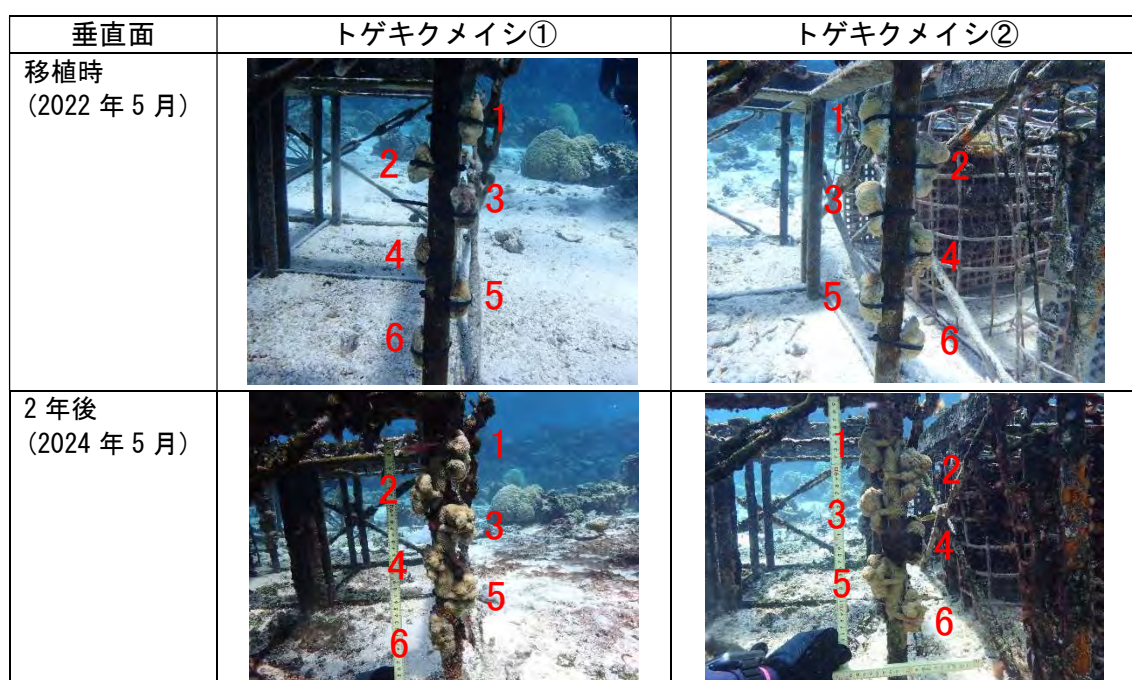


図-IV. 7. 2. 8(1) 移植時から 2 年後の状況（トゲキクメイシ）

表-IV. 7. 2. 9(1) 移植時から 2 年後の状況（トゲキクメイシ）

| 名称       | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |         |       |      |
|----------|-----|-------------------------|---------|-------|------|
|          |     | 2022. 5                 | 2024. 5 | 成長状況  | 成長率  |
| トゲキクメイシ① | 1   | 19. 5                   | 30. 0   | 30. 0 | 154% |
|          | 2   | 10. 5                   | 31. 0   | 31. 0 | 296% |
|          | 3   | 16. 4                   | 33. 9   | 33. 9 | 207% |
|          | 4   | 15. 7                   | 25. 6   | 25. 6 | 163% |
|          | 5   | 11. 9                   | 23. 4   | 23. 4 | 196% |
|          | 6   | 15. 7                   | 20. 8   | 20. 8 | 133% |
| トゲキクメイシ② | 1   | 19. 1                   | 24. 2   | 24. 2 | 126% |
|          | 2   | 20. 5                   | 44. 2   | 44. 2 | 215% |
|          | 3   | 21. 8                   | 22. 2   | 22. 2 | 102% |
|          | 4   | 25. 1                   | 11. 4   | 11. 4 | 46%  |
|          | 5   | 25. 2                   | 33. 9   | 33. 9 | 135% |
|          | 6   | 24. 0                   | 20. 3   | 20. 3 | 85%  |

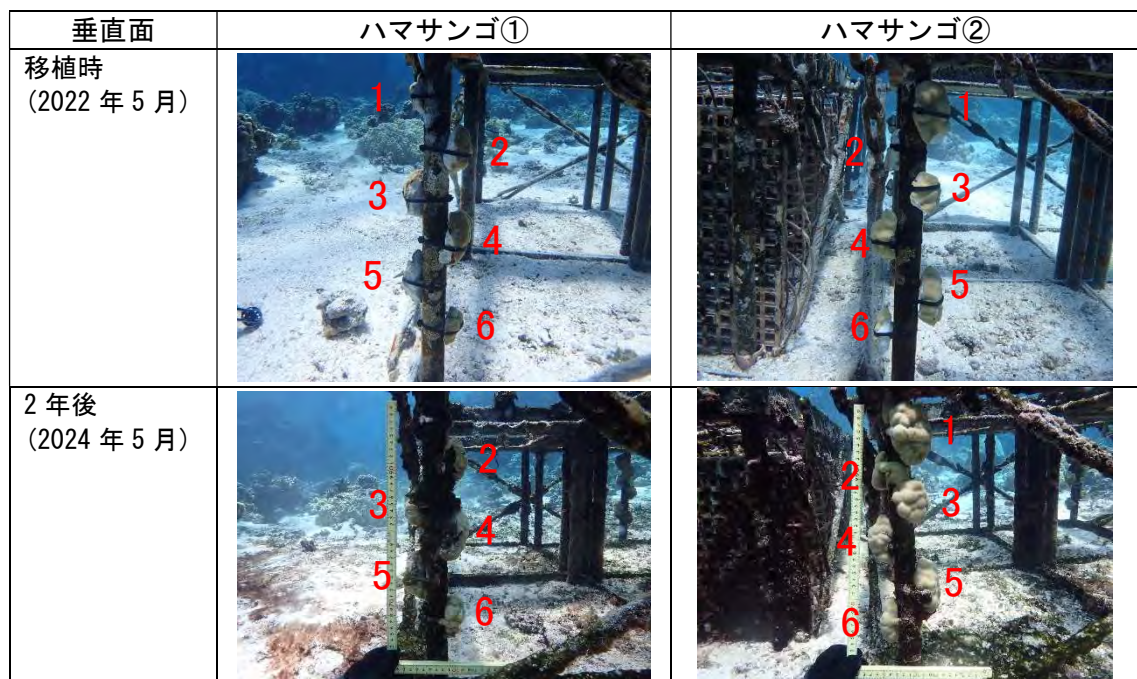


図-Ⅳ. 7. 2. 8 (2) 移植時から 2 年後の状況 (ハマサンゴ)

表-Ⅳ. 7. 2. 9 (2) 移植時から 2 年後の状況 (ハマサンゴ)

| 名称     | 小片名 | 小片面積 (cm <sup>2</sup> ) |         |       |      |
|--------|-----|-------------------------|---------|-------|------|
|        |     | 2022. 5                 | 2024. 5 | 成長状況  | 成長率  |
| ハマサンゴ① | 1   | 3. 8                    | —       | 死亡    | —    |
|        | 2   | 20. 0                   | 13. 8   | 13. 8 | 69%  |
|        | 3   | 7. 9                    | 9. 1    | 9. 1  | 115% |
|        | 4   | 26. 9                   | 17. 8   | 17. 8 | 66%  |
|        | 5   | 3. 0                    | 8. 2    | 8. 2  | 275% |
|        | 6   | 15. 1                   | 17. 4   | 17. 4 | 115% |
| ハマサンゴ② | 1   | 15. 4                   | 49. 1   | 49. 1 | 318% |
|        | 2   | 8. 3                    | 11. 8   | 11. 8 | 143% |
|        | 3   | 18. 1                   | 31. 0   | 31. 0 | 171% |
|        | 4   | 14. 8                   | 17. 6   | 17. 6 | 119% |
|        | 5   | 17. 7                   | 18. 5   | 18. 5 | 104% |
|        | 6   | 24. 2                   | 13. 8   | 13. 8 | 57%  |

## 2.4 考察

### 2.4.1 2018 年度移植実験

台風 5 号の接近により調査期間が制限されたため、簡易的な方法および数量で移植を実施した。格子構造のグレーチングに固定したため、水平的な成長範囲が限られるとともに正確なサンゴの面積を計測することが難しく、成長率は参考評価となる。

6 年後のモニタリングでは、全ての小片が融合し生存率は 100%であり、写真から判別可能な面積を算出した結果においてベニハマサンゴは 8 倍、トゲキクメイシは 3 倍に面積が増加した（図-IV.7.2.9 参照）。

生存率、成長率とも良好なため、結束バンドによるサンゴ片の固定方法は有効であると考えられる。

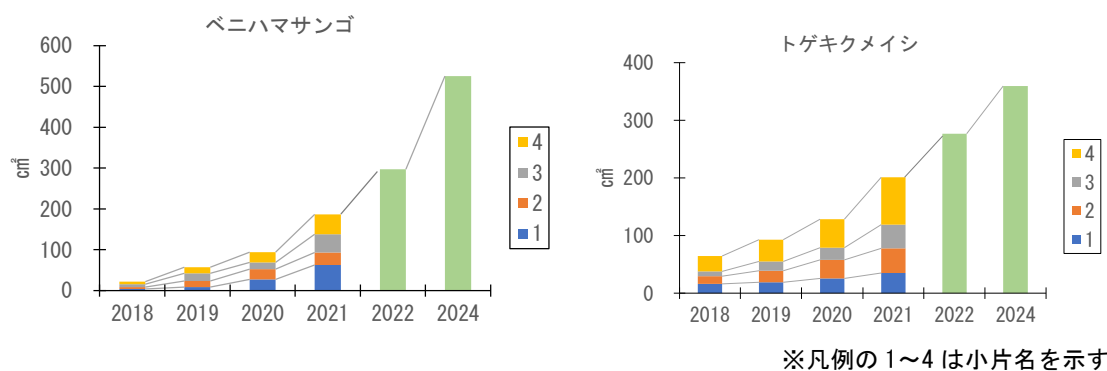


図-IV.7.2.9 小片面積の推移(2018 年度実験)

## 2.4.2 2019 年度移植実験

当初計画していたコンクリートの水平面と垂直面に固定する方法で移植しており、より正確な成長率が算出できた。移植小片数の推移を図-IV.7.2.11 に、生残小片面積の推移を図-IV.7.2.12 に示す。

2 年後のモニタリングでオオハマサンゴは全て死亡した。5 年後のモニタリングでは、トゲキクメイシの小片面積は、水平面貼付が 7.5 倍に、垂直面貼付が 15.2 倍に成長し、ハリエダミドリイシの水平面貼付が 15.2 倍に増加した。

成長の良いトゲキクメイシについてみると、水平面および垂直面とも群体①の方が群体②よりも成長率が高く、群体による差が生じている可能性がある。水平面と垂直面を比較すると、垂直面の成長が良い結果となっている。ただし、垂直面に貼り付けたトゲキクメイシ①の小片は 9 小片中の 4 小片が消失しており、固定方法に課題が残った。

なお、オオハマサンゴ、ハリエダミドリイシの生残率が低かったことについて、考えられる理由を以下に示す。

### ○理由 1：移植元と移植先の環境条件の違い

移植元と移植先の距離は、オオハマサンゴとハリエダミドリイシは約 500m、トゲキクメイシは約 20m であった。移植元の親サンゴは全て生残し採取跡が回復していたことから、距離が離れていたオオハマサンゴとハリエダミドリイシは、移植先の環境条件に適していなかったために死亡した可能性がある。

### ○理由 2：種によるリススキニングの適正

生組織が深くまでであると群体を薄く切った場合に再生できない可能性がある。オオハマサンゴの 1 年後の移植元群体をみると、再生部分の幅が 5cm 程度であったことから、生組織の厚さが 5cm 程度と推察された。

今後、新たな種を対象にリススキニングを実施する際には、移植元群体モニタリングして生組織の厚さを把握し、移植した小片の生存率や成長率との関係を検討することが望ましい。

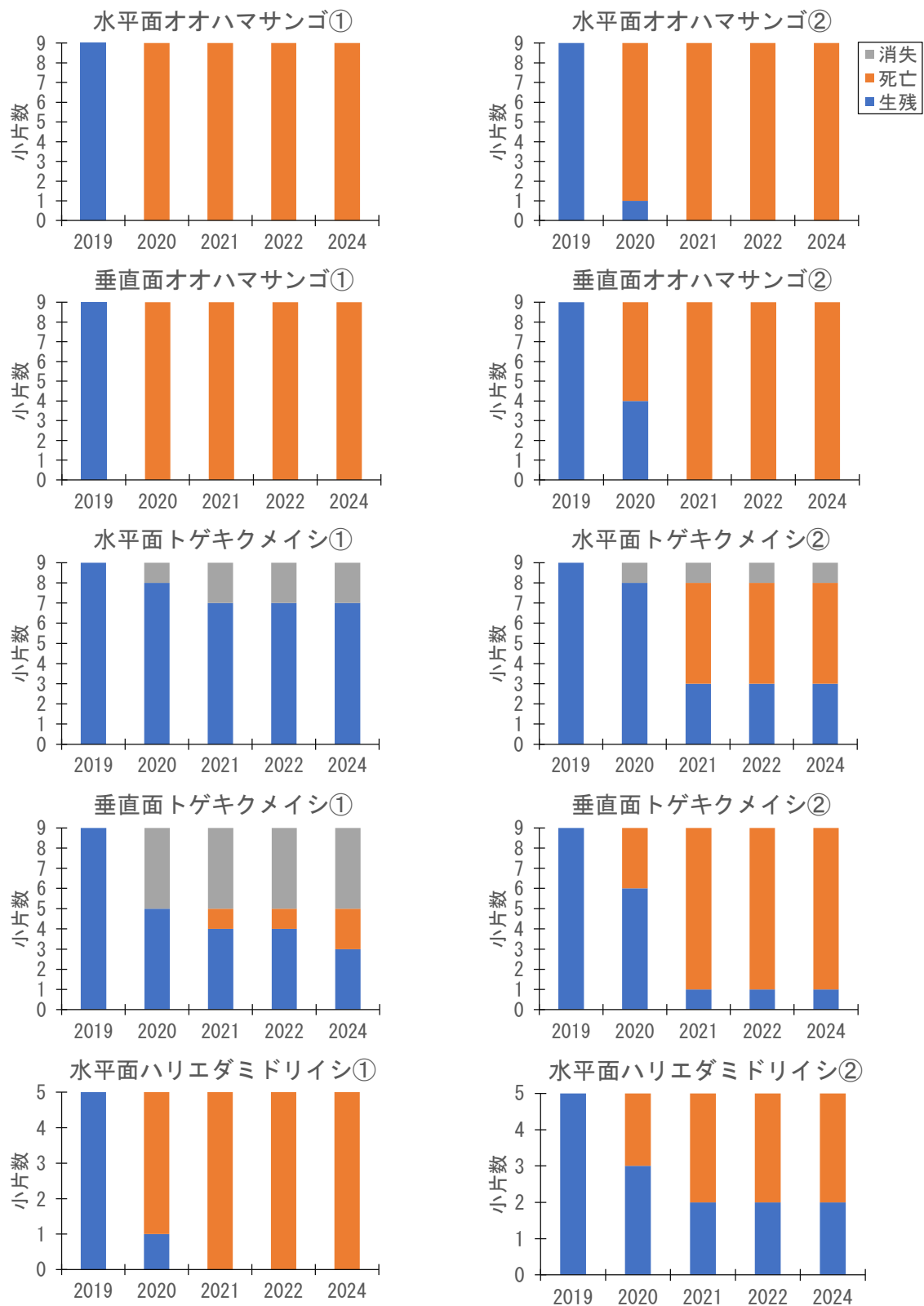
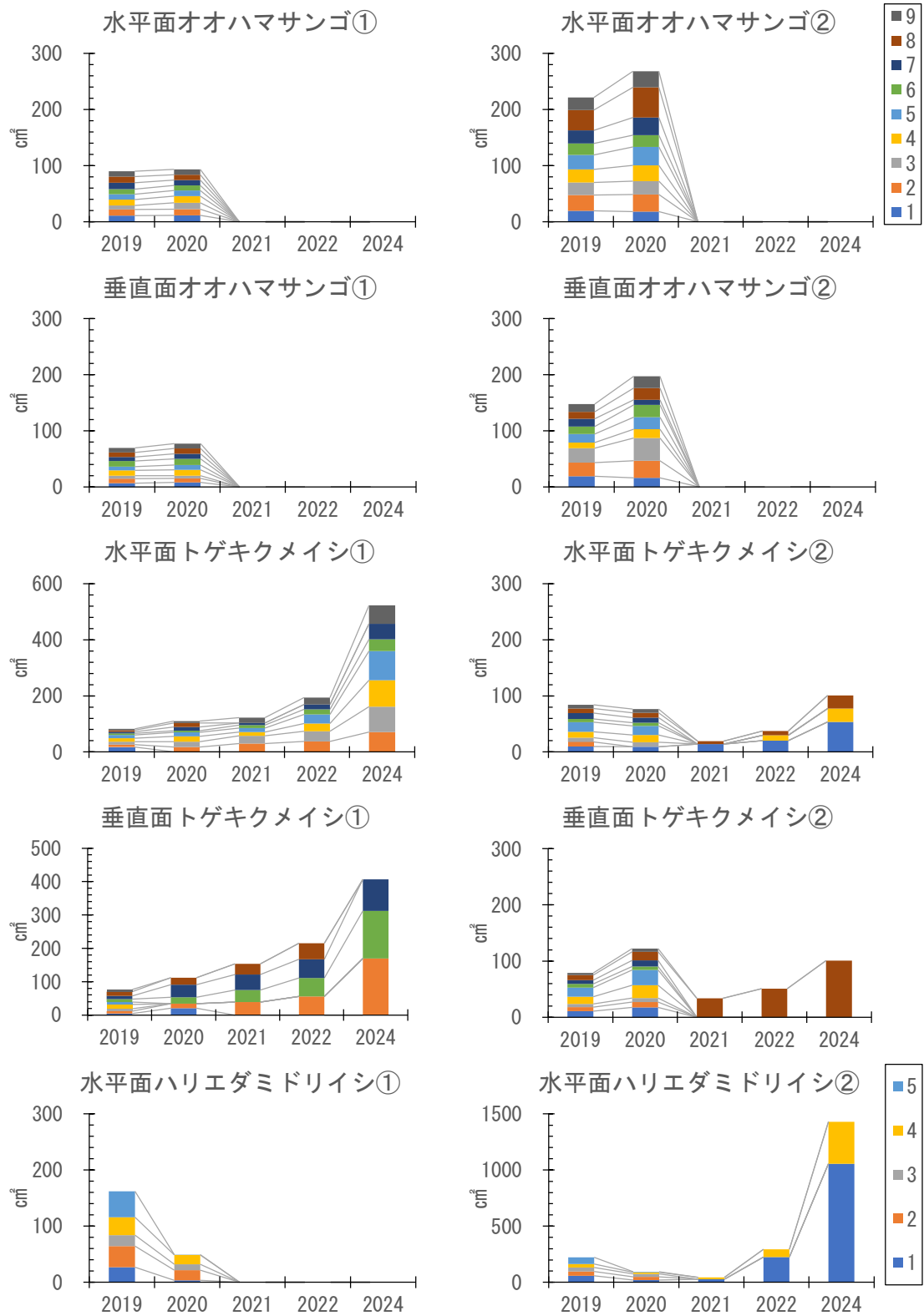


図-IV. 7. 2. 11 移植小片数の推移 (2019 年度実験)



※凡例の1～9(ハリエダミドリイシは1～9)は小片名を示す

図-IV. 7. 2. 12 生残小片面積の推移(2019 年度実験)

## 2.4.3 2020 年度移植実験

コンクリートの垂直面に 3cm、4cm、5cm と貼付間隔を変えた条件で比較を行った。移植小片数の推移を図-IV.7.2.13 に、生残小片面積の推移を図-IV.7.2.14 に示す。

4 年後のモニタリングでは、消失はベニハマサンゴの 1 小片、トゲキクメイシの 4 小片であった。死亡はベニハマサンゴで 12 小片であった。

生残率および成長率をみると、ベニハマサンゴでは 5cm 間隔の群体③、トゲキクメイシでは 3cm 間隔の群体①と 4cm 間隔の群体②で良好であり、ベニハマサンゴは 2019 年実験と同様に貼付けた群体による差が生じている可能性がある。

融合が確認されたのは、ベニハマサンゴの 5 cm 間隔とトゲキクメイシの全間隔であった。トゲキクメイシの 5 cm 間隔については 1 年後に部分死が目立ったが 5 年後に回復して融合が進んだ。融合の有無は貼付間隔による差では無く、小片の生残や生長の差によるものである。

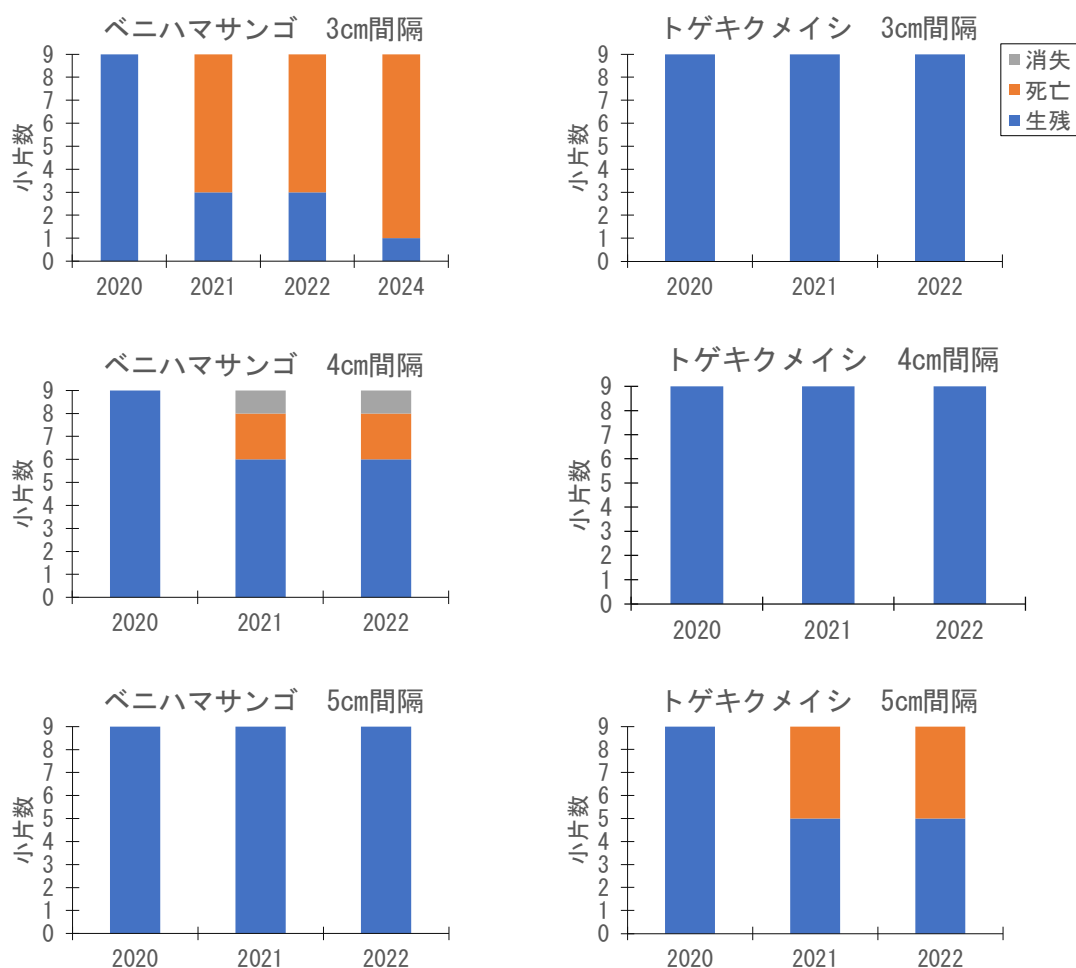
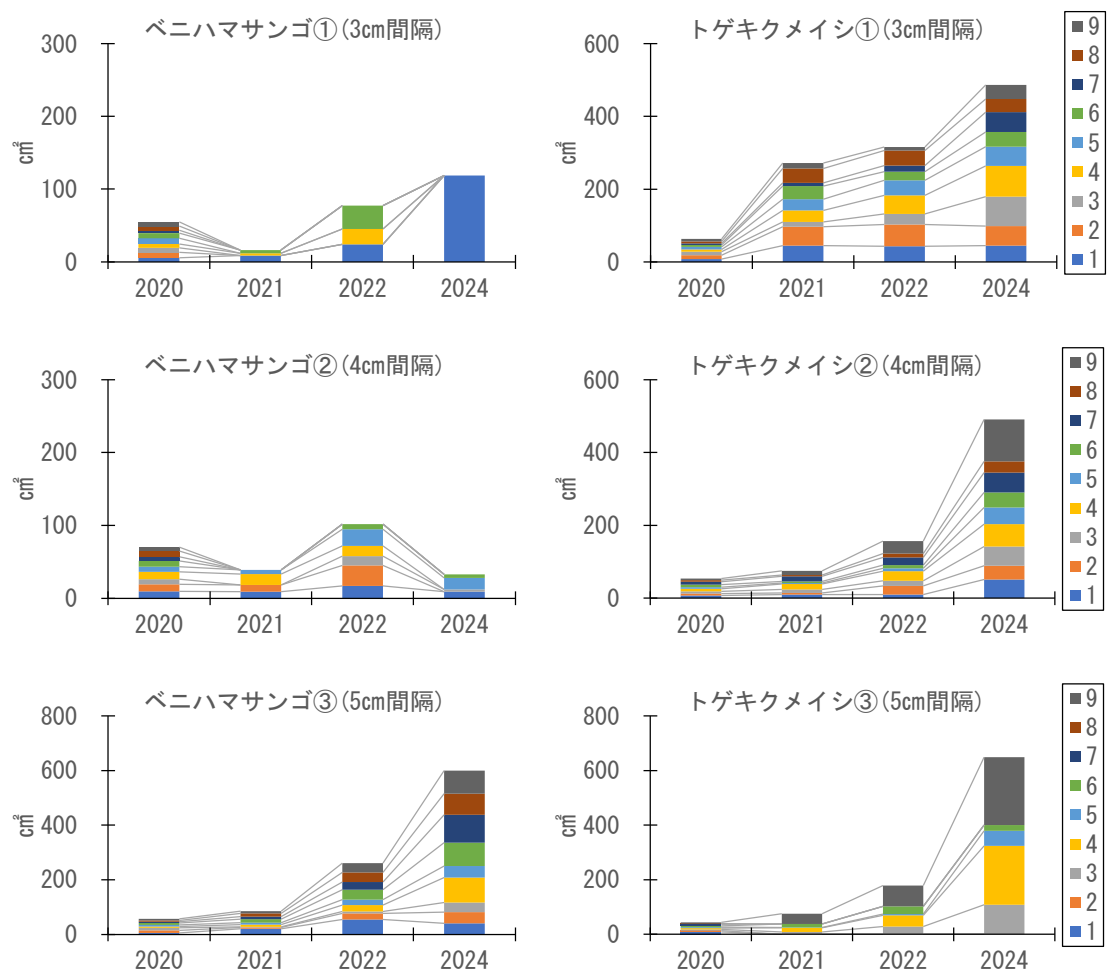


図-IV.7.2.13 移植小片数の推移(2020 年度実験)



※凡例の1～9は小片名を示す

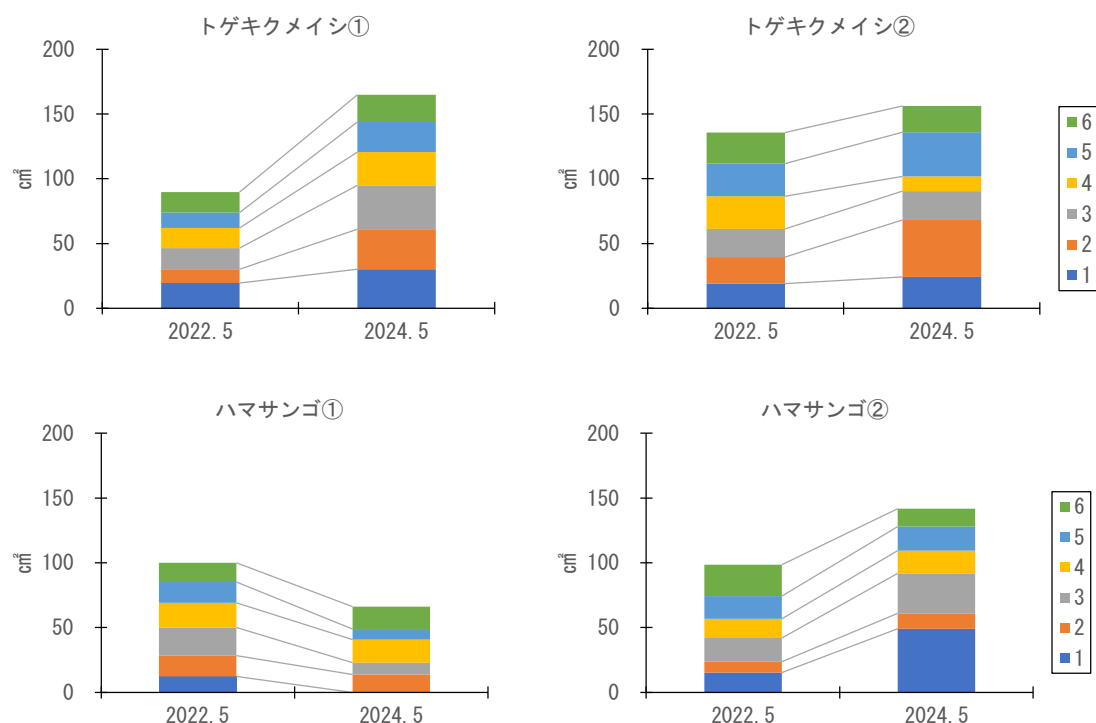
図-Ⅳ.7.2.14 生残小片面積の推移(2020年度実験)

## 2.4.4 2022 年度移植実験

サンゴ幼生着床・育成実証基盤の鋼脚部に固定したため、水平的な成長範囲が限られるとともに正確なサンゴの面積を計測することが難しく、成長率は参考評価となる。

2 年後のモニタリングでは、生存率は 1 ケースを除き 100%であり、写真から判別可能な面積を算出した結果においてトゲキクメイシは 0.5~3 倍、ハマサンゴは 0.6~2.8 倍に面積が増減したが、貼付け時の小片の厚みに注意すれば、良好に増加していると見られる（図-IV.7.2.15 参照）。

生存率、成長率とも良好なため、結束バンドによる鋼脚部へのサンゴ片の固定方法は有効であると考えられる。



※凡例の 1~6 は小片名を示す

図-IV.7.2.15 小片面積の推移(2022 年度実験)

## 2.5 最適条件の検討

沖ノ鳥島海域で 2019 年度及び 2020 年度に実施した移植実験を踏まえ、リスクニングを実施する上で最適な条件を小片の成長率、融合率から検討した。

### 2.5.1 成長率

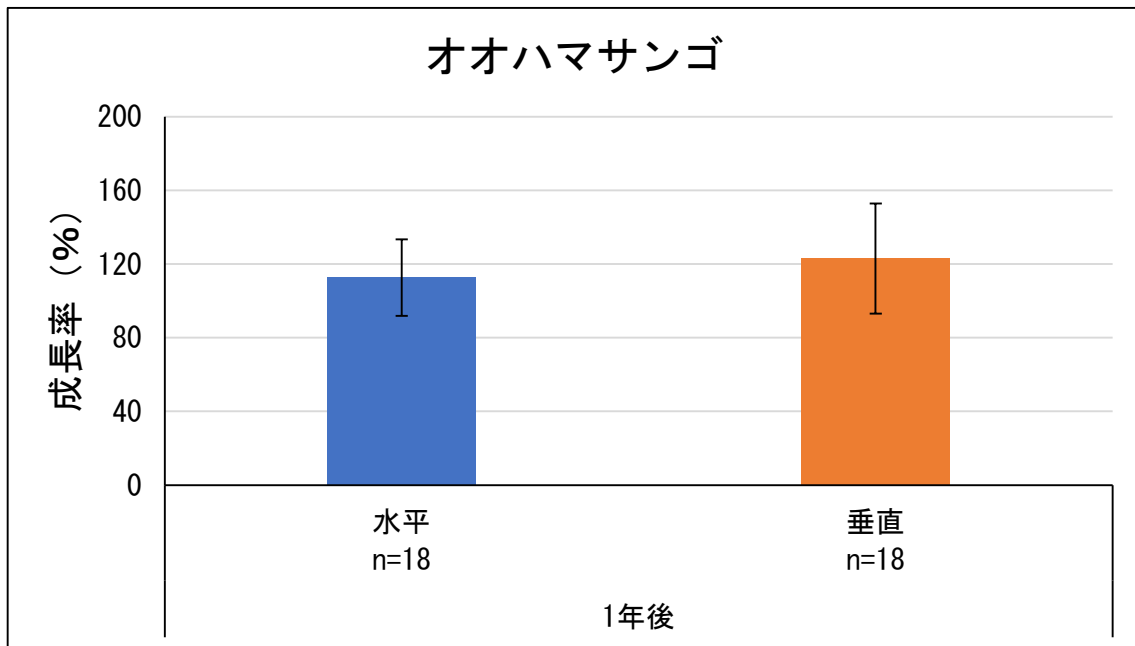
#### 2.5.1.1 2019 年度移植実験

小片の平均成長率を算出し、貼付方向の条件別で比較した。なお、平均成長率の算出には融合していない小片を使用した。オオハマサンゴの平均成長率の推移を図-IV.7.2.16 に、トゲキクメイシの平均成長率を図-IV.7.2.17 に示す。

オオハマサンゴは、移植から 1 年後では垂直の方が水平より成長率が高かったが、成長率に有意差はみられなかった。なお、移植から 2 年後のモニタリングで全小片の死亡が確認された。

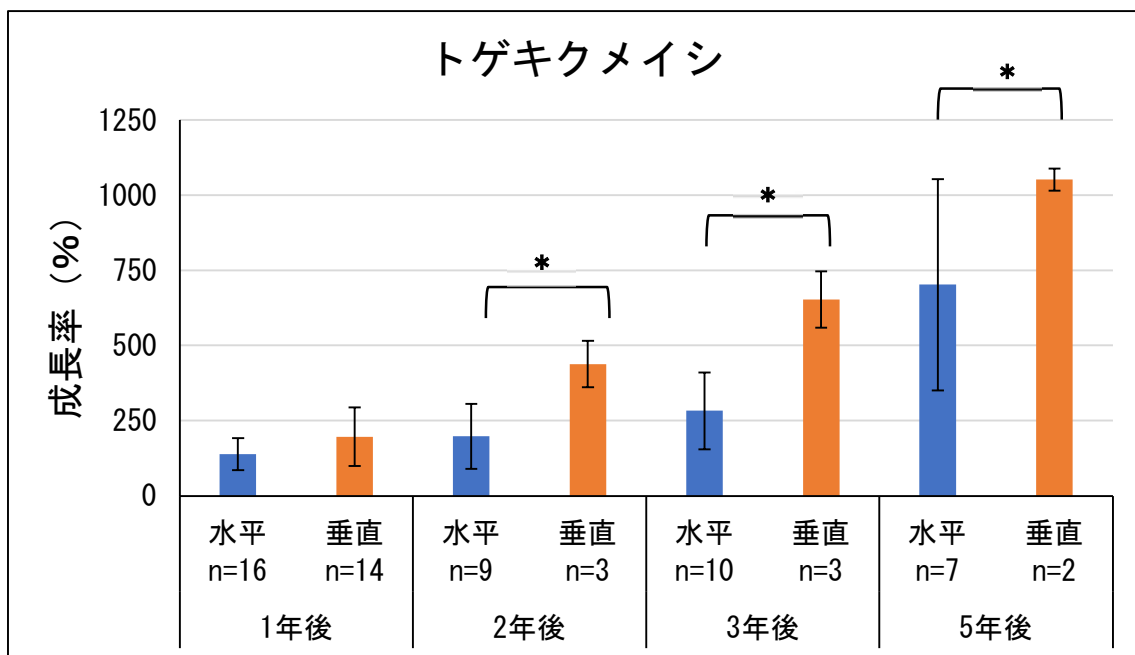
トゲキクメイシは、全モニタリング時で垂直の方が水平より成長率が高く、移植から 2 年後、3 年後、5 年後において成長率が有意に高かった。

従って垂直の方が水平よりも小片の成長率が高いと考えられる。



※1 融合した小片は除いている。

図-IV. 7. 2. 16 平均成長率の推移 (2019 年度実験 : オオハマサンゴ)



※1 図中の\*は  $p < 0.05$  を示す。

※2 融合した小片は除いている。

図-IV. 7. 2. 17 平均成長率の推移 (2019 年度実験 : トゲキクメイシ)

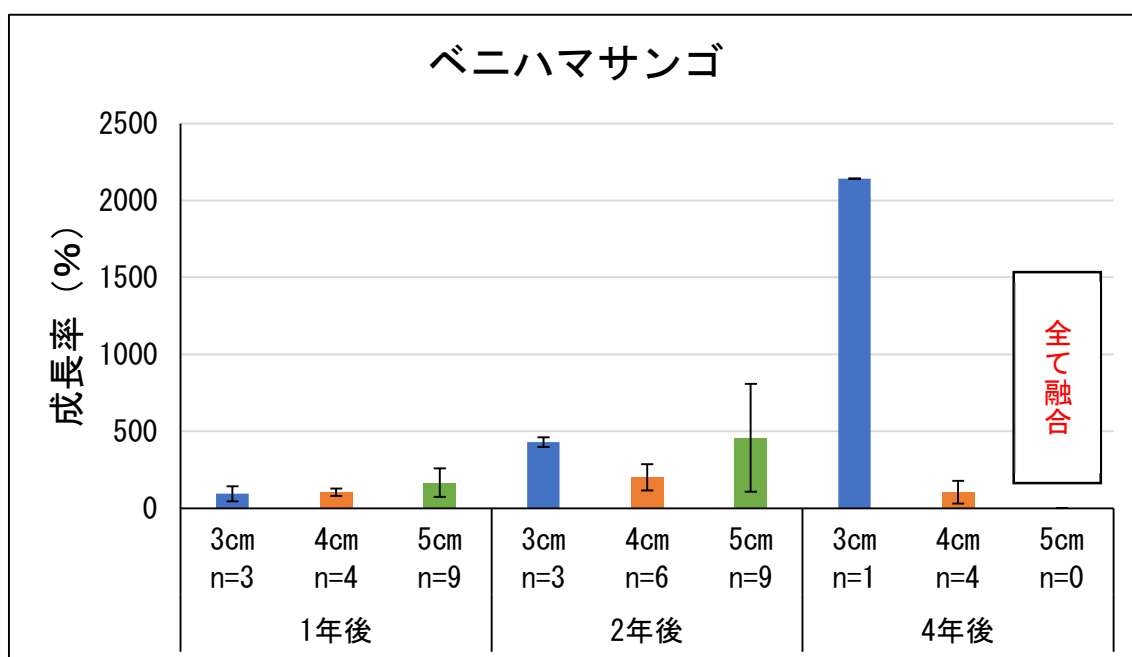
#### 2.5.1.2 2020 年度移植実験

小片の平均成長率を算出し、貼付間隔の条件別で比較した。なお、平均成長率には融合していない小片を使用した。ベニハマサンゴの平均成長率を図-IV.7.2.18 に、トゲキクメイシの平均成長率を図-IV.7.2.19 に示す。

ベニハマサンゴは、移植から 1 年後では 5cm、2 年後では 3cm、4 年後では 3cm が最も成長率が高かったが、成長率に有意差はみられなかった。なお、移植から 4 年後には 5cm の全小片が融合した。

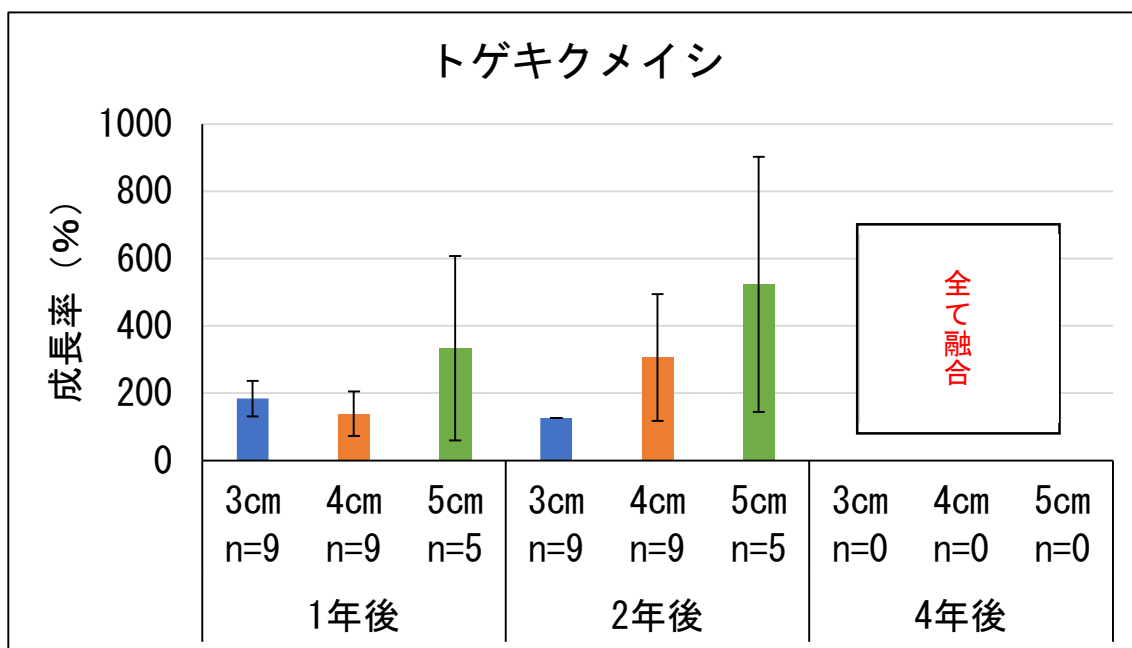
トゲキクメイシは、移植から 1 年後、2 年後では 5cm が最も成長率が高かったが、成長率に有意差はみられなかった。なお、移植から 4 年後には 3cm、4cm、5cm の全小片が融合した。

従って間隔の違いによる成長率の差はみられないと考えられる。



※1 融合した小片は除いている。

図-Ⅳ. 7. 2. 18 平均成長率の推移 (2020 年度実験 : ベニハマサンゴ)



※1 融合した小片は除いている。

図-Ⅳ. 7. 2. 19 平均成長率の推移 (2020 年度実験 : トゲキクメイシ)

## 2.5.2 融合率

融合率は小片が融合できる箇所と実際に融合した箇所の割合を基に算出した（図-IV.7.2.20 参照）。

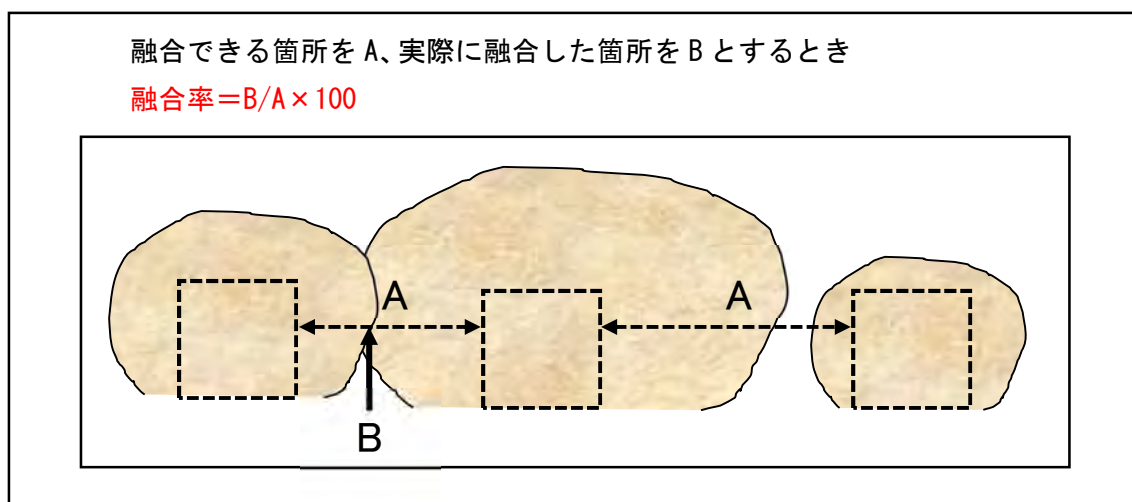


図-IV. 7. 2. 20 融合率算出のイメージ

### 2.5.2.1 2019 年度移植実験

貼付方向の条件別に融合率を算出し、比較した。オオハマサンゴの融合率を図-IV.7.2.21 に、トゲキクメイシの融合率を図-IV.7.2.22 に示す。

オオハマサンゴは移植から 2 年後に全小片が死亡したため、小片の融合はみられなかった。

トゲキクメイシは移植から 2 年後に垂直で、移植から 5 年後に水平で融合が確認された。融合率は垂直の方が水平よりも高く、移植から 5 年後には融合率は 100% になった。一方で、水平は移植から 5 年後で融合率は 14% であった。

従って垂直の方が水平よりも小片が融合できると考えられる。

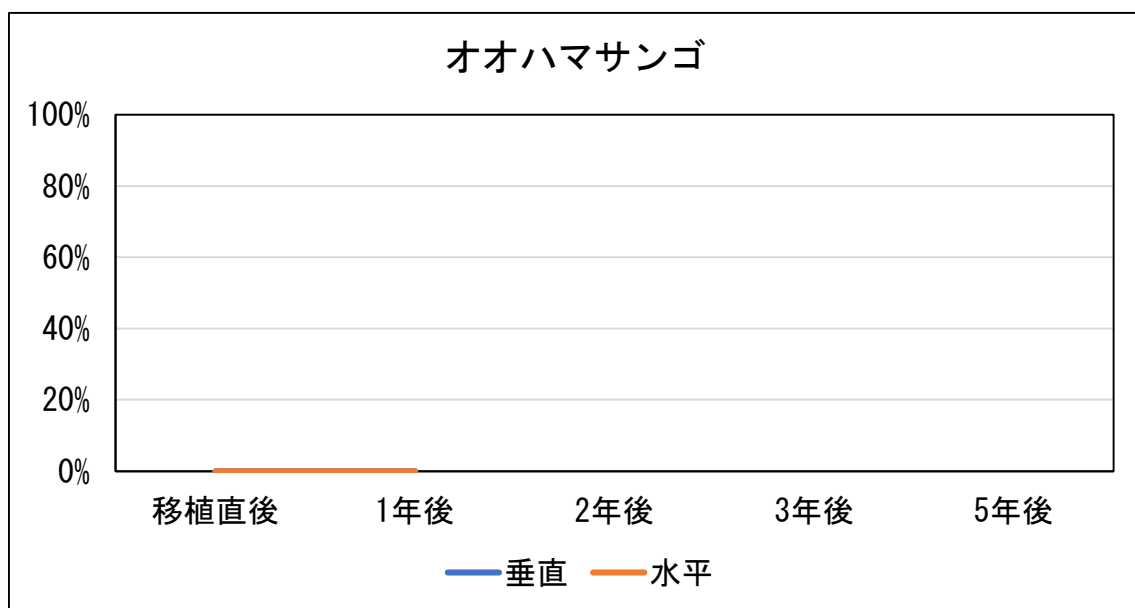


図-IV. 7. 2. 21 融合率の推移（2019 年度実験：オオハマサンゴ）

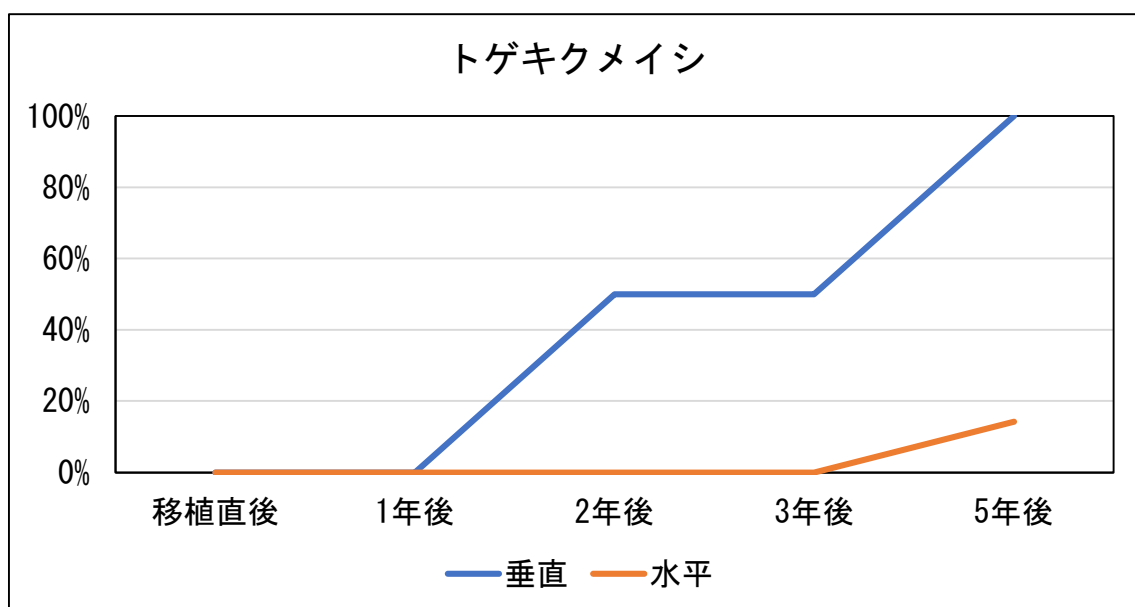


図-IV. 7. 2. 22 融合率の推移（2019 年度実験：トゲキクメイシ）

### 2.5.2.2 2020 年度移植実験

貼付間隔の条件別に融合率を算出し、比較した。ベニハマサンゴの融合率を図-IV.7.2.23に、トゲキクメイシの融合率を図-IV.7.2.24に示す。

ベニハマサンゴは移植から2年後に5cmで融合が確認された。一方で、移植から4年後まで3cm及び4cmでは融合はみられなかった。融合率は5cmが最も高く、移植から4年後には融合率は100%になった。

トゲキクメイシは移植から1年後に3cmで、移植から2年後に5cmで、移植から4年後に4cmで融合が確認された。融合率は3cmが最も高く、移植から2年後には融合率は83%であった。移植から4年後には全条件で融合率は100%になった。

間隔の広い5cmの条件では、移植から2年後には融合が確認されるようになり、融合率が100%になるには移植から4年程度必要であると推察される。

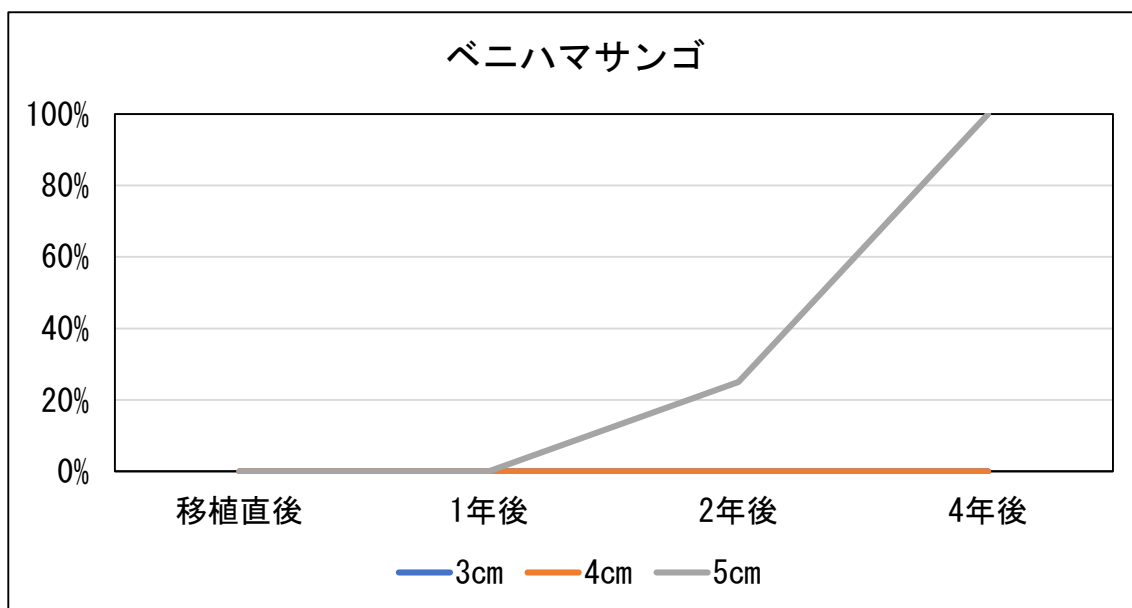


図-IV. 7. 2. 23 融合率の推移（2020 年度実験：ベニハマサンゴ）

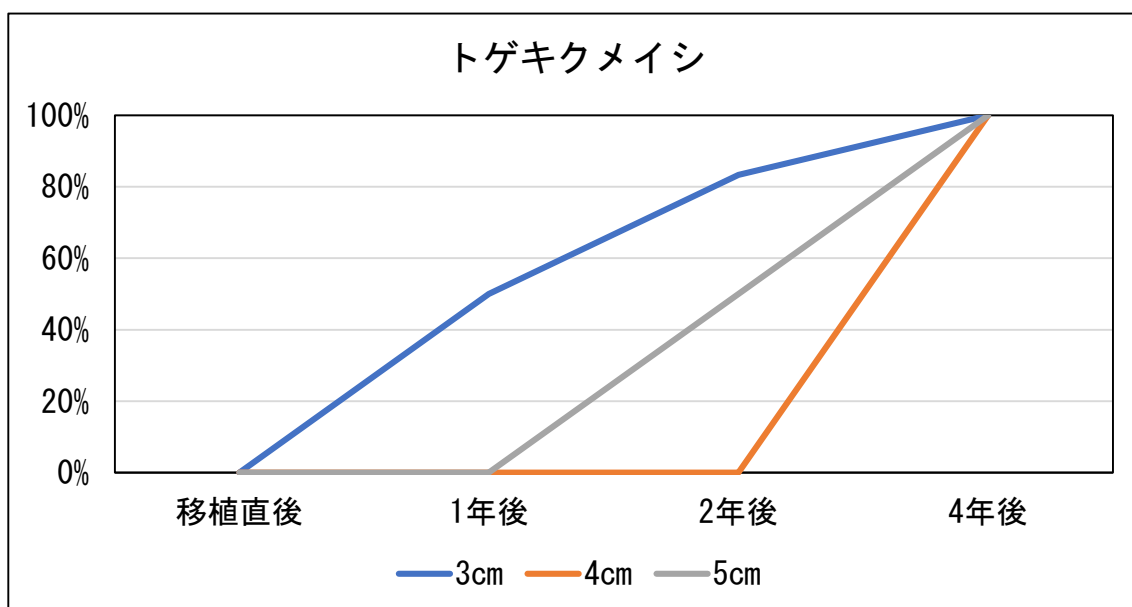


図-IV. 7. 2. 24 融合率の推移（2020 年度実験：トゲキクメイシ）

## 2.6 まとめ

各年度に実施したリスクニング調査のまとめを表-IV.7.2.10 に示す。

グレーチングや鋼脚のような透過性の基盤では、小片の生残数が高く融合が比較的良好に進んでいた。一方、コンクリート基盤では生残数が低くなる場合もあった。コンクリート基盤での生残数を上げるには、貼付が容易な小片を確保すること、基盤から剥がれない方法で貼り付けること、比較的流れのある側面に貼り付けることなどがあげられる。

また、2019 年度、2020 年度の実験で、同じ種類でも採取元の群体によって小片の生残率に差が生じている可能性があった。大規模にリスクニングを実施する際には、採取候補の群体について事前に数片採取してリスクニングを実施し、生残率の高い群体を特定することも考えられる。

なお、生残している小片の融合が進み各年度の調査結果の整理ができたことから、モニタリングを終了とする。

表-IV. 7. 2. 10 各年度に実施したリスクニング調査のまとめ

| 移植年度    | 基盤           | 条件                      | 種類                 | 結果                                                                                                                        |
|---------|--------------|-------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2018 年度 | グ レ ー<br>チング | 垂直                      | ベニハマサンゴ<br>トゲキクメイシ | 生残率が高く、移植 2 年目以降から融合が進む。                                                                                                  |
| 2019 年度 | コ ン ク<br>リート | 垂直/水平                   | オオハマサンゴ<br>トゲキクメイシ | オオハマサンゴについては、移植 2 年目で死亡しており、リスクニングに適していない可能性がある。<br>トゲキクメイシについては、生残率は水平面で高く、成長率は垂直面で高かった。<br>群体によって小片の生残率に差が生じている可能性があった。 |
| 2020 年度 | コ ン ク<br>リート | 垂直<br>貼付間隔<br>3, 4, 5cm | ベニハマサンゴ<br>トゲキクメイシ | 小片の生残率の高い群体で融合が進んでおり、貼付間隔による差は不明瞭であった。<br>群体によって小片の生残率に差が生じている可能性があった。                                                    |
| 2022 年度 | 鋼脚           | 垂直                      | トゲキクメイシ<br>ハマサンゴ   | 生残率が高く、移植 2 年目以降から融合が進む。                                                                                                  |

2.7 参考資料

2.7.1 コスト試算

参考として、これまでの沖ノ鳥島でのモニタリング結果を踏まえて、コストを試算した。一括移植のイメージを図-IV.7.2.25 に、繰り返し移植のイメージを図-IV.7.2.26 に、一括移植と繰り返し移植のコスト比較を表-IV.7.2.11 に示す。

サンゴ小片を 1 m<sup>2</sup>被覆させる場合、一括移植は移植元のドナーを 0.08 m<sup>2</sup>使用すると期間は 2 年、コストは 106 万円で、繰り返し移植は移植元のドナーを 0.02 m<sup>2</sup>使用すると期間は 6 年、コストは 121 万円となる。なお、沖ノ鳥島では他の調査に合わせて実施しているため、備船費は含めていない。

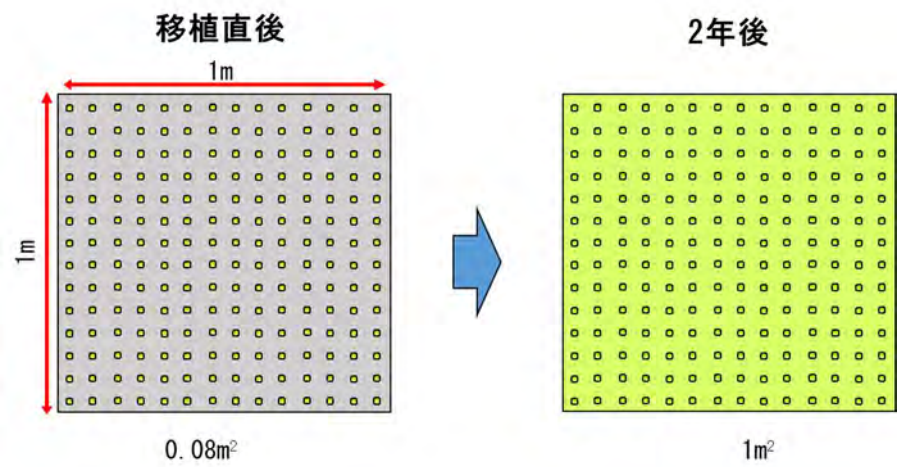


図-IV. 7. 2. 25 一括移植のイメージ

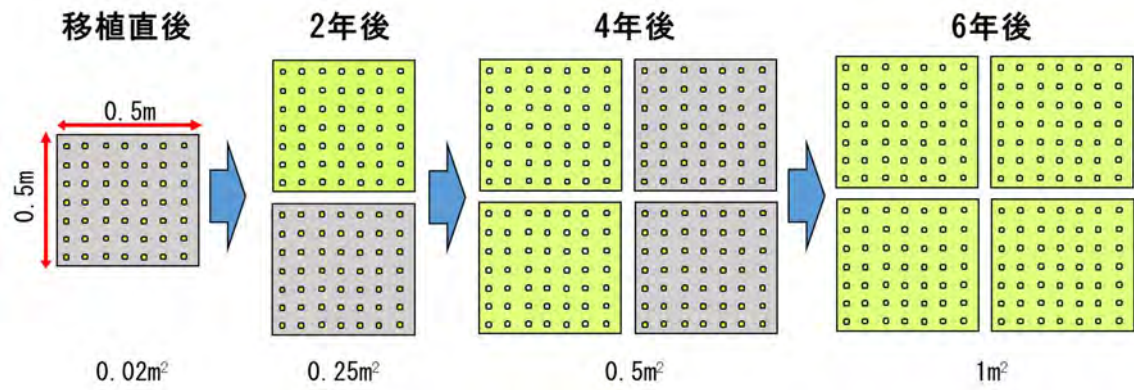


図-IV. 7. 2. 26 繰り返し移植のイメージ

表-IV. 7. 2. 11 一括移植と繰り返し移植のコスト比較

| 項目     | ドナー                        | 費用（直接費） | 期間  |
|--------|----------------------------|---------|-----|
| 一括移植   | 0.08 m <sup>2</sup> × 12.5 | 106 万円  | 2 年 |
| 繰り返し移植 | 0.02 m <sup>2</sup> × 50   | 121 万円  | 6 年 |

### 2.7.1.1 積算根拠（一括移植）

#### ○移植作業

必要となる移植片：2cm×2cm 小片 14 列×14 列 = 196 小片 = 0.08m<sup>2</sup>

作業能力：切り出し 60 小片/人、貼り付け 90 小片/人

作業日数：切り出し 2 日(196 小片÷60 小片/人×2 人)

貼り付け 1 日(196 小片÷90 小片/人×3 人)

作業員内訳：潜水士 4 人/日

(切り出し作業 2 人+補助作業 2 人、貼り付け作業 3 人+補助作業 1 人)

船上作業 2 人/日

#### コスト(直接費)

人件費 潜水士 12 人 船上作業 6 人 計 82 万円

消耗品等 6 万円

合計 86 万円

#### ○2 年後モニタリング

作業日数：1 日

#### コスト(直接費)

人件費 潜水士 2 人 船上作業 2 人 計 18 万円

消耗品等 2 万円

合計 20 万円

#### ○総計 106 万円

### 2.7.1.2 積算根拠（繰り返し移植）

#### ○初回移植作業

移植小片：2cm×2cm 小片 7列×7列 = 49 小片 = 0.02m<sup>2</sup>

作業能力：切り出し 60 小片/人、貼り付け 90 小片/人

作業日数：切り出し 1 日(49 小片÷60 小片/人×1 人)

貼り付け 1 日(49 小片÷90 小片/人×1 人)

作業員内訳：潜水土 2 人/日(切り出し作業 1 人+補助作業 1 人、貼り付け作業 1 人+補助作業 1 人)

船上作業 2 人/日

#### コスト(直接費)

人件費 潜水土 4 人 船上作業 4 人 計 36 万円

消耗品等 4 万円

合計 40 万円

#### ○2 年後移植作業

貼り換え小片：49 小片

作業能力：貼り換え 75 小片/人

作業日数：貼り換え 1 日 (49 小片÷75 小片/人×1 人)

作業員内訳：潜水土 2 人/日(貼り換え作業 1 人+補助作業 1 人)、船上作業 2 人/日

#### コスト(直接費)

人件費 潜水土 2 人 船上作業 2 人 計 18 万円

消耗品等 3 万円

合計 21 万円

#### ○4 年後移植作業

貼り換え小片：98 小片

作業能力：貼り換え 75 小片/人

作業日数：貼り換え 1 日 (98 小片÷75 小片/人×1 人)

作業員内訳：潜水士 2 人/日(貼り換え作業 1 人+補助作業 1 人)、船上作業 2 人/日

##### コスト(直接費)

人件費 潜水士 4 人 船上作業 4 人 計 36 万円

消耗品等 4 万円

合計 40 万円

#### ○6 年後モニタリング

作業日数：1 日

##### コスト(直接費)

人件費 潜水士 2 人 船上作業 2 人 計 18 万円

消耗品等 2 万円

合計 20 万円

○総計 121 万円