

第5回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会

海域生物の移植（サンゴ類）

平成28年1月14日

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局



＜目次＞

1. これまでの検討内容 .....	1
1.1 評価書における記載内容 .....	1
1.2 評価書への意見 .....	1
1.3 委員会における検討事項 .....	1
2. 無性生殖移植法による移植 .....	2
2.1 目的 .....	2
2.2 移植方針 .....	2
2.3 移植元および移植先 .....	3
2.4 移植実績 .....	4
2.5 移植時期およびモニタリング計画 .....	5
2.6 移植サンゴ類のモニタリング状況 .....	7
2.6.1 小型サンゴの移植(主にミドリイシ属) .....	7
2.6.2 小型サンゴの移植(主にアオサンゴ属) .....	14
2.6.3 大型サンゴの移築(塊状ハマサンゴ属) .....	18
2.6.4 枝サンゴ群集の移植(主にユビエダハマサンゴ) .....	23
2.6.5 希少サンゴ類の移植 .....	30
3. 有性生殖移植法に係る移植試験 .....	35
3.1 目的 .....	35
3.2 加入量調査 .....	35
3.3 中間育成調査 .....	37
3.4 着床状況 .....	37
参考－1 魚類の分類様式 区分例 .....	45
参考－2 魚類のサンゴ依存種の選定例 .....	46
参考－3 平成 26～27 年度 大型台風の概況 .....	47
参考－4 移植サンゴ類のモニタリング状況 .....	50





## 1. これまでの検討内容

### 1.1 評価書における記載内容

改変区域に生息するサンゴ類の一部については、事業者の実行可能な範囲内で無性生殖移植法により移植・移築し、有性生殖移植法を補完的に検討・実施する。移植場所は、移植対象種の生息環境と同様の環境を有する近傍の場所を予定しており、環境要素として、現状でサンゴ類が密に生息しておらず、濁りの影響が少なく、流れが滞留していない、生息環境として好適な場所とする。

### 1.2 評価書への意見

評価書における移植に対する国土交通大臣意見及び県知事意見は、以下に示すとおりである。

サンゴ類及びクビレミドロの移植については、環境監視委員会（仮称）において、委員の意見を踏まえつつ、目標を設定したうえで移植を行うこと。また、移植後は、環境監視委員会（仮称）等において専門家の意見を踏まえ、適切な対策を講じること。

### 1.3 委員会における検討事項

- ・第1回委員会では、移植目標を含めた詳細計画についておおむね承認を得た。
- ・第2回委員会では、移植目標に対する移植実績の進捗報告及び移植計画についておおむね承認を得た。
- ・第3回委員会では、移植目標に対する移植実績の報告及びモニタリング計画について承認を得た。
- ・第4回委員会において、移植後のモニタリング状況および有性生殖移植法に係る移植試験について報告し、了承を得た。
- ・第5回委員会において、移植後のモニタリング状況および有性生殖移植法に係る移植試験について報告する。

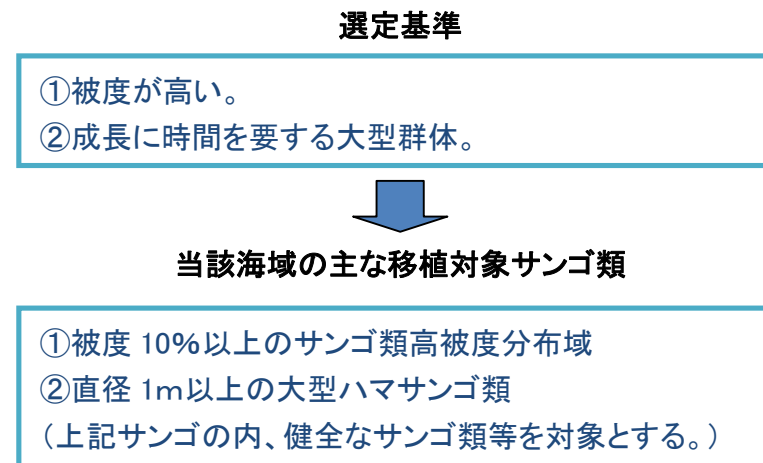
## 2. 無性生殖移植法による移植結果

### 2.1 目的

那覇空港滑走路増設に伴い、改変区域に生息するサンゴ類を無性生殖移植法により、改変区域外へ移植・移築する。

### 2.2 移植方針

図 2-1 に示す選定基準に基づき、原則的に被度 10%以上のエリアに生息するサンゴ類を移植対象、直径 1m 以上の大型ハマサンゴ類を移築対象とし、効率的に環境保全措置を実行する。



注) 沖縄本島内で稀にしかみられないような種が確認された場合は、優先的に移植対象とする。

図 2-1 移植対象となるサンゴ類の選定

## 2.3 移植元および移植先

平成24年度におけるサンゴ類の分布状況は、図2-2に示すとおりであり、大嶺崎北側海域と瀬長島沖の南側海域に分布していた。

移植先については、サンゴ群集の分布特性（優占種、被度別面積、範囲）の確認やサンゴ類の詳細な生息状況および食害生物、病気等を把握したうえで選定した。

図2-3に移植先の概略位置を示す。

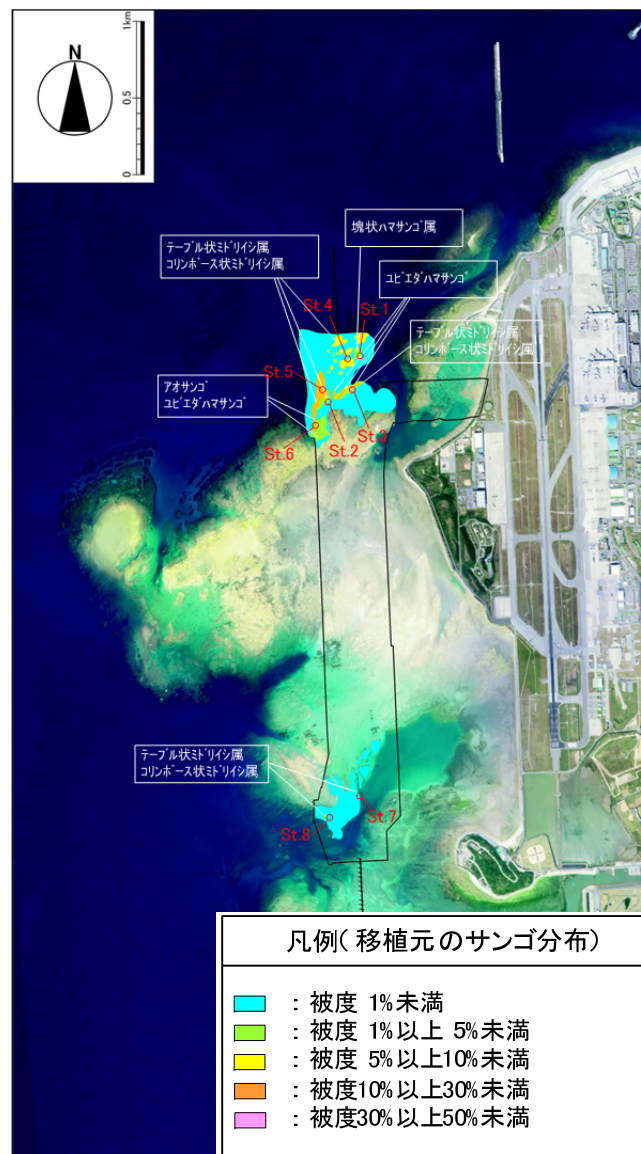


図 2-2 移植元サンゴ類の分布状況

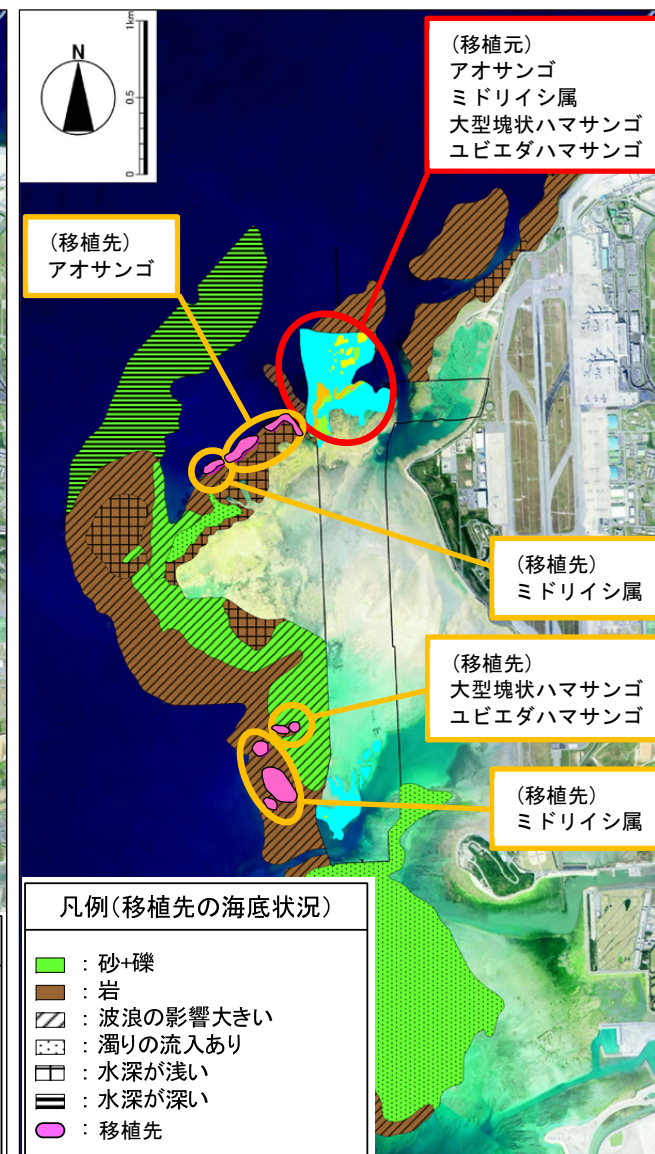


図 2-3 移植元と移植先の概略位置

## 2.4 移植実績

平成25年度、平成26年度の無性生殖移植法による移植実績を表2-1に示す。

なお、当初計画より早期に移植目標を達成できたため、その後は工事スケジュールと調整しながら、事業者が実行可能な範囲内で引き続いて移植を行った。

表2-1 無性生殖移植法による移植実績

移植サンゴ	移植手法	移植場所：対象種	平成25年度			平成26年度							上段：移植目標	
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	下段：移植実績
小型サンゴ	小型サンゴ片の固定による移植	St.A：アオサンゴ St.C：テーブル状・コリンボース状 ミドリイシ属												33,000群体
			10,126群体			10,935群体			12,964群体			2,657群体		36,682群体
大型サンゴ	大型サンゴの移築	St.B：塊状ハマサンゴ属												37群体
									33群体			4群体		37群体
枝サンゴ群集	サンゴ群集移設法	St.B：ユビエダハマサンゴ												700㎡
						342.9㎡			582.3㎡			117.1㎡		1042.1㎡
希少サンゴ類	小型サンゴ片の固定による移植 および整置	ショウガサンゴ属、クサビライシ属												242群体
												242群体		242群体

※ 小型サンゴの移植群体数には、台風及び時化により被災した群体数も含む。

※ 枝サンゴ群集の移植面積には、台風により被災した面積も含む。また、移植面積の端数処理の関係で各期の移植面積と移植実績(合計値)は一致しない。

2.5 移植時期およびモニタリング計画

小型サンゴ(主にミドリイシ属、アオサンゴ属)、大型サンゴ、枝サンゴ群集(主にユビエダハマサンゴ)、希少サンゴの移植スケジュール及びモニタリング計画を表 2-2 に示す。

表 2-2 移植実施時期およびモニタリング計画

対象サンゴ		H25d			H26d												H27d											
		H26.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月
		冬季		春季	春季			夏季			秋季			冬季		春季	春季			夏季			秋季			冬季		春季
		移植	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後							12ヶ月後						18ヶ月後						24ヶ月後	
小型サンゴ	アオサンゴ																											
	テーブル状・コリンボース状ミドリイシ属																											
大型サンゴ	塊状ハマサンゴ属																											
枝サンゴ群集	ユビエダハマサンゴ																											
小型サンゴ (波の上緑地)	ショウガサンゴ クサビライシ (※2)																											

移植実施時期

モニタリング時期

※1 平成 27 年度のモニタリング計画

サンゴ類の移植時期の相違により、その後のモニタリング時期も煩雑となる。

原則は、「移植後 1, 3, 6 ヶ月、その後年 2 回（大型台風接近後、必要に応じ追加）とすることから、サンゴの成長速度を考慮し、平成 27 年度からは年 2 回の実施とし、夏季・冬季にモニタリングを実施する。モニタリングの調査項目について、次頁に示す。

※2 クサビライシ属

クサビライシ属は付着基盤を持たないサンゴ類であることから、移植後も移動する可能性があるためモニタリングの対象種から除外する。

表 2-3(1) モニタリング項目一覧(小型サンゴ、枝サンゴ群集)

項目	方法
種別被度	総被度、上位3種の種類名を記録
地形・底質	水深、底質の概観を記録
白化の状況	サンゴの白化状況を記録
破損の状況	サンゴの破損状況(推定される破損原因)を記録
病気の状況	病気に罹患しているサンゴの概略的な割合(%) および病名を記録
食害の状況	・オニヒトデの個体数および食害の規模を概略的に記録 ・サンゴ食巻貝類による影響を記録
海藻類の繁茂状況	海藻類の付着状況を記録(流れ藻を含む)
浮泥の堆積状況	浮泥の堆積状況を記録
生存・死滅状況	サンゴ群体の死滅部の割合を%で記録
固着	サンゴの固着状況
備考、特記事項	<p>小型サンゴ類については4m×4m、枝サンゴ群集は5m×5mの範囲全体を見渡して、以下を記録する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査範囲全体にみられる魚類と大型底生動物の種類と個体数</li> <li>・アンカーなどによる人的被害、台風被害等</li> <li>・特に、調査範囲内でサンゴの著しい死滅が見られた場合には、範囲外のサンゴの生存状況についても記録</li> <li>・濁りの状況について目視観察</li> </ul>

表 2-3(2) モニタリング項目一覧(大型サンゴ)

項目	方法
種別被度	総被度、大型ハマサンゴを含む上位3種の種類名を記録
群体	移築ハマサンゴの群体数、群体毎の形状
生存・死滅状況	移築ハマサンゴの死滅部の割合を%で測定
設置状況	移築ハマサンゴの設置状況(群体の転倒、底部の洗掘、埋没状況)
地形・底質	水深、底質の概観を記録
白化の状況	サンゴの白化状況を記録
破損の状況	移築ハマサンゴの破損状況(推定される破損原因)を記録
病気の状況	病気に罹患している移築ハマサンゴの概略的な割合(%) および病名を記録
食害の状況	・オニヒトデの個体数および食害の規模を概略的に記録 ・サンゴ食巻貝類による影響を記録
海藻類の繁茂状況	海藻類の付着状況を記録(流れ藻を含む)
浮泥の堆積状況	浮泥の堆積状況を記録
備考、特記事項	<p>移築ハマサンゴの群体を見渡して以下を記録する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・37群体の移築ハマサンゴが設置された調査範囲全体にみられる魚類と大型底生動物の種類と個体数</li> <li>・アンカーなどによる人的被害、台風被害等</li> <li>・特に、調査範囲内でサンゴの著しい死滅が見られた場合には、範囲外のサンゴの生存状況についても記録</li> </ul>



## 2.6 移植サンゴ類のモニタリング状況

### 2.6.1 小型サンゴの移植（主にミドリイシ属）

#### (1) 移植サンゴの数量およびモニタリング状況

表 2-4 に那覇空港滑走路増設事業に伴って移植されたミドリイシ属の数量を示す。

また、表 2-5 に示す通り、モニタリング計画に沿って移植直後、1 ヶ月後、3 か月後、6 か月後、12 か月後のモニタリングを行った。

表 2-4 小型サンゴ(主にミドリイシ属)の移植数量

移植年度	移植エリア	移植群体数
平成 25 年度	①	5,076 群体
平成 26 年度	②	5,403 群体
	③-1	991 群体
	④-1	1,016 群体
	③-2	4,094 群体
	④-2	1,397 群体
	⑤	1,529 群体
合計		19,506 群体

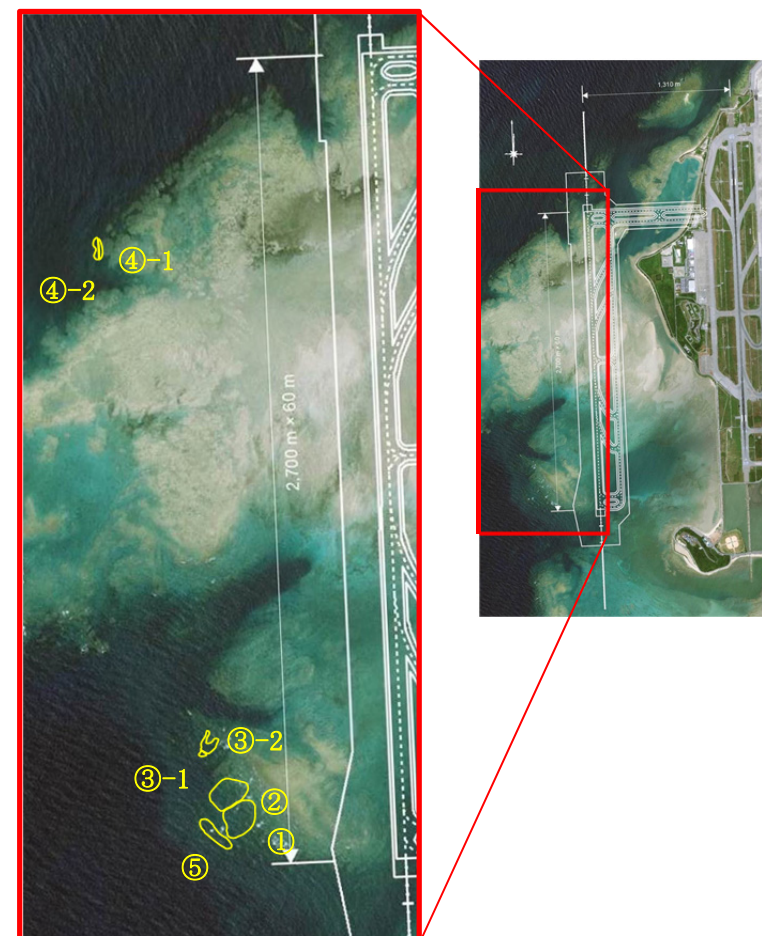


図 2-4 移植位置

表 2-5 小型サンゴ(主にミドリイシ属)のモニタリング時期

移植対象サンゴ	移植 エリア	H25年度			H26年度												H27年度											
		H26.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月
		冬季		春季	春季			夏季			秋季			冬季		春季	春季			夏季			秋季			冬季		春季
テーブル状・コリンボ ス状ミドリイシ属	①	移植		1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後					12ヶ月後							18ヶ月後					24ヶ月後		
						移植	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後									12ヶ月後					21ヶ月後		
	③-1 ④-1									移植	1ヶ月後		3ヶ月後								12ヶ月後					18ヶ月後		
									移植	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後							12ヶ月後					18ヶ月後	
	④-2									移植	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後						12ヶ月後					18ヶ月後	

## (2) 小型サンゴ(主にミドリイシ属)の生残状況

モニタリング時期によるサンゴの群体数および被度変化を図 2-5 に示す。

**エリア①：**サンゴの群体数、被度が低下は、平成 26 年 7 月に襲来した台風 8 号および 10 月の台風 19 号により攪乱された礫や転石が移植サンゴに衝突することによる物理的な破損が原因と考えられた。今年度の減少は同様にサンゴの物理的破損が目立って確認されたため、平成 27 年 7 月の台風 9 号の来襲による海底の攪乱が主な原因と考えられる。

**エリア②：**エリア①同様に、昨年度のサンゴの群体数、被度が低下の主な要因は、昨年度の台風 8 号および 10 月の影響と考えられた。今年度の減少は、平成 27 年 7 月の台風 9 号による物理的な破損に加えて、病気による死亡、オニヒトデやサンゴ食巻貝による捕食等が主な原因と考えられた。

**エリア③-1、④-1：**昨年の台風 19 号以降に移植を行い、また昨年他エリアの台風による被災状況を考慮し、波浪や転石の影響を受けにくい海底面から比較的高所に移植するなどの台風対策を施したため、今年度の台風についても物理的な破損等はほとんど見られなかった。エリア③-1 で 12 ヶ月後に移植群体数等が低下した原因は、死亡したサンゴ群体が概ね元の形状を留めていることから、主に病気による死亡、オニヒトデやサンゴ食巻貝による捕食等であると考えられた。

**エリア③-2、④-2、⑤：**昨年の台風 8 号以降に移植を行い、また昨年他エリアの台風による被災状況を考慮し、波浪や転石の影響を受けにくい海底面から比較的高所に移植するなどの台風対策を施したため、今年度の台風についても物理的な破損等はほとんど見られなかった。6 ヶ月後、12 ヶ月後のモニタリングではオニヒトデによる捕食が散見された。移植群体数、被度に大きな変化は見られなかった。



(食害を受けたと考えられるサンゴ)



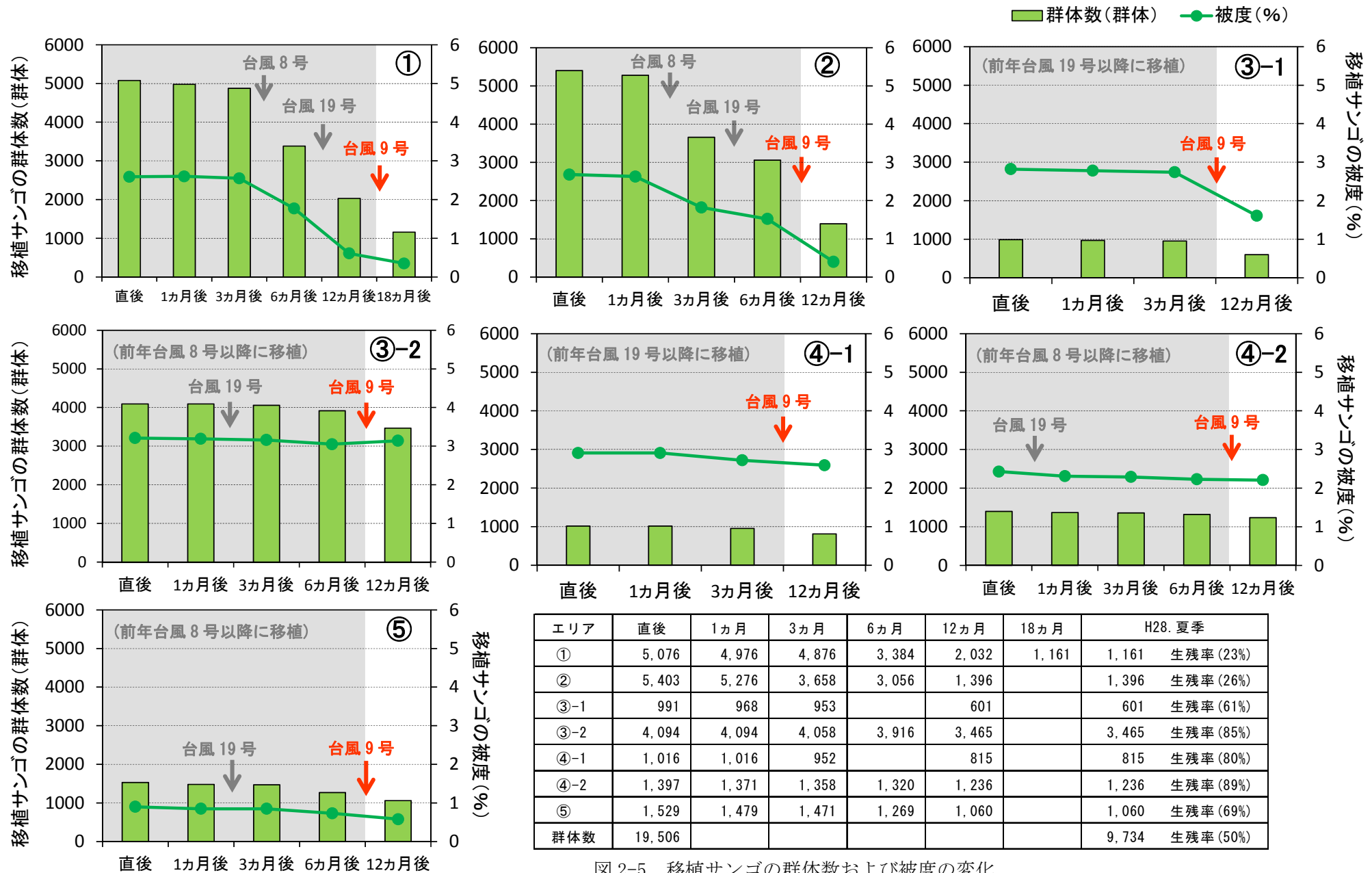


図 2-5 移植サンゴの群体数および被度の変化

### (3) 魚類の蛸集状況

図 2-6 に、移植した小型サンゴに蛸集した魚類の種類数、個体数の変化を示す。魚種の区分(A, B, C)については、魚類の生態的知見および現地での観察状況を踏まえて設定した。(巻末に「魚類の分布様式・区分例」を示す)

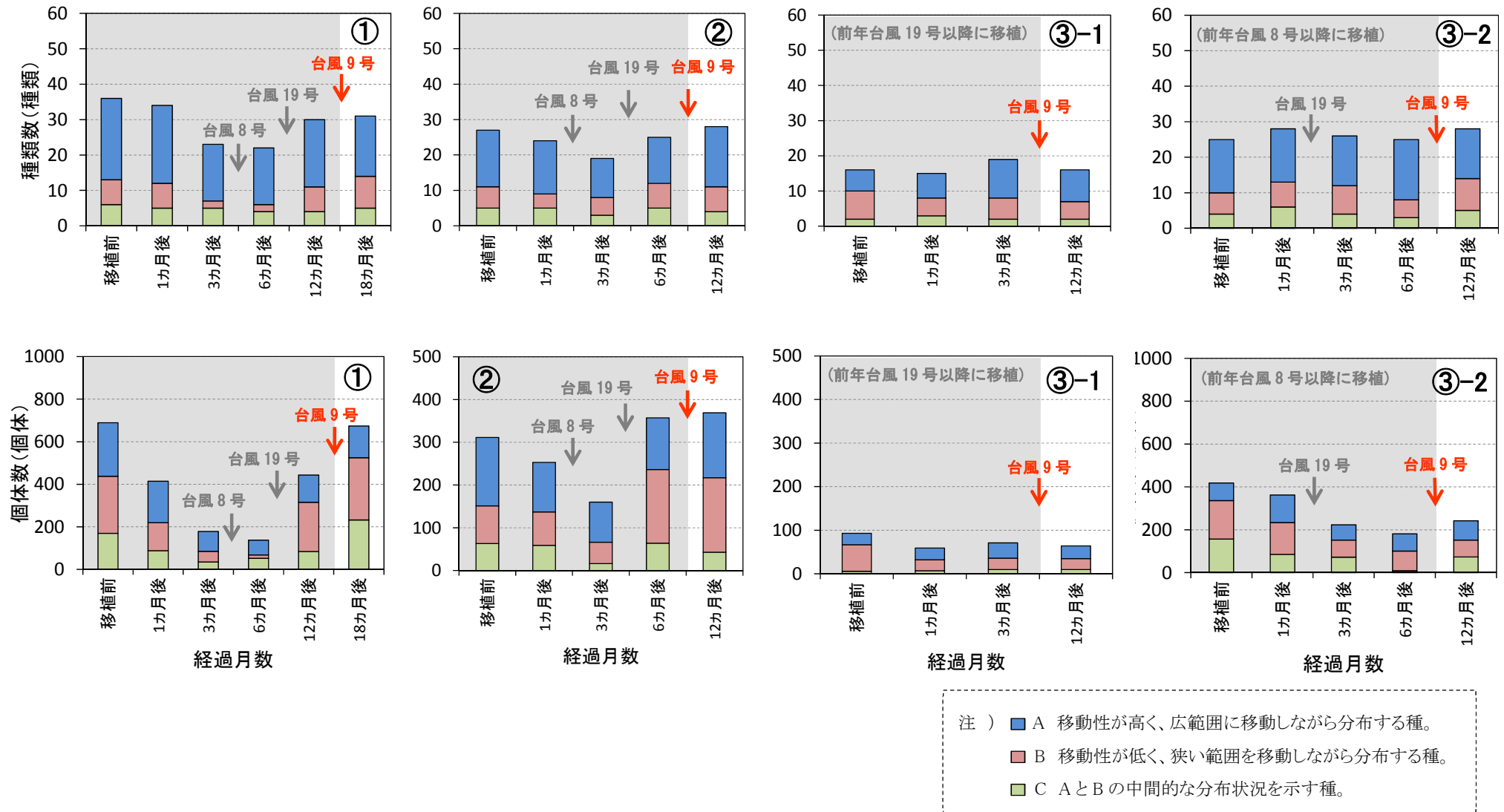


図 2-6(1) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の魚類の変化

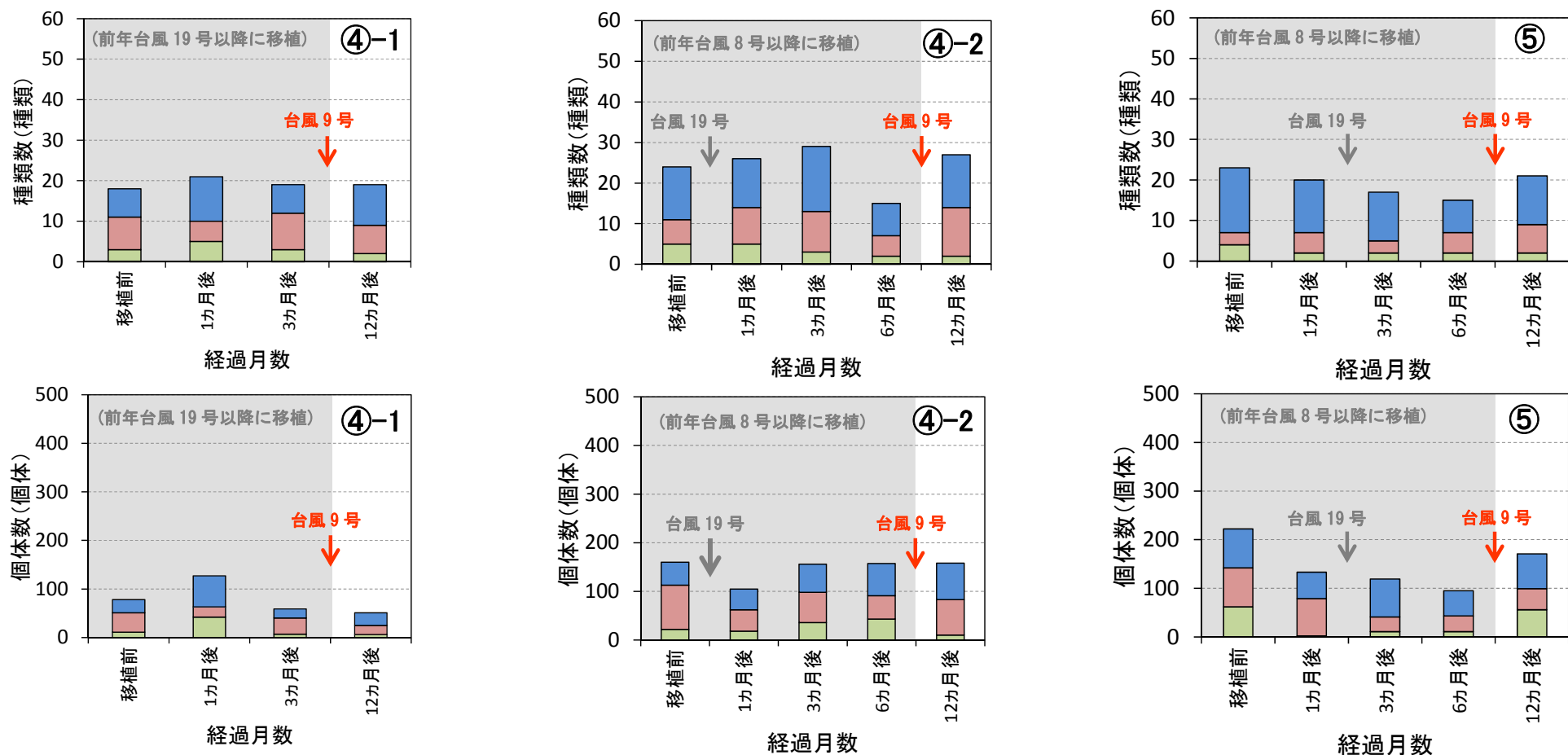


図 2-6(2) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の魚類の変化

移植サンゴの周辺ではスズメダイ科、ベラ科を中心として、10～20 種前後が観察されている。個体数に増減がみられるエリアがあるが、調査時において 50 個体以上の群れを成す種の確認の有無による違いである。既存サンゴの生息エリアにサンゴを移植したことから、経時的な変化は小さく、移動性の低い B の変化も小さいため、移植地周辺で魚類の蟻集状況に変化はないと考えられる。A の例としてヤンセンニシキベラ、ヤマブキベラ、ナガニザなど、B や C の例としては、ハタ科、ヒメジ科、スズメダイ科、モンガラカワハギ科などがあげられる。

注 ) ■ A 移動性が高く、広範囲に移動しながら分布する種。  
 ■ B 移動性が低く、狭い範囲を移動しながら分布する種。  
 ■ C A と B の中間的な分布状況を示す種。

#### (4) 大型底生動物の蠕集状況

図 2-7 に、移植した小型サンゴに蠕集した大型底生動物の種類数、個体数の変化を示す。

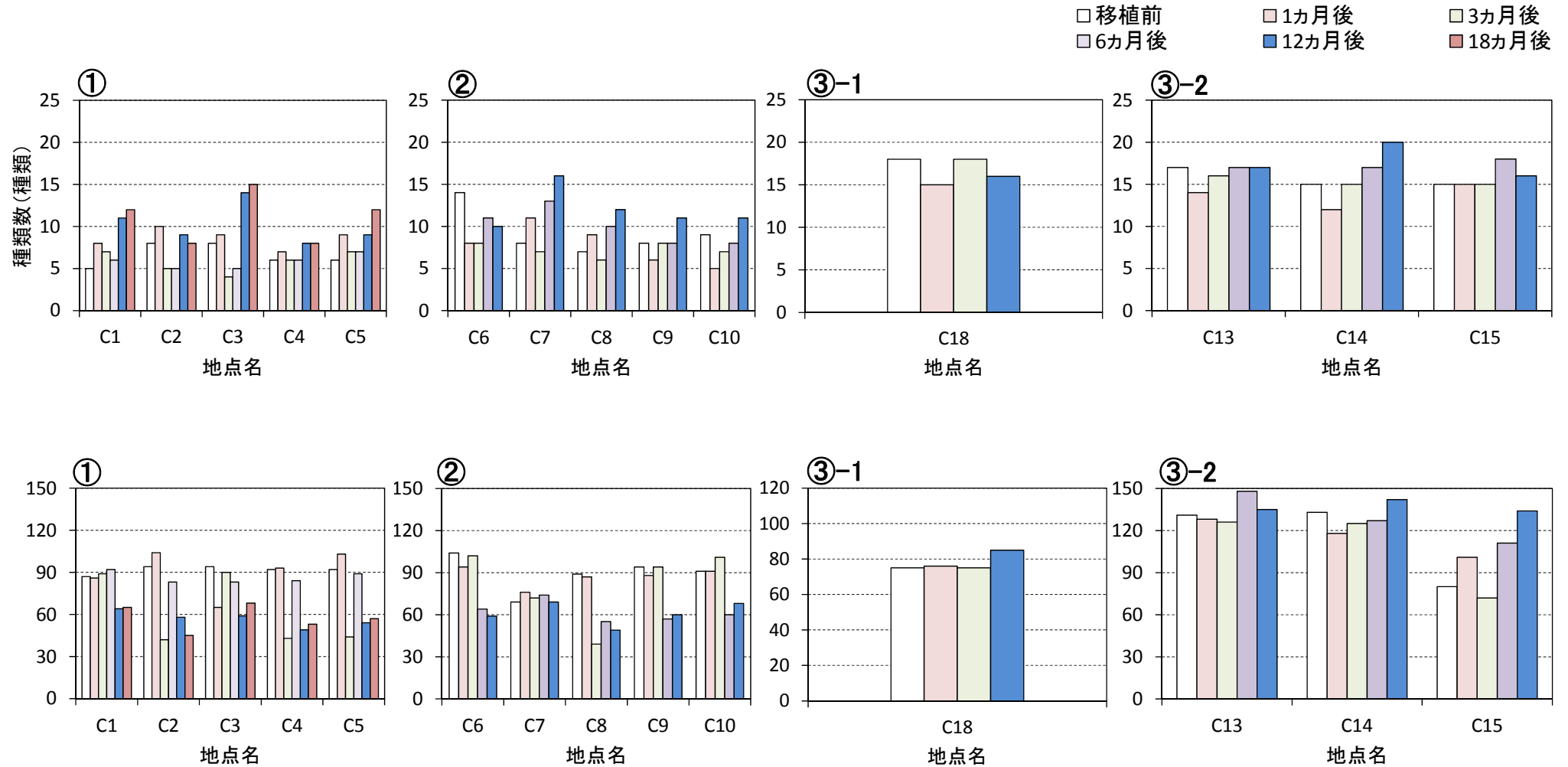


図 2-7(1) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の大型底生動物の変化

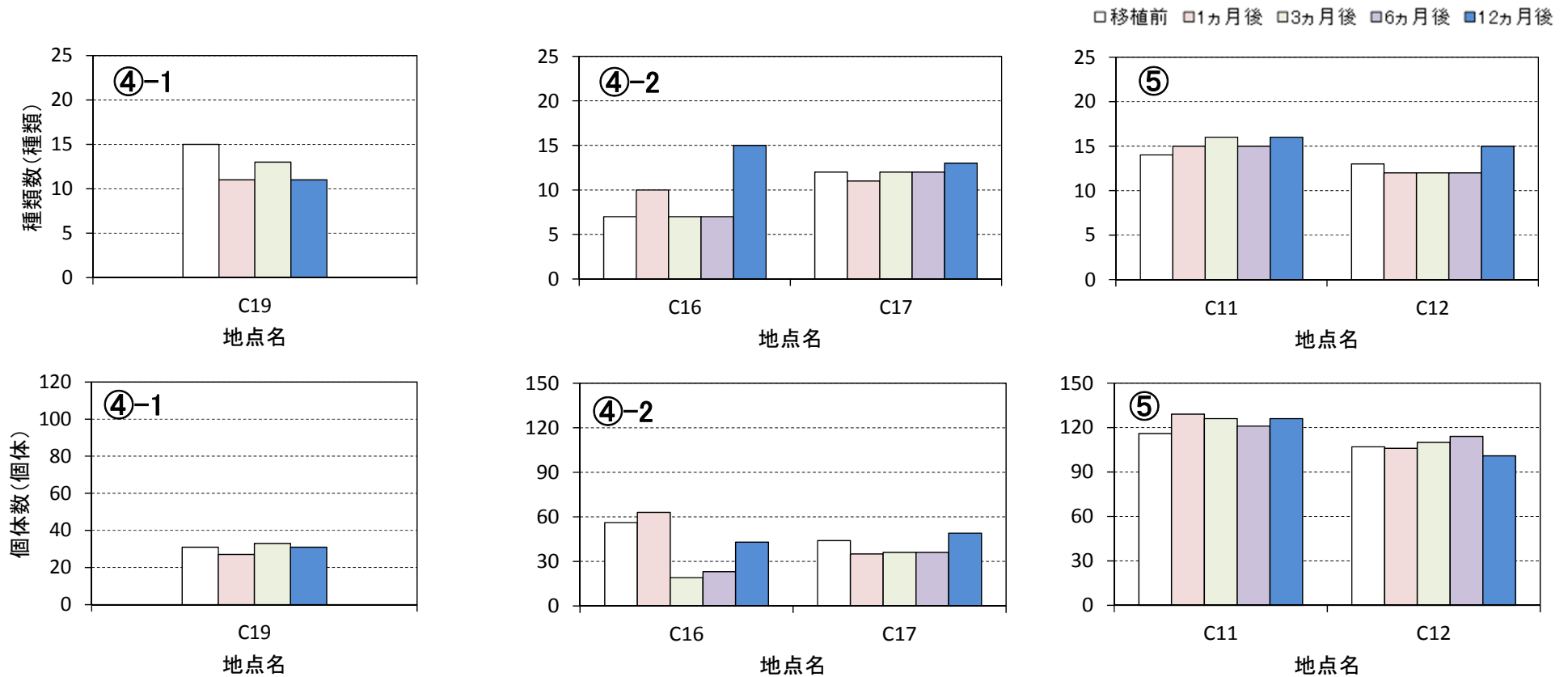


図 2-7(2) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の大型底生動物の変化

大型底生動物は軟体動物、節足動物、棘皮動物を中心として 10～20 種前後が確認されたが、移植前後で大型底生動物の出現種、個体数に顕著な増減は見られない。既存サンゴの生息エリアにサンゴを移植したことから、移植地周辺で大型底生動物の増集状況に変化は小さいと考えられる。地点間の差でみると④-1、④-2 では個体数が少ないが、他の地点で確認されているナガウニ属、ミナミタワシウニが少ないためである。

## 2.6.2 小型サンゴの移植（主にアオサンゴ属）

### (1) 移植サンゴの数量およびモニタリング状況

表 2-6 に那覇空港滑走路増設事業に伴って移植されたアオサンゴ属の数量を示す。

また、表 2-7 に示す通り、モニタリング計画に沿って移植直後、1 カ月後、3 か月後、6 カ月後、12 カ月後のモニタリングを行った。

表 2-6 小型サンゴ(アオサンゴ属)の移植数量

移植年度	移植エリア	移植群体数
平成 25 年度	①	5,050 群体
平成 26 年度	②-1	1,111 群体
	②-2	4,925 群体
	③	6,090 群体
合計		17,176 群体

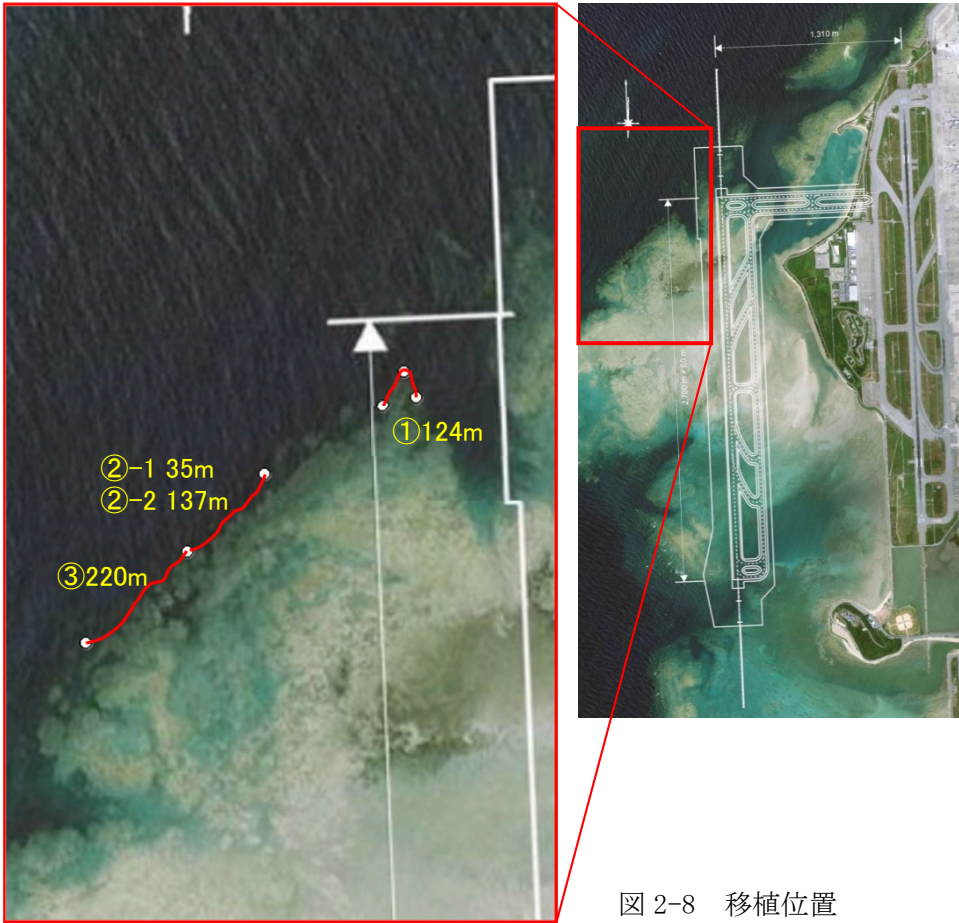


図 2-8 移植位置

表 2-7 小型サンゴ(アオサンゴ属)のモニタリング時期

移植対象サンゴ	移植 エリア	H25年度			H26年度												H27年度											
		H26.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月
		冬季		春季	春季			夏季			秋季			冬季		春季	春季			夏季			秋季		冬季			春季
アオサンゴ	①	移植	1ヶ月後			3ヶ月後			6ヶ月後						12ヶ月後						18ヶ月後						24ヶ月後	
	②-1					移植	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後									12ヶ月後						21ヶ月後	
	②-2					移植		1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後								12ヶ月後						21ヶ月後	
	③							移植	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後							12ヶ月後						18ヶ月後	

## (2) 小型サンゴ(アオサンゴ属)の生残状況

モニタリング時期による移植サンゴの群体数および被度の変化を図 2-9 に示す。

**エリア①**について、移植後 1 ヶ月～3 ヶ月にかけて移植サンゴの群体数・被度が低下した主な原因は、平成 26 年 5 月上旬の時化の影響であると考えられた。その後、3 ヶ月～6 ヶ月にかけては、ほとんど変化していないが、平成 27 年 2 月の 12 ヶ月後のモニタリングでは、群体数・被度はさらに低下した。この原因は、移植後 8 ヶ月頃にあたる平成 26 年 10 月上旬の台風 19 号が来襲により、攪乱された砂礫や転石が移植サンゴに衝突し、被災したためであると考えられた。本年夏季に台風 9 号が来襲したが影響は軽微で群体数に変化は見られなかった。

**エリア②-1**について、昨年、台風 8 号の影響は軽微であったものの、平成 26 年 10 月に襲来した台風 19 号により、攪乱された砂礫や転石が移植サンゴに衝突し、被災したため、被度が低下した。本年夏季に台風 9 号が来襲したが影響は軽微で群体数に変化は見られなかった。

**エリア②-2**について、昨年、台風 8 号の影響は軽微であったものの、平成 26 年 10 月に襲来した台風 19 号により、攪乱された砂礫や転石が移植サンゴに衝突し、被災したため、被度が低下した。本年夏季に台風 9 号が来襲したが影響は軽微で群体数に変化は見られなかった。

**エリア③**について、他エリアの台風の被災状況を考慮し、波浪や転石の影響を受けにくい海底面から比較的高台に移植するなどの台風対策を施した。移植 3 か月後のモニタリングで台風 19 号による被災が確認されたものの、群体数の変化の程度は小さかった。本年夏季に台風 9 号が来襲したが影響は軽微で群体数に変化は見られなかった。

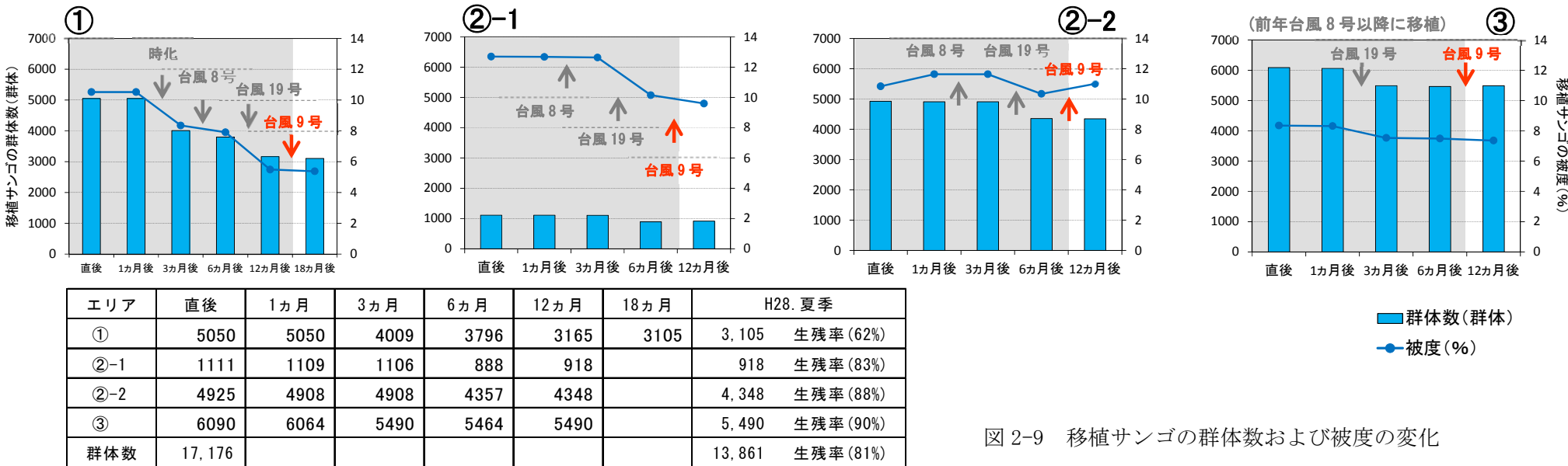


図 2-9 移植サンゴの群体数および被度の変化



### (3) 魚類の蠕集状況

図 2-10 に、移植した小型サンゴに蠕集した魚類の種類数、個体数の変化を示す。魚種の区分(A, B, C)については、魚類の生態的知見および現地での観察状況を踏まえて設定した。

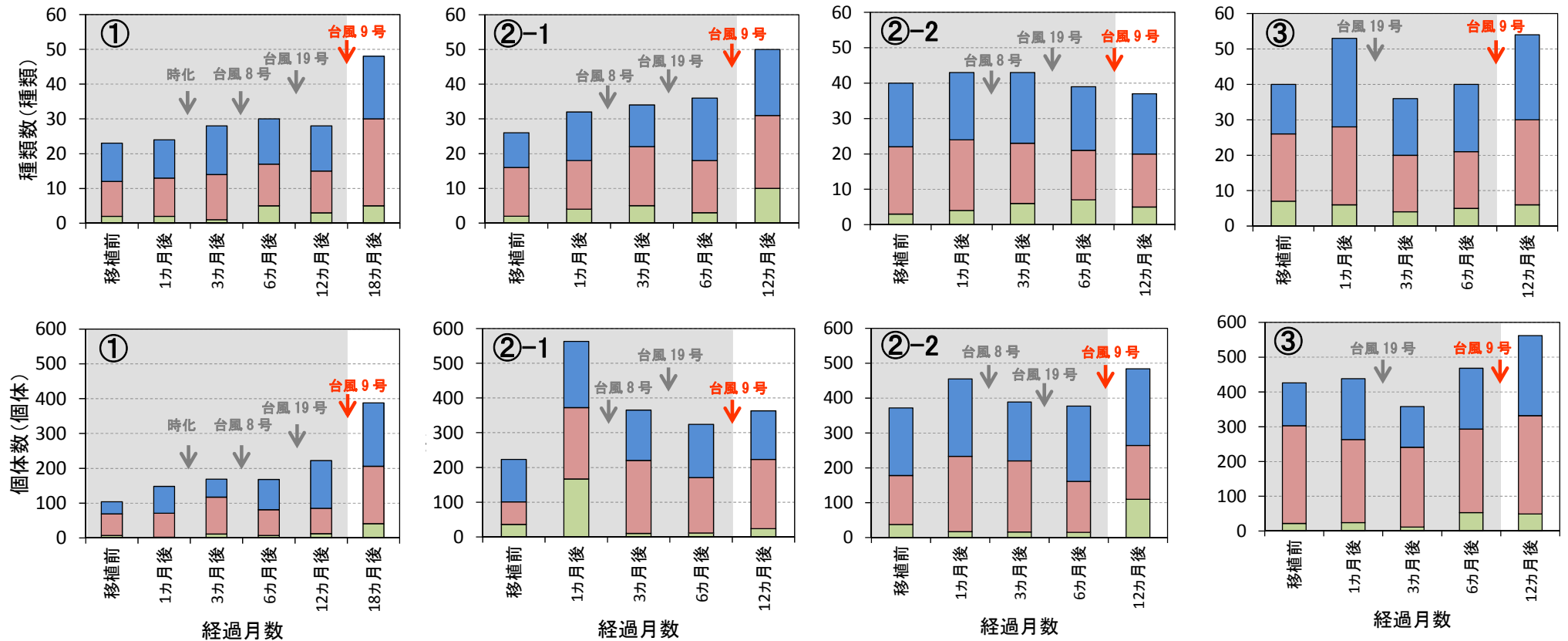


図 2-10 小型サンゴ(アオサンゴ)周辺の魚類の変化

移植サンゴの周辺ではスズメダイ科、ベラ科を中心として 10~25 種前後の魚類が観察された。A の例として、ミスジチョウチョウウオ、クギベラ、B や C の例としては、エソ科、フサカサゴ科、キンチャクダイ科、スズメダイ科、ヘビギンポ科、イソギンポ科などがあげられる。エリア①の 18 ヶ月後には種類数の増加が見られたものの、その他のエリアでは大きな増減は見られなかった。既存サンゴの生息エリアにサンゴを移植したことから、移植前後で魚類の出現種、個体数に顕著な増減は見られず、移動性の低い B の変化も小さいため、移植地周辺で魚類の蠕集状況に変化はないと考えられる。



#### (4) 大型底生動物の蠕集状況

図 2-11 に、移植した小型サンゴに蠕集した大型底生動物の種類数、個体数の変化を示す。

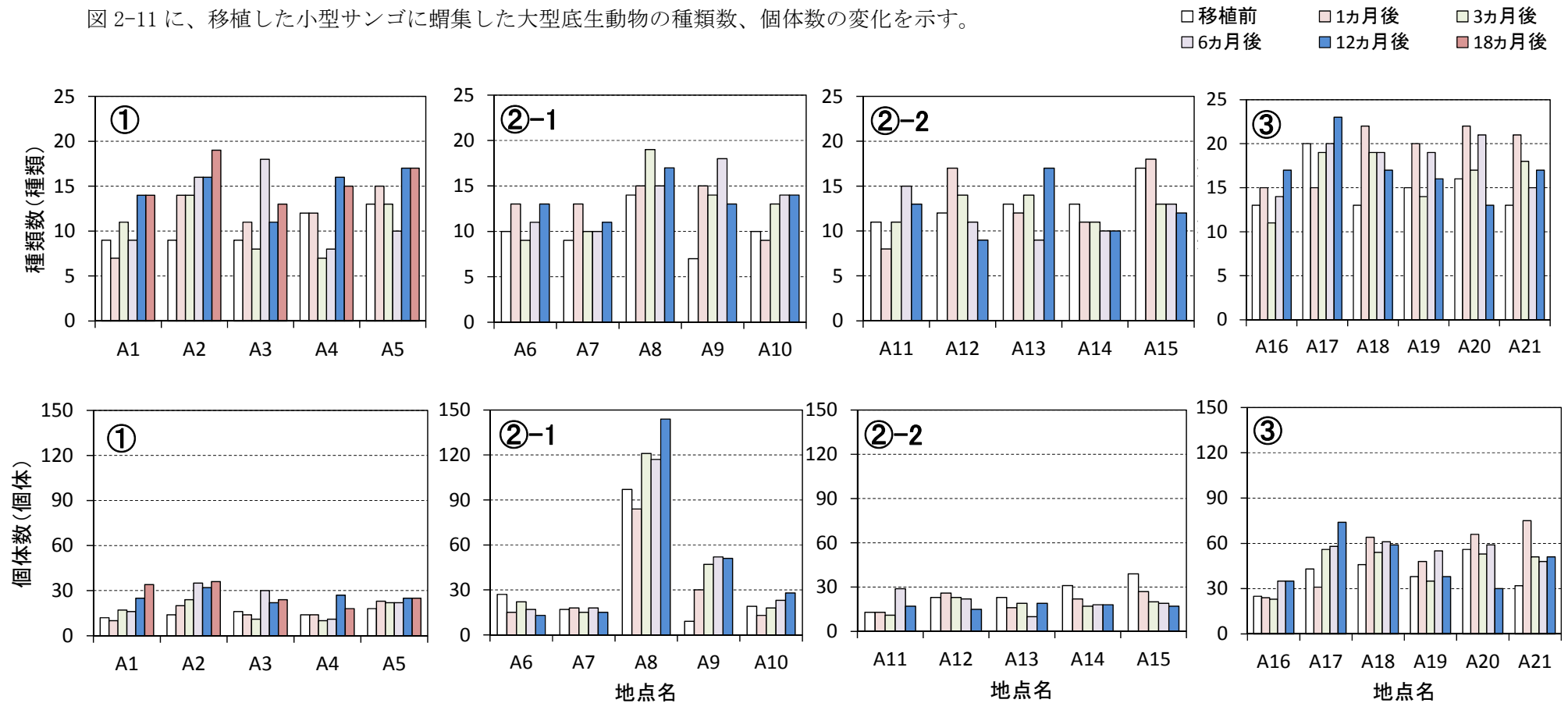


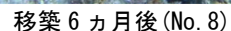
図 2-11 小型サンゴ(アオサンゴ)周辺の大型底生動物の変化

大型底生動物は、軟体動物、節足動物、棘皮動物を中心として 10～20 種前後確認された。各エリアともに、種類数、個体数に大きな増減は見られなかった。既存サンゴの生息エリアにサンゴを移植したことから、移植前後で大型底生動物の出現種、個体数に顕著な増減は見られず、移植地周辺で大型底生動物の蠕集状況に変化はないと考えられる。

### (1) 大型サンゴの生残状況

表 2-9(3)より、生存部の変化があった群体は、移築 3～6 カ月後の間に No. 19 で 15%、No. 21 で 5%低下し、移築 6 カ月後～12 カ月後の間に No. 8 で 30%低下した。その他の群体で生存部の割合に変化は無かった。

今季、No. 8で群体の転倒が確認された。詳細は不明であるが、7月の台風9号の影響と考えられる。No. 8の生残部の低下は、転倒により底質に接触した部分が死滅したことによるものである。



移築 12 ヵ月後 (No. 8)

表 2-8 大型サンゴのモニタリング時期



移植対象サング	H26年度								H27年度											
	8月	9月	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月
	夏季		秋季		冬季			春季	春季			夏季			秋季		冬季			春季
	移植		1ヶ月後			3カ月後							12ヶ月後						18ヶ月後	
塊状ハマサング属																				

表 2-9(1) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 1 ヶ月後)

No.	岩塊の表面積に対する割合			長径 (m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)			
1	95	0	5	1.1	-9.8	-10.2
2	95	0	5	1.0	-9.6	-10.1
3	90	0	10	1.2	-9.7	-10.2
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5
5	60	0	40	1.3	-9.2	-9.8
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4
7	20	0	80	1.0	-9.9	-10.2
8	70	0	30	1.4	-9.2	-9.9
9	20	0	80	1.9	-8.5	-9.4
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9
11	20	0	80	0.6	-9.7	-10.2
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4
14	30	0	70	1.7	-9.8	-10.3
15	70	0	30	1.9	-9.5	-10.3
16	70	0	30	2.2	-9.8	-10.3
17	90	0	10	2.2	-9.7	-10.6
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1
19	90	0	10	2.2	-9.7	-10.7
20	80	0	20	2.0	-9.8	-10.8
21	70	0	30	2.2	-9.4	-10.6
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8
24	70	0	30	2.9	-9.7	-10.7
25	70	0	30	2.9	-9.0	-10.6
26	70	0	30	3.7	-8.6	-10.4
27	80	0	20	3.8	-9.2	-11.1
28	60	0	40	2.6	-8.8	-10.8
29	80	0	20	4.6	-9.1	-10.6
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8
32	70	0	30	1.3	-9.7	-10.3
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9
35	10	0	90	1.7	-8.3	-8.8
36	50	0	50	2.8	-8.3	-9.5
37	70	0	30	1.6	-8.7	-9.3
平均	64.6	0.0	35.4	2.0	-9.4	-10.3
標準偏差±	25.4	0.0	25.4	0.8	0.6	0.6

表 2-9(2) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 3 ヶ月後)

No.	岩塊の表面積に対する割合			長径 (m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)			
1	95	0	5	1.1	-9.8	-10.2
2	95	0	5	1.0	-9.6	-10.1
3	90	0	10	1.2	-9.7	-10.2
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5
5	60	0	40	1.3	-9.2	-9.8
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4
7	20	0	80	1.0	-9.9	-10.2
8	70	0	30	1.4	-9.2	-9.9
9	20	0	80	1.9	-8.5	-9.4
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9
11	20	0	80	0.6	-9.7	-10.2
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4
14	30	0	70	1.7	-9.8	-10.3
15	70	0	30	1.9	-9.5	-10.3
16	70	0	30	2.2	-9.8	-10.3
17	90	0	10	2.2	-9.7	-10.6
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1
19	90	0	10	2.2	-9.7	-10.7
20	80	0	20	2.0	-9.8	-10.8
21	70	0	30	2.2	-9.4	-10.6
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8
24	70	0	30	2.9	-9.7	-10.7
25	70	0	30	2.9	-9.0	-10.6
26	70	0	30	3.7	-8.6	-10.4
27	80	0	20	3.8	-9.2	-11.1
28	60	0	40	2.6	-8.8	-10.8
29	80	0	20	4.6	-9.1	-10.6
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8
32	70	0	30	1.3	-9.7	-10.3
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9
35	10	0	90	1.7	-8.3	-8.8
36	50	0	50	2.8	-8.3	-9.5
37	70	0	30	1.6	-8.7	-9.3
平均	64.6	0.0	35.4	2.0	-9.4	-10.3
標準偏差±	25.4	0.0	25.4	0.8	0.6	0.6

注)   : 前回調査より5%以上の増加  : 前回調査より5%以上の減少

表 2-9(3) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 6 ヶ月後)

No.	岩塊の表面積に対する割合			長径 (m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)			
1	95	0	5	1.1	-9.8	-10.2
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1
3	90	0	10	1.2	-9.7	-10.2
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5
5	60	0	40	1.3	-9.2	-9.8
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4
7	20	0	80	1.0	-9.9	-10.2
8	70	0	30	1.4	-9.2	-9.9
9	20	0	80	2.0	-8.5	-9.4
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9
11	20	0	80	0.6	-9.7	-10.2
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4
14	30	0	70	1.7	-9.8	-10.3
15	70	0	30	1.9	-9.5	-10.3
16	70	0	30	2.2	-9.8	-10.3
17	90	0	10	2.2	-9.7	-10.6
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1
19	75	15	10	2.2	-9.7	-10.7
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8
21	65	5	30	2.2	-9.4	-10.6
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8
24	70	0	30	2.9	-9.7	-10.7
25	70	0	30	3.0	-9.0	-10.6
26	70	0	30	3.7	-8.6	-10.4
27	80	0	20	3.8	-9.2	-11.1
28	60	0	40	2.6	-8.8	-10.8
29	80	0	20	4.7	-9.1	-10.6
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8
32	70	0	30	1.3	-9.7	-10.3
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9
35	10	0	90	1.7	-8.3	-8.8
36	50	0	50	2.8	-8.3	-9.5
37	70	0	30	1.6	-8.7	-9.3
平均	64.1	0.5	35.4	2.0	-9.4	-10.3
標準偏差±	25.1	2.6	25.4	0.9	0.6	0.6

注)  : 前回調査より5%以上の増加 : 前回調査より5%以上の減少

表 2-9(4) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 12 ヶ月後)

No.	岩塊の表面積に対する割合			長径 (m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)			
1	95	0	5	1.1	-9.8	-10.2
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1
3	90	0	10	1.2	-9.7	-10.2
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5
5	60	0	40	1.3	-9.2	-9.8
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4
7	20	0	80	1.0	-9.9	-10.2
8	40	30	30	1.0	-9.5	-10.5
9	20	0	80	2.0	-8.5	-9.4
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9
11	20	0	80	0.6	-9.7	-10.2
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4
14	30	0	70	1.7	-9.8	-10.3
15	70	0	30	1.9	-9.5	-10.3
16	70	0	30	2.2	-9.8	-10.3
17	90	0	10	2.2	-9.7	-10.6
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1
19	75	0	25	2.2	-9.7	-10.7
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8
21	65	0	35	2.2	-9.4	-10.6
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8
24	70	0	30	2.9	-9.7	-10.7
25	70	0	30	3.0	-9.0	-10.6
26	70	0	30	3.7	-8.6	-10.4
27	80	0	20	3.8	-9.2	-11.1
28	60	0	40	2.6	-8.8	-10.8
29	80	0	20	4.7	-9.1	-10.6
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8
32	70	0	30	1.3	-9.7	-10.3
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9
35	10	0	90	1.7	-8.3	-8.8
36	50	0	50	2.8	-8.3	-9.5
37	70	0	30	1.6	-8.7	-9.3
平均	63.2	0.8	35.9	2.0	-9.4	-10.3
標準偏差±	25.4	4.9	25.1	0.9	0.6	0.6

注)  : 前回調査より5%以上の増加 : 前回調査より5%以上の減少

## (2) 魚類の蛸集状況

図 2-13 に、大型サンゴに蛸集した魚類の種類数、個体数の状況変化を示す。図中の「周辺」とは、大型サンゴ周辺のサンゴの分布しない砂地や岩盤底であり、大型サンゴの比較対象区として扱う。魚種の区分(A, B, C)については、魚類の生態的知見および現地での観察状況を踏まえて設定した。

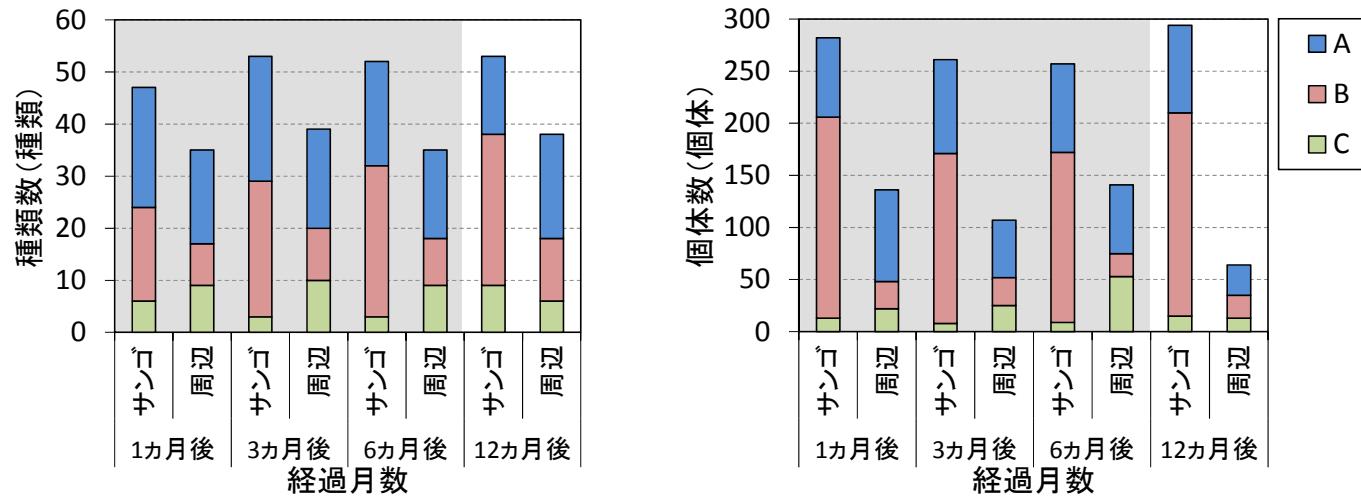


図 2-13 大型サンゴ周辺の魚類の変化

注 1) サンゴ: 大型サンゴ 37 群体に蛸集する魚類  
 周辺 : 大型サンゴ周辺のサンゴの分布しない砂地や岩盤底  
 注 2) A: 移動性が高く、広範囲に移動しながら分布する種。  
 B: 移動性が低く、狭い範囲を移動しながら分布する種。  
 C: A と B の中間的な分布状況を示す種。

魚類の種類数についてはサンゴ付近とその周辺ともに1ヵ月後から12ヵ月後にかけて大きな変化は見られなかった。サンゴ付近とその周辺を比較すると、種類数、個体数ともにサンゴ付近の方が多く、特に比較的狭い範囲で分布するBの種類数の差が大きかった。これは、Bの魚種が大型サンゴの骨格や周辺を生息場として活用するなど、蛸集効果が現れていると考えられる。Aの例として、ハタタテダイ、カンムリベラ、クロハギ、Bの例としては、エソ科、メギス科、テンジクダイ科、ゴンベ科、スズメダイ科、ヘビギンポ科、イソギンポ科、ハゼ科など、Cの例としてリュウキュウヒメジ、ホウライヒメジ、モンガラカワハギなどが挙げられる。

### (3) 大型底生動物の蝟集状況

図2-14より、大型底生動物の種類数、個体数ともに1ヵ月後から12ヵ月後にかけて大きな変化は見られなかった。大型サンゴに穿孔して生息する環形動物や軟体動物の数種、サンゴに付着する脊索動物の数種などの移動しない、または移動性の低いものについては、サンゴの移築元に生息していた種類が継続して付着・生息していると考えられる。

サンゴに穿孔して生息する環形動物のイバラカンザシは、全個体数の60%前後を占めている。

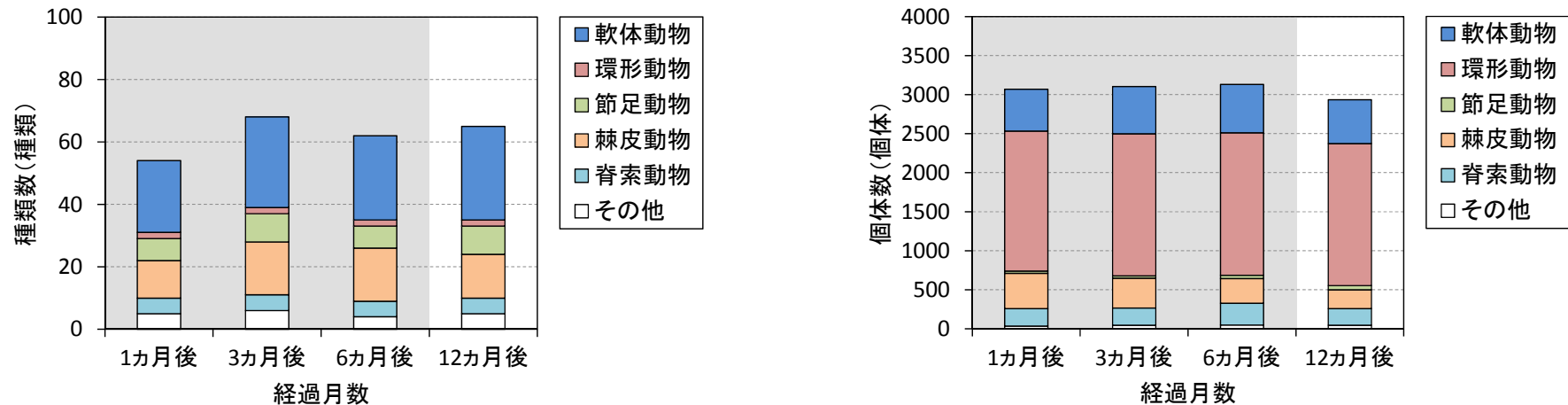


図2-14 大型サンゴ周辺の大型底生動物の変化

## 2.6.4 枝サンゴ群集の移植(主にユビエダハマサンゴ)

### (1) サンゴ類の生残状況

那覇空港滑走路増設事業に伴って移植された枝サンゴ群集(主にユビエダハマサンゴ)の数量は1042.1m<sup>2</sup>であった。

また、表2-11に示す通り、モニタリング計画に沿って移植直後、1ヵ月後、3ヵ月後、6ヵ月後、12ヵ月後のモニタリングを行った。

表2-10 枝サンゴ群集(主にユビエダハマサンゴ)の移植数量

移植年度	移植エリア	移植面積
平成26年度	B-1, B-2 を含む範囲	535.1m <sup>2</sup>
	B-4, B-5 を含む範囲	507.1m <sup>2</sup>
合計		1042.1m <sup>2</sup>

※ 移植面積について、端数処理の関係で移植面積値と合計値は一致していない。



図2-15 移植位置



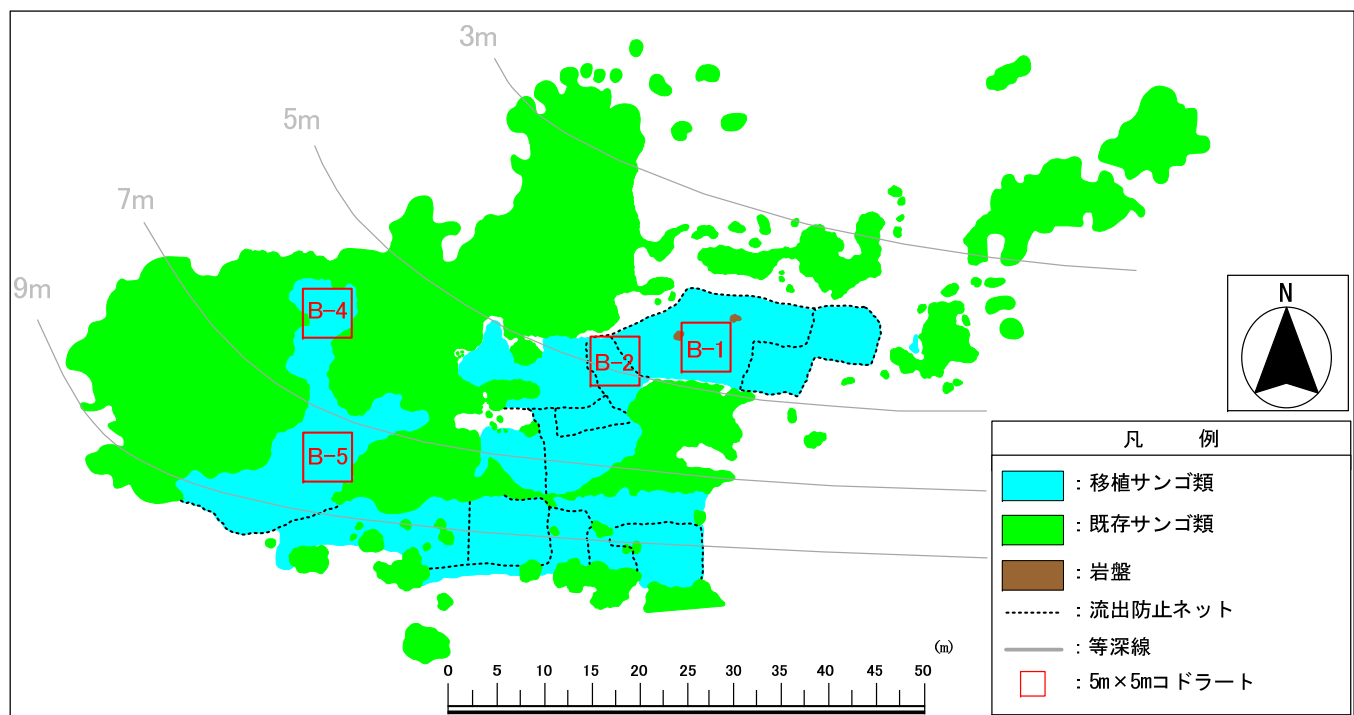


図 2-16 枝サンゴ群集（主にユビエダハマサンゴ）移植先の分布

表 2-11 枝サンゴ群集のモニタリング時期

移植対象サンゴ	移植 エリア	H26年度												H27年度													
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月		
		春季			夏季			秋季			冬季			春季	春季			夏季			秋季			冬季			春季
ユビエダハマサンゴ	B-1		移植		直後	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後						12ヶ月後										
	B-2																										
	B-4					移植	直後	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後				10ヶ月後										
	B-5																										



## 1) サンゴ類の生存被度

モニタリング地点 **B-1、B-2** は、移植～6 ヶ月の被度は 50% で推移しており、12 ヶ月後についても大きな変化は見られなかった。

**B-4** について、移植～3 ヶ月は被度 50% で推移したものの、10 ヶ月後は被度 40% に低下した。**B-5** については、移植後 1 ヶ月～6 ヶ月の被度は 50% で推移しており、10 ヶ月後についても大きな変化は見られなかった。

## 2) サンゴ類の出現種類数

**B-1、B-2** では、移植～6 ヶ月の出現種数は 13 種であり、12 ヶ月後についても 13 種が確認された。

**B-4** について、移植～6 ヶ月の出現種数は 15～20 種で推移しており、10 ヶ月後は 13 種が確認された。**B-5** については、移植～6 ヶ月の出現種数は 12～14 種で推移しており、10 ヶ月後は 10 種が確認された。

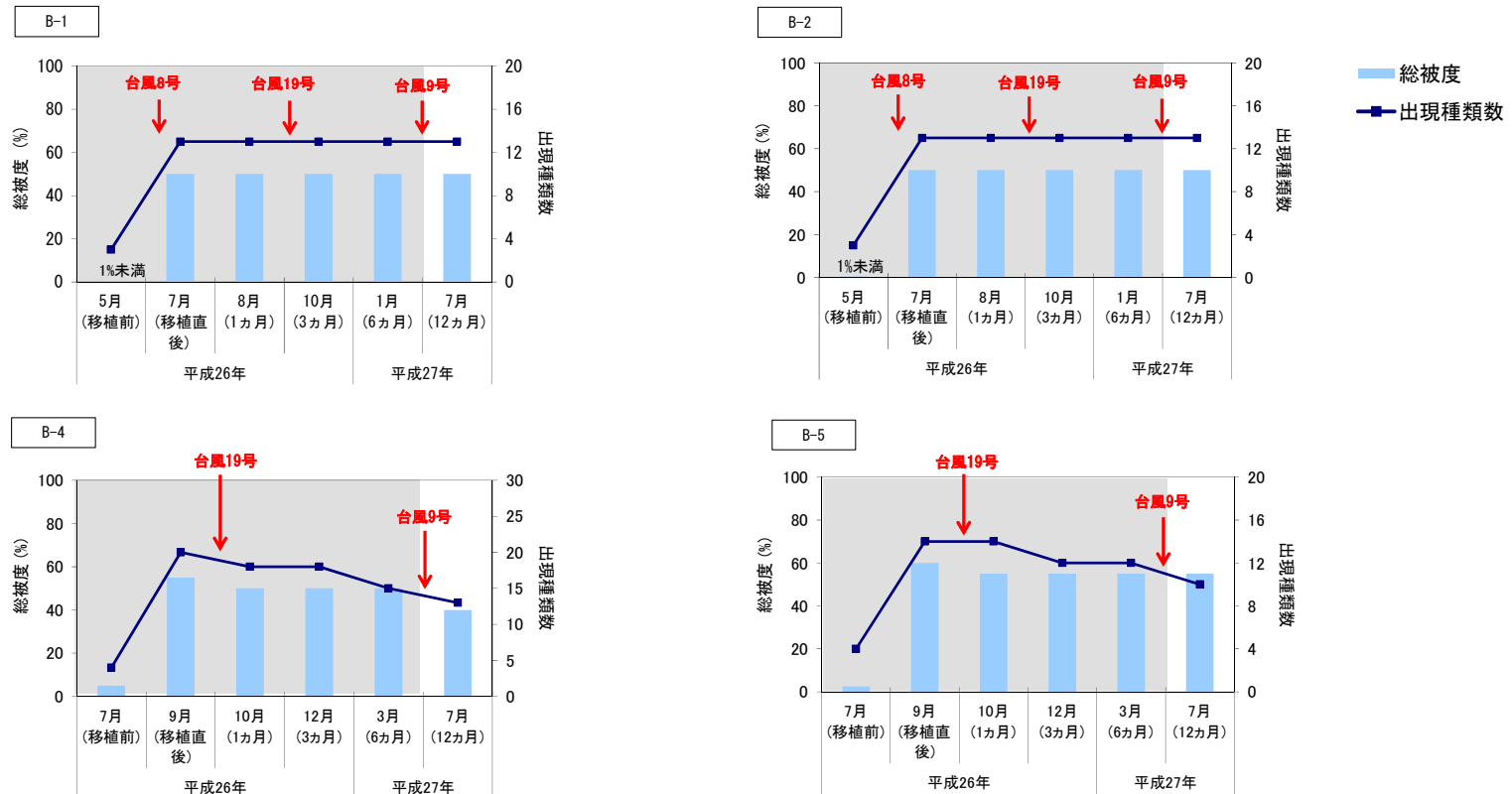


図 2-17 サンゴ群集の生存被度と種類数

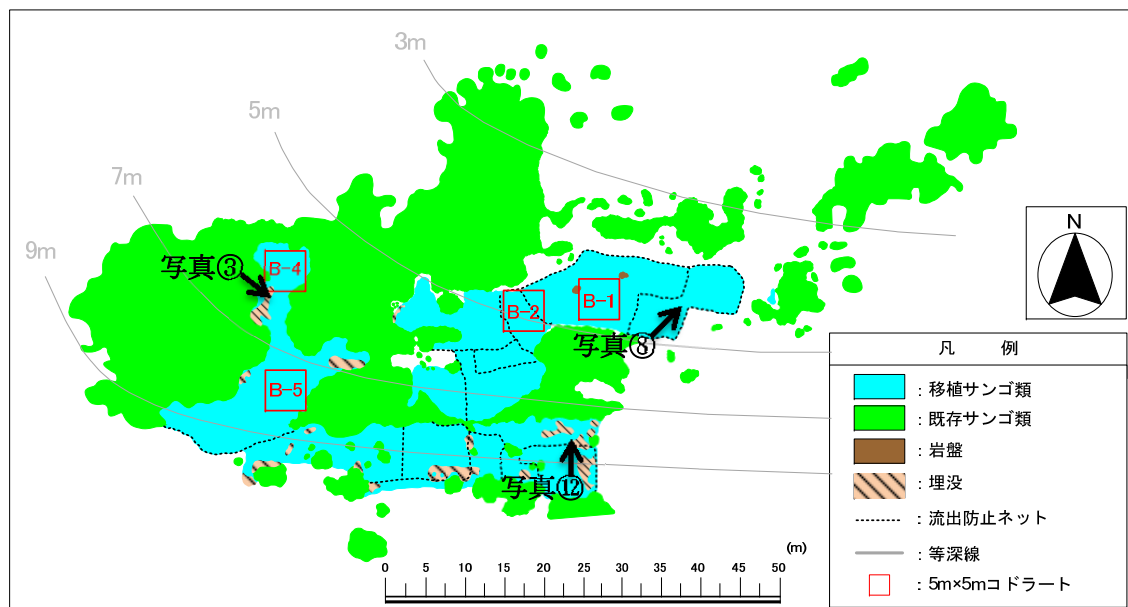


図 2-18 サンゴ類の埋没範囲及び写真

**B-4、B-5**におけるサンゴ類の被度や出現種数の減少については、主に周辺の砂の移動によってサンゴが埋没したことが要因と考えられる。今年度も夏季に複数の台風が沖縄周辺を通過したが、特に台風9号(7月10日)は沖縄本島に最も接近し、大型で非常に強い勢力であった。7月10日の最大瞬間風速は41.2m/s、同日9時の沿岸波浪実況図によると、最接近時には沖縄本島近海において波高12mの猛烈なしけとなっていたことが考えられる。台風9号通過後の調査では、現存する移植サンゴ群集(874 m<sup>2</sup>)のうち、43 m<sup>2</sup>(約5%)のサンゴ類において砂による埋没が確認された。埋没は落ち込み部の砂底域で多かった(図 2-18)。

なお、サンゴ群集の変動に大きな影響を与える大規模な白化現象ならびに食害生物のオニヒトデやシロレイシダマシ類の大発生はみられなかった。

その他、移植後のサンゴ群集内では、近傍のサンゴ群体同士が固着する状況や一つの礁に複数群体が固着する状況が確認され、このことから、サンゴ群集は安定する傾向にあると考えられる(図 2-19)。

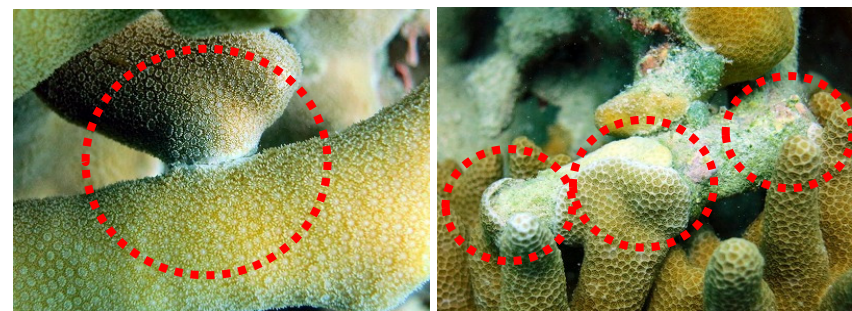
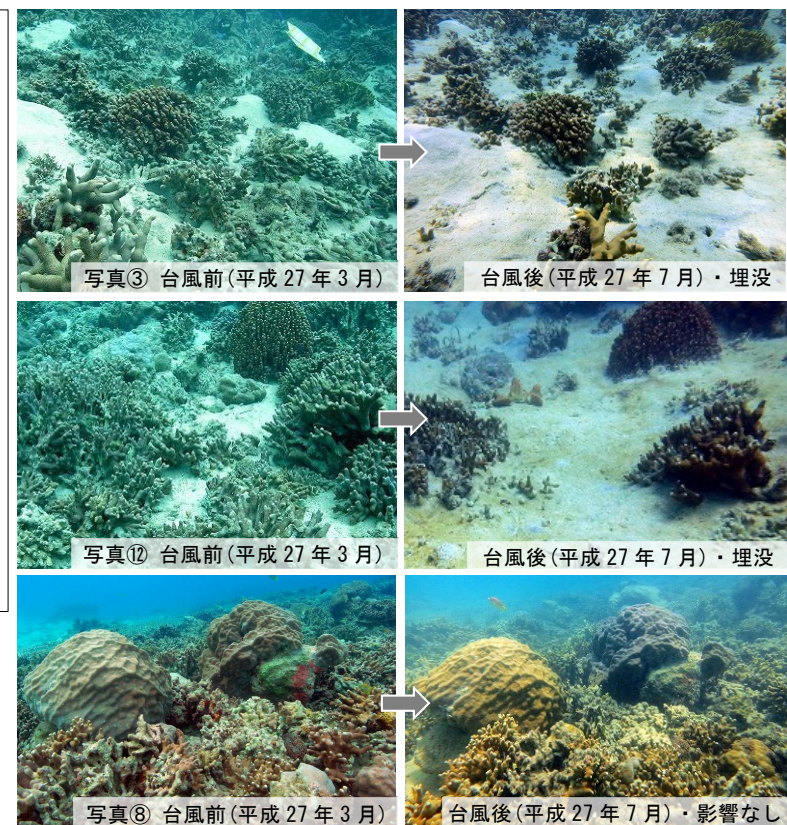


図 2-19 近傍のサンゴ群体同士の固着状況(移植10~12ヵ月後)

## (2) 魚類の蜻集状況

魚類は、チョウチョウオ科やスズメダイ科、ベラ科、ブダイ科、ハゼ科等が確認されており、B-1、B-2 における魚類の出現種類数は、移植前は16～19種類であり、移植～6ヵ月は台風等の影響を受け増減があり23～70種で推移している。12ヵ月後は56～58種類となり、移植前と比べ増加している。

B-1、B-2 の魚類の総個体数は移植前に150～159個体であり、移植～6ヵ月は台風等の影響を受け183～1,005個体で変動していた。12ヵ月後は357～367個体となり、移植前と比べ増加している。

B-4、B-5 における魚類の出現種類数は、移植前は15～21種類であり、移植～6ヵ月は台風等の影響を受け増減があり25～83種で変動していた。10ヵ月後は69～71種類となり、移植前と比べ増加している。

B-4、B-5 の魚類の総個体数は、移植前に74～101個体であり、移植～6ヵ月は台風等の影響を受け138～995個体で変動していた。10ヵ月後は630～1,010個体となり、移植前と比べ増加している。

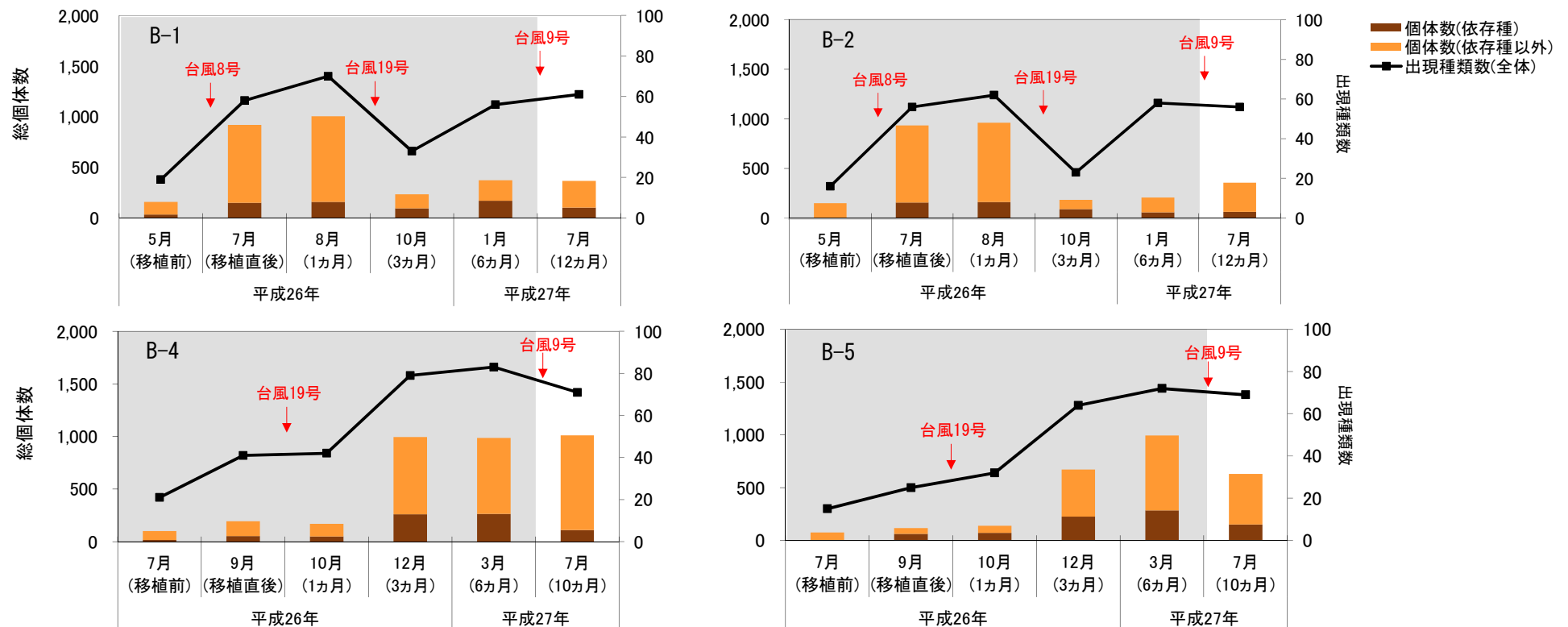


図 2-20(1) 枝サンゴ群集周辺の魚類の変化

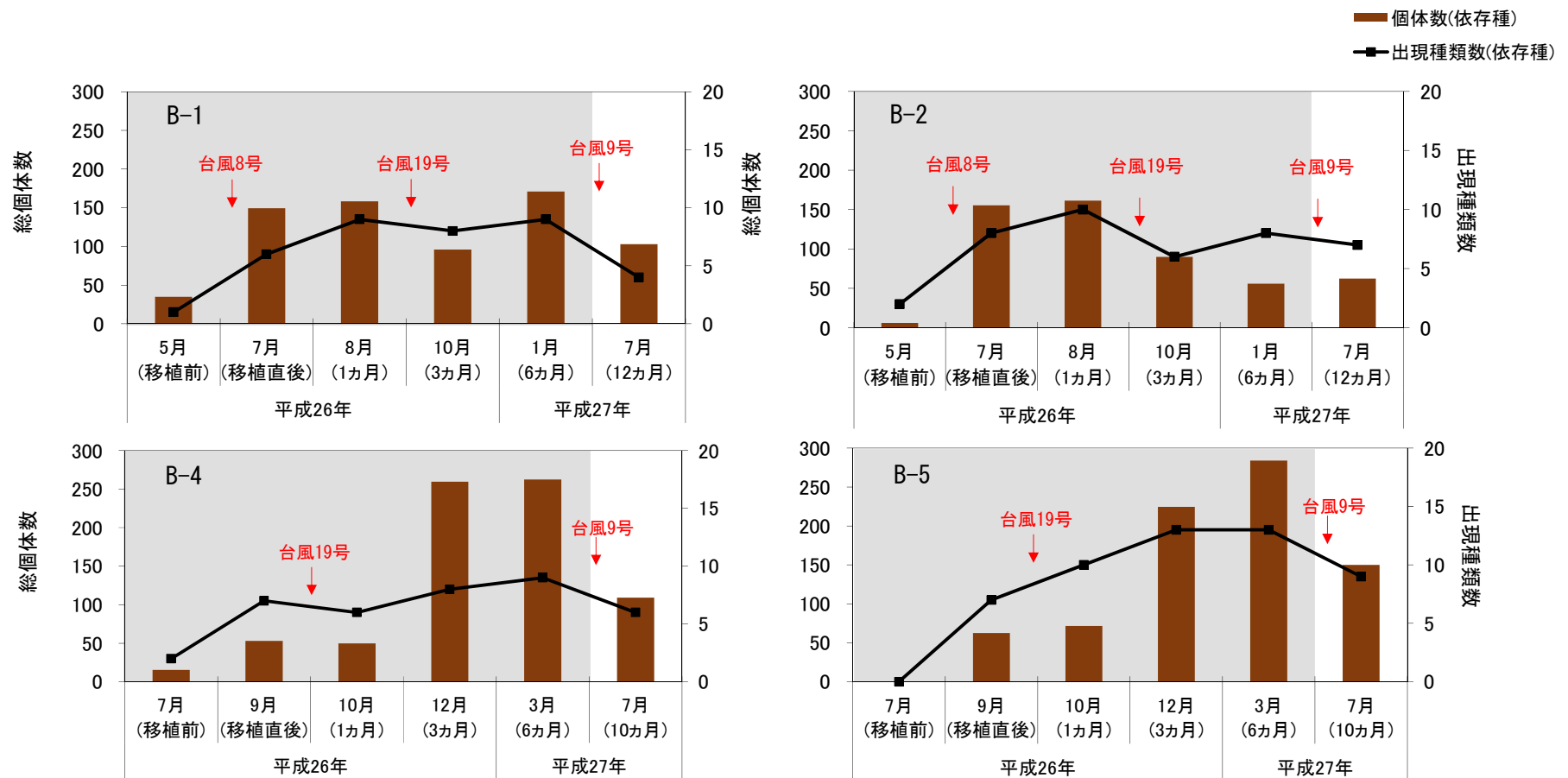


図 2-20 (2) 枝サンゴ群集周辺の魚類の変化(サンゴ依存種のみ抽出)

サンゴ依存種については、チョウチョウウオ科やデバスズメダイ、アオバスズメダイ、フタスジリュウキュウスズメダイ、ミスジリュウキュウスズメダイ、ルリホシスズメダイ、アツクチスズメダイ、ネッタイスズメダイが確認された。移植サンゴ群集を対象とした地点 (B-1、2、4、5) における出現種類数は、移植10～12ヵ月後に4～9種類であり、移植前の0～2類と比較して増加した。総個体数も移植10～12ヵ月後に63～150個体であり、移植前の0～35個体と比較して増加した。



### (3) 大型底生動物の蛸集状況

大型底生動物は、クチムラサキサンゴヤドリ等の軟体動物やイバラカンザシゴカイ等の環形動物、サンゴフジツボ科の節足動物等が確認され、B-1、B-2 における大型底生動物の出現種類数は、移植前は8～9種類であり、移植～6ヵ月は27～38種で変動していた。12ヵ月後は33～38種類となり、移植前と比べ増加している。また、B-1、B-2 における大型底生動物の総個体数は、移植前に9～12個体であり、移植～6ヵ月は111～176個体で変動していた。12ヵ月後は142～163個体となり、移植前と比べ増加している。

B-4、B-5 における大型底生動物の出現種類数は、移植前は5種類であり、移植～6ヵ月は22～34種で変動していた。10ヵ月後は29～31種類となり、移植前と比べ増加している。

また、B-4、B-5 における大型底生動物の総個体数は、移植前に9～22個体であり、移植～6ヵ月は144～382個体で変動していた。10ヵ月後は152～267個体となり、移植前と比べ増加している。

移植サンゴ群集における魚類や大型底生動物の出現種類数ならびに総個体数は移植前と比較して増加傾向にあった。よって、移植したサンゴ群集は魚類や底生動物の新たな生息環境となり、移植地点における生物多様性の向上に寄与すると考えられた。

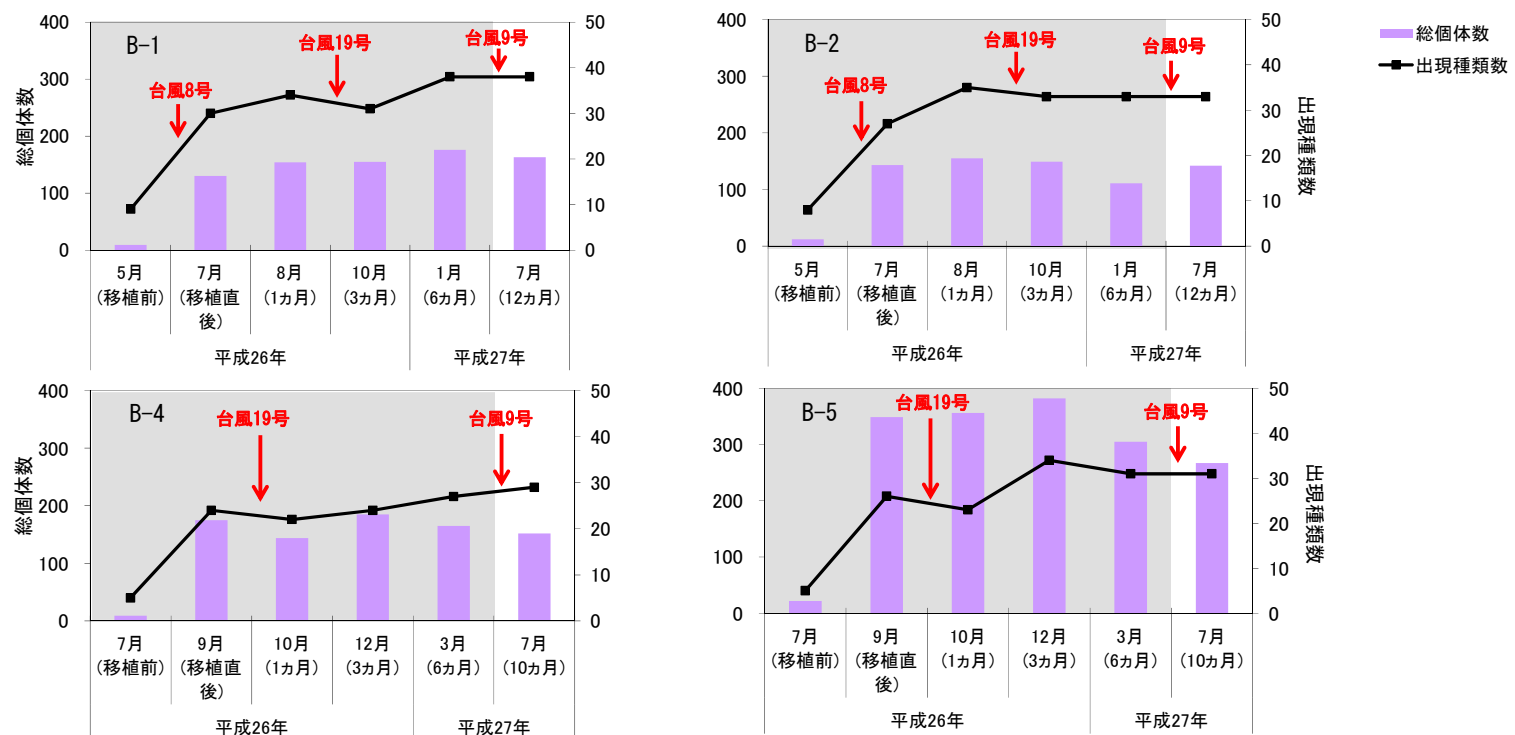


図 2-21 枝サンゴ群集周辺の大型底生動物の変化

### 2.6.5 希少サンゴ類の移植

環境影響評価書に記載のあるサンゴ移植候補地の他に、那覇港（那覇ふ頭地区）波の上うみそら公園海域周辺に沖縄本島内で希にしかみられないような種を中心に小型サンゴ移植を行い、表 2-12 に示すモニタリング計画に沿ってモニタリングを継続している。

【希少サンゴ類の移植に係る環境監視委員会の意見】

近年、沖縄本島で生息数が減少しているショウガサンゴやトゲサンゴ、ニオウミドリイシ等の希少性の高いサンゴが確認された場合には、できるだけ移植を行ってほしい。波の上緑地の中では、実際、空き地がなく移植が厳しいのが現状と思えるため、周辺部の護岸沿いも含めて移植先を検討してほしい。

#### (1) 移植対象となる種類

沖縄本島で生息数が減少しているショウガサンゴやトゲサンゴ等の希少性の高いサンゴ類とし、可能な限り多くのサンゴを移植した。クサビライシ属等は移植が容易であるため併せて移植した。

（※ニオウミドリイシは当該海域で生息が確認されていない。トゲサンゴ属は移植元の調査において確認されなかった。）

#### (2) 移植先

那覇港（那覇ふ頭地区）波の上うみそら公園海域周辺とした。本海域は、移植対象と同属のサンゴも分布しており、比較的多種のサンゴが生息できる環境が整っていると考えられた。また、護岸に囲まれた当該範囲は波浪の影響が小さいと考えられ、移植に適していた。



ショウガサンゴ属（固着性）

クサビライシ属（非固着性）

#### (3) 移植方法

移植地周辺のサンゴは、岩盤に固着しながら生息するものが多い。また、移植対象となるサンゴ類は、岩盤に固着する小型のサンゴ群体が中心で、群体形状やサイズは多様であることから、ポンド等により固定した。また、非固着性サンゴであるクサビライシ属の移植は、岩盤に整置することとした。

表 2-12 希少サンゴ類のモニタリング時期

小型サンゴ （波の上緑地）	H26年度						H27年度											
	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月
	秋季		冬季			春季	春季			夏季			秋季		冬季			春季
	移植	1ヶ月後		3ヶ月後						9ヶ月後							16ヶ月後	
ショウガサンゴ クサビライシ																		

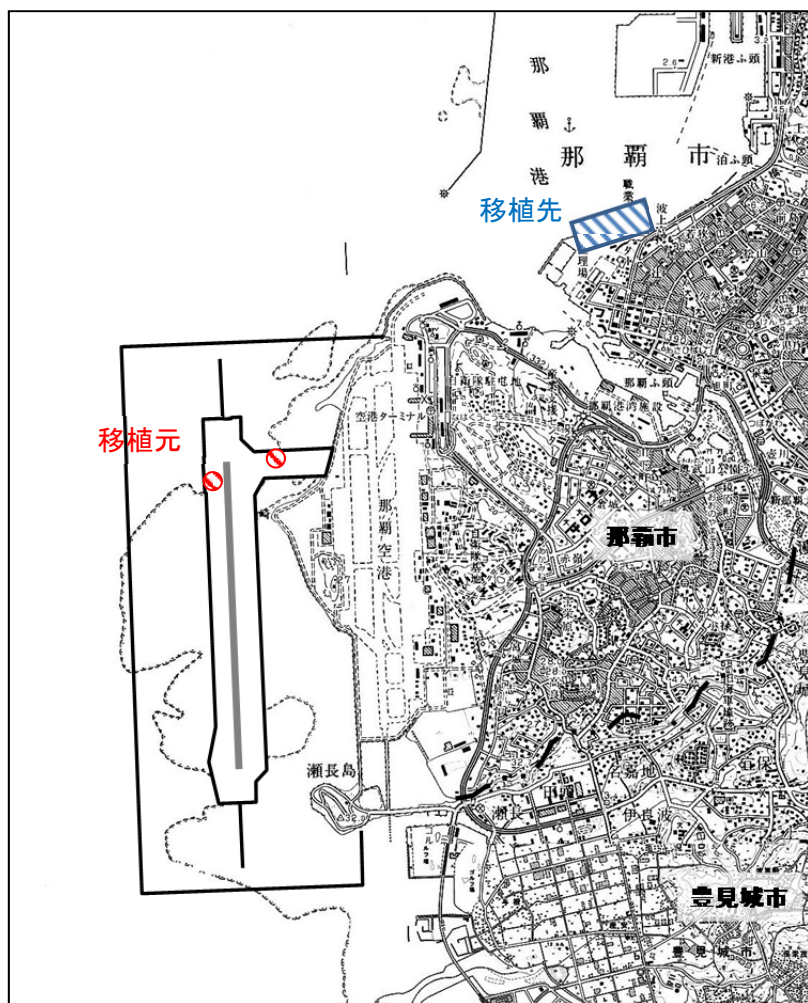


図 2-22(1) 希少サンゴ類の移植元と移植先



図 2-22(2) 希少サンゴ類(ショウガサンゴ)の移植先とモニタリング位置

※クサビライシ属は付着基盤を持たないサンゴ類であることから、移植後も移動する可能性があるためモニタリングの対象種から除外する。



#### (4) 希少サンゴ類の生残状況

サンゴ類の生存被度は、St. 1, 2 の両地点において移植前には 5%未満であったが、移植～3 ヶ月後は 10%で推移しており、9 ヶ月後についても大きな変化は見られなかった。

サンゴ類の出現種類数は、St. 1, 2 において移植前にそれぞれ 26 種類、13 種類であったが、移植によってそれぞれ 27 種類、14 種類に増加し、移植 9 ヶ月後にも変化は見られない。

主な出現種（被度 5%以上）について、St. 1, 2 の両地点において移植前はサンゴ類の総被度が低く該当する種はなかったが、移植直後にはショウガサンゴが被度 5%でみられた。

移植 9 ヶ月後には、St. 2 において移植サンゴが 1 群体流出したが、移植サンゴの死亡は被度 1%未満と低く、生存被度および出現種類数に変化がなかったことから、移植したサンゴ類は健全な状態で維持されていると考えられる。

白化や病気について、移植サンゴ、既存サンゴともに、調査期間を通して白化や病気はみられず、移植したサンゴは順調に生息していると考えられる。

食害生物の状況については、移植 9 ヶ月後は、サンゴ食生物であるオニヒトデは確認されず、サンゴ食巻貝による影響も食痕が目立たない程度であった。海藻類は、微小紅藻類や無節サンゴモ類等が被度 15%でみられ、サンゴを覆って光合成を阻害するような海藻類の繁茂はみられなかった。ソフトコーラル類はカタトサカ属、ウミキノコ属が被度 1%未満～5%未満で確認された。

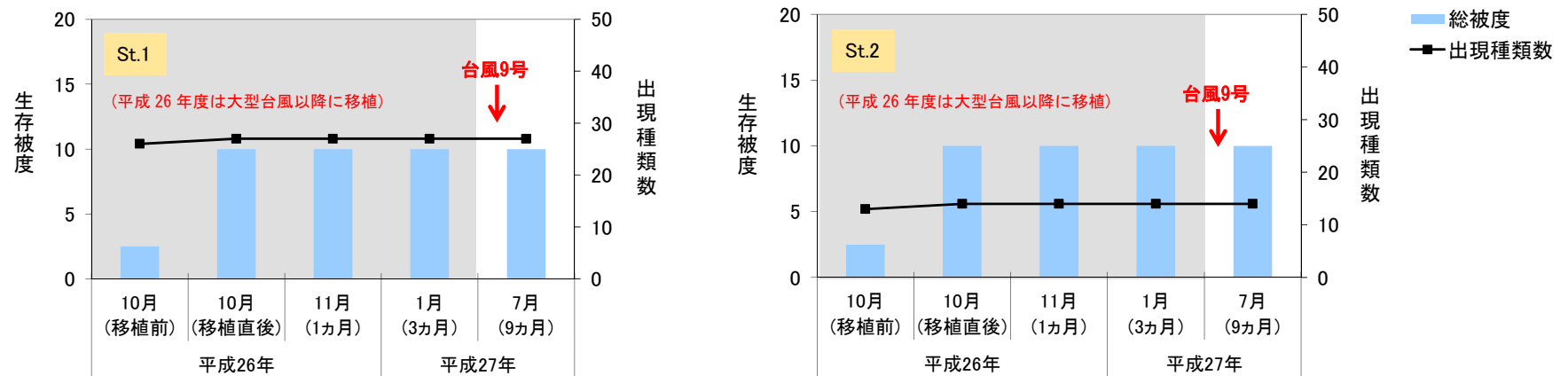


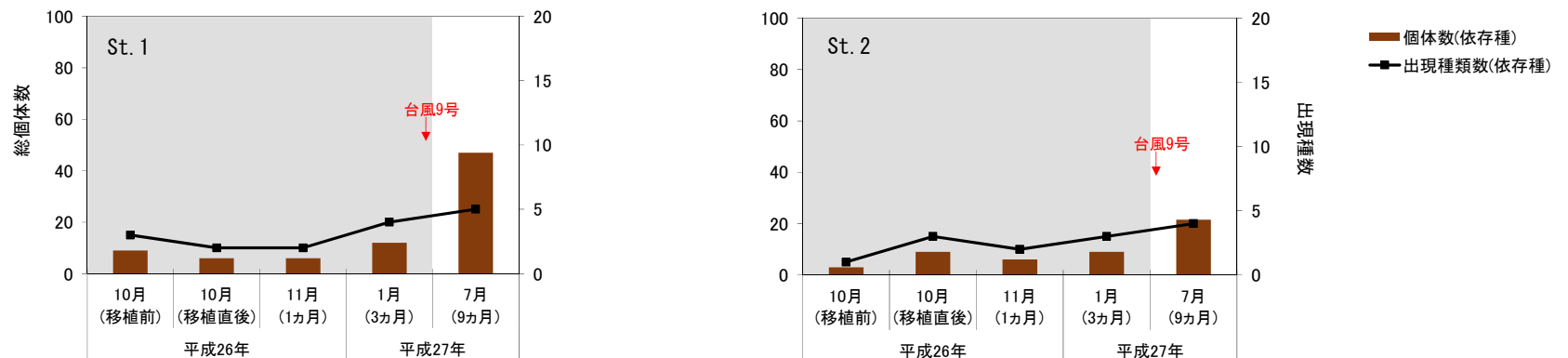
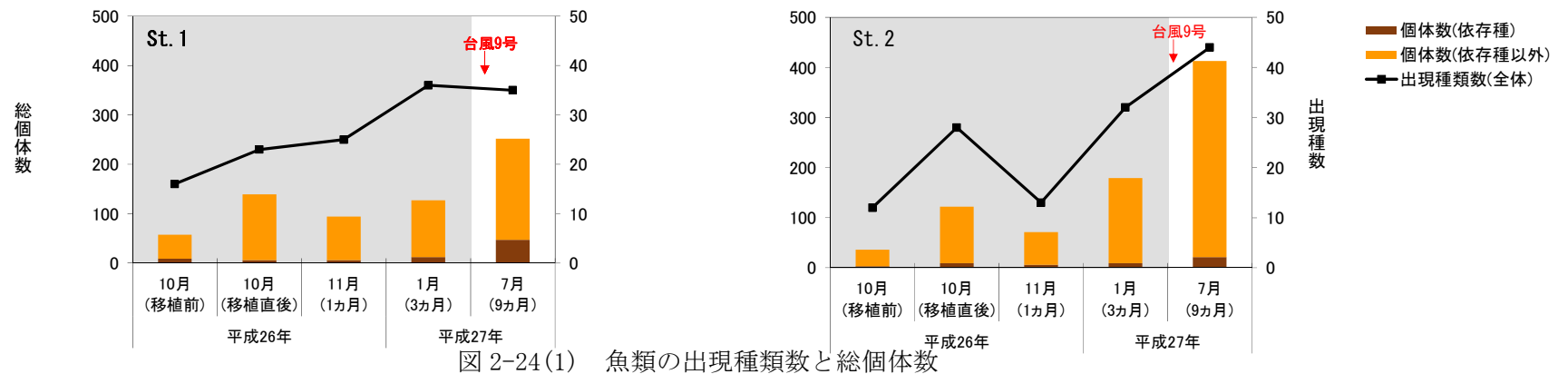
図 2-23 移植サンゴの総被度と種類数



## (5) 魚類の蜻集状況

魚類は、ハゼ科やスズメダイ科、チョウチョウオ科、ニザダイ科等が観察された。St. 1, 2 における移植前の魚類の出現種類数は 12～16 種類であり、移植～3 か月後には 13～36 種類で変動していた。9 ヶ月後は 35～44 種類となり、移植前と比べ増加している。

St. 1, 2 における魚類の総個体数は、移植前の 36～58 個体であり、移植～3 か月後には 94～179 個体で変動していた。9 ヶ月後は 252～413 個体となり増加した。



サンゴ依存種については、チョウチョウオ科やニセクラカオスズメダイ、ネッタイスズメダイ、ダルマハゼが確認された。出現種類数は、移植 9 ヶ月後に 4～5 種類であり、移植前の 1～3 類と比較して増加した。総個体数も移植 9 ヶ月後に 22～47 個体であり、移植前の 3～9 個体と比較して増加した。

## (6) 大型底動物等の蜻集状況

大型底生動物は、オオミノエガイ、シュモクアオリ等の軟体動物やサンゴヤドリガニ等の節足動物、ウミキノコ属等の刺胞動物のが観察された。St. 1, 2 における移植前の大型底生動物の出現種類数は 12～18 種類であり、移植～3 か月後には 19～36 種類で変動していた。9 ヶ月後は 33～38 種類となり、移植前と比べ増加している。

St. 1, 2 における移植前の大型底生動物の総個体数は 37～39 個体であり、移植～3 か月後には 58～112 個体で変動していた。9 ヶ月後は 122～141 個体となり、移植前と比べ増加した。

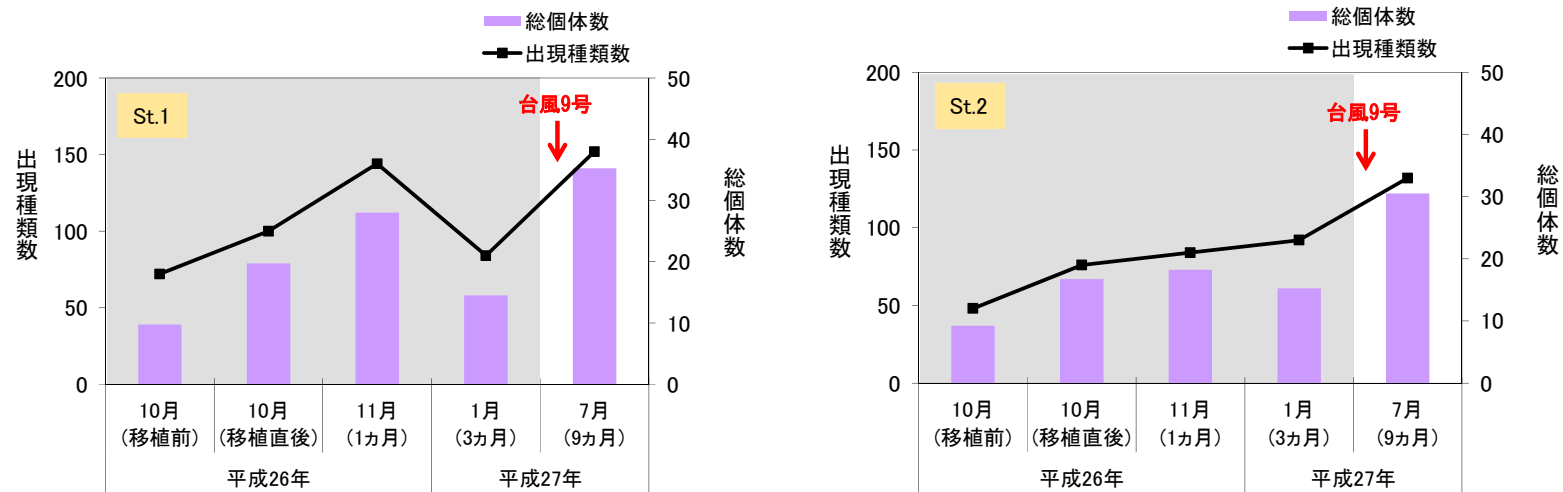


図 2-25 大型底生動物の出現種類数と総個体数

魚類や大型底生動物で移植前から移植直後にかけて増加した種類のうち、スズメダイ科やサンゴガニ科、ヤドカリ科等は、移植元においてショウガサンゴを採取した際に、枝の隙間に入り込んで隠れている様子が確認された。この状態を保ったまま移植先まで運搬したことによって、移植直後に増加した種類も多かったと考えられた。

また、移植したショウガサンゴにグローブ状の瘤を多数形成し、その中で生活するサンゴヤドリガニ科も確認された。

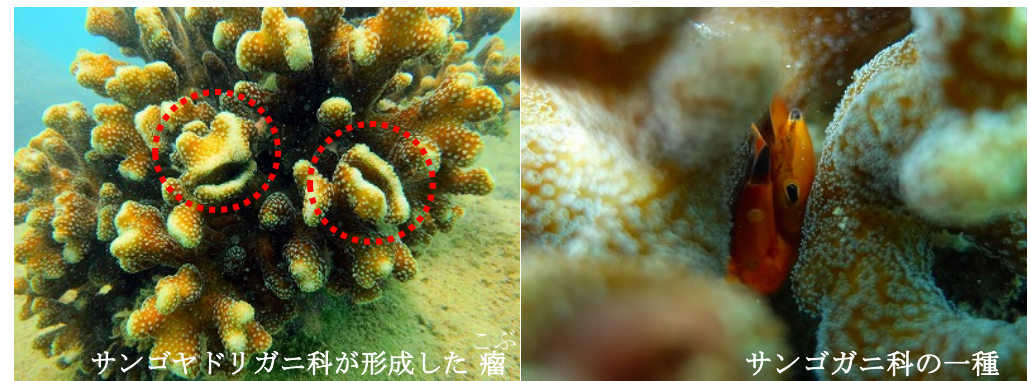


図 2-26 移植後に確認された大型底生動物の例

### 3. 有性生殖移植法に係る移植試験

#### 3.1 目的

改変区域に生息するサンゴ類の一部については、事業者の実行可能な範囲内で無性生殖移植法により移植・移築を行う他、有性生殖移植法を補完的に検討・実施することとしている。

有性生殖移植法に係る移植試験を行うにあたり、海域改変区域周辺における稚サンゴの着床量を把握するための「加入量調査」と、中間育成場となる海域等を把握するための「中間育成調査」を実施した。

#### 3.2 加入量調査

##### (1) 着床具設置個所の選定

平成26年度に実施した稚サンゴの加入状況調査より、着床具の設置地点としては、稚サンゴの加入量が多かったSt.1, 2, 4, 5, 7とした。これらのうち、ミドリイシ属の加入が期待できる地点としてはSt.2, 4, 5, 7の浅所及びSt.1, 2, 7の深所、アオサンゴの加入が期待できる地点としてはSt.4, 5の深所が選出された。なお、当該海域では浅所と深所で生息するサンゴの種類が異なるため、浅所と深所の2箇所を基本に設置することとした。

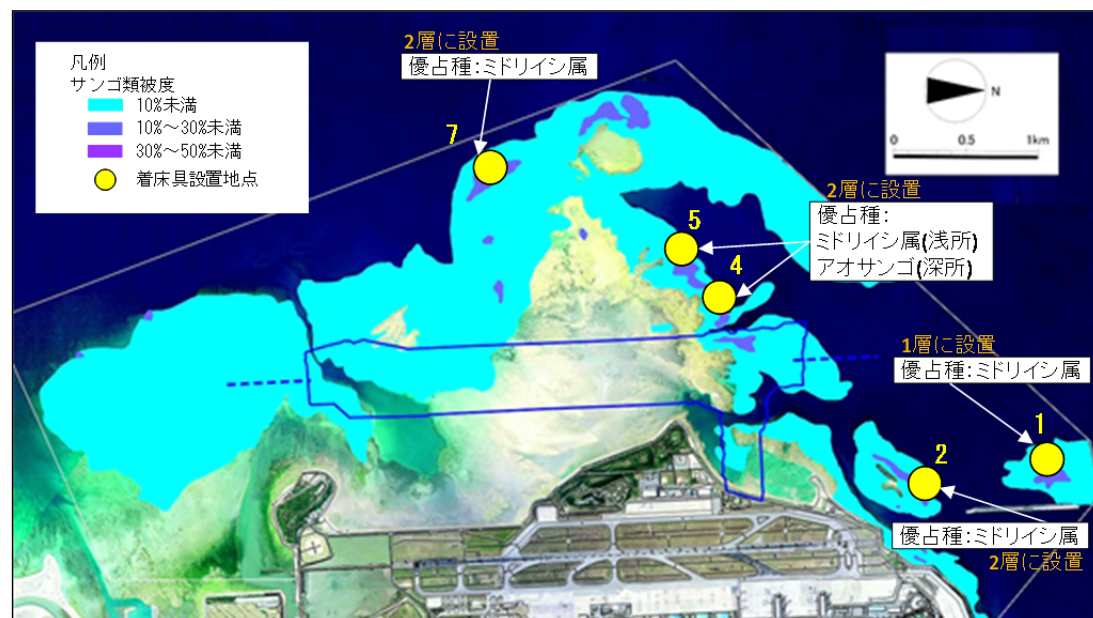


図 3-1 着床具設置地点

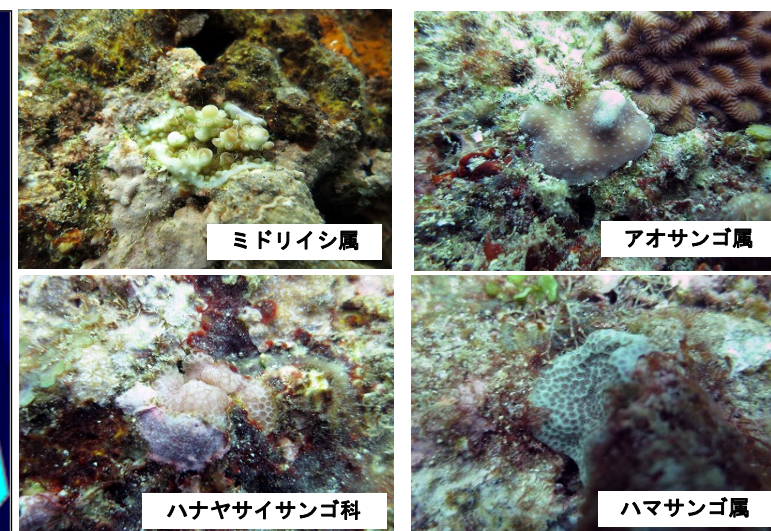


図 3-2 確認された主な稚サンゴ



なお、当該海域においては、ミドリイシ属が優占する地点とアオサンゴが優占する地点に分かれる。それぞれの産卵時期は、ミドリイシ属が5月下旬～6月下旬、アオサンゴは7月～8月と予想される。そのため、着床具の設置時期は産卵時期が早いミドリイシ属の5月下旬より前に実施した。また、中間育成場所への移設は台風期前の出来るだけ早い時期に実施する必要がある、ミドリイシ属は7月に、アオサンゴは9月に実施した（表3-1）。

表 3-1 着床具の設置及び移設、サンプリング工程

有性生殖移植法	H26年度												H27年度											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H27.1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H28.1月	2月	3月
対象サンゴ (ミドリイシ属、アオサンゴ)		着床具 設置		移設・ サンプリング		移設・ サンプリング			2回目 サンプリング					着床具 設置		移設・ サンプリング		移設・ サンプリング		2回目 サンプリング				
				ミドリイシ属		アオサンゴ										ミドリイシ属		アオサンゴ						

項目		H27												H28			対象種
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
加入量調査 (H27年度設置)	産卵期																ミドリイシ属等 St. 1浅所 St. 2浅所・深所 St. 4浅所 St. 5浅所 St. 7浅所・深所
	着床具設置		●														
	中間育成					●											
	サンプリング					●					●						
	産卵期																アオサンゴ St. 4深所 St. 5深所
	着床具設置		●														
	中間育成						●										
	サンプリング						●				●						
中間育成調査 (H26年度設置)	中間育成																ミドリイシ属・アオサンゴ 全地点
	モニタリング									●							

※産卵時期について

ミドリイシ属は5月下旬～6月下旬、アオサンゴは7月～8月と予想した。

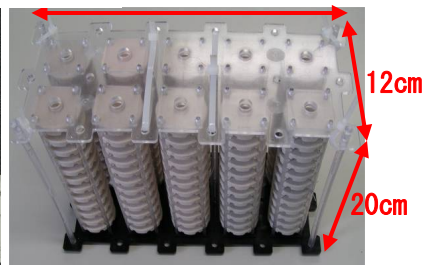
※着床具の設置時期について

ミドリイシ属の産卵時期(5月下旬)以前に実施した。

<参考：着床具の設置について>



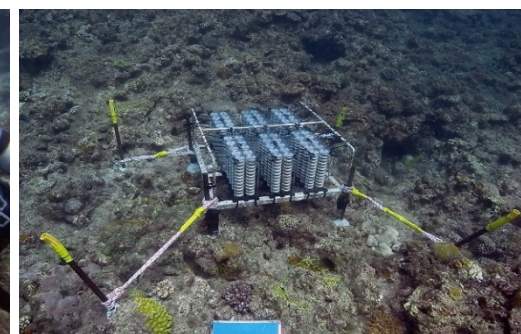
着床具(セラミック)



1 着床具ケース(120 個)



着床具設置状況



平成 26 年度は 1 箇所につき 6 ケース(720 個)設置  
※平成 27 年度調査では、4.5 ケース(540 個)設置

### 3.3 中間育成調査

#### (1) 中間育成場所の選定

平成 26 年 5 月に設置した着床具の移設先として、中間育成場に適した海域について検討を行った。波浪、水深、底質、水質、サンゴの生息状況、サンゴ食生物の有無 等から、下記を中間育成場所として選定した。

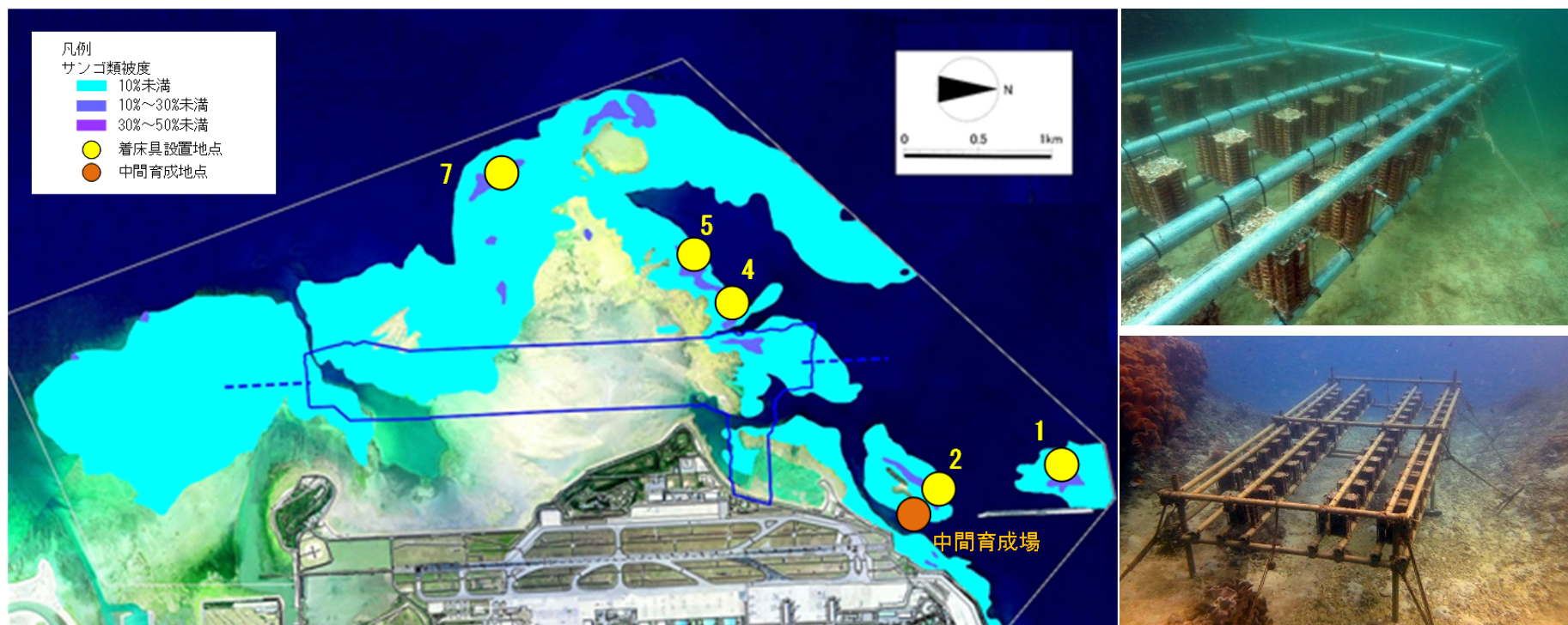


図 3-3 中間育成場の位置および概況

### 3.4 着床状況

#### (1) 平成 27 年度サンプリング結果

平成 27 年度の稚サンゴの加入状況を把握するため、夏季(平成 27 年 9 月)にサンプリング調査を実施した。次頁に概要を示す。

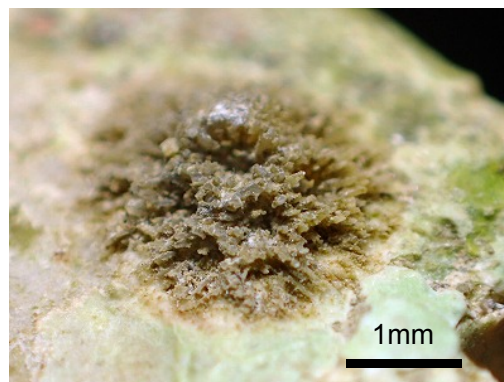
表 3-2 平成 27 年度 着床具設置数量とサンプリング数量

地点	水深帯	着床具設置数量				サンプリング数量	
		架台	ケース	束	着床具	束	着床具
St.1	深所	1	5	45	540	15	180
St.2	浅所	1	5	45	540	15	180
	深所	1	5	45	540	15	180
St.4	浅所	1	5	45	540	15	180
	深所	1	5	45	540	15	180
St.5	浅所	1	5	45	540	15	180
	深所	1	5	45	540	15	180
St.7	浅所	1	5	45	540	15	180
	深所	1	5	45	540	15	180
合計		9	45	405	4,860	135	1,620

注) サンプリングは設置数量の1/3。



ミドリイシ属



ハナヤサイサンゴ科



ハマサンゴ属

図 3-4 着床具への着床が確認されたサンゴ類(夏季)



表 3-3(1) サンプルング調査結果概要(夏季：平成 27 年 7～9 月)

地点		抽出 着床具数	着床群体数	平均 着床群体数	採苗数	採苗率(%)
St.1	深所	180	71	0.4	57	32
St.2	浅所	180	47	0.3	44	24
	深所	180	69	0.4	51	28
St.4	浅所	180	36	0.2	25	14
	深所	180	43	0.2	38	21
St.5	浅所	180	20	0.1	19	④ 11
	深所	180	29	0.2	21	12
St.7	浅所	180	115	0.6	73	③ 41
	深所	180	53	0.3	36	20
全体	浅所	720	218	0.3	161	22
	深所	900	265	0.3	203	23
	計	1,620	① 483	0.3	364	22

注) 1.「着床群体数」は、抽出した着床具に着床したサンゴ群体の数量を示す。

2.「平均着床群体数」は、「着床群体数」/「抽出着床具数」で算出。

3.「採苗数」は、サンゴ群体の着床が確認された着床具の数量を示す。

4.「採苗率」は、「採苗数」/「抽出着床具数」×100で算出。

表 3-3(2) サンゴ種類別着床群体数(夏季：平成 27 年 7～9 月)

地点		種類						計
		ミドリイシ属	ハナヤサイ サンゴ科	アササンコ' モトモ属	ハマサンコ'属	アオサンコ'属	その他	
St.1	深所	64	4	0	2	0	1	71
St.2	浅所	25	20	0	1	0	1	47
	深所	41	26	0	0	0	2	69
St.4	浅所	30	1	0	4	0	1	36
	深所	39	1	0	1	0	2	43
St.5	浅所	9	9	0	2	0	0	20
	深所	27	2	0	0	0	0	29
St.7	浅所	111	3	0	0	0	1	115
	深所	49	0	0	2	0	2	53
全体	浅所	175	33	0	7	0	3	218
	深所	220	428	0	5	0	7	265
	計	② 395	66	0	12	0	10	483

平成 27 年夏季（7～9 月）に 9 箇所から抽出した 1,620 個の着床具には、計 483 群体のサンゴの着床が確認された（表 3-3(1) ①）。

着床したサンゴは、ミドリイシ属が 395 群体（82%）と最も多く、次いでハナヤサイサンゴ科が 66 群体（14%）、ハマサンゴ属が 12 群体（2%）の順であった（表 3-3(2) ②）。平均着床群体数は、St.7 の浅所で約 0.6 群体と最も多く、次いで St.1 の深所、St.2 の深所で約 0.4 群体、それ以外の地点では約 0.1～0.3 群体であり、サンゴが着床しなかった地点は確認されなかった（図 3-5）。

採苗率は、11～41%であり、St.7 の浅所が最も高く、St.5 の浅所で最も低かった（表 3-3(1) ③④）。



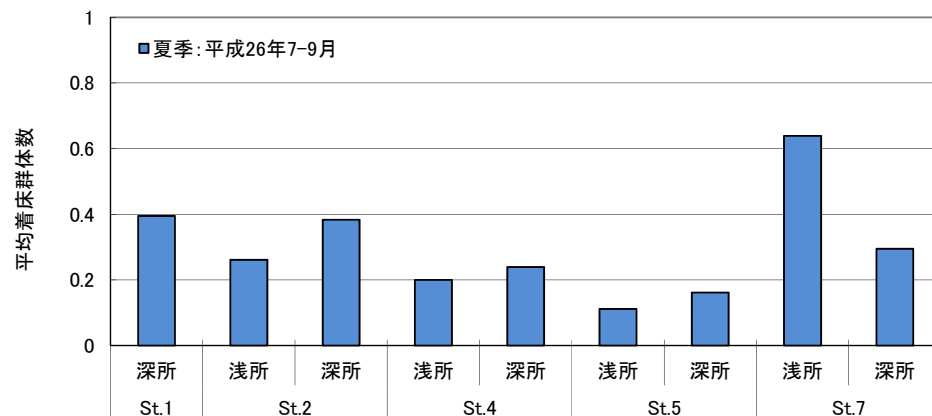


図 3-5 平均着床群体数

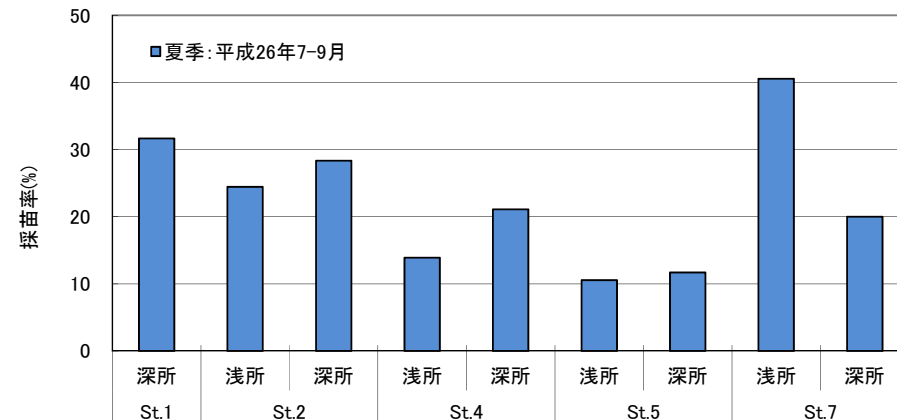
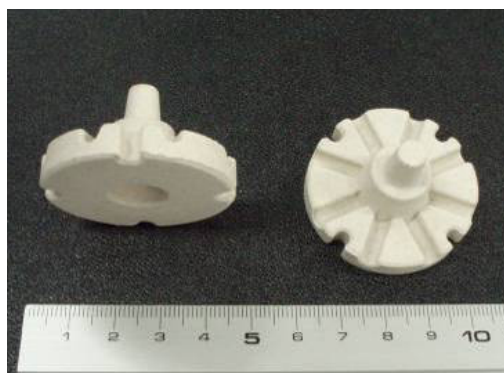


図 3-6 採苗率



$$\text{平均着床群体数} = \frac{\text{全着床具に着床したサンゴ群体数}}{\text{全着床具数}}$$

$$\text{採 苗 率} = \frac{\text{サンゴの着床がみられた着床具数}}{\text{全着床具数}} \times 100$$

## (2) 経年変化

平成 26 年度と平成 27 年度における夏季サンプリング（7～9 月）の着床状況を比較した。

### 1) 着床場所

サンゴの着床場所は、平成 26 年度は当該海域北側リーフの St. 2 で多かったが、平成 27 年度には南側リーフの St. 7 で最も多かった(図 3-7)。したがって、着床場所は年変動が大きいと考えられた。

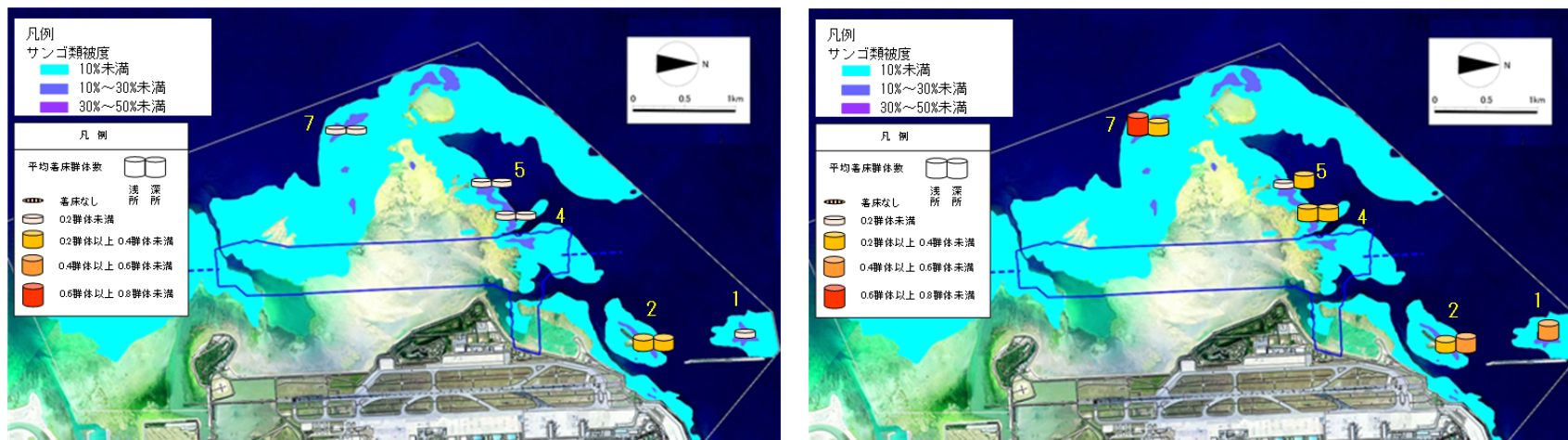


図 3-7 夏季サンプリングにおける平均着床群数（左：平成 26 年度、右：平成 27 年度）

### 2) 着床群数・採苗率

平成 27 年度の平均着床群数約 0.1～0.6 群体であり、平成 26 年度の約 0.0～0.2 と比較して全ての地点で増加した。平成 27 年度の採苗率は 11～41%であり、平成 26 年度の 3～20%と比較して全ての地点で増加した(図 3-8)。平成 27 年度の着床群数及び採苗率はともに平成 26 年度より増加していることから、平成 27 年度はサンゴ幼生の加入に係る気象・海象条件等が平成 26 年度より良好であったと考えられる。

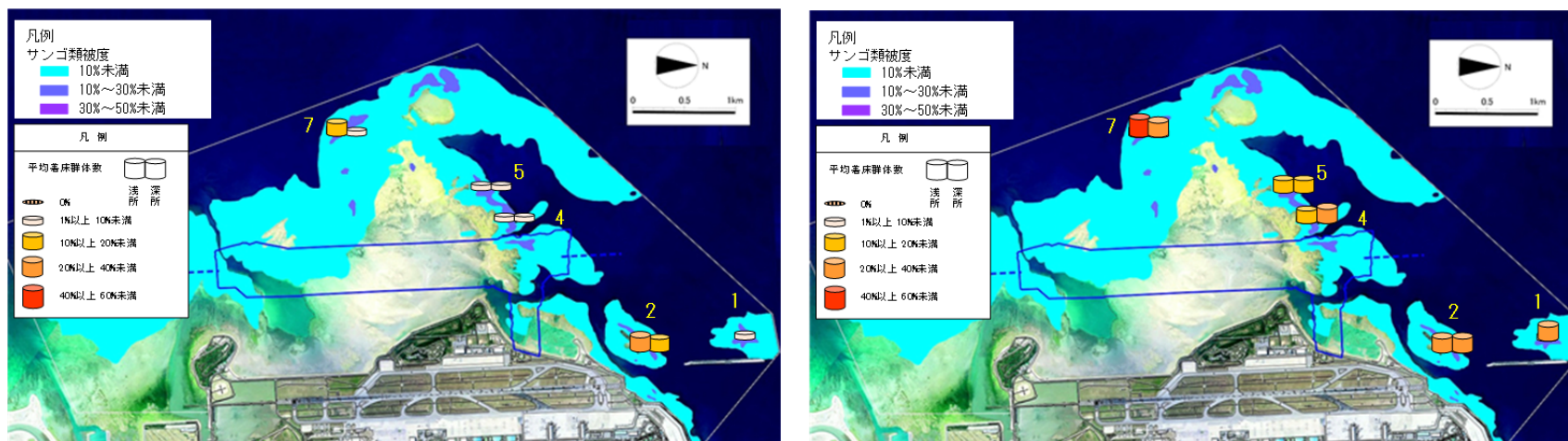


図 3-8 夏季サンプリングにおける採苗率（左：平成 26 年度、右：平成 27 年度）

### 3) 着床した種類

平成 26 年度から平成 27 年度にかけて、全ての地点でミドリイシ属の着床群体数が増加しており、St. 7 浅所で最も増加した。その他の種類については大きな変化はみられなかった（図 3-9）。したがって、平成 27 年度と平成 26 年度の着床状況の変化にはミドリイシ属の着床が関与しており、その結果が着床場所や着床群体数の変化に繋がったと考えられた。

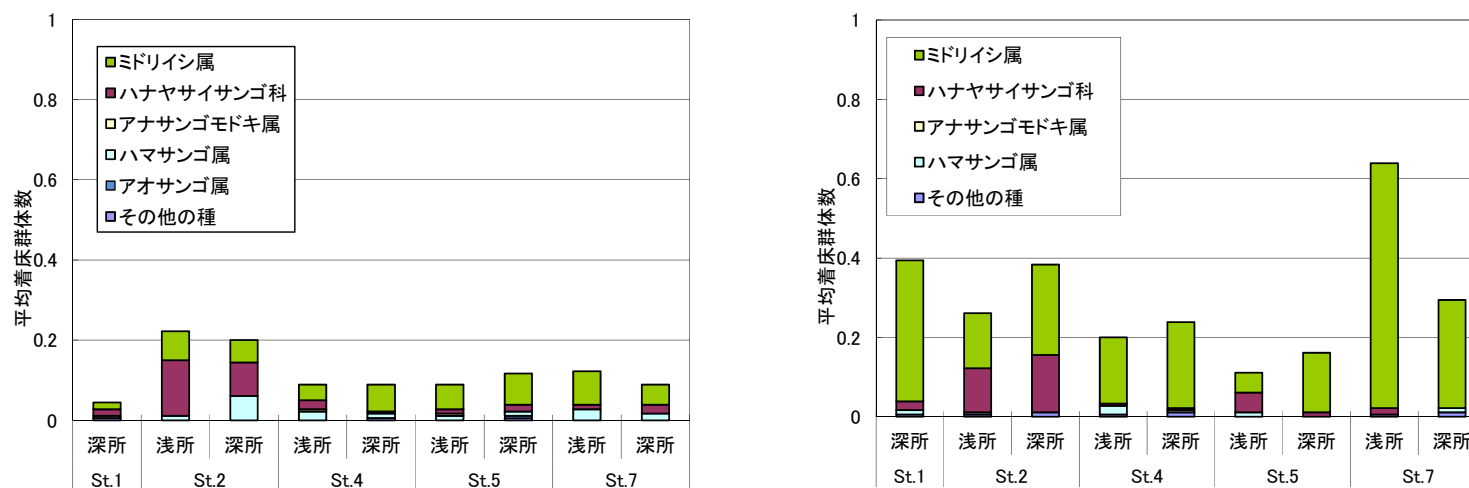


図 3-9 夏季サンプリングにおける種類別着床群体数（左：平成 26 年度、右：平成 27 年度）

#### 4) 当該海域における着床状況の傾向

着床場所及び着床群体数・採苗率、着床した種類は年変動が大きく、当該海域においてもミドリイシ属の着床状況による年変動が確認された。ミドリイシ属は一斉産卵する種類であり、産卵期の気象海象条件がミドリイシ属の着床状況に大きく影響していると考えられる。当該海域における平成27年度のミドリイシ属の産卵の目撃情報はないが、周辺海域の産卵情報から5月31日～6月4日、6月20～26日の間に産卵したと考えられ、当該時期の風配図によると、この期間は南西寄りの風で安定していた（図3-10）。一方、平成26年度のミドリイシ属の産卵期間は5月30日～6月15日と考えられ、この期間は東寄りや北寄り、南寄りと風向にばらつきがみられた。したがって、当該海域においては、産卵期における気象条件（風向き）が安定すると、その年のサンゴの着床状況は良好になる可能性が示唆された。

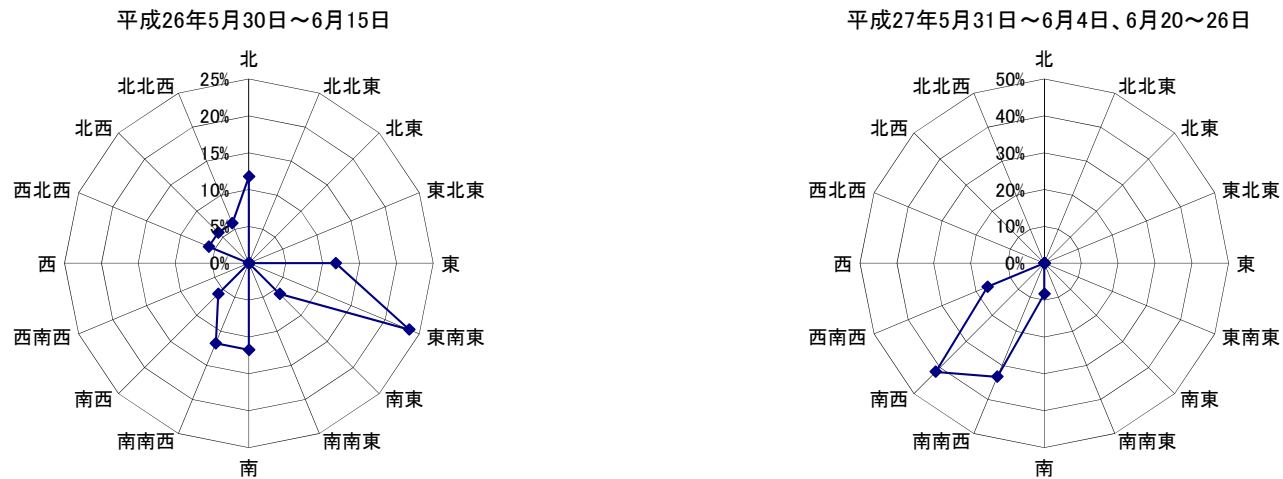


図3-10 ミドリイシ属産卵期における風配図（左：平成26年度、右：平成27年度）

#### 5) 他海域との比較

沖縄県や環境省でこれまで実施されてきた結果を整理し、沖縄周辺海域における着床具設置後1～3か月の稚サンゴの着床状況を海域別に比較した。

石西礁湖の数地点は、採苗率が80%以上で平均着床数が4群体以上であり、他の海域と比べて突出している。このグループは、1つの着床具に複数のサンゴが着床しており、効率的、安定的に採苗することが可能である。

那覇空港周辺海域は、平成 27 年度には採苗率が 40%を超え、平成 26 年度の採苗率と比べ 2 倍程度増加し、加入量の年変動が大きい地点（St.7 浅所）も確認された。しかし、平成 26 年度から平成 27 年度にかけてサンゴの着床数は増加したものの、全ての地点において平均着床群体数は 1 群体未満であり、石西礁湖や慶良間、国頭の一部の地点と比べ低い水準である。

当該海域はサンゴ幼生の加入は恒常的でないものの、年によってはまとまった加入が生じ、群集が維持されていると考えられ、加入量の年変動が大きい海域といえる。

平成 26 年度～平成 27 年夏季の結果より、那覇空港周辺海域は効率的、安定的に採苗することは難しい海域であると推察された。ただし、加入量の年変動が大きいことも考えられることから、有性生殖移植法については、これらのことを踏まえて検討する必要がある。

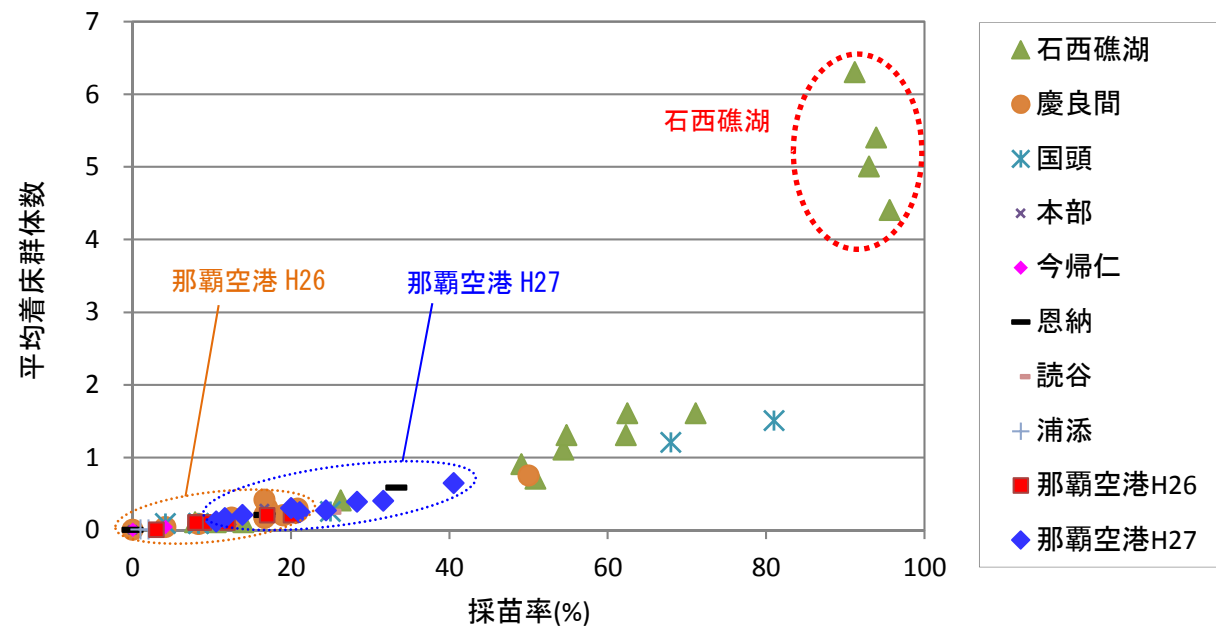


図 3-11 沖縄周辺海域における着床具設置後 1～3 か月後の採苗率と平均着床群体数の散布図

- ※1) 沖縄県環境生活部自然保護課, 2012. 平成 23 年度サンゴ礁保全再生事業報告書  
 2) 沖縄県環境生活部自然保護課, 2013. 平成 24 年度サンゴ礁保全再生事業報告書  
 3) 沖縄県環境生活部自然保護課, 2014. 平成 25 年度サンゴ礁保全再生事業報告書  
 4) 環境省 九州地方環境事務所 那覇自然環境事務所, 2013. 平成 24 年度石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事監理等業務  
 5) 環境省 九州地方環境事務所 那覇自然環境事務所, 2014. 平成 24 年度（繰越）石西礁湖自然再生施設サンゴ群集修復工事（着床具設置・移設）監理等業務

【参考-1】魚類の分布様式 区分例

No.	目	科	和名	分布様式
1	ヒメ	エソ	ミナミアカエソ	B
2	キンメダイ	イットウダイ	セグロマツカサ	B
3			ウケグチイットウダイ	B
4	トゲウオ	ヤガラ	アオヤガラ	A
5	スズキ	フサカサゴ	サツマカサゴ	B
6		ハタ	バラハタ	B
7			アカハタ	B
8			カンモンハタ	B
9		メギス	メギス	B
10		イトヨリダイ	フタスジタマガシラ	A
11		アジ	カスミアジ	A
12		フエダイ	ニセクロホシフエダイ	A
13			オキフエダイ	A
14			ヒメフエダイ	A
15		ヒメジ	オジサン	C
16			ホウライヒメジ	C
17		チョウチョウウオ	カガミチョウチョウウオ	A
18			トゲチョウチョウウオ	A
19			ゴマチョウチョウウオ	A
20			ミンレチョウチョウウオ	A
21			アケボノチョウチョウウオ	A
22			セグロチョウチョウウオ	A
23			ニセフウライチョウチョウウオ	A
24			スミツキトノサマダイ	A
25			ミスジチョウチョウウオ	A
26			フウライチョウチョウウオ	A
27		キンチャクダイ	タテジマキンチャクダイ	B
28			ナメラヤッコ	B
29		イスズミ	イスズミ属	A
30		スズメダイ	アマミスズメダイ	A
31			シコクスズメダイ	B
32			デバスズメダイ	B
33			マルスズメダイ	B
34			オキナワスズメダイ	C
35			ルリホシスズメダイ	B
36			イワサキスズメダイ	B
37			ルリメイシガキスズメダイ	B
38			ヒレナガスズメダイ	B
39			クロスズメダイ	B
40			ロクセンスズメダイ	A
41			ルリスズメダイ	B
42			レモンズズメダイ	B
43			アツクチスズメダイ	B
44			アサドスズメダイ	B
45			フィリピンズズメダイ	A
46			メガネスズメダイ	B
47			モンツキスズメダイ	B
48			ソラスズメダイ	B
49			クロメガネスズメダイ	B
50			クロソラスズメダイ	B

No.	目	科	和名	分布様式
51		ベラ	ブチススキベラ	A
52			クギベラ	A
53			ハコベラ	A
54			セナスジベラ	A
55			ヤンセンニシキベラ	A
56			コガシラベラ	A
57			ヤマブキベラ	A
58			オトメベラ	A
59			シマタレクチベラ	A
60			ホンソメワケベラ	A
61			アカオビベラ	A
62			カミナリベラ	A
63			ノドグロベラ	A
64			カノロベラ	A
65			ムナテンベラ	A
66			ニシキキュウセン	A
67			イナズマベラ	A
68			カンムリベラ	A
69			シチセンムスメベラ	A
70			ツユベラ	A
71			ギチベラ	A
72			シロタスキベラ	A
73			ヒトスジモチノウオ	A
74		ブダイ	ハゲブダイ	A
75			オビブダイ	A
76			ナンヨウブダイ	A
77			ヒブダイ	A
78			イチモンジブダイ	A
79		トラギス	オグロトラギス	B
80		イソギンボ	カモハラギンボ	C
81			デンクロスジギンボ	C
82		ハゼ	アカハチハゼ	B
83		クロユリハゼ	クロユリハゼ	C
84		アイゴ	アミアイゴ	A
85			ヒメアイゴ	A
86		ツノダシ	ツノダシ	A
87		ニザダイ	ナガニザ	A
88			ニジハギ	A
89			ニセカンランハギ	A
90			クロハギ	A
91			ゴマハギ	A
92			キイロハギ	A
93			ニザダイ	A
94			デングハギ	A
95			ミヤコテングハギ	A
96	フグ	モンガラハギ	モンガラカワハギ	C
97			ツマジロモンガラ	C
98		カワハギ	テングカワハギ	C
99		ハコフグ	クロハコフグ	C
100			ミナミハコフグ	C
101		フグ	シマキンチャクフグ	A
102			コクテンフグ	C

## 【参考-2】 魚類のサンゴ依存種の選定例

科名	種名	サンゴ依存形態		文献
		食性	生息	
チョウチョウウオ※	ミナミハタテダイ	○		文1
	ヤリカタギ	○		文1
	スミツキトノサマダイ	○		文1
	トゲチョウチョウウオ	○		文1
	セクノチョウチョウウオ	○		文1
	ウミツギチョウチョウウオ	○		文1
	イッテンチョウチョウウオ	○		文1
	トノサマダイ	○		文1
	シテンチョウチョウウオ	○		文1
	ミカドチョウチョウウオ	○		文1
	カガミチョウチョウウオ	○		文1
	フウライチョウチョウウオ	○		文1
	ミスジチョウチョウウオ	○		文1
	ニセフウライチョウチョウウオ	○		文1
	ヒメフウライチョウチョウウオ	○		文1
	ヤスジチョウチョウウオ	○		文1
	ハナクノチョウチョウウオ	○		文1
	オウギチョウチョウウオ	○		文1
	アケボノチョウチョウウオ	○		文1
	アミチョウチョウウオ	○		文1
	クラカケチョウチョウウオ	○		文1
	ミゾレチョウチョウウオ	○		文1
	アミメチョウチョウウオ	○		文1
スズメダイ	クロオビスズメダイ		○	文6
	ササスズメダイ		○	文1
	テハスズメダイ		○	文1
	アオハスズメダイ		○	文4
	フタスジリュウキュウスズメダイ		○	文1
	ミスジリュウキュウスズメダイ		○	文1
	ヨスジリュウキュウスズメダイ		○	文1
	ルリホシスズメダイ		○	文4
	フェニックススズメダイ		○	文1
	ルリメシカキスズメダイ		○	文1
	イシカキスズメダイ		○	文4
	スズメダイモトギ		○	文1
	シリギリリスズメダイ		○	文1
	ニセクラカオスズメダイ		○	文1
	アツクチスズメダイ	○		文1
	ネッタイスズメダイ		○	文1

科名	種名	サンゴへの依存形態		文献
		食性	生息	
ハゼ	キロサンゴハゼ		○	文2
	セアカコバンハゼ		○	文2
	ハニサシコバンハゼ		○	文2
	シュオヒコバンハゼ		○	文2
	アカテシコバンハゼ		○	文2
	イレズミコバンハゼ		○	文2
	コバンハゼ		○	文2
	アイコバンハゼ		○	文2
	イチモンジコバンハゼ		○	文2
	タスジコバンハゼ		○	文2
	フタイロサンゴハゼ		○	文2
	アワイロコバンハゼ		○	文2
	クマトリコバンハゼ		○	文2
	フタスジコバンハゼ		○	文3
	ヒトスジコバンハゼ		○	文3
	ムジコバンハゼ		○	文2
	ハシタタールマハゼ		○	文2
	カサイタールマハゼ		○	文2
	ヨコレタールマハゼ		○	文2
	クロタールマハゼ		○	文2
	アカネタールマハゼ		○	文5
	タールマハゼ		○	文5

文1：岡村収・尼岡邦夫編，1997．山溪カラー名鑑 日本の海水魚，783pp．山と溪谷社．

文2：瀬能宏監修，2004．決定版日本のハゼ．平凡社．

文3：鈴木他，1995．日本産アカテシコバンハゼ種群の分類学的現状．I. O. P. DIVING NEWS 第6巻第7号：2-7．

文4：加藤昌一，2011．ネイチャーウォッチングガイドブック スズメダイ，239pp．誠文堂新光社．

文5：中坊徹次編，2000．日本産魚類検索 全種の同定 第二版．東海大学出版会．

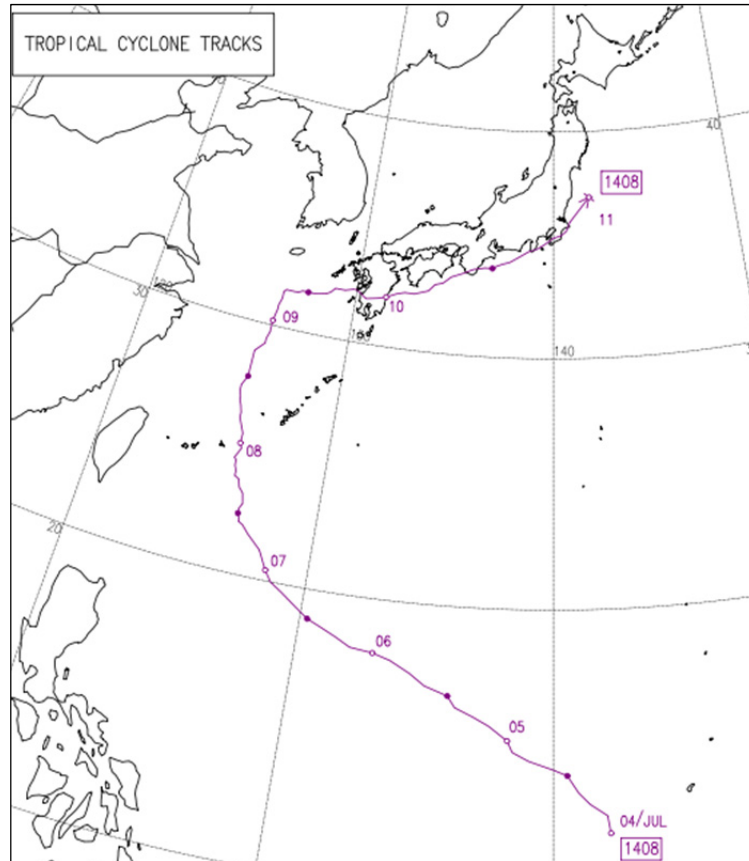
文6：中坊徹次編，2013．日本産魚類検索 全種の同定 第三版．東海大学出版会．

※サンゴ礁域にみられるチョウチョウウオ科のほとんどがポリプ食であることが知られていることから、本調査では出現したチョウチョウウオ科全てをサンゴ依存種とした。



【参考-3】平成 26～27 年度 大型台風の概況

<平成 26 年 7 月 8～9 日 台風 8 号>



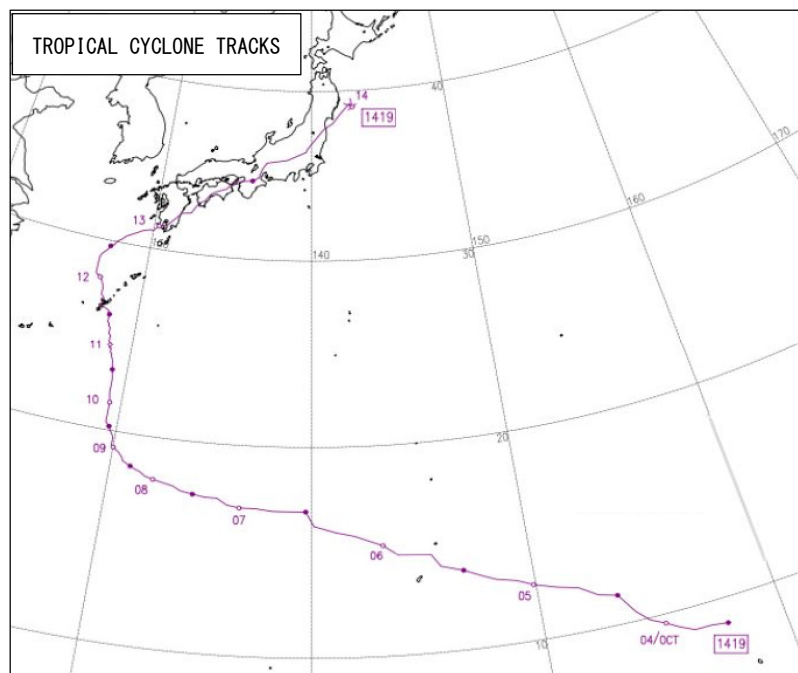
平成 26 年 7 月 8 日

時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向
	波高(m)	周期(秒)			波高(m)	周期(秒)			波高(m)	周期(秒)	
00:00	(1.13)	(8.5)	***	08:00	3.33	12.9	***	16:00	(3.12)	(11.1)	***
00:20	1.32	10.3	SW	08:20	3.49	12.0	***	16:20	***	***	***
00:40	1.48	12.2	SW	08:40	3.33	12.5	***	16:40	***	***	***
01:00	1.26	11.7	SW	09:00	3.66	13.9	***	17:00	3.21	10.4	***
01:20	1.20	11.7	SW	09:20	***	***	***	17:20	***	***	***
01:40	1.09	9.7	SW	09:40	(2.85)	(12.3)	***	17:40	(3.47)	(10.0)	***
02:00	1.24	11.9	SW	10:00	2.88	11.2	***	18:00	2.56	7.9	***
02:20	1.36	10.9	WSW	10:20	***	***	***	18:20	(3.00)	(10.0)	***
02:40	1.31	11.6	SW	10:40	2.77	12.0	***	18:40	(3.10)	(10.4)	***
03:00	1.43	11.2	SW	11:00	(2.66)	(12.0)	***	19:00	***	***	***
03:20	1.51	11.0	SW	11:20	(2.38)	(11.6)	***	19:20	(3.52)	(9.7)	***
03:40	1.72	12.4	SW	11:40	(2.39)	(12.0)	***	19:40	3.24	9.8	***
04:00	(1.58)	(10.5)	***	12:00	***	***	***	20:00	(3.36)	(10.1)	***
04:20	1.86	13.1	WSW	12:20	(2.03)	(12.0)	***	20:20	(3.25)	(9.9)	***
04:40	1.63	10.9	SW	12:40	***	***	***	20:40	3.29	10.7	***
05:00	1.78	10.9	SW	13:00	***	***	***	21:00	(3.42)	(9.4)	***
05:20	2.18	12.3	SW	13:20	(1.95)	(11.2)	***	21:20	3.53	9.2	***
05:40	2.46	11.7	***	13:40	2.11	6.7	***	21:40	3.58	9.9	***
06:00	2.50	11.4	***	14:00	(2.51)	(10.5)	***	22:00	3.48	9.9	***
06:20	2.56	12.3	WSW	14:20	(2.52)	(11.5)	***	22:20	3.50	9.2	***
06:40	2.97	13.4	***	14:40	(2.45)	(11.0)	***	22:40	3.91	9.3	***
07:00	2.58	10.7	***	15:00	(2.42)	(10.9)	***	23:00	3.67	9.1	***
07:20	3.12	12.2	***	15:20	(2.76)	(11.3)	***	23:20	4.33	9.7	SW
07:40	(3.62)	(12.6)	***	15:40	(2.81)	(10.9)	***	23:40	4.16	10.2	***
									最大波高	4.33	9.7
									平均波高	2.56	11.0
									最多波向	SW	

平成 26 年 7 月 9 日

時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向
	波高(m)	周期(秒)			波高(m)	周期(秒)			波高(m)	周期(秒)	
00:00	4.03	9.7	***	08:00	3.64	11.1	***	16:00	2.80	9.3	SW
00:20	4.36	11.0	***	08:20	3.55	10.3	***	16:20	3.07	9.1	SW
00:40	4.03	9.9	***	08:40	3.61	10.5	NW	16:40	3.04	9.0	NW
01:00	4.32	9.7	SW	09:00	3.46	10.7	NW	17:00	2.98	9.0	NW
01:20	4.32	9.6	SW	09:20	4.27	10.8	W	17:20	3.00	9.3	NW
01:40	4.28	9.9	WSW	09:40	3.84	10.4	SSW	17:40	3.13	9.5	NW
02:00	4.05	9.5	SW	10:00	3.93	10.4	WNW	18:00	2.97	8.7	NW
02:20	4.34	15.3	***	10:20	3.80	10.6	SW	18:20	3.29	8.9	NW
02:40	3.87	9.6	***	10:40	3.62	10.2	WNW	18:40	3.03	9.1	NW
03:00	4.16	9.3	SW	11:00	3.11	9.7	NW	19:00	3.17	9.0	NW
03:20	3.79	9.9	***	11:20	3.57	10.5	NW	19:20	2.83	9.1	NNW
03:40	3.74	8.9	***	11:40	3.36	10.4	NW	19:40	3.09	9.1	NNW
04:00	3.49	10.3	***	12:00	3.35	10.3	NW	20:00	3.15	8.9	NNW
04:20	3.55	9.7	***	12:20	3.06	10.2	NW	20:20	2.98	8.8	NNW
04:40	(3.22)	(9.7)	***	12:40	3.36	10.2	NW	20:40	3.02	9.0	NNW
05:00	3.56	9.9	***	13:00	3.90	10.1	NW	21:00	3.08	9.0	NW
05:20	(3.08)	(9.9)	***	13:20	3.90	10.0	NW	21:20	3.18	8.7	NW
05:40	3.46	10.0	***	13:40	3.84	10.3	NW	21:40	3.00	8.8	NNW
06:00	(2.53)	(9.8)	***	14:00	3.35	9.8	NW	22:00	2.70	8.8	NNW
06:20	3.23	9.2	***	14:20	3.74	10.1	SSW	22:20	3.02	8.7	NNW
06:40	(2.63)	(9.6)	***	14:40	3.24	9.4	NW	22:40	2.89	8.9	NNW
07:00	3.35	11.6	***	15:00	3.20	9.6	NW	23:00	2.95	8.6	NNW
07:20	(2.42)	(10.0)	***	15:20	2.85	9.6	NW	23:20	2.94	8.9	NNW
07:40	3.33	10.3	***	15:40	2.91	9.3	NW	23:40	2.66	8.6	SW
									最大波高	4.36	11.0
									平均波高	3.42	9.7
									最多波向	NW	

# <平成 26 年 10 月 11~12 日 台風 19 号>



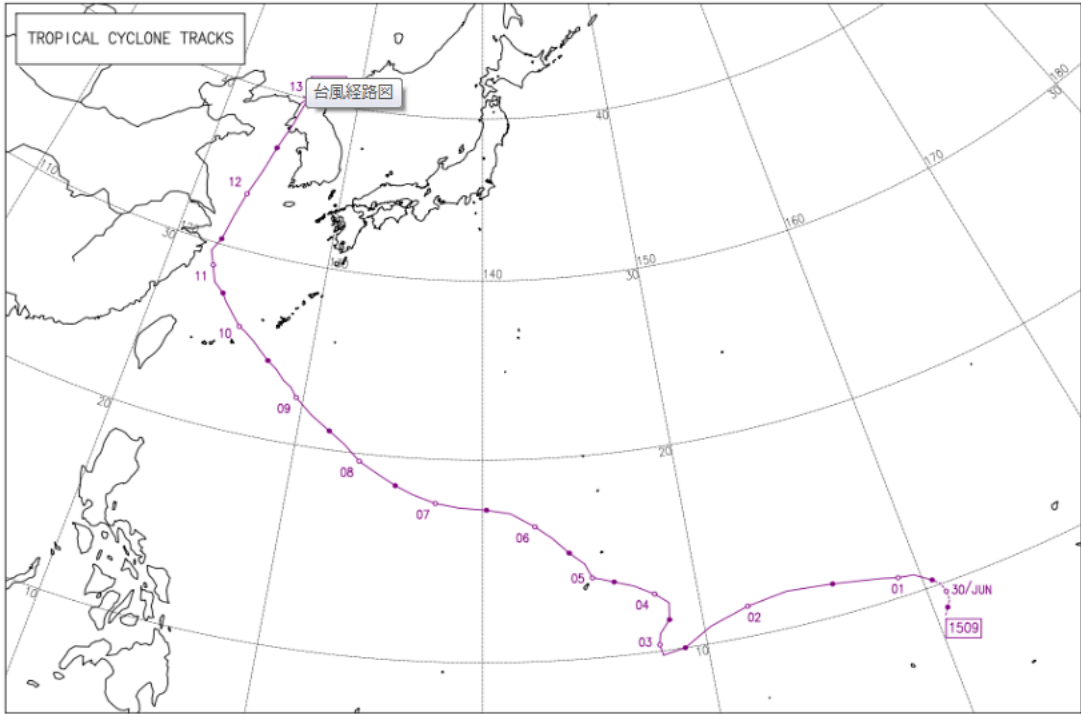
## 平成 26 年 10 月 11 日

時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向
	波高 (m)	周期 (秒)			波高 (m)	周期 (秒)			波高 (m)	周期 (秒)	
00:00	1.77	5.2	NE	08:00	(1.25)	(8.0)	***	16:00	4.02	10.5	***
00:20	(1.16)	(7.3)	***	08:20	(1.59)	(8.6)	***	16:20	(5.47)	(8.6)	***
00:40	1.95	5.8	***	08:40	3.28	7.3	***	16:40	4.49	9.0	***
01:00	1.69	5.5	NE	09:00	3.36	8.0	***	17:00	(5.61)	(8.9)	***
01:20	1.72	4.9	NE	09:20	3.19	7.7	***	17:20	4.52	10.4	***
01:40	(1.18)	(7.2)	***	09:40	(2.45)	(7.8)	***	17:40	(6.21)	(8.6)	***
02:00	(1.22)	(7.7)	***	10:00	3.76	7.4	***	18:00	(5.81)	(8.8)	***
02:20	(1.20)	(7.5)	***	10:20	(3.06)	(8.2)	***	18:20	(5.40)	(8.8)	***
02:40	(1.25)	(7.5)	***	10:40	(3.54)	(7.9)	***	18:40	(5.43)	(9.0)	***
03:00	(1.31)	(7.7)	***	11:00	3.46	7.8	***	19:00	***	***	***
03:20	(1.24)	(7.7)	***	11:20	(3.45)	(8.4)	***	19:20	4.46	10.5	***
03:40	2.07	5.5	NE	11:40	3.15	7.8	***	19:40	(5.15)	(9.3)	***
04:00	(1.40)	(8.0)	***	12:00	(3.52)	(7.9)	***	20:00	4.77	9.3	***
04:20	(1.31)	(7.4)	***	12:20	***	***	***	20:20	4.67	9.1	***
04:40	2.20	5.7	***	12:40	3.00	7.8	***	20:40	4.82	9.6	***
05:00	2.21	5.8	***	13:00	(4.28)	(8.2)	***	21:00	4.72	8.6	***
05:20	2.05	5.8	***	13:20	(4.75)	(8.1)	***	21:20	4.13	9.2	***
05:40	(1.24)	(7.9)	***	13:40	4.11	12.3	***	21:40	(4.89)	(9.3)	***
06:00	2.50	6.5	***	14:00	(4.99)	(8.4)	***	22:00	4.19	8.9	***
06:20	2.42	6.1	***	14:20	3.85	9.3	***	22:20	4.82	9.4	***
06:40	2.44	6.1	***	14:40	(5.09)	(8.4)	***	22:40	4.97	9.1	***
07:00	2.38	6.3	***	15:00	***	***	***	23:00	4.43	8.9	N
07:20	(1.10)	(7.0)	***	15:20	4.14	11.0	***	23:20	4.56	9.0	***
07:40	(1.27)	(8.0)	***	15:40	(5.13)	(8.2)	***	23:40	4.20	8.9	N
									最大波高	4.97	9.1
									平均波高	3.47	8.0
									最多波向	NE	

## 平成 26 年 10 月 12 日

時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向
	波高 (m)	周期 (秒)			波高 (m)	周期 (秒)			波高 (m)	周期 (秒)	
00:00	4.29	8.6	NNW	08:00	4.51	8.7	NW	16:00	4.85	9.0	NW
00:20	4.10	9.0	N	08:20	4.21	8.6	NW	16:20	4.30	9.2	NW
00:40	3.93	8.6	N	08:40	4.07	8.7	NNW	16:40	4.35	9.1	NNW
01:00	4.06	8.9	NNW	09:00	4.06	8.9	NNW	17:00	4.14	9.2	NW
01:20	3.85	8.4	NNW	09:20	4.21	9.6	NNW	17:20	4.21	9.1	NNW
01:40	3.47	8.4	NNW	09:40	3.64	8.9	NW	17:40	4.26	9.3	NW
02:00	3.71	8.6	NW	10:00	3.92	9.0	NW	18:00	4.26	9.5	NNW
02:20	3.32	8.3	NNW	10:20	3.60	8.9	NW	18:20	4.24	9.7	NNW
02:40	3.31	8.3	NNW	10:40	4.19	9.1	NW	18:40	4.07	9.2	NNW
03:00	3.14	8.1	NNW	11:00	3.75	9.1	NNW	19:00	4.50	9.3	NNW
03:20	3.27	7.9	NNW	11:20	3.77	8.7	NW	19:20	4.18	9.8	NNW
03:40	3.39	8.4	NNW	11:40	3.66	9.0	NNW	19:40	5.05	10.0	NNW
04:00	3.37	7.9	NNW	12:00	3.50	8.7	NW	20:00	5.12	10.3	NNW
04:20	3.40	8.1	NNW	12:20	3.79	9.3	NNW	20:20	5.06	10.6	NW
04:40	3.73	8.2	NW	12:40	3.65	9.0	NW	20:40	5.03	10.3	NNW
05:00	3.71	7.7	NW	13:00	3.97	9.1	NW	21:00	4.71	10.2	NW
05:20	4.24	7.7	NW	13:20	4.48	9.5	NNW	21:20	5.14	10.8	NW
05:40	3.98	8.4	NNW	13:40	5.11	8.8	NNW	21:40	5.11	11.0	NW
06:00	3.92	7.9	NW	14:00	4.64	8.9	SW	22:00	4.54	10.7	NW
06:20	4.24	8.2	SW	14:20	4.54	9.0	NW	22:20	4.64	10.3	WNW
06:40	4.26	8.6	NW	14:40	4.73	8.8	NW	22:40	5.42	11.4	NW
07:00	4.04	8.8	NW	15:00	4.44	9.3	NW	23:00	5.62	11.2	NNW
07:20	4.16	8.6	NNW	15:20	4.40	9.0	NNW	23:20	5.51	11.8	NNW
07:40	4.33	8.3	NNW	15:40	4.51	9.5	NW	23:40	5.34	11.3	NNW
									最大波高	5.62	11.2
									平均波高	4.23	9.1
									最多波向	NNW	

<平成 27 年 7 月 10 日 台風 9 号>

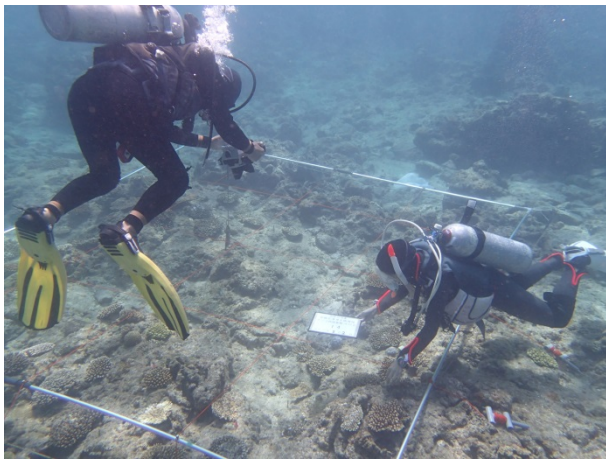


時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向	時刻	有義波		波向
	波高(m)	周期(秒)			波高(m)	周期(秒)			波高(m)	周期(秒)	
00:00	(0.71)	(5.6)	***	08:00	(1.42)	(8.4)	***	16:00	2.25	10.0	***
00:20	(0.68)	(5.3)	***	08:20	***	***	***	16:20	2.21	9.9	***
00:40	(0.65)	(4.8)	***	08:40	***	***	***	16:40	2.48	10.0	***
01:00	(0.70)	(5.2)	***	09:00	(1.37)	(8.9)	***	17:00	2.71	10.7	***
01:20	***	***	***	09:20	(1.44)	(8.3)	***	17:20	2.64	9.9	***
01:40	(0.91)	(7.0)	***	09:40	(1.45)	(8.6)	***	17:40	2.64	10.7	***
02:00	(0.89)	(6.9)	***	10:00	2.11	15.0	***	18:00	***	***	***
02:20	(1.03)	(7.2)	***	10:20	***	***	***	18:20	3.25	11.0	***
02:40	(1.19)	(7.9)	***	10:40	(1.93)	(9.7)	***	18:40	2.94	10.6	***
03:00	(1.24)	(8.0)	***	11:00	(1.64)	(8.8)	***	19:00	3.47	10.6	WSW
03:20	(1.15)	(7.7)	***	11:20	***	***	***	19:20	3.46	10.8	***
03:40	(1.00)	(7.0)	***	11:40	***	***	***	19:40	3.32	10.8	WSW
04:00	***	***	***	12:00	(1.95)	(9.3)	***	20:00	3.08	10.8	WSW
04:20	1.32	9.4	***	12:20	1.87	9.3	***	20:20	2.94	10.8	WSW
04:40	***	***	***	12:40	***	***	***	20:40	3.26	11.0	WSW
05:00	***	***	***	13:00	***	***	***	21:00	3.11	10.4	WSW
05:20	***	***	***	13:20	***	***	***	21:20	3.02	10.7	WSW
05:40	***	***	***	13:40	1.43	9.8	***	21:40	3.26	10.7	WSW
06:00	1.98	10.5	***	14:00	1.83	9.4	***	22:00	3.49	10.7	SW
06:20	***	***	***	14:20	2.34	10.1	WSW	22:20	3.36	10.3	SW
06:40	(1.35)	(8.9)	***	14:40	2.23	9.2	WSW	22:40	3.53	10.4	SW
07:00	(1.39)	(8.5)	***	15:00	2.41	10.2	WSW	23:00	3.39	10.4	W
07:20	(1.35)	(8.0)	***	15:20	2.11	9.4	***	23:20	3.52	10.5	SW
07:40	***	***	***	15:40	2.27	10.2	***	23:40	3.38	10.9	SW
									最大波高	3.53	10.4
									平均波高	2.72	10.4
									最多波向	WSW	



【参考-4】移植サンゴ類とモニタリング状況

小型サンゴ（ミドリイシ属）



小型サンゴ（主にアオサンゴ属）



大型サンゴ（塊状ハマサンゴ属）





枝サンゴ群集（主にユビエダハマサンゴ）



【参考】サンゴに蝟集する生物

