

第 9 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30年2月15日

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局

目 次

1. 無性生殖移植法による移植結果.....	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
1.4 移植サンゴ類の設定および移植位置.....	2
1.5 移植実績.....	3
1.6 移植時期およびモニタリング計画.....	4
1.7 移植サンゴ類のモニタリング状況.....	6
1.7.1 小型サンゴの移植(主にミドリイシ属).....	6
1.7.2 小型サンゴの移植(主にアオサンゴ).....	8
1.7.3 大型サンゴの移築(塊状ハマサンゴ属).....	10
1.7.4 枝サンゴ群集の移植(主にユビエダハマサンゴ).....	12
1.7.5 希少サンゴ類の移植.....	14
1.7.6 移植サンゴの産卵確認.....	16
1.7.7 サンゴ移植事業の総括.....	17
2. 有性生殖移植法に係る移植試験.....	24
2.1 評価書における記載内容.....	24
2.2 有性生殖移植の実施状況および今後の実施計画.....	24

2.3 有性生殖移植試験.....	26
2.3.1 平成 29 年度有性生殖移植試験.....	26
2.3.2 有性生殖移植試験のまとめ	28
2.4 有性生殖移植試験後に海域に移植した稚サンゴのモニタリング	30

<詳細情報及び参考資料>

詳細情報及び参考資料 1 移植サンゴ類とモニタリング状況.....	33
詳細情報及び参考資料 2-1 移植小型サンゴ（ミドリイシ属）の生残群体数の変化	35
詳細情報及び参考資料 2-2 移植小型サンゴ（ミドリイシ属）の生残群体数及び被度の算出方法について.....	38
詳細情報及び参考資料 3-1 移植小型サンゴ（アオサンゴ）の生残群体数の変化	40
詳細情報及び参考資料 3-2 移植小型サンゴ（アオサンゴ）の生残群体数及び被度の算出方法について.....	41
詳細情報及び参考資料 4 サンゴの加入状況.....	43
詳細情報及び参考資料 5 月別・地点別のオニヒトデ、サンゴ食巻貝の食害状況	47
詳細情報及び参考資料 6 大型サンゴ 37 群体の変化.....	48
詳細情報及び参考資料 7 魚類の分布様式・区分例.....	53
詳細情報及び参考資料 8 サンゴに依存する魚類の選定例.....	56
詳細情報及び参考資料 9 移植・移築サンゴ周辺の魚類・大型底生動物の変化	57
詳細情報及び参考資料 10 移植サンゴの産卵確認.....	69
詳細情報及び参考資料 11 有性生殖移植試験.....	72

1. 無性生殖移植法による移植結果

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たうえで、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回委員会では、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た。
- ・第5回委員会では、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た。
- ・第6回委員会では、移植後のモニタリング状況、有性生殖移植法に係る移植試験について報告した。また、有性生殖移植法に係る年次計画について承認を得た。
- ・第7回委員会では、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た。
- ・第8回委員会では、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、移植サンゴのモニタリング期間について承認を得た。
- ・第9回委員会では、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。

1.4 移植サンゴ類の設定及び移植位置

移植対象とするサンゴ類は、下記の選定基準に基づき、原則として被度 10%以上のエリアに生息するサンゴ類及び直径 1m 以上の大型ハマサンゴ類を対象とし、できるだけ効率的に環境保全措置を実行した。

選定基準

- ①被度が高い
- ②成長に時間を要する大型個体



当該海域の主な移植対象サンゴ類

- ①被度 10%以上の高被度分布域
- ②直径 1m以上の大型のハマサンゴ類

※上記のうち、健全なサンゴ類を対象とする
 ※沖縄本島内で稀にしか見られないような種が確認された場合は、優先的に移植する

図 1-1 移植対象となるサンゴ類の選定

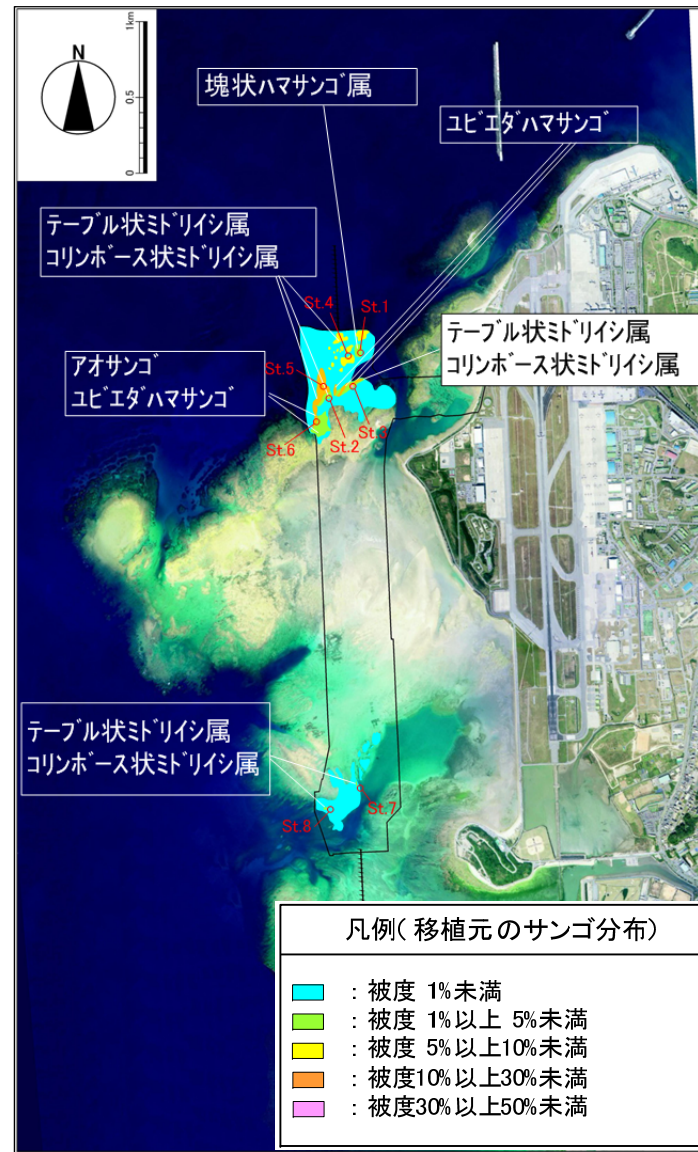


図 1-2 移植元サンゴ類の分布状況

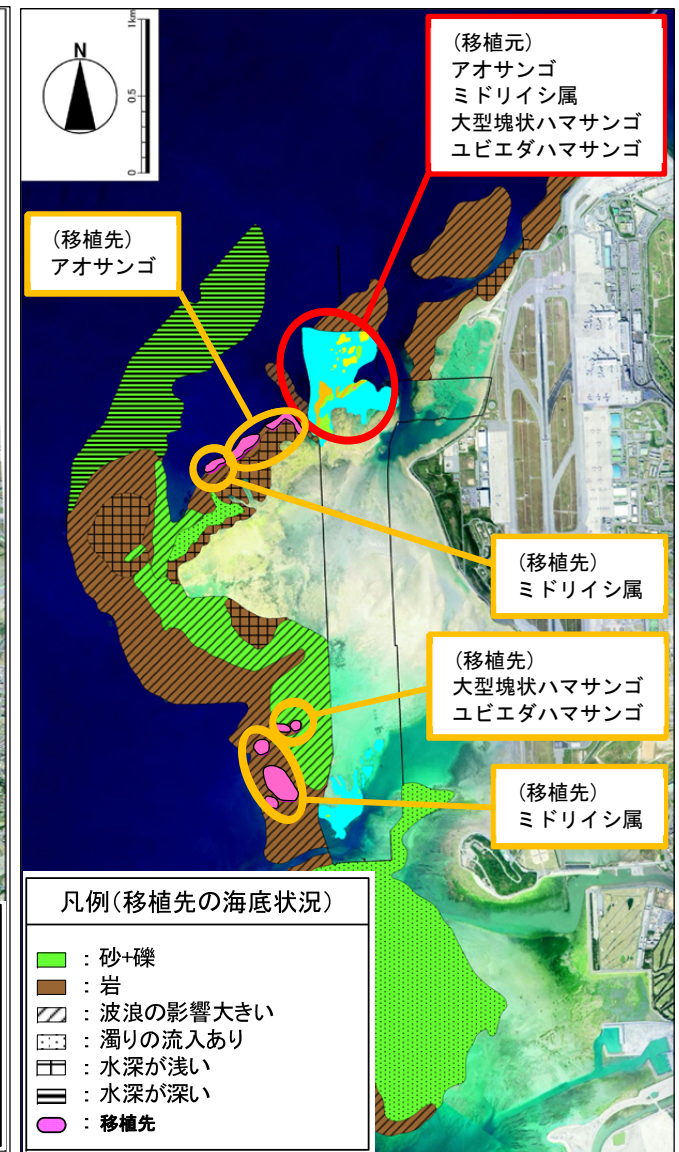


図 1-3 移植元と移植先の概略位置

1.5 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 1-1 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 1-1 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							33群体			4群体		37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				342.9m ²			582.3m ²			117.1m ²		700m ²
														1042.1m ²
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 〔ショウガサンゴ属：191 クサビライシ属：51〕		

注) 1. 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。

2. 枝サンゴ群集の移植面積には、台風により被災した面積 (168m²) 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。

3. クサビライシ属は、移植が容易であるためショウガサンゴ属と併せて移植した。モニタリングの対象種からは除外する。

1.6 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)、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下表に示す。

表 1-2 移植実施時期およびモニタリング計画

対象サンゴ	H25年度			H26年度									H27年度									H28年度				H29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	3-6	7-9	10-11	12-2	3-6	7-9	10-11	12-2			
	冬季	春季		春季	夏季	秋季		冬季	春季		春季	夏季	秋季	冬季	春季		春季	夏季	秋季	冬季		春季	夏季	秋季	冬季		春季	夏季	秋季	冬季		春季	夏季	秋季	冬季			
小型サンゴ (アオサンゴ)	移植	1ヶ月後		3ヶ月後		6ヶ月後									12ヶ月後										24ヶ月後				30ヶ月後	34ヶ月後	36ヶ月後		42ヶ月後	46ヶ月後	48ヶ月後			
				移植	1ヶ月後	3ヶ月後		6ヶ月後								12ヶ月後				12ヶ月後	(※1)				18ヶ月後	(※1)		24ヶ月後	28ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後				
						移植	1ヶ月後	3ヶ月後		6ヶ月後						12ヶ月後				12ヶ月後					18ヶ月後		24ヶ月後	28ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後					
小型サンゴ (ミドリイシ属)	移植	1ヶ月後		3ヶ月後		6ヶ月後									12ヶ月後										24ヶ月後			30ヶ月後	34ヶ月後	36ヶ月後		42ヶ月後	46ヶ月後	48ヶ月後				
				移植	1ヶ月後	3ヶ月後		6ヶ月後								12ヶ月後				12ヶ月後	(※1)				18ヶ月後	(※1)		24ヶ月後	28ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後				
						移植	1ヶ月後	3ヶ月後		6ヶ月後						12ヶ月後				12ヶ月後					18ヶ月後		24ヶ月後	28ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後					
大型サンゴ (塊状ハマサンゴ属)						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	27ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後						
枝サンゴ群集 (ユビエダハマサンゴ)				移植	1ヶ月後	3ヶ月後		6ヶ月後							12ヶ月後					12ヶ月後	(※1)				18ヶ月後	(※1)		24ヶ月後	28ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後				
						移植	1ヶ月後	3ヶ月後		6ヶ月後						12ヶ月後					12ヶ月後				18ヶ月後		24ヶ月後	26ヶ月後	30ヶ月後		36ヶ月後	40ヶ月後	42ヶ月後					
小型サンゴ (波の上緑地、ショウガサンゴ)							移植	1ヶ月後	3ヶ月後						6ヶ月後										9ヶ月後	(※1)		12ヶ月後		18ヶ月後	(※1)		20ヶ月後	24ヶ月後	26ヶ月後	32ヶ月後	35ヶ月後	37ヶ月後

■ 移植実施時期 ■ モニタリング時期

※1 平成 27 年度以降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、必要に応じて追加) とすることから、サンゴの成長速度を考慮し、平成 27 年度以降は年 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 移植サンゴのモニタリング期間

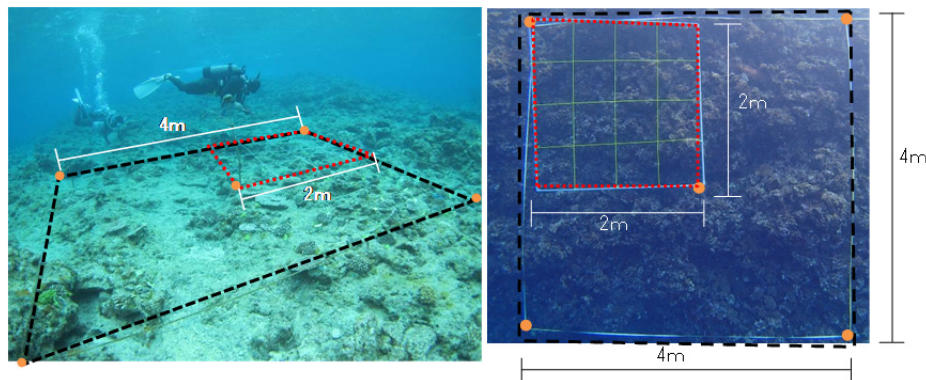
評価書では、モニタリングは移植後 3 年間(平成 27~29 年度)が想定されていた。第 8 回委員会に諮った結果、平成 29 年度をもって移植サンゴのモニタリングは終了することとなった。

表 1-3(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"> ・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 ・アンカーなどによる人的被害、台風被害等 ・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 ・濁りの状況について目視観察

表 1-3(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"> ・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 ・アンカーなどによる人的被害、台風被害等 ・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



モニタリング調査枠のイメージ(概略調査・詳細調査)

白 紙

1.7 移植サンゴ類のモニタリング状況

1.7.1 小型サンゴの移植（主にミドリイシ属）

●エリア①, ②:

- ・移植～24ヵ月後までの群体数、総被度の減少は、台風に伴う礫や転石の衝突による物理的な破損に加え、オニヒトデやサンゴ食巻貝による捕食の影響が考えられる。
- ・平成28年夏季に那覇空港周辺海域においてサンゴの白化現象が確認されたが、平成29年1月の調査では、移植したミドリイシ属等への白化の影響は大きいものではなく（白化に伴う死亡は概ね5%未満）、移植群体数や総被度は変化が小さかった。
- ・平成29年夏季にかけては魚類の捕食による移植サンゴの部分死が散見されたものの、生存群体数に大きな変化は見られなかった。

●エリア③-1, ③-2, ④-1, ④-2, ⑤:

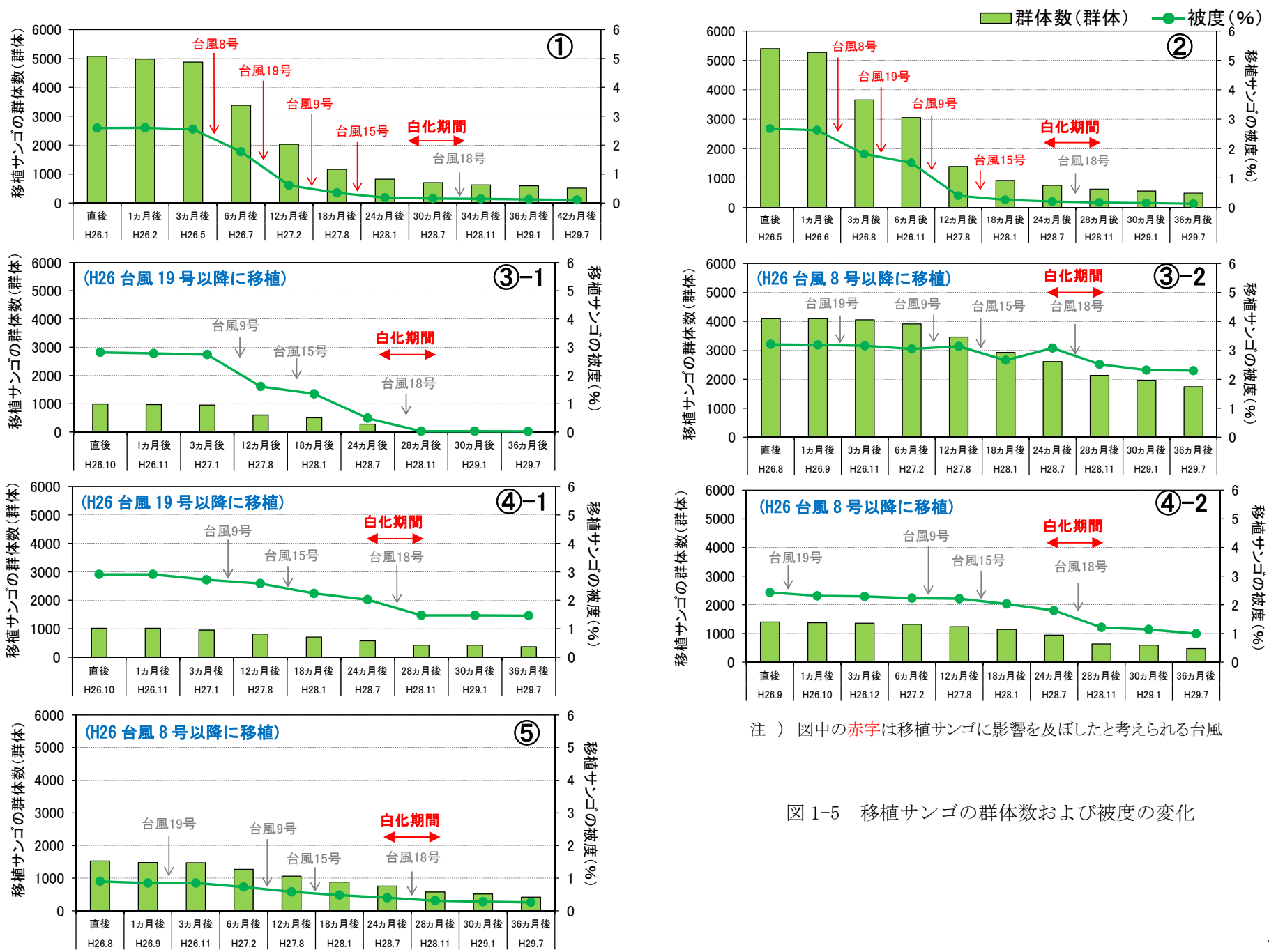
- ・平成26年の大型台風以降に移植を行ったため、エリア①②のような台風に係る影響は少ない。群体数の減少は、病気による死亡、オニヒトデやサンゴ食巻貝による捕食等の影響であると考えられる。
- ・③-1では、平成28年夏季以降に移植群体数が大きく減少した。これは、主に移植されたハナヤサイサンゴ属が、病気等に加え高水温の影響も受けたためと推察される。
- ・その他の地点では、平成29年夏季にかけては魚類の捕食による移植サンゴの部分死が散見されたものの、生存群体数に大きな変化は見られなかった。

表 1-4 移植数量

移植年度	移植エリア	移植群体数	詳細モニタリング枠
平成25年度	①	5,076 群体	C1～5
平成26年度	②	5,403 群体	C6～10
	③-1	991 群体	C18
	④-1	1,016 群体	C19
	③-2	4,094 群体	C13～15
	④-2	1,397 群体	C16, 17
	⑤	1,529 群体	C11, 12
合計		19,506 群体	—



図 1-4 移植位置



注) 図中の赤字は移植サンゴに影響を及ぼしたと考えられる台風

図 1-5 移植サンゴの群体数および被度の変化

1.7.2 小型サンゴの移植（主にアオサンゴ）

●エリア①, ②-1 :

- ・移植～12 ヶ月後までの群体数、総被度の減少は、時化や大型台風によって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、消失によるものと考えられる。
- ・平成 28 年夏季に那覇空港周辺海域においてサンゴの白化現象が確認されたが、平成 29 年 1 月の調査では、移植したアオサンゴ等への白化の影響は大きいものではなく（白化に伴う死亡は見られず）、移植群体数や総被度は変化小さかった。
- ・36 ヶ月以降は生残群体数に大きな変化はみられなかった。

●エリア②-2 :

- ・エリア①, ②-1 同様に大型台風の影響により生残群体数、総被度が減少した。
- ・これ以降、群体数に大きな変化はなく、周辺の岩盤に被覆するなど水平方向への成長がみられ、被度が増加している。
- ・30 ヶ月以降は移植群体数に大きな変化はみられなかった。

●エリア③ :

- ・他エリアの台風の影響を考慮し、波浪や転石の影響を受けにくいと考えられる海底面から比較的高所に移植したエリアであったが、台風 19 号および移植後 12 ヶ月～18 ヶ月の冬季風浪により群体数は減少した。
- ・これ以降、群体数に大きな変化はなく、周辺の岩盤に被覆するなど水平方向への成長がみられ、被度が増加している。
- ・30 ヶ月以降は移植群体数に大きな変化はみられなかった。

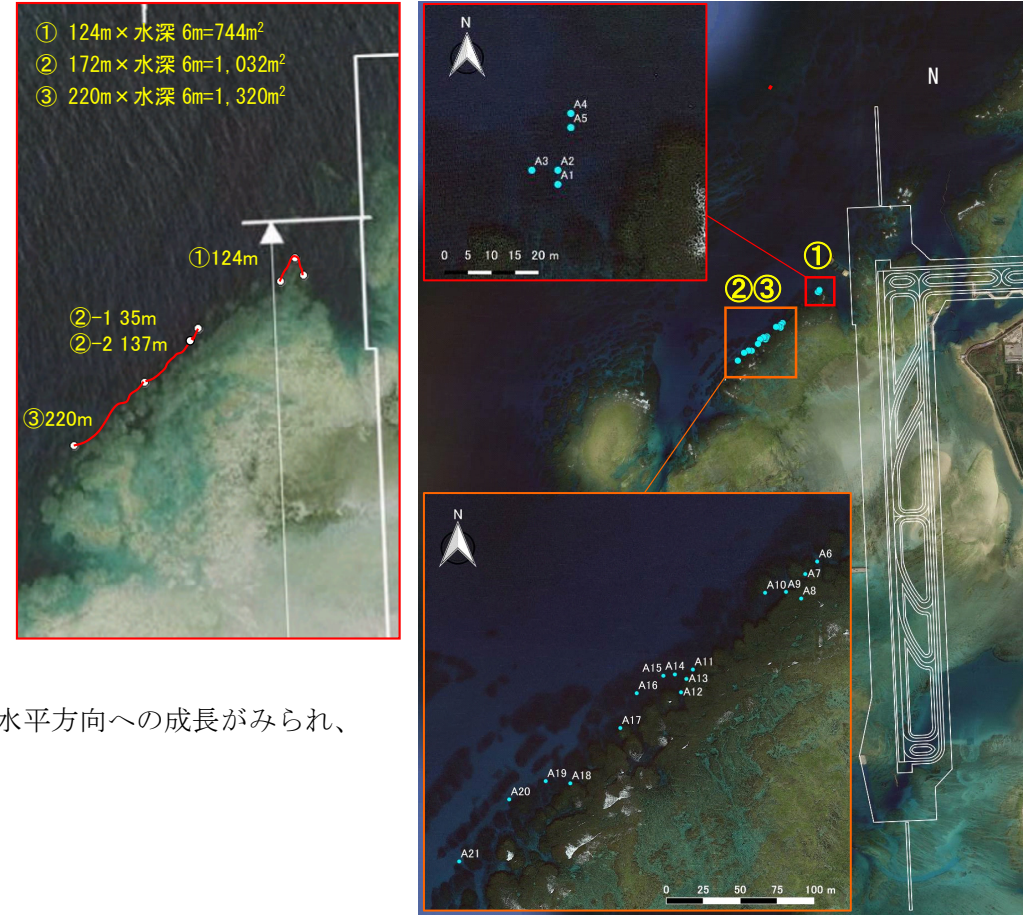


図 1-6 移植位置

表 1-5 移植数量

移植年度	移植エリア	移植群体数	詳細モニタリング枠
平成 25 年度	①	5,050 群体	A1～5
平成 26 年度	②-1	1,111 群体	A6～10
	②-2	4,925 群体	A11～15
	③	6,090 群体	A16～21
合計		17,176 群体	—

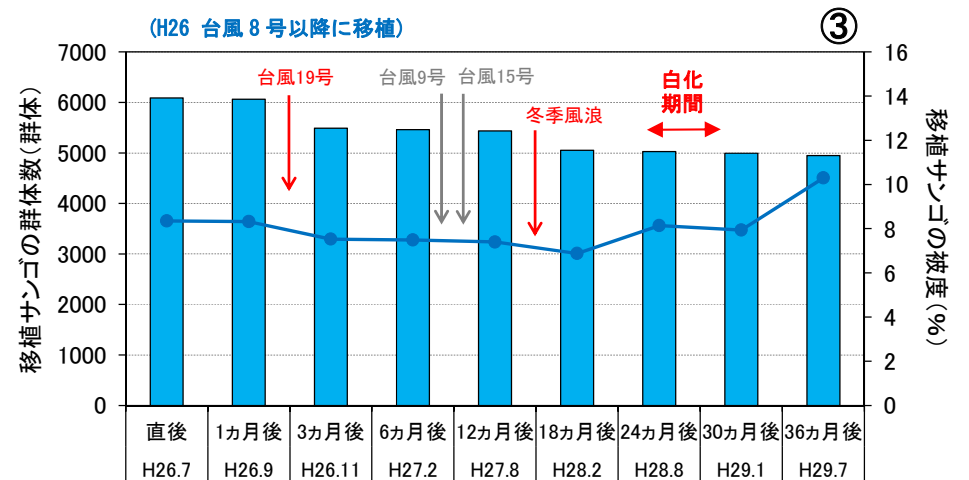
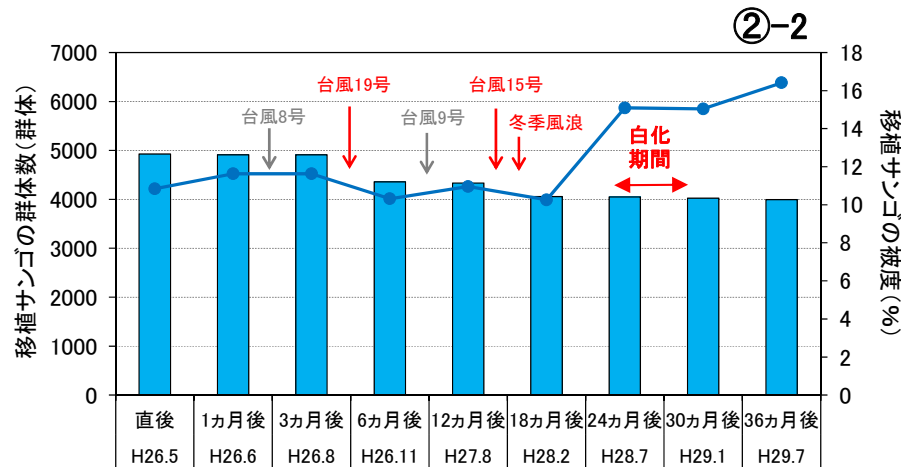
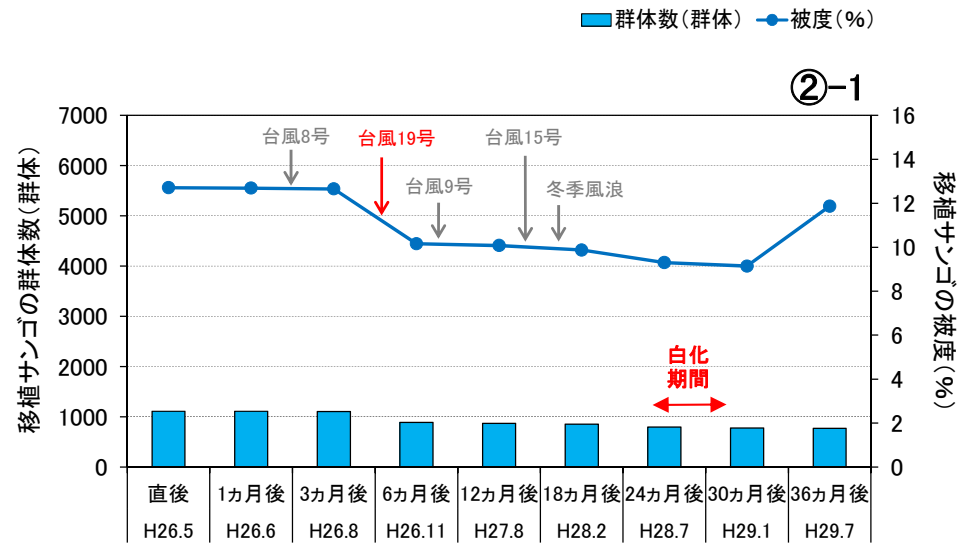
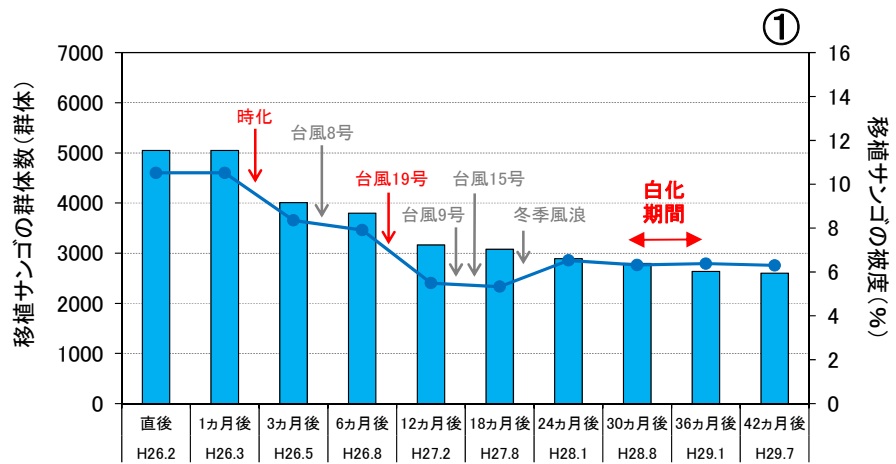


図 1-7 移植サンゴの群体数および被度の変化

注) 図中の赤字は移植サンゴに影響を及ぼしたと考えられる台風

1.7.3 大型サンゴの移築(塊状ハマサンゴ属)

大型サンゴのモニタリングでは、「生残部」、「死滅部」「裸地部」の割合より成育状況を確認する他、群体の埋没、転倒等の有無を確認している。

- ・移築 18 カ月後に台風の影響と考えられる転倒を生じる群体があった。転倒した群体の生存部は減少した。
- ・平成 28 年夏季(移築 24 ヶ月)に那覇空港周辺海域においてサンゴの白化現象が確認され、白化が 21 群体に生じたものの、秋季には 16 群体が回復し、平成 29 年 1 月には 20 群体について回復が見られた。
- ・36 カ月後については、No. 1、3、16、28 で生存部が 10%~15%減少した。これらの群体は局所的に死滅部が拡大している状況である。
- ・36 カ月後時点で全体の約6割の群体は、移築からの生残部の割合の変化が5%未満に留まり、大きな変化はなく成育している。

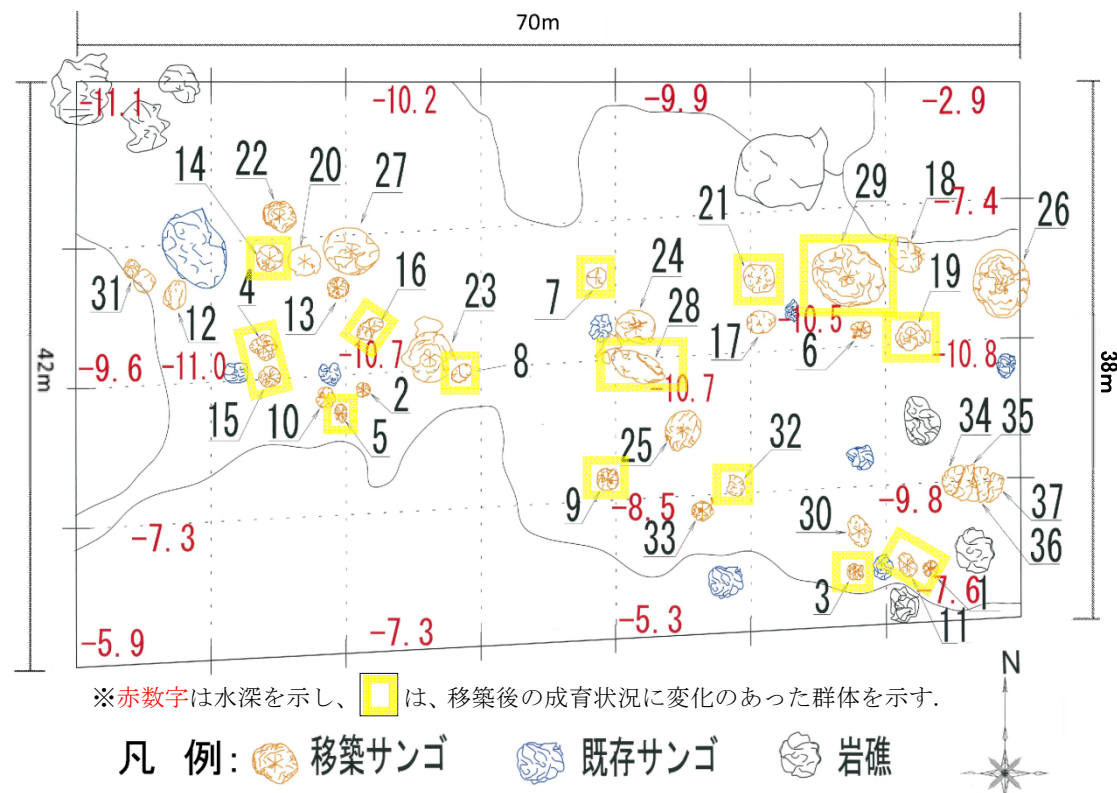
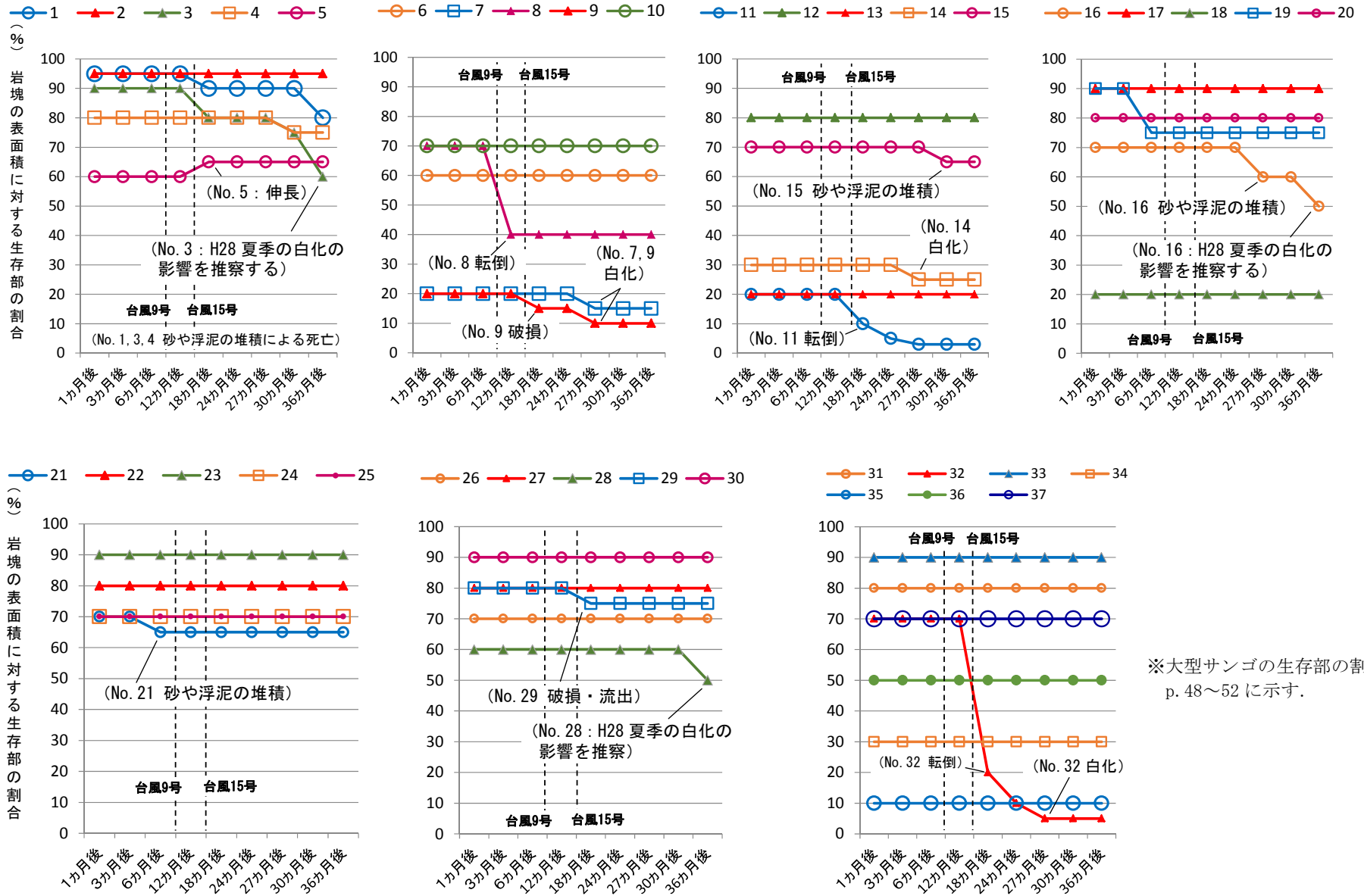


図 1-8 大型サンゴの移築先の配置

※使用する用語の定義

- ・生残部：移築された岩塊の表面積に占めるサンゴの生残部の割合。
- ・死滅部：前回調査の生残部の割合から今回調査の生残部の割合を差し引いた値。
- ・裸地部：サンゴの分布しない範囲または死滅していた範囲の割合。また、前回調査で死滅部と評価された範囲は次回以降に裸地と評価している。



※大型サンゴの生存部の割合等は p. 48~52 に示す。

図 1-9 大型サンゴ 37 群体の生存部の変化

1.7.4 枝サンゴ群集の移植(主にユビエダハマサンゴ)

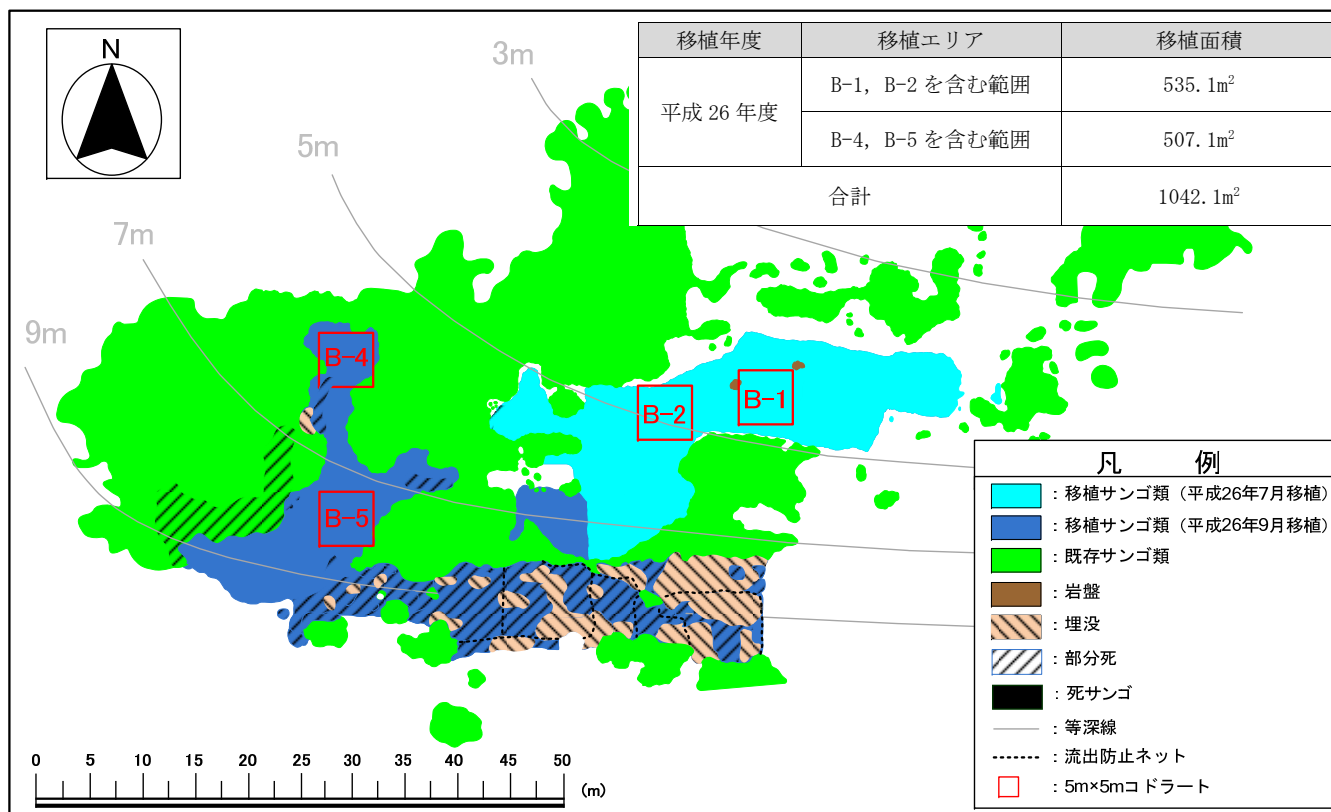


図 1-10 枝サンゴ群集(主にユビエダハマサンゴ)の移植先及びサンゴ埋没範囲

- 平成 27 年度に、非常に強い勢力の台風 9 号 (平成 27 年 7 月上旬) 及び台風 15 号 (平成 27 年 8 月下旬) が当該海域に接近し、これら台風時の高波浪の影響で砂が移動・堆積し、移植サンゴが埋没した。
- これ以降、埋没状況に大きな変化はない。



砂に埋没した移植サンゴ

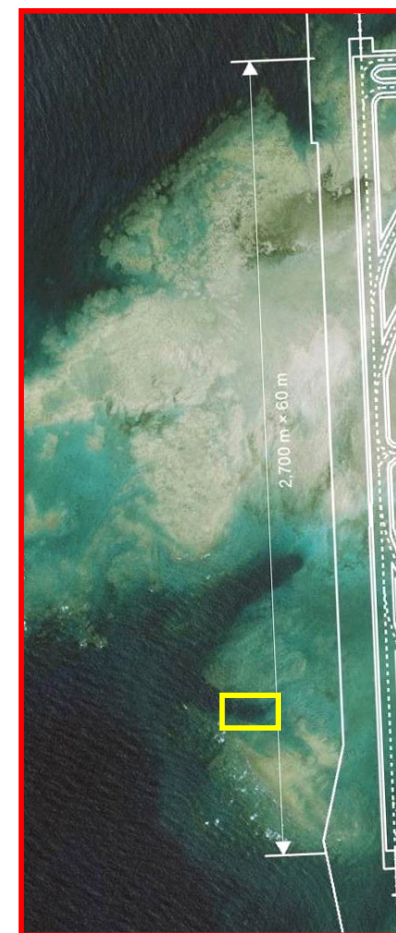


図 1-11 移植位置

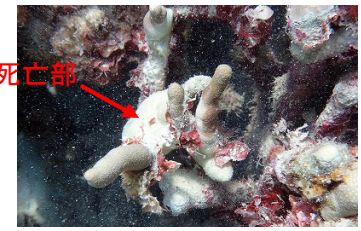
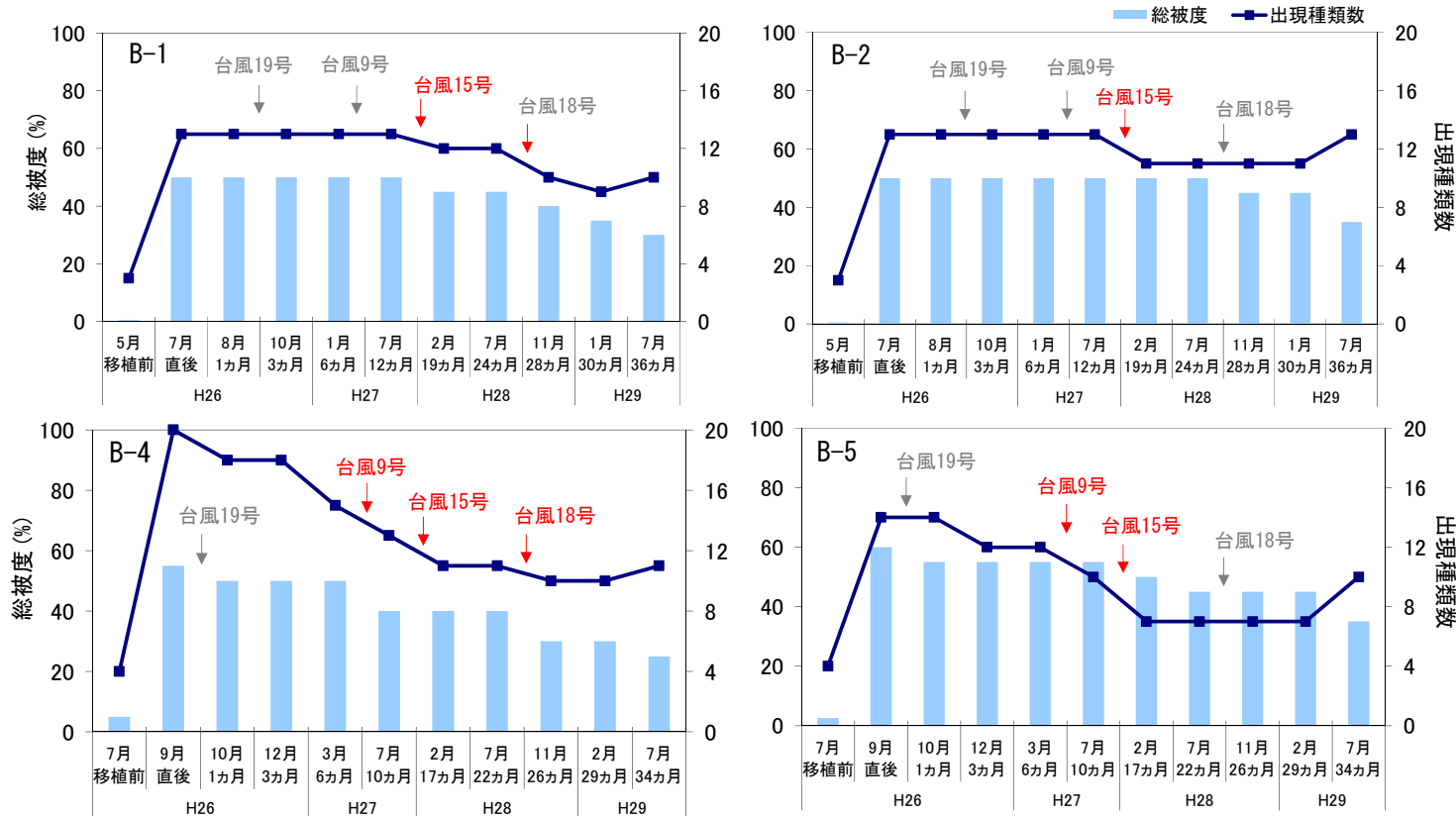


図 1-12 サンゴ群集の生存被度と種類数

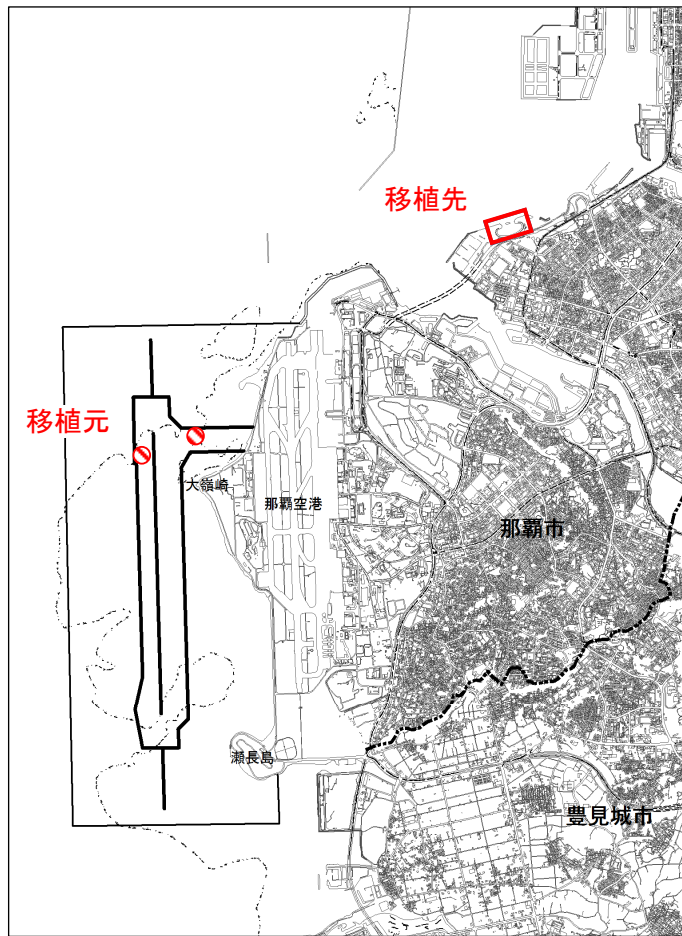
過年度の被度低下は、台風に伴う高波浪の影響で砂が移動・堆積し、移植サンゴが埋没したことによるものと考えられるが、平成 29 年 7 月時の被度低下は、紅藻綱のイワノカワ科の繁茂が関係していることが考えられる。

平成 29 年 7 月時に紅藻綱のイワノカワ科が海底の広範囲に繁茂し、また、移植したユビエダハマサンゴの群体下部を 2~3cm 厚で覆っている状況が確認された。藻類に覆われることにより光が遮蔽される他、浮泥の堆積も促進される。イワノカワ科に被覆されたサンゴでは、死亡後間もない群集もみられたことから、この被覆が今回の被度低下に影響したと考えられる。イワノカワ科の大発生 of 要因は不明である。

1.7.5 希少サンゴ類の移植

【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。



本事業では、沖縄本島で生息数が減少しているショウガサンゴを可能な限り移植した。

(※ その他、希少性の高い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。)

図 1-13 希少サンゴ類の移植元と移植先

ショウガサンゴ(固着性)

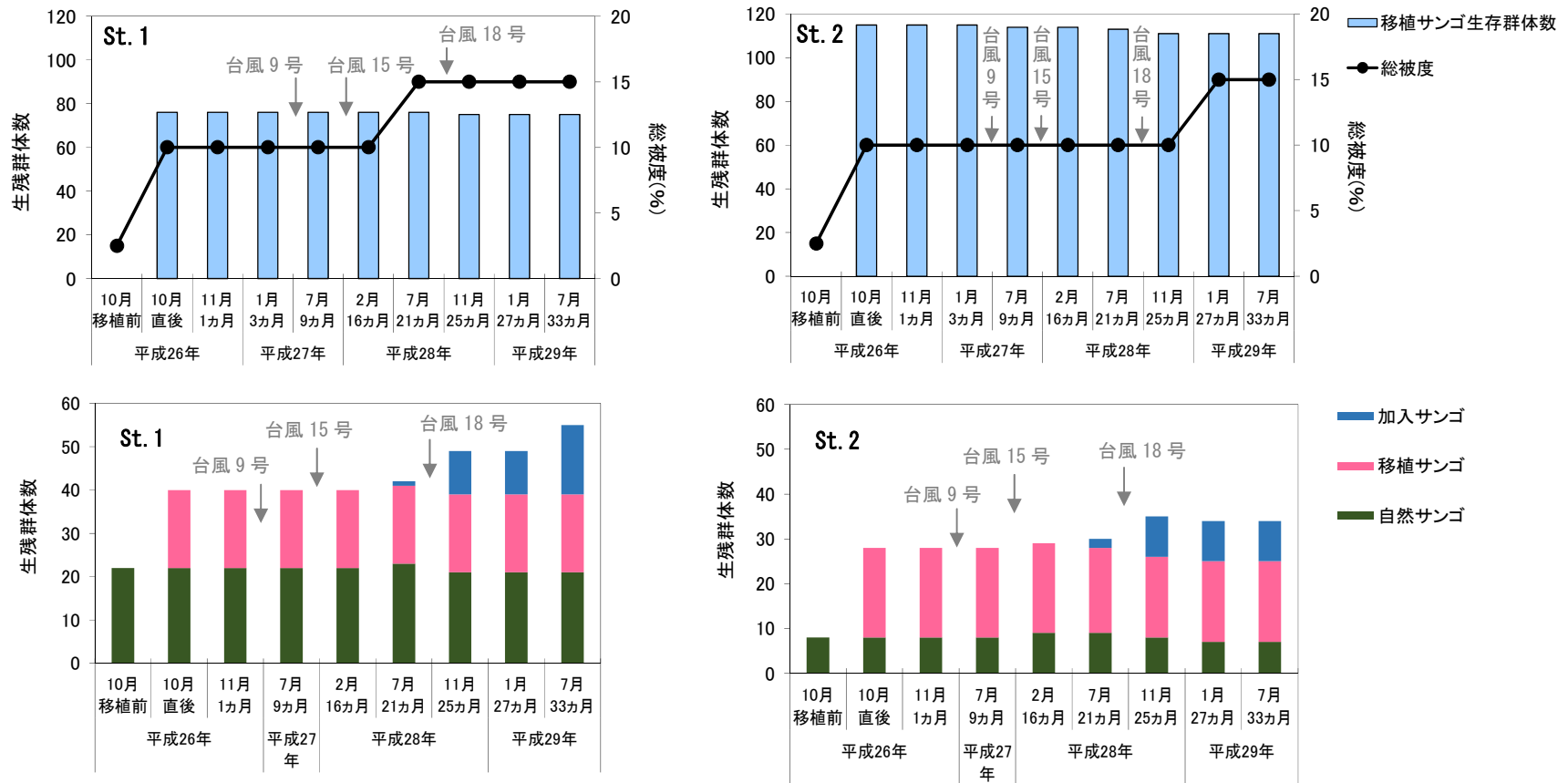


図 1-14 移植サンゴの群体数及び被度の変化(上段：4m×4m 枠)、移植サンゴ及び自然サンゴの群体数の変化(下段：2m×2m 詳細枠)

- ・ 移植したサンゴ類の総被度は、移植 32 ヶ月後には 2 地点とも 15%であり、移植直後からいずれも 5%増加した。この増加は、移植したショウガサンゴの成長に伴う被度増加であった。
- ・ 移植直後から移植 32 ヶ月後にかけて、移植サンゴの死亡は確認されず、僅かな流出は確認されたものの移植群体数に大きな変化はなかった。
- ・ 食害生物については、オニヒトデは確認されなかったものの、サンゴ食巻貝(シロレイシダマシ類)による食痕が散見された。食害によって死亡した群体は無かったものの、群体の根元部を中心に食害を受けた群体が多く見られた。(※ 確認したシロレイシダマシ類は可能な限り駆除されている)
- ・ その他、本移植エリアではサンゴ類の加入が見られている。

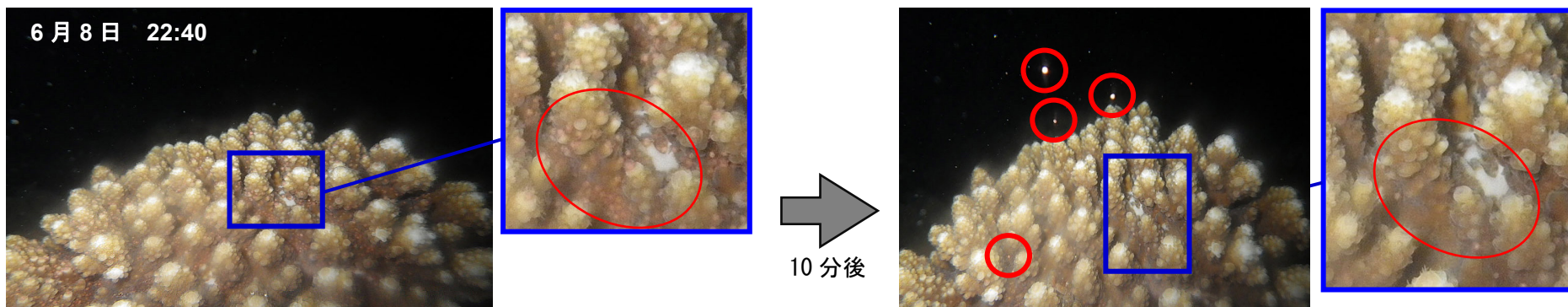
1.7.6 移植サンゴの産卵確認

(1) 移植ミドリイシ属の産卵確認

平成28年の5月下旬～6月中旬に移植サンゴ（ミドリイシ属）の産卵が確認されたが、本年も6月上旬にカメラを設置した1箇所において、移植サンゴ（ミドリイシ属）の産卵が確認された。定点カメラには、放出直前のバンドルや放出されたバンドル（※）が撮影された。

（産卵確認日：平成29年6月8日22:50）

※ バンドル：複数の卵と精子が詰まったカプセル



放出直前のバンドルがポリプから多数露出

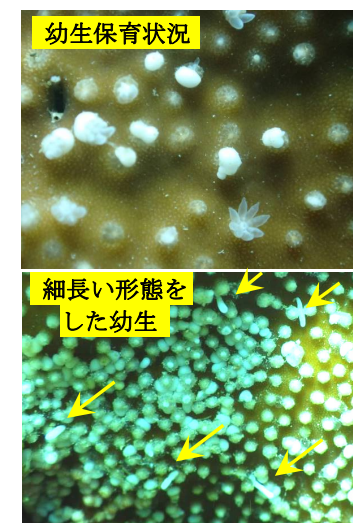
産卵直後、放出されたバンドルが浮遊している

(2) 移植アオサンゴの幼生保育・放出の確認

アオサンゴの繁殖様式は、放卵放精による一斉産卵を行うミドリイシ属とは異なり幼生保育型である。昨年、アオサンゴの移植地点の一部について幼生放出が確認されたが、本年は移植エリア21地点中17地点で幼生保育または放出が確認された。

表1-6 移植範囲における移植アオサンゴの幼生保育・放出群体の状況(参考値)

	エリア①					エリア②-1					エリア②-2					エリア③					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
幼生保育・放出 群体数	6	12	5	0	9	19	18	0	14	20	3	2	2	7	8	3	1	0	0	7	3
36カ月後の生残 群体数	55	95	34	51	70	83	100	35	56	123	71	88	91	109	105	109	86	76	102	114	90
幼生保育・放出 群体数の割合	11%	13%	15%	0%	13%	23%	18%	0%	25%	16%	4%	2%	2%	6%	8%	3%	1%	0%	0%	6%	3%
調査日	7/6	7/6	7/6	7/6	7/6	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/11	7/11	7/11	7/11	7/11	7/25	7/25	7/24	7/24	7/24	7/24



1.7.7 サンゴ移植事業の総括

(1) 移植目標に対する達成状況

平成 25～26 年度に実施されたサンゴ類の大規模な移植は、「那覇空港滑走路増設事業に係る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」ことが目的であった。移植目標及び移植実績は本資料の「1.5 移植実績(P.3)」に示すとおりであり、当初計画された移植目標(移植数量)は達成した(目標数量を上回る移植を行った)。

(2) 移植サンゴ及び周辺の魚類・大型底生動物のモニタリング結果のまとめ

表 1-7 移植サンゴの生残数量の一覧(平成 29 年夏季時点)

移植サンゴ	移植目標	移植実績(移植直後の数量)				移植から3年～3.5年の生残数量もしくは生残面積	
		36,682 群体	19,506 群体 (主にミドリイシ属)	一般的な移植エリア	10,479 群体	997 群体	10%
小型サンゴ	33,000 群体		36,682 群体	19,506 群体 (主にミドリイシ属)	影響緩和策の実施エリア ※1	9,027 群体	3,019 群体
		一般的な移植エリア			11,086 群体	7,366 群体	66%
		17,176 群体 (主にアオサンゴ)		影響緩和策の実施エリア ※1	6,090 群体	4,949 群体	81%
				平成 26 年の超大型台風(台風 8 号)以降に移植したエリア ※1	15,117 群体	7,968 群体	(53%)
大型サンゴ	37 群体	37 群体 ※2	—		37 群体 ※2	100%	
枝サンゴ群集	700m ²	1042.1m ²	—		750m ²	72%	
希少サンゴ類	242 群体	242 群体(191 群体) ※3	—		186 群体	97%	

※1 影響緩和策の実施エリアは、ミドリイシ属は、p.6～7のうちエリア No. ③-1, ③-2, ④-1, ④-2、アオサンゴは、p.8～9のうちエリア No. ③。

※2 大型サンゴは「岩塊表面に対する生存部の面積(%)」をモニタリングしている。移築群体の生存部の平均値は64%(移築直後)から61%(平成29年夏季)に推移している。

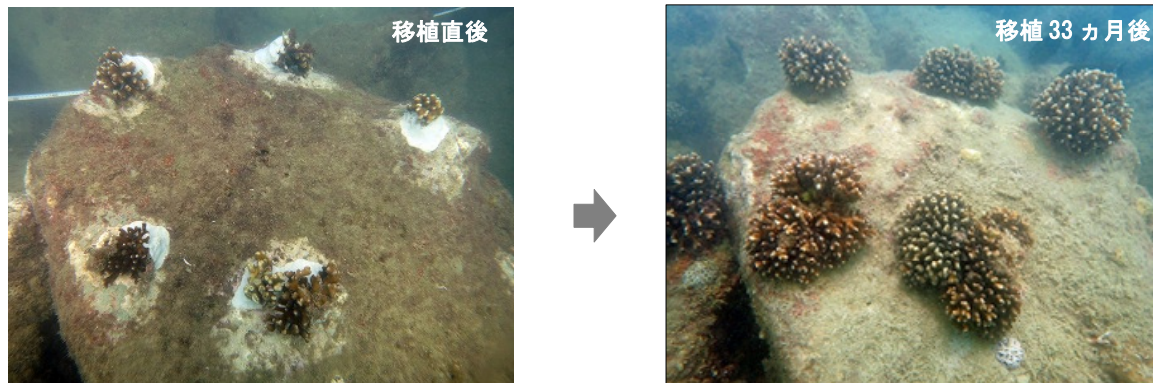
※3 希少サンゴ類は、242 群体を移植し、そのうちコドラート(4m×4m)内にある191 群体についてモニタリングしている。

表 1-8(1) 移植サンゴ類の成育状況

項目	比較対象	指標	結果
移植サンゴ群体・サンゴ群集の成育状況	移植直後の状況	移植したサンゴ類の生残群体数、種類等が移植直後の状況と比較して成育不良による大幅な減少がなく、健全に成育しているか	<ul style="list-style-type: none"> ・ミドリイシの一般的な移植適地における生残率は、大型台風の影響により 10% (移植 36~42 ヶ月後) となったが、台風による被災後、より外的影響を考慮した移植地における生残率は 33% (移植 36 ヶ月後) に留まっている。 ・その他の移植サンゴ類は概ね健全に成育しており、大規模移植としては特にアオサンゴの生残率が 66~81% (移植 36~42 ヶ月後) と比較的高い水準で推移している。 ・大型サンゴでは、高波浪の影響から一部が破損・消失した群体も見られるが、概ね健全に成育を続けている。

表 1-8(2) 移植サンゴ類の成育状況

移植サンゴ群体・サンゴ群集の成育状況	移植直後の状況	移植したサンゴ類の生残群体数、種類等が移植直後の状況と比較して成育不良による大幅な減少がなく、健全に成育しているか	<ul style="list-style-type: none"> ・サンゴ類の成長に伴い被度が増加した地点(アオサンゴ、ユビエダハマサンゴ、希少サンゴ)も見られており、生残群体および群集は概ね健全に成育を続けている。
--------------------	---------	---	---



移植サンゴの成長(被度増加)の例：希少サンゴ類(ショウガサンゴ)

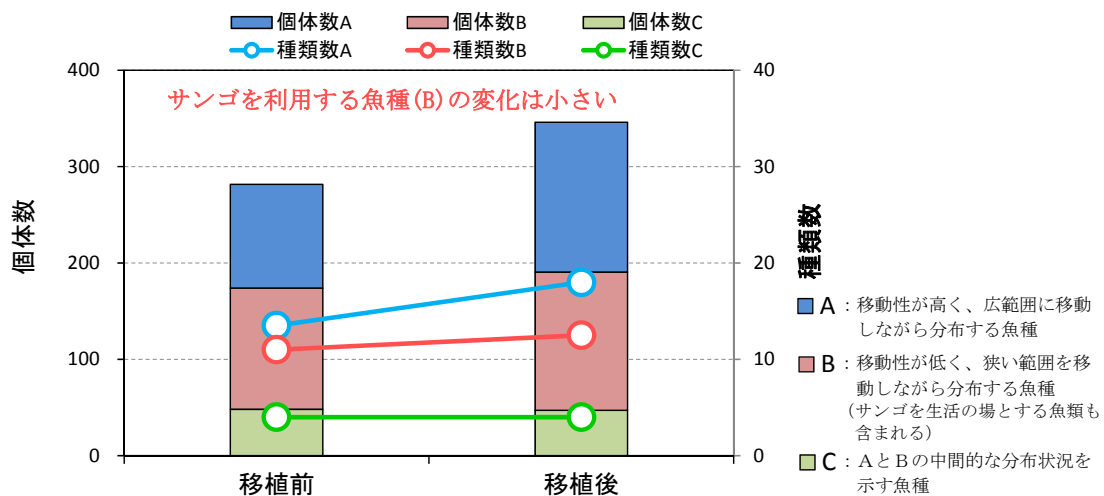
移植したサンゴ類付近で確認された魚類、大型底生動物の出現状況及びその考察を以下に示す。(※モニタリング結果詳細はP. 57～68 に示す)

表 1-9(1) 移植サンゴ付近の魚類及び大型底生動物の概況(小型サンゴ)

移植サンゴ	魚 類	大型底生動物
小型サンゴ (ミドリイシ属 アオサンゴ)	<ul style="list-style-type: none"> 各地点で増減はあるものの概ね移植前と同程度が確認されている。 移動性が低くサンゴへの依存性が高い魚種については、白化の影響を受ける可能性が考えられたが、白化の前後で変化は小さく、白化の影響は小さかったと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 各地点で増減はあるものの概ね移植前と同程度が確認されている。 白化の前後で変化は小さく、白化の影響は小さかったと考えられる。



移植場所としてミドリイシ、アオサンゴが自然分布するエリアを移植場所を選定したことから、サンゴの移植に伴う魚類や大型底生動物相の変化は小さいと考えられる。



(※「移植後」とは移植後の全期間・全地点の種類数、個体数の平均値を表わす)

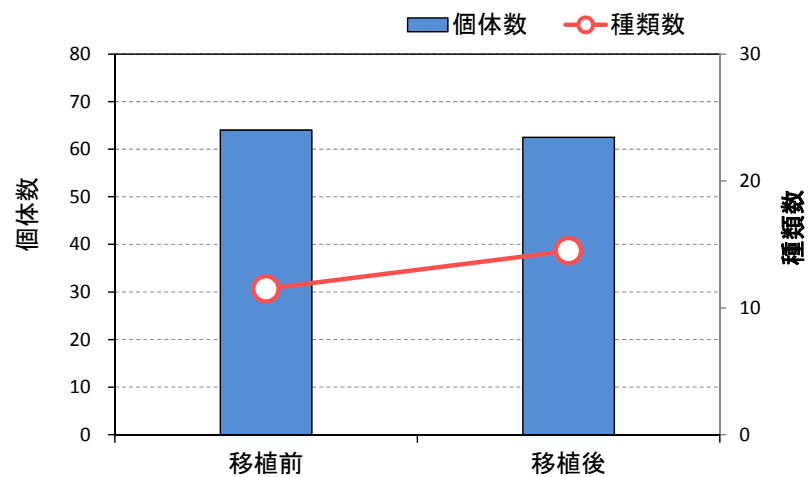


図 1-15(1) 移植前後の出現種類数、個体数の変化(魚類)

図 1-15(2) 移植前後の出現種類数、個体数の変化(大型底生動物)

表 1-9 (2) 移植サンゴ付近の魚類及び大型底生動物の概況 (大型サンゴ)

移植サンゴ	魚 類	大型底生動物
大型サンゴ	<ul style="list-style-type: none"> ・「サンゴ移植場所」と「その周辺」について比較すると、サンゴ付近で移動性が低く、狭い範囲を移動する魚類について種類数 4 倍、個体数 14 倍と顕著に増加し、サンゴの移植により魚類が多く見られるようになった。 ・移植サンゴ付近では、移動性の低いスズメダイ科やテンジクダイ科などの魚種が、移動性の高い魚種に比べて数倍多かった。 ・白化の前後で変化は小さく、白化の影響は小さかったと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺の砂礫域では岩礁性の大型底生動物はほとんど確認されていない。一方、移植された大型サンゴおよびその付近の底生動物は生息量が多い。 (ただし、サンゴに付着する軟体動物や脊索動物等の移動しない、もしくは移動性の低い種については、サンゴの移植元に生息していたものが付着したまま、現在も生息しているものと考えられる。)



移植サンゴ付近では魚類が顕著に増加し、特に移動性が低く、狭い範囲を移動しながら分布する魚類(下図B)が多くなったことから、大型サンゴの移植による魚類の増集効果が現れている。これは、大型サンゴの骨格(魚類の棲みこみ可能な隙間)やこれに伴う餌資源(底生動物)の棲みこみが起因していると考えられる。
大型サンゴの移植は、生物生息場の創出と生物多様性の向上に寄与したと考えられる。

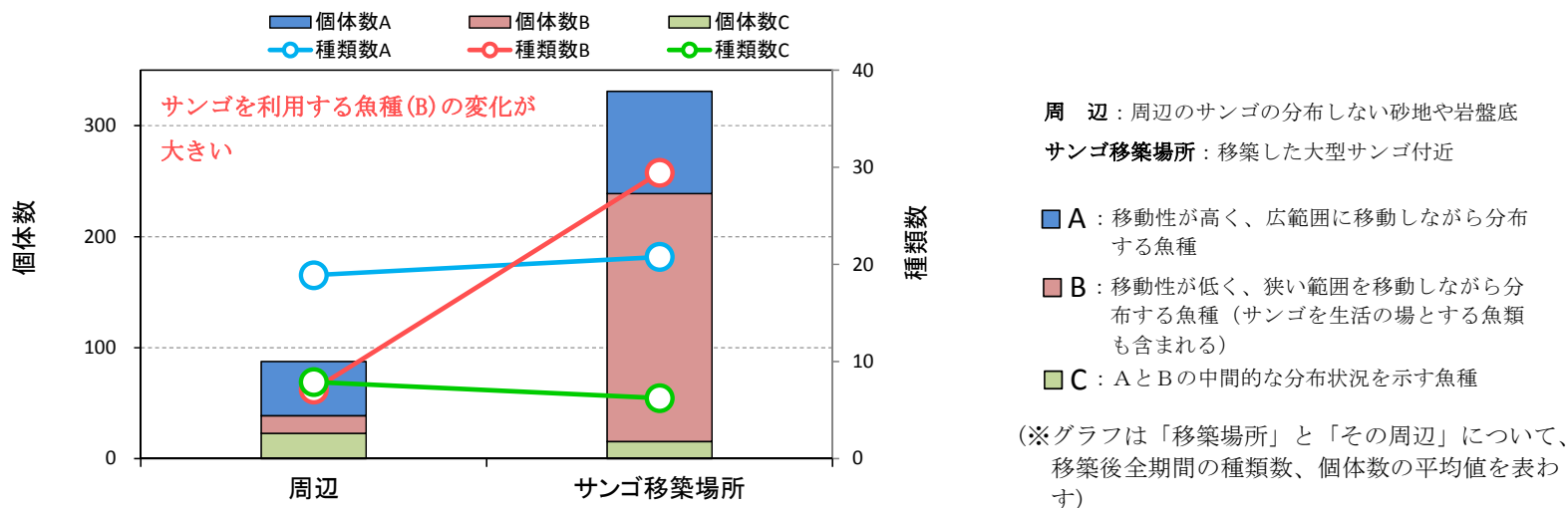


図1-15 (3) 移植場所とその周辺での出現種類数、個体数の変化 (魚類)

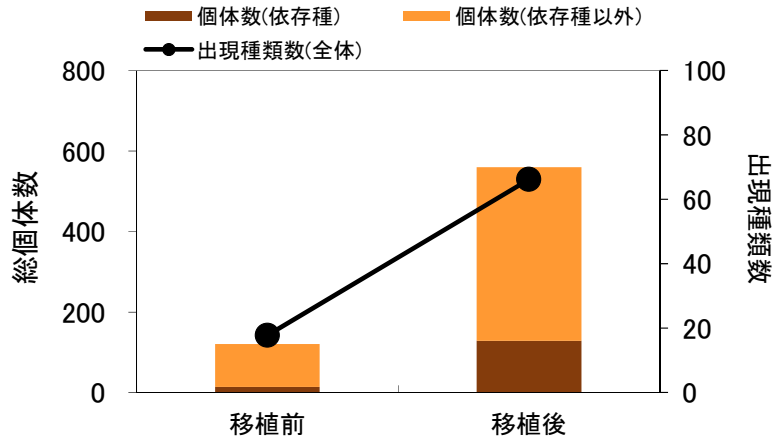
表 1-9 (3) 移植サンゴ付近の魚類及び大型底生動物の概況 (枝サンゴ群集)

移植サンゴ	魚 類	大型底生動物
枝サンゴ群集	<ul style="list-style-type: none"> ・移植サンゴ付近の出現種類数は移植前と比較して約 4 倍に増加した。総個体数も約 5 倍に増加した。 ・サンゴに依存する魚類に係る出現種類数は、移植前と比較して約 9 倍に増加した。総個体数も約 9 倍に増加した。 ・群集の白化は少なかったため、白化の影響は小さかったと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数は、移植前と比較して約 5 倍に増加した。総個体数も約 13 倍に増加した。



移植サンゴ群集における魚類・底生動物は種数、個体数とも概ね増加傾向にある。

サンゴに依存する魚種も増加傾向にあることから、枝サンゴの群集の移植は、生物生息場の創出と生物多様性の向上に寄与したと考えられる。



(※「移植後」とは移植後の全期間・全地点の種類数、個体数の平均値を表わす)

図 1-15 (4) 移植前後の出現種類数、個体数の変化 (魚類)

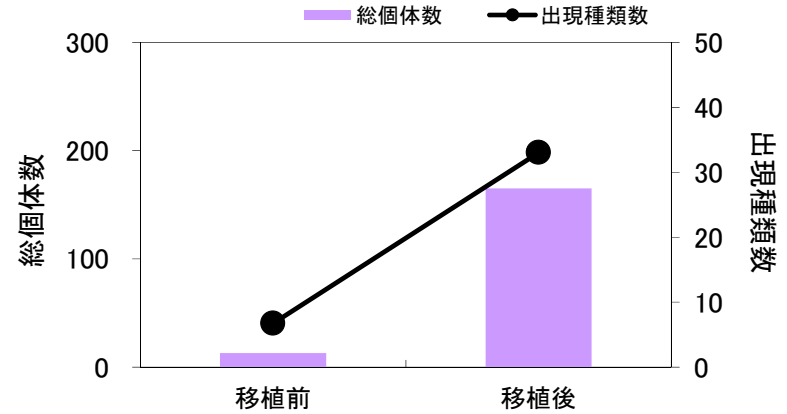


図 1-15 (5) 移植前後の出現種類数、個体数の変化 (大型底生動物)

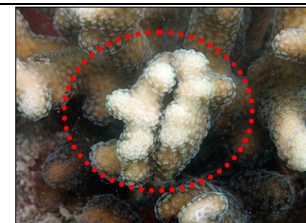
表 1-9(4) 移植サンゴ付近の魚類及び大型底生動物の概況(希少サンゴ)

移植サンゴ	魚 類	大型底生動物
希少サンゴ	<ul style="list-style-type: none"> ・移植サンゴ付近の出現種類数は移植前と比較して約3倍に増加した。総個体数も約6倍に増加した。 ・サンゴに依存する魚類に係る出現種類数は、移植前と比較して3倍に増加した。総個体数も4倍に増加した。 ・白化の影響はなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・出現種類数は、移植前と比較して約2倍に増加した。総個体数も約4倍に増加した。 ・移植サンゴにグローブ状の瘤<small>こぶ</small>が多数形成され、その中でサンゴヤドリガニ科(サンゴを宿主とする底生動物)が確認された。 ・白化の影響はなかった。

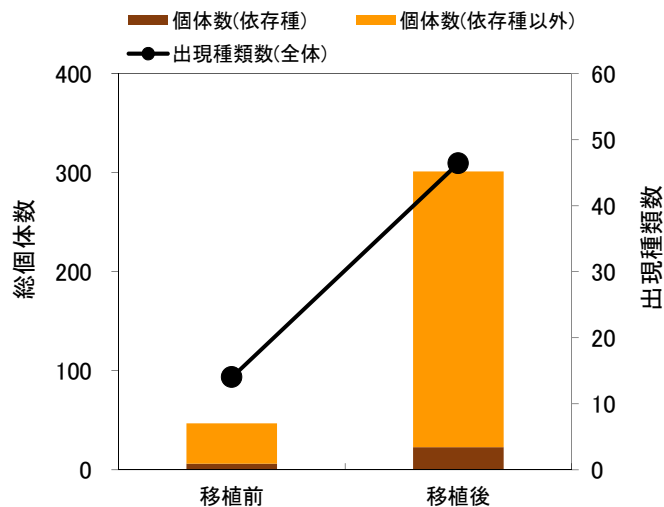


移植サンゴ群集における魚類・底生動物は種数、個体数とも概ね増加傾向にある。

サンゴに依存する魚種も増加傾向にあること、移植サンゴを宿主として生活する底生動物も確認されたことから、サンゴの移植は、生物生息場の創出と生物多様性の向上に寄与したと考えられる。



サンゴヤドリガニ科によって形成されたグローブ状の瘤



(※「移植後」とは移植後の全期間・全地点の種類数、個体数の平均値を表わす)

図 1-15(6) 移植前後の出現種類数、個体数の変化 (魚類)

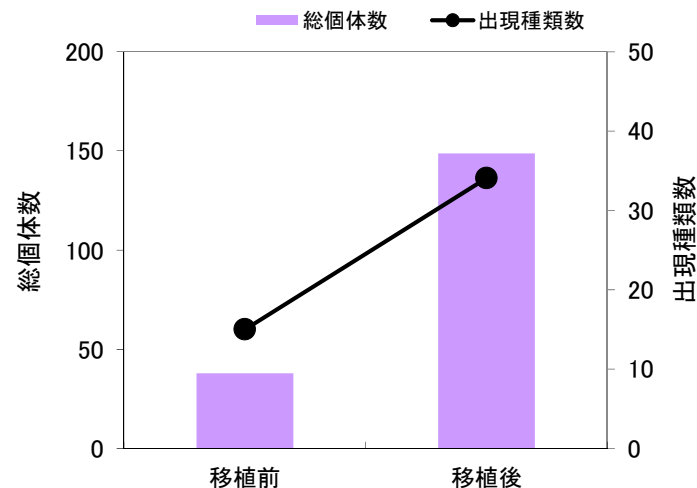
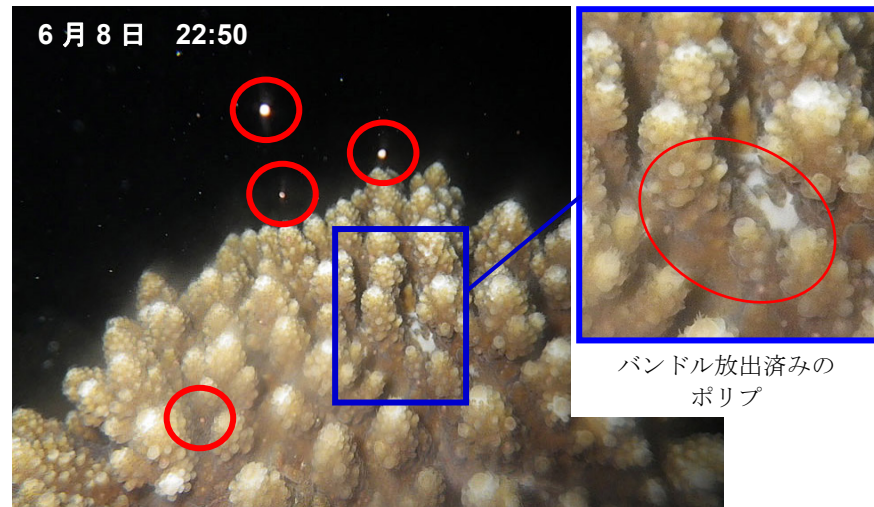


図 1-15(7) 移植前後の出現種類数、個体数の変化 (大型底生動物)

表 1-10 移植サンゴの再生産の状況

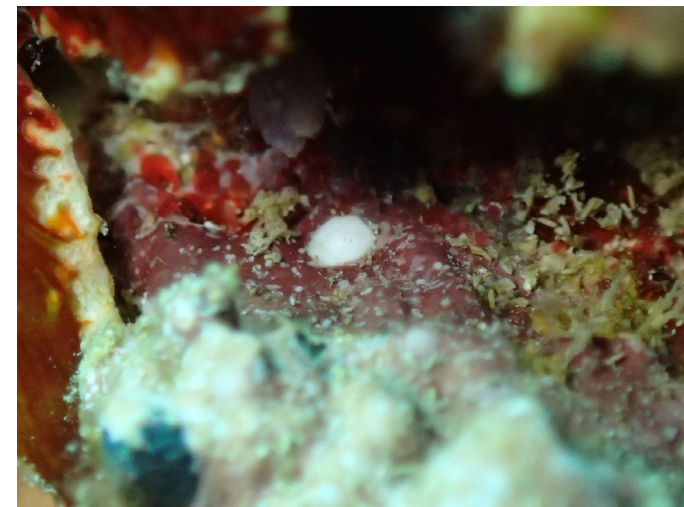
項目	比較対象	指標	結果
移植サンゴ類の再生産	—	移植サンゴの産卵行動が見られるか	<ul style="list-style-type: none"> ・移植されたミドリイシ属で平成 28, 29 年度の 2 か年にわたり産卵が確認され、移植されたアオサンゴでも幼生保育・放出が確認された。 ・移植サンゴの産卵および幼生保育・放出の時期は、那覇空港周辺の同属の天然サンゴと同時期であったことから、天然サンゴと移植サンゴのライフサイクルの同調性が認められる。 <p>⇒ 移植サンゴの一部のみ産卵確認調査を行ったが、その他の大多数の移植サンゴも同様に産卵している可能性がある。</p>

(産卵確認日 : 平成 29 年 6 月 8 日 22:50)



産卵直後、放出されたバンドルが浮遊している
(移植ミドリイシ属)

(幼生確認日 : 平成 29 年 7 月 7 日)



幼生の着床状況(移植群体の近景)
(移植アオサンゴ)

2. 有性生殖移植法に係る移植試験

2.1 評価書における記載内容（有性生殖移植に係る部分を抜粋）

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。

2.2 有性生殖移植の実施状況および今後の実施計画

<有性生殖移植試験の実施状況及び今後の実施計画>

- 環境影響評価時の実施方針としては、平成 26 年度に有性生殖移植試験を行い、その結果を踏まえて平成 27 年度以降の有性移植を検討する予定であった。しかし、平成 26 年度における有性生殖移植試験結果より、当該海域におけるサンゴ幼生の加入量は少なく、大規模な有性生殖移植を行うには有効性が低いことが考察されている。（第 4 回環境監視委員会）
- 平成 26 年度の環境監視委員会では、サンゴ幼生の加入量には年変動があることが指摘されたため（第 5 回環境監視委員会）、複数年間、加入量調査を行うこととなった。これにより当該海域におけるサンゴ幼生の加入量を把握するための有性生殖移植試験期間は、平成 26～29 年度の 4 ヶ年とした。（第 6 回環境監視委員会）
- 上記、計画した 4 年間について、事業者の実行可能な範囲で当該海域におけるサンゴ幼生の加入量を把握し、一定の成果を収めつつある。有性生殖移植試験で採苗、養育した稚サンゴは補完的に実海域に移植し、モニタリングも行っているが、平成 26 年度に開始した有性生殖移植に係るモニタリング（稚サンゴ）は、平成 31 年度に終了する（表 2-1）。
- 前述、加入量の年変動を考慮し、調査期間を延長した有性生殖移植試験についてもサンゴ幼生の加入量を把握できたことから、平成 27～29 年度の有性生殖移植に係るモニタリング（稚サンゴ）についても、同様に平成 31 年度に終了する。（表 2-1）。

表 2-1 委員会意見反映後の有性生殖移植の年次計画

実施年度及び実施項目	調査年次		H26				H27				H28				H29				H30				H31	
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏		
H26	海域採苗(着床具の設置)	■																						
	中間育成(中間育成場に移設)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	サンプリング(幼生加入量の把握)	■		■				■																
	実海域への移植・モニタリング								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
H27	海域採苗(着床具の設置)				■																			
	中間育成(中間育成場に移設)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	サンプリング(幼生加入量の把握)																							
	実海域への移植・モニタリング																							
H28	海域採苗(着床具の設置)																							
	中間育成(中間育成場に移設)																							
	サンプリング(幼生加入量の把握)																							
	実海域への移植・モニタリング																							
H29	海域採苗(着床具の設置)																							
	中間育成(中間育成場に移設)																							
	サンプリング(幼生加入量の把握)																							
	実海域への移植・モニタリング																							

※ は本委員会報告項目

有性生殖移植試験によるサンゴの加入状況調査

平成 26, 27 年度 有性生殖移植試験終了後に採取した稚サンゴの
海域移植とモニタリング

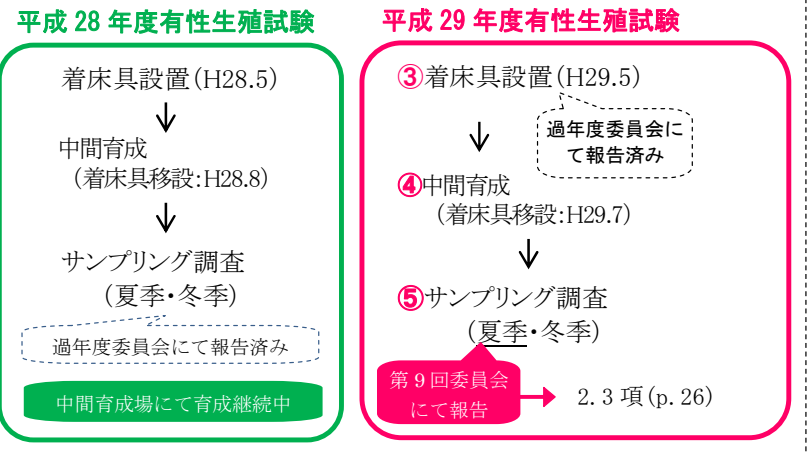
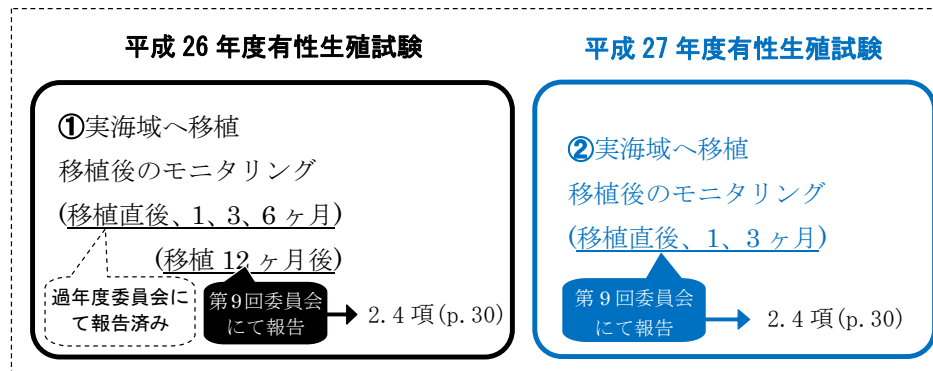


図 2-1 本委員会での報告項目

2.3 有性生殖移植試験

2.3.1 平成 29 年度有性生殖移植試験

(1) 着床具の設置

平成 26～27 年度に実施した有性生殖移植試験により稚サンゴの着床率の高かった 3 地点 5 箇所について着床具を設置(海域採苗)し、中間育成場にてサンゴの育成を促した。

なお、当該海域におけるミドリイシ属の産卵時期は、5月下旬～6月下旬と予想される。そのため、着床具は産卵時期の5月下旬以前に設置した。サンプリング調査は夏季及び冬季に行い、本委員会では「平成 29 年・夏季調査結果」について報告する。

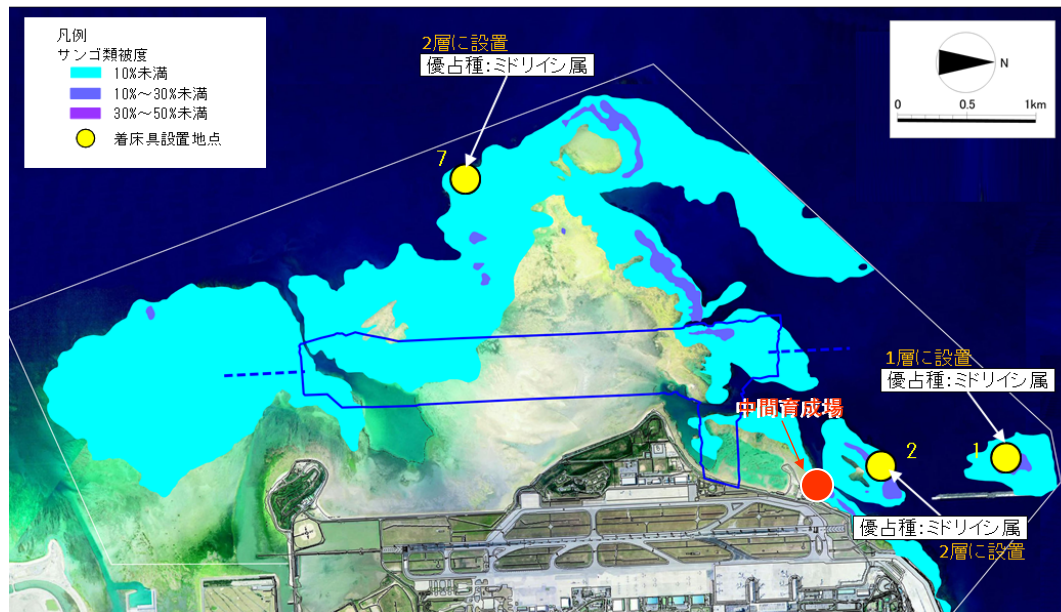


図 2-2 着床具設置地点(平成 29 年度)

表 2-2 着床具設置数量とサンプリング数量

地点	水深帯	水深 (m)	底質	着床具設置数量	サンプリング数量
St. 1	深所	3.9	岩盤	1,080	180×2季
St. 2	浅所	1.5	岩盤	1,080	180×2季
	深所	5.0	岩盤	1,080	180×2季
St. 7	浅所	0.5	岩盤	1,080	180×2季
	深所	5.3	岩盤	1,080	180×2季
計				5,400	900×2季

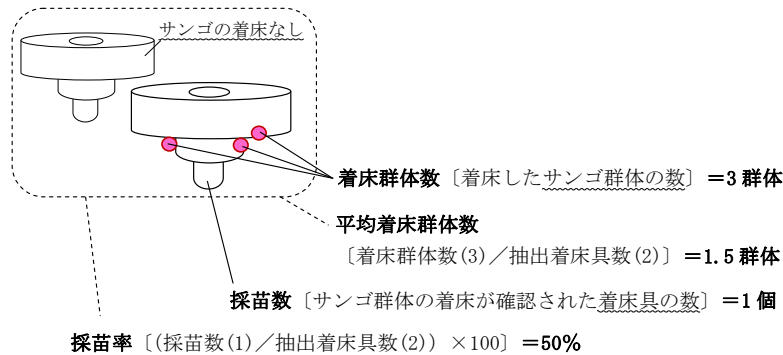
表 2-3 サンプル調査結果概要(夏季：平成 29 年 7 月)

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	86	0.5	61	34
	計	180	86	0.5	61	34
St.2	浅所	180	99	0.6	77	④ 43
	深所	180	102	0.6	77	④ 43
	計	360	201	0.6	154	43
St.7	浅所	180	62	0.3	49	27
	深所	180	60	0.3	44	③ 24
	計	360	122	0.3	93	26
全体	浅所	360	161	0.4	126	35
	深所	540	248	0.5	182	34
	計	900	① 409	0.5	308	34

表 2-4 着床したサンゴの種類別群体数(夏季：平成 29 年 7 月)

地点		種類					計
		ミドリイシ属	ハナヤサイ サンゴ科	アナサンゴ モドキ属	ハマサンゴ属	アオサンゴ属	
St.1	深所	43	40	3	0	0	86
	計	43	40	3	0	0	86
St.2	浅所	23	68	4	2	0	99
	深所	25	72	1	1	0	102
	計	48	140	5	3	0	201
St.7	浅所	31	21	5	1	0	62
	深所	46	6	5	2	0	60
	計	77	27	10	3	0	122
全体	浅所	54	89	9	3	0	161
	深所	114	118	9	3	0	248
	計	② 168	207	18	6	0	409

(例) 抽出した着床具数 2 個、着床サンゴ 3 群体の場合



平成 29 年夏季 (7 月) に 5 箇所から抽出した 900 個の着床具には、計 409 群体のサンゴの着床が確認された (表 2-3 ①)。

着床したサンゴ類について、過年度はミドリイシ属が最も多かったものの、今季はハナヤサイサンゴ科が 207 群体 (33%) と最も多く、次いで、ミドリイシ属が 168 群体 (60%)、アナサンゴモドキ属が 18 群体 (4%) の順であった (表 2-4 ②)。採苗率は 24~43% であり、St.2 の浅所、深所が最も高く、St.7 の深所で最も低かった (表 2-3 ③④)。

採苗率を経年比較すると、年々向上していたが、今季は平成 28 年度の調査結果の範囲内であった。

(参考) 採苗率の経年比較

採苗率	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	平成 29 年度
夏季	3~20%	11~41%	27~44%	24~43%
冬季	6~22%	5~47%	17~37%	—

2.3.2 有性生殖移植試験のまとめ

(1) 当該海域における着床状況の傾向

着床場所、着床する種類、着床群体数等には年変動があり、当該海域においてもミドリイシ属の着床状況により採苗率の変化が見られた。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。八重山・慶良間諸島および当該海域におけるミドリイシ属の産卵情報より、産卵期間における風向き状況をみると、採苗率の向上した平成27、28年度は南西寄りの風向で安定していた（図2-3）。一方、平成26年度のミドリイシ属の産卵期間では東寄りや北寄り、南寄りと風向にばらつきがみられた。

よって、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。

平成29年度は、ミドリイシ属の着床量が少なかったが、下図を見るとミドリイシ属の産卵期に東寄りの風が卓越している。着床具設置場所の西側に海域が広がっていることから卵や幼生が沖方向（西方向）に流出した可能性も考えられる。

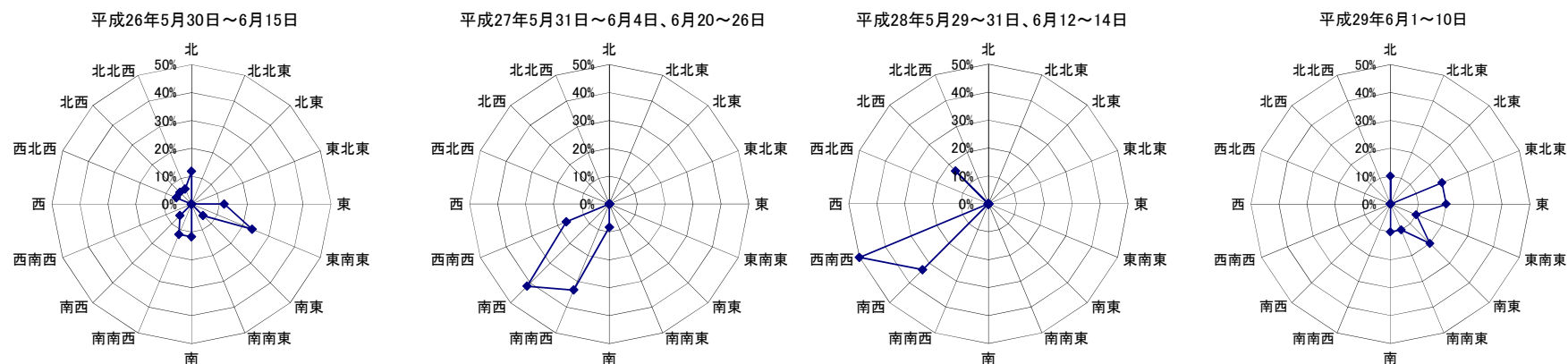


図2-3 ミドリイシ属産卵期における風配図（左より、平成26年度、平成27年度、平成28年度、平成29年度）

平成28、29年度の採苗率の向上は、過年度調査で着床率の高かった地点で採苗を行ったことも一因と考えられる他、着床具の中間育成場所への移設時期やそれ以降のサンプリング調査までの期間が過年度と比較して長かったため、サンゴ幼生が着床する機会が多くなった可能性が考えられる。

平成29年夏季について、過年度と比較してミドリイシ属の着床群体数が少なかったにも関わらず(p.74 参考図11-3)、採苗率が大きく減少しなかった要因としては、上述の採苗期間を長くしたことによるハナヤサイサンゴ科の着床群体数の増加によるものである。

(2) 有性生殖移植試験のまとめ

沖縄県や環境省でこれまでに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 群体以上と、他の海域と比べて突出しており、このグループでは効率的、安定的にサンゴ幼生を採苗することが可能と考えられる。しかし、これらの突出した地点を除く石西礁湖の他地点や沖縄本島を中心とした海域では、平均着床群体数が 2 群体以下となっており、那覇空港周辺におけるサンゴ加入量についても、沖縄本島では平均的な水準と考えられる。

当該海域においては、平成 27, 28, 29 年度は採苗率が 40%を超え、石西礁湖の一部、国頭、慶良間海域と比較して同等の結果を得ることもでき、これは着床具の設置場所の選別や採苗期間を長くするなどの工夫を施すことで採苗率の向上や着床サンゴ類の増加が見込めるなど、有性生殖移植について新たな技術的知見を得ることができた。

有性生殖移植試験のまとめとして、那覇空港周辺海域におけるサンゴ幼生の加入量については、採苗率と平均着床群体数の水準から、当該海域において有性生殖移植法による大規模な移植は有効性が低いと考えられる。

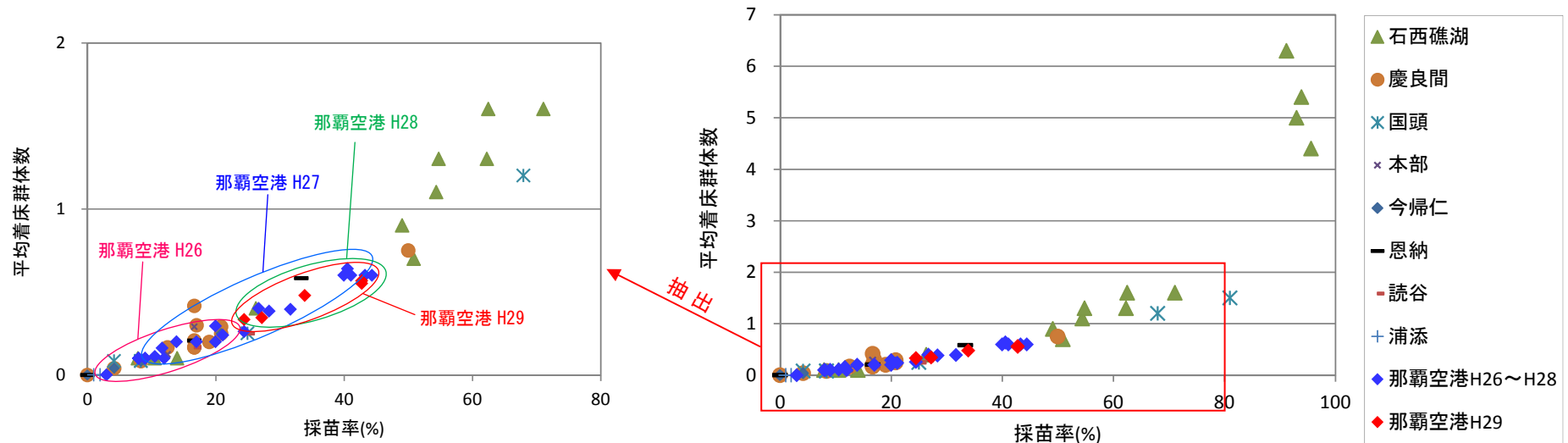


図 2-4 沖縄周辺海域における着床具設置後 1～3 か月後の採苗率と平均着床群体数の散布図

- ※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報告書
 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)監理等業務報告書

2.4 有性生殖移植試験後に海域に移植した稚サンゴのモニタリング

平成 26, 27 年度に有性生殖移植試験により海域採苗し、育成された稚サンゴを実海域に移植した。移植稚サンゴについては、生残状況等のモニタリングを行っている。移植時期は、移植後 1 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月、その後は年 2 回(夏季・冬季)である。



図 2-5 サンゴの移植状況

(1) 移植したサンゴ類と移植群体数

表 2-5(1) 移植したサンゴ類(平成 26 年度海域採苗、28 年度海域移植)

種類	群体数		
	カゴあり	カゴなし	計
ミドリイシ属	56	36	92
ハナヤサイサンゴ科	37	8	45
アナサンゴモドキ属	4	6	10
イボヤギ属	0	2	2
サザナミサンゴ属	1	0	1
計	98	52	150

※150 群体のうちコドラート(4 m×4m)内の 124 群体(カゴあり 98 群体, カゴなし 26 群体)について生残状況をモニタリングする。

表 2-5(2) 移植したサンゴ類(平成 27 年度海域採苗、29 年度海域移植)

種類	群体数		
	カゴあり	カゴなし	計
ミドリイシ属	53	0	53
ハナヤサイサンゴ科	17	0	17
計	70	0	70

※ 移植 70 群体について生残状況をモニタリングする。移植 70 群体すべてにカゴを設置した。

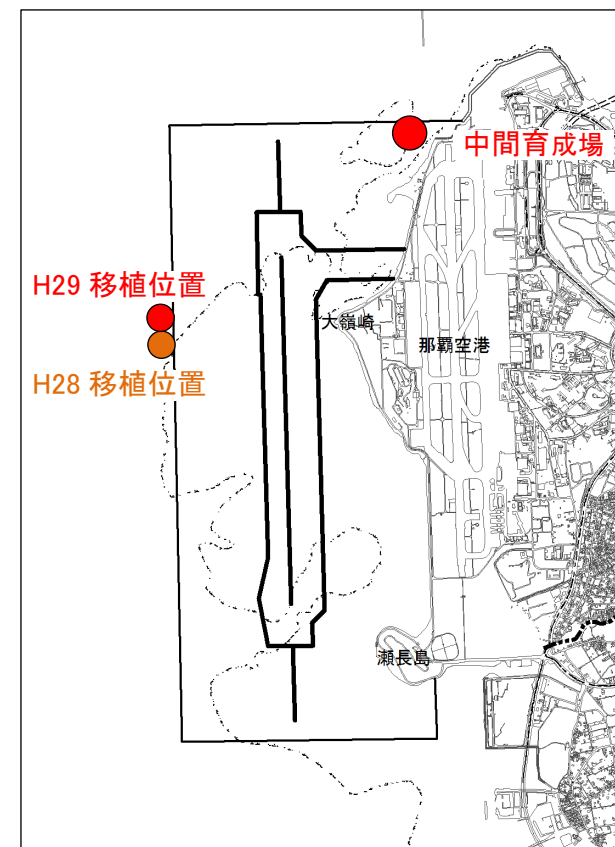
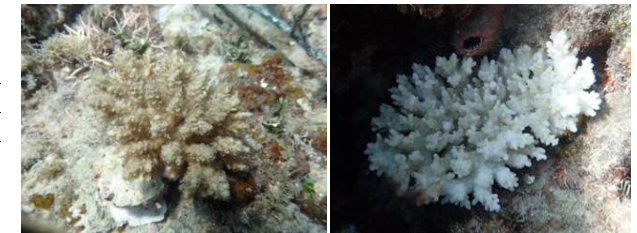


図 2-6 移植元と移植先の概略位置

(2) 移植サンゴの生残状況

表 2-6(1) 移植サンゴの種類別生存群体系数の変化(平成 26 年度海域採苗 → 28 年度海域移植)

調査時期			全体		ミドリイシ属		ハナヤサイサンゴ科	
			生存群体系数	生残率(%)	生存群体系数	生残率(%)	生存群体系数	生残率(%)
平成28年度	6月	移植直後	124	100	74	100	40	100
	7月	1ヵ月後	100	81	57	77	34	85
	9月	3ヵ月後	87	70	53	72	29	73
	12月	6ヵ月後	78	63	47	64	26	65
平成29年	7月	12ヵ月後	45	36	31	42	10	25



移植サンゴ
(食害と考えられる)

周辺の自然サンゴ(食害)

表 2-6(2) 移植サンゴの種類別生存群体系数の変化(平成 27 年度海域採苗 → 29 年度海域移植)

調査時期			全体		ミドリイシ属		ハナヤサイサンゴ科	
			生存群体系数	生残率(%)	生存群体系数	生残率(%)	生存群体系数	生残率(%)
平成29年度	6月	移植直後	70	100	53	100	17	100
	7月	1ヵ月後	63	90	48	91	15	88
	9月	3ヵ月後	59	84	46	87	13	76

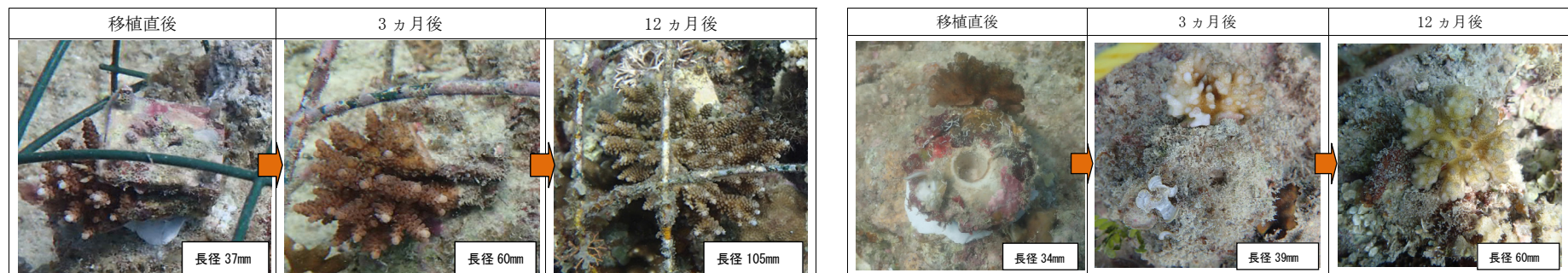


ハナヤサイサンゴ科(白化) ミドリイシ属(白化なし)

これまで、当該海域周辺では移植直後から継続してオニヒトデ及びその食跡が確認されており、調査枠周辺においてもオニヒトデの食跡が確認されている。また、平成 29 年の 6 月上旬には調査枠周辺で直径 10cm 程度の小型のオニヒトデが 2 個体確認されており、ミドリイシ属を中心に移植サンゴがオニヒトデによる食害にあったと考えられる。

また、平成 28～29 年夏季に当該海域は高水温になり、サンゴの白化が見られた。本試験で移植したハナヤサイサンゴ科も高水温の影響により白化し、減耗したものと考えられる。

その他、生残するサンゴ類は成長している。

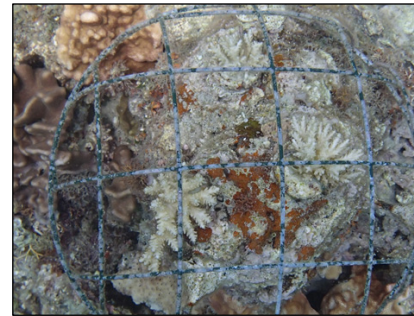
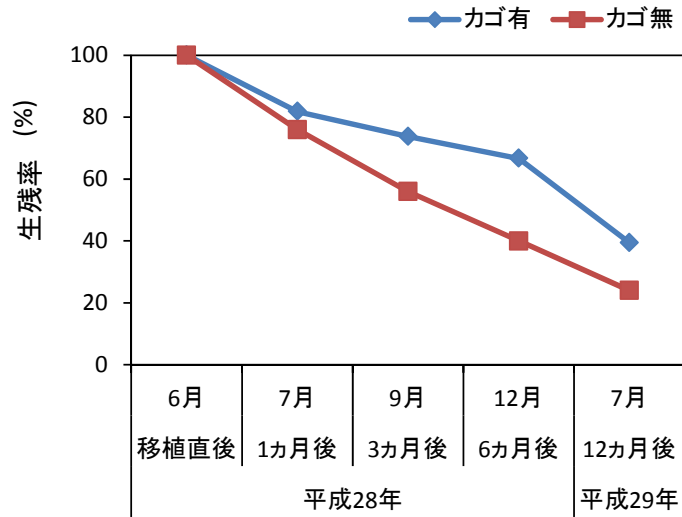


移植サンゴの成長 (左: ミドリイシ属、右: ハナヤサイサンゴ科)

(3) 食害防止カゴの効果

サンゴ類の移植時にカゴ設置による食害防止効果を確認するため、98 群体にはカゴを設置し、52 群体はカゴを設置しなかった。

カゴを設置した移植サンゴの生残率は、12 ヶ月後に 39%であったが、カゴ無しの移植サンゴの生残率は、24%であり、カゴを設置した場合の方が生残率は高くなった。カゴの設置は、食害防止に一定の効果があると考えられるが、今季、小型のオニヒトデがカゴ内に侵入したと考えられる食害の影響もみられた。カゴは魚類の食害を抑制する効果はあるが、小型オニヒトデについては効果が低いことが考えられる。



移植サンゴ(食害と考えられる)



調査地付近で見られた
小型のオニヒトデ(6月上旬)

図 2-7 食害防止カゴの有無による生残率の変化

詳細情報及び参考資料

【詳細情報及び参考資料1 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）



大型サンゴ（塊状ハマサンゴ属）



【参考】移植サンゴ周辺で確認された魚類の例

枝サンゴ群集（主にユビエダハマサンゴ）



アカヒメジ



デバスズメダイ



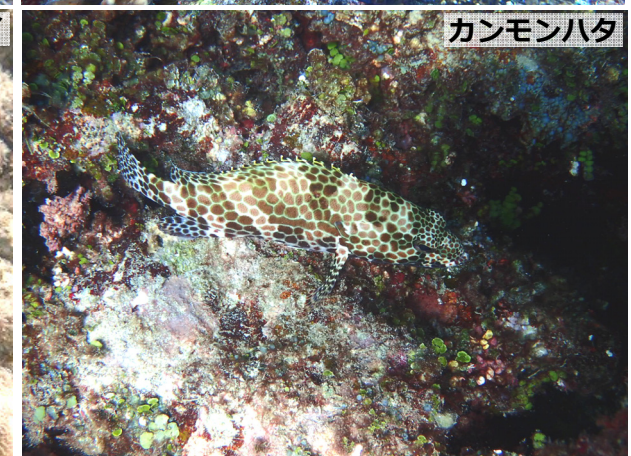
ヤマブキペラ



フウライチョウチョウウオ



ミスジリュウキュウスズメダイ



カンモンハタ

【詳細情報及び参考資料 2-1 移植小型サンゴ（ミドリイシ属）の生残群体数の変化】

参考表 2-1(1) 移植サンゴの群体数の変化

エリア	直後	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヶ月	30ヶ月	36ヶ月	42ヶ月	台風の影響 (移植場所の地形条件)	H29年・夏季
①	5,076	4,976	4,876	3,384	2,032	1,161	821	701	591	511	大きい (低平な地形)	511 生残率(10%)
②	5,403	5,276	3,658	3,056	1,396	920	751	560	486	486 生残率(9%)		
群体数	10,479											997 生残率(10%)

参考表 2-1(2) 移植サンゴの群体数の変化

エリア	直後	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヶ月	30ヶ月	36ヶ月	台風の影響 (移植場所の地形条件)	H29年・冬季	
③-1	991	968	953	—	601	503	278	15	15	小さい (周辺より高所の地形)	15 生残率(2%)	
③-2	4,094	4,094	4,058	3,916	3,465	2,931	2,611	1,970	1,744		1,744 生残率(43%)	
④-1	1,016	1,016	952	—	815	705	577	421	366		366 生残率(36%)	
④-2	1,397	1,371	1,358	1,320	1,236	1,139	940	592	476		476 生残率(34%)	
⑤	1,529	1,479	1,471	1,269	1,060	880	757	519	418		418 生残率(27%)	
群体数	9,027											3,019 生残率(33%)

※生残群体数及び被度の算出方法は、p. 38, 39 に示す。

移植エリア①、②については、サンゴ移植事業の初期に移植を行ったエリアであるが、時化や台風による波浪により海底が攪乱され、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、消失による減少があった。

移植サンゴに影響の大きかった台風は、移植1～3ヵ月後に来襲した『台風8号(平成26年7月・中心気圧930hpa)』であり、気象庁が「数十年に1度の強さ」として「特別警報」を発令する勢力であった。その後、同年10月にも大型で非常に強い台風19号(中心気圧900hpa)が沖縄本島に最接近し、その勢力は、沖縄市や那覇市など計6万4700世帯余りに避難勧告が出されるほどであった。

- エリア①**：30 ヲ月後までの群体数、総被度の減少は、時化や台風によって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、消失によるものが主であったと考えられる。ただし30 ヲ月以降は、死亡した移植サンゴに大きな破損はなく概ね元の形状を留めて群体も多かったことから、物理的破損による死亡ではなく、病気による死亡、オニヒトデやサンゴ食巻貝類による捕食等による影響も考えられる。移植後30 ヲ月（平成28年7月）以降は、那覇空港周辺海域においてサンゴの白化現象が確認された。しかし、34 ヲ月後（白化収束期）、36 ヲ月後ともに移植群体数の変化は小さく、総被度は変化していなかったことから、この時点で移植したミドリイシ属等への白化の影響は大きいものではなかった（白化は1%未満）と考えられる。42 ヲ月後にかけては魚類の捕食による移植サンゴの部分死亡が散見されたものの、移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア②**：24 ヲ月後までの群体数、総被度の減少はエリア①同様に、台風に伴う礫や転石の衝突による物理的な破損に加え、オニヒトデやサンゴ食巻貝による捕食の影響が考えられる。24 ヲ月後（平成28年7月）以降は、那覇空港周辺海域においてサンゴの白化現象が確認された。しかし、28 ヲ月後（白化収束期）、30 ヲ月後ともに移植群体数の変化は小さく、総被度は変化していなかったことから、この時点で移植したミドリイシ属等への白化の影響は大きいものではなかった（白化は1%未満）と考えられる。30 ヲ月～36 ヲ月後では、移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア③-1**：群体数は、移植3 ヲ月後まで大きな変化はみられなかったが、3 ヲ月後から30 ヲ月後にかけて9割以上減少した。総被度は、移植3 ヲ月後まで変化はみられず、3 ヲ月後から30 ヲ月後にかけて3割程度減少した。群体数の減少は、移植サンゴに大きな破損はなく概ね元の形状を留めていたことから、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の影響であると考えられる。また、24 ヲ月後（平成28年7月）以降の白化については、28 ヲ月後（白化収束期）に移植群体数が大きく減少したことから、病気等により活性が低くなったハナヤサイサンゴ属に高水温の影響が重なったことで死亡群体が増加したなど複数の要因が考えられる。30～36 ヲ月では、移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア③-2**、**エリア④-1**：群体数は、移植3 ヲ月後まで大きな変化はみられなかったが、3 ヲ月後から30 ヲ月後にかけて6割以上減少した。群体数の減少は、死亡した移植サンゴに大きな破損はなく概ね元の形状を留めていたことから、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の影響であると考えられる。24 ヲ月後（平成28年7月）以降の那覇空港周辺海域の白化については、30 ヲ月後ともに移植群体数の変化は小さく、総被度も変化していなかったことから、この時点で移植したミドリイシ属等への白化の影響は大きいものではなかったと考えられる（白化は1%未満）。30～36 ヲ月では、魚類の捕食やサンゴ食巻貝による移植サンゴの部分死亡が散見されたものの、移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア④-2**：群体数は、移植6 ヲ月後まで大きな変化はみられなかったが、6 ヲ月後から30 ヲ月後にかけて5割以上減少した。群体数の減少は、死亡した移植サンゴに大きな破損はなく概ね元の形状を留めていたことから、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の影響であると考えられる。24 ヲ月後（平成28年7月）以降の那覇空港周辺海域の白化については、30 ヲ月後ともに移植群体数の変化は小さく、総被度も変化していなかったことから、この時点で移植したミドリイシ属等への白化の影響は大きいものではなかったと考えられる。なお、白化割合が

小さかった大嶺崎北側(C16)では、24 ヶ月後以降にオニヒトデ個体や食痕が確認されたことから、総被度の主な低下要因はオニヒトデによる影響と考えられる。30～36 ヶ月では、サンゴ食巻貝による移植サンゴの部分死亡が散見されたものの、移植群体数に大きな変化はみられなかった。

- エリア⑤**：群体数は、移植6 ヶ月後まで大きな変化はみられなかったが、6 ヶ月後から30 ヶ月後にかけて5割以上減少した。群体数の減少は、死亡した移植サンゴに大きな破損はなく概ね元の形状を留めていたことから、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の影響であると考えられる。24 ヶ月後（平成28年7月）以降の那覇空港周辺海域の白化については、30 ヶ月後ともに移植群体数の変化は小さく、総被度も変化していなかったことから、この時点で移植したミドリイシ属等への白化の影響は大きいものではなかったと考えられる。30～36 ヶ月では、魚類の捕食による移植サンゴの部分死亡が散見されたものの、移植群体数に大きな変化はみられなかった。

【詳細情報及び参考資料 2-2 移植小型サンゴ（ミドリイシ属）の生残群体数及び被度の算出方法について】

(1) ミドリイシ属の生残群体数について

参考表 2-2(1) 移植数量(ミドリイシ属)

移植区分		群体数		備考
平成 25 年度	①	—	5,076 群体	C1~C5
平成 26 年度	②	5,403 群体	7,410 群体	C6~C10
	③-1	991 群体		C18
	④-1	1,016 群体		C19
	③-2	4,094 群体		C13~C15
	④-2	1,397 群体		C16, C17
	⑤	1,529 群体	C11, C12	
合計		—	19,506 群体	—

参考表 2-2(2) 移植範囲の面積(ミドリイシ属)

移植区分		面積
平成 25 年度	①	4,230m ²
平成 26 年度	②	3,770m ²
	③-1	355m ²
	④-1	552m ²
	③-2	1,465m ²
	④-2	758m ²
	⑤	1,890m ²
合計		13,020m ²

生残群体数の算出については、モニタリングを行っている「4m×4mの概略調査範囲内」における移植サンゴの生残率に移植直後の群体数を乗じて算出している。
参考表2-2(3)に移植サンゴ群体数の変化を示す。

参考表 2-2(3) 移植サンゴ生残群体数の変化(ミドリイシ属)

単位: 群体

移植区分	地点名	調査時期												
		移植直後	1ヵ月後	3ヵ月後	6ヵ月後	12ヵ月後	18ヵ月後	24ヵ月後	28ヵ月後	30ヵ月後	34ヵ月後	36ヵ月後	42ヵ月後	
平成 25 年度	①	C1	101	101	99	77	44	21	16	/	13	11	11	9
	C2	100	91	90	54	17	10	8	7		7	7	7	
	C3	103	103	101	92	69	35	22	19		18	18	14	
	C4	101	100	100	41	32	22	17	15		12	11	9	
	C5	102	102	97	74	41	28	19	16		14	12	12	
	合計	507	497	487	338	203	116	82	70		62	59	51	
	生残率(%)	100.00	98.03	96.06	66.67	40.04	22.88	16.17	13.81		12.23	11.64	10.06	
生残数	5,076	4,976	4,876	3,384	2,032	1,161	821	701	621	591	511			
平成 26 年度	②	C6	102	98	83	69	36	28	23	21	17	/	13	/
		C7	103	102	76	66	40	22	18	15	15		13	
		C8	104	102	74	65	33	20	16	14	12		11	
		C9	101	100	50	38	18	14	12	8	8		8	
		C10	101	97	63	51	5	3	2	1	1		1	
	合計	511	499	346	289	132	87	71	59	53	46	46		
	生残率(%)	100.00	97.65	67.71	56.56	25.83	17.03	13.89	11.55	10.37	9.00	9.00		
	生残数	5,403	5,276	3,658	3,056	1,396	920	751	624	560	486	486		
	③-1	C18	132	129	127	/	80	67	37	2	2	2	2	
		合計	132	129	127		80	67	37	2	2	2	2	
生残率(%)		100.00	97.73	96.21	60.61		50.76	28.03	1.52	1.52	1.52	1.52		
④-1	C19	111	111	104	/	89	77	63	46	46	40	40		
	合計	111	111	104		89	77	63	46	46	40	40		
	生残率(%)	100.00	100.00	93.69		80.18	69.37	56.76	41.44	41.44	36.04	36.04		
⑤	C11	107	105	105	97	88	76	65	53	50	/	41	/	
	C12	105	100	99	79	59	46	40	27	22		17		
	合計	212	205	204	176	147	122	105	80	72		58		
生残率(%)	100.00	96.70	96.23	83.02	69.34	57.55	49.53	37.74	33.96	27.36	27.36			
生残数	1,529	1,479	1,471	1,269	1,060	880	757	577	519	418	418			
③-2	C13	131	131	130	125	119	106	94	66	64	/	52	/	
	C14	105	105	104	99	88	71	61	53	49		45		
	C15	109	109	108	106	85	70	65	61	53		50		
	合計	345	345	342	330	292	247	220	180	166		147		
生残率(%)	100.00	100.00	99.13	95.65	84.64	71.59	63.77	52.17	48.12	42.61	42.61			
生残数	4,094	4,094	4,058	3,916	3,465	2,931	2,611	2,136	1,970	1,744	1,744			
④-2	C16	111	108	106	103	95	90	75	40	38	/	29	/	
	C17	106	105	105	102	97	87	71	58	54		45		
	合計	217	213	211	205	192	177	146	98	92		74		
	生残率(%)	100.00	98.16	97.24	94.47	88.48	81.57	67.28	45.16	42.40		34.10		34.10
生残数	1,397	1,371	1,358	1,320	1,236	1,139	940	631	592	476	476			

(2) 移植サンゴの被度について(ミドリイシ属)

1) 移植サンゴ1群体あたりの面積(概算)

移植サンゴ1群体あたりの面積を求めるため、モニタリング調査(2m×2mの詳細調査)で計測している移植サンゴの長径を活用している。ただし、長径を計測する詳細調査は、移植直後、1ヵ月後、12ヵ月後、24ヵ月後、36ヵ月後のみ行っているため、サンゴ面積の算出に必要な各時期の長径は、3、6ヵ月後は1ヵ月後の計測結果を、18ヵ月後は12ヵ月後の計測結果を、28ヵ月後、30ヵ月後および34ヵ月後は24ヵ月後の計測結果を用いて算出している。

参考表 2-2(5) 移植サンゴ被度増加率

参考表 2-2(4) 移植サンゴの平均長径および平均面積

移植区分	調査時期	サンプル数N	平均長径	標準偏差	平均面積	
平成25年度	①	移植直後	136	16.60cm ±4.99cm	0.0216㎡	
		1ヵ月後	135	16.78cm ±5.14cm	0.0221㎡	
		12ヵ月後	53	12.68cm ±4.28cm	0.0126㎡	
		24ヵ月後	25	10.82cm ±4.06cm	0.0092㎡	
		36ヵ月後	17	10.29cm ±4.06cm	0.0083㎡	
		48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で測定			
	平成26年度	②	移植直後	145	15.44cm ±4.79cm	0.0187㎡
			1ヵ月後	144	15.46cm ±4.76cm	0.0188㎡
			12ヵ月後	32	11.70cm ±3.16cm	0.0108㎡
			24ヵ月後	32	11.40cm ±3.23cm	0.0102㎡
36ヵ月後			16	11.44cm ±3.46cm	0.0103㎡	
48ヵ月後			冬季調査(H30.1)で調査予定			
③-1		移植直後	36	11.36cm ±2.12cm	0.0101㎡	
		1ヵ月後	35	11.39cm ±2.15cm	0.0102㎡	
		12ヵ月後	26	11.01cm ±2.55cm	0.0095㎡	
		24ヵ月後	13	8.97cm ±2.82cm	0.0063㎡	
	36ヵ月後	1	8.41cm ±1.00cm	0.0056㎡		
	48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				
④-1	移植直後	28	14.18cm ±2.83cm	0.0158㎡		
	1ヵ月後	28	14.18cm ±2.83cm	0.0158㎡		
	12ヵ月後	25	14.94cm ±2.66cm	0.0175㎡		
	24ヵ月後	18	15.69cm ±2.65cm	0.0193㎡		
	36ヵ月後	8	16.76cm ±2.60cm	0.0221㎡		
	48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				
③-2	移植直後	74	12.12cm ±2.50cm	0.0115㎡		
	1ヵ月後	74	12.06cm ±2.43cm	0.0114㎡		
	12ヵ月後	66	13.01cm ±3.18cm	0.0133㎡		
	24ヵ月後	54	14.83cm ±3.44cm	0.0173㎡		
	36ヵ月後	39	15.67cm ±5.49cm	0.0193㎡		
	48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				
④-2	移植直後	74	12.96cm ±3.35cm	0.0132㎡		
	1ヵ月後	74	12.76cm ±3.29cm	0.0128㎡		
	12ヵ月後	69	13.12cm ±3.77cm	0.0135㎡		
	24ヵ月後	52	13.60cm ±4.33cm	0.0145㎡		
	36ヵ月後	22	14.16cm ±4.43cm	0.0158㎡		
	48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				
⑤	移植直後	90	11.91cm ±2.24cm	0.0111㎡		
	1ヵ月後	85	11.76cm ±2.60cm	0.0109㎡		
	12ヵ月後	62	11.51cm ±3.06cm	0.0104㎡		
	24ヵ月後	44	11.30cm ±3.23cm	0.0100㎡		
	36ヵ月後	18	12.19cm ±4.62cm	0.0117㎡		
	48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				

※ 平均面積は移植サンゴを円であると仮定して、平均長径より求めた。平均面積=π×(平均長径/2)²

移植区分	調査時期	群体数※1	平均面積※2	サンゴ面積※3	移植範囲面積※4	移植サンゴの被度※5	移植区分	調査時期	群体数※1	平均面積※2	サンゴ面積※3	移植範囲面積※4	移植サンゴの被度※5						
平成25年度	①	移植直後	5,076群体	0.0216㎡	109.64㎡	4,230㎡	2.59%	平成26年度	③-2	移植直後	4,094群体	0.0115㎡	47.08㎡	1,465㎡	3.21%				
		1ヵ月後	4,976群体	0.0221㎡	109.97㎡	2.60%	1ヵ月後			4,094群体	0.0114㎡	46.67㎡	3.19%						
		3ヵ月後	4,876群体	0.0221㎡	107.76㎡	2.55%	3ヵ月後			4,058群体	0.0114㎡	46.26㎡	3.16%						
		6ヵ月後	3,384群体	0.0221㎡	74.79㎡	1.77%	6ヵ月後			3,916群体	0.0114㎡	44.64㎡	3.05%						
		12ヵ月後	2,032群体	0.0126㎡	26.60㎡	0.61%	12ヵ月後			3,465群体	0.0133㎡	46.07㎡	3.14%						
		18ヵ月後	1,161群体	0.0126㎡	14.67㎡	0.35%	18ヵ月後			2,931群体	0.0133㎡	38.97㎡	2.66%						
		24ヵ月後	821群体	0.0090㎡	7.56㎡	0.18%	24ヵ月後			2,611群体	0.0173㎡	45.08㎡	3.08%						
		30ヵ月後	701群体	0.0090㎡	6.45㎡	0.15%	28ヵ月後			2,136群体	0.0173㎡	36.88㎡	2.52%						
		34ヵ月後	621群体	0.0090㎡	5.71㎡	0.14%	30ヵ月後			1,970群体	0.0173㎡	34.01㎡	2.32%						
		36ヵ月後	621群体	0.0083㎡	4.92㎡	0.12%	36ヵ月後			1,744群体	0.0193㎡	33.63㎡	2.30%						
		42ヵ月後	511群体	0.0083㎡	4.25㎡	0.10%	42ヵ月後			冬季調査(H30.1)で調査予定									
		48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				—			—	—	—							
		平成26年度	②	移植直後	5,403群体	0.0187㎡	101.04㎡			3,770㎡	2.68%	平成27年度	④-2	移植直後	1,397群体	0.0132㎡	18.44㎡	758㎡	2.43%
				1ヵ月後	5,276群体	0.0188㎡	99.19㎡			2.63%	1ヵ月後			1,371群体	0.0128㎡	17.55㎡	2.31%		
				3ヵ月後	3,658群体	0.0188㎡	68.77㎡			1.82%	3ヵ月後			1,358群体	0.0128㎡	17.38㎡	2.29%		
				6ヵ月後	3,056群体	0.0188㎡	57.45㎡			1.52%	6ヵ月後			1,320群体	0.0128㎡	16.90㎡	2.23%		
				12ヵ月後	1,396群体	0.0108㎡	15.02㎡			0.40%	12ヵ月後			1,236群体	0.0135㎡	16.72㎡	2.21%		
				18ヵ月後	920群体	0.0108㎡	9.90㎡			0.26%	18ヵ月後			1,139群体	0.0135㎡	15.41㎡	2.03%		
24ヵ月後	751群体			0.0102㎡	7.67㎡	0.20%	24ヵ月後	940群体	0.0145㎡	13.66㎡	1.80%								
28ヵ月後	624群体			0.0102㎡	6.37㎡	0.17%	28ヵ月後	631群体	0.0145㎡	9.17㎡	1.21%								
30ヵ月後	560群体			0.0102㎡	5.72㎡	0.15%	30ヵ月後	592群体	0.0145㎡	8.60㎡	1.14%								
36ヵ月後	486群体			0.0103㎡	4.99㎡	0.13%	36ヵ月後	476群体	0.0158㎡	7.50㎡	0.99%								
42ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				—	—	—	—											
平成27年度	③-1			移植直後	991群体	0.0101㎡	10.01㎡	355㎡	2.82%	平成28年度	⑤			移植直後	1,529群体	0.0111㎡	16.97㎡	1,890㎡	0.90%
				1ヵ月後	968群体	0.0102㎡	9.87㎡	2.78%	1ヵ月後					1,479群体	0.0109㎡	16.12㎡	0.85%		
				3ヵ月後	953群体	0.0102㎡	9.72㎡	2.74%	3ヵ月後					1,471群体	0.0109㎡	16.03㎡	0.85%		
				12ヵ月後	601群体	0.0095㎡	5.73㎡	1.61%	6ヵ月後					1,269群体	0.0109㎡	13.83㎡	0.73%		
				18ヵ月後	503群体	0.0095㎡	4.79㎡	1.35%	12ヵ月後					1,060群体	0.0104㎡	11.03㎡	0.58%		
				24ヵ月後	278群体	0.0063㎡	1.76㎡	0.49%	18ヵ月後					880群体	0.0104㎡	9.16㎡	0.48%		
				28ヵ月後	15群体	0.0063㎡	0.09㎡	0.03%	24ヵ月後					757群体	0.0100㎡	7.59㎡	0.40%		
		30ヵ月後	15群体	0.0063㎡	0.09㎡	0.03%	28ヵ月後	577群体	0.0100㎡			5.78㎡	0.31%						
		36ヵ月後	15群体	0.0056㎡	0.08㎡	0.02%	30ヵ月後	519群体	0.0100㎡			5.20㎡	0.28%						
		42ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				—	—	—			—							
		平成28年度	④-1	移植直後	1,016群体	0.0158㎡	16.05㎡	552㎡	2.91%			平成29年度	⑤	移植直後	880群体	0.0100㎡	8.80㎡	1,890㎡	0.48%
				1ヵ月後	1,016群体	0.0158㎡	16.05㎡	2.91%	1ヵ月後					880群体	0.0100㎡	8.80㎡	0.48%		
				3ヵ月後	952群体	0.0158㎡	15.04㎡	2.72%	3ヵ月後					880群体	0.0104㎡	9.16㎡	0.48%		
				12ヵ月後	815群体	0.0175㎡	14.29㎡	2.59%	6ヵ月後					577群体	0.0100㎡	5.78㎡	0.31%		
				18ヵ月後	705群体	0.0175㎡	12.36㎡	2.24%	12ヵ月後					519群体	0.0100㎡	5.20㎡	0.28%		
				24ヵ月後	577群体	0.0193㎡	11.16㎡	2.02%	18ヵ月後					418群体	0.0117㎡	4.88㎡	0.26%		
				28ヵ月後	421群体	0.0193㎡	8.14㎡	1.47%	24ヵ月後					冬季調査(H30.1)で調査予定					
				30ヵ月後	421群体	0.0193㎡	8.14㎡	1.47%	—					—	—	—			
36ヵ月後	366群体			0.0221㎡	8.07㎡	1.46%	—	—	—	—									
42ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定				—	—	—	—											

※1：群体数とは、参考表2-2(3)のサンゴの合計生残数を示す。

※2：平均面積とは、参考表2-2(4)のサンゴ1群体あたりの面積を示す。長径の計測を行っていない3, 6, 18, 30月後には各々1, 12, 24ヵ月後の長径により便宜的に算出した面積を用いた。

※3：サンゴ面積とは、群体数に平均面積を乗じて求めたサンゴの面積を示す。

※4：移植範囲面積とは、参考表2-2(2)のサンゴを移植した範囲の面積を示す。

※5：移植サンゴの被度とは、移植したサンゴによる移植範囲での被度を示す。

【詳細情報及び参考資料 3-1 移植小型サンゴ（アオサンゴ）の生残群体数の変化】

参考表 3-1(1) 移植サンゴの群体数の変化

エリア	直後	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヶ月	30ヶ月	36ヶ月	42ヶ月	H29年・冬季
①	5,050	5,050	4,009	3,796	3,165	3,079	2,892	2,798	2,636	2,602	2,602 生残率(52%)
②-1	1,111	1,109	1,106	888	871	853	794	780	769	/	769 生残率(69%)
②-2	4,925	4,908	4,908	4,357	4,331	4,055	4,047	4,024	3,995		3,995 生残率(81%)
③	6,090	6,064	5,490	5,464	5,438	5,052	5,026	4,992	4,949		4,949 生残率(81%)
群体数	17,176										12,315 生残率(72%)

- エリア①**：12ヵ月後までの群体数、総被度の減少は、時化や台風によって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、消失によるものと考えられる。平成28年夏季は、那覇空港周辺海域においてサンゴの白化現象が確認された。しかし、夏季以降も移植群体数の変化は小さく、総被度も変化していなかったことから、移植したアオサンゴ等への白化の影響は小さかった（白化は1%未満）と考えられる。36ヵ月以降は移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア②-1**：12ヵ月後までの群体数、総被度の減少は、エリア①同様に台風の影響によるサンゴの物理的な破損、消失によるものであると考えられる。平成28年夏季の白化については、エリア①同様に小さかったと考えられる。30ヵ月以降は移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア②-2**：12ヵ月後までの群体数、総被度の減少は、エリア①、②-1同様に台風の影響によるサンゴの物理的な破損、消失によるものであると考えられる。それ以降、群体数に大きな変化はなく、周辺の岩盤に被覆するなど水平方向への成長がみられ、被度が増加している。30ヵ月以降は移植群体数に大きな変化はみられなかった。
- エリア③**：他エリアの台風の影響を考慮し、波浪や転石の影響を受けにくいと考えられる海底面から比較的高所に移植したエリアであったが、台風19号および移植後12ヶ月～18ヶ月の冬季風浪により群体数は減少した。それ以降、群体数に大きな変化はなく、周辺の岩盤に被覆するなど水平方向への成長がみられ、被度が増加している。30ヵ月以降は移植群体数に大きな変化はみられなかった。

【詳細情報及び参考資料 3-2 移植小型サンゴ（アオサンゴ）の生残群体数及び被度の算出方法について】

(3) アオサンゴの生残群体数について

参考表 3-2(3) 移植サンゴ生残群体数の変化(アオサンゴ)

単位:群体

参考表 3-2(1) 移植数量(アオサンゴ)

移植区分	群体数
平成 25 年度	5,050 群体
平成 26 年度	6,036 群体
	6,090 群体
合計	17,176 群体

参考表 3-2(2) 移植範囲の面積(アオサンゴ)

移植区分		移植範囲(延長)	水深幅	面積
平成 25 年度	①	124m	6m	744m ²
平成 26 年度	②-1	35m	6m	210m ²
	②-2	137m	6m	822m ²
	③	220m	6m	1,320m ²
合計				3,096 m ²

移植区分①、②-1、②-2、③の移植ではおよそD.L.-3mからD.L.-9mの範囲にサンゴを移植しているため、移植した鉛直方向の幅を便宜的に6mと設定する。ここでは、移植した平均的な水深幅を設定したことによる誤差に対して、移植範囲の勾配による影響は十分に小さいと仮定して考慮しない。その結果、サンゴを移植した場所の面積は、移植範囲(延長)に水深幅を乗じて参考表3-2(2)の通りとなった。

生残群体数の算出については、モニタリングを行っている「4m×4mの概略調査範囲内」における移植サンゴの生残率に移植直後の群体数を乗じて算出している。参考表3-2(3)に移植サンゴ群体数の変化を示す。

移植区分	地点名	調査時期												
		移植直後	1ヵ月後	3ヵ月後	6ヵ月後	12ヵ月後	18ヵ月後	24ヵ月後	28ヵ月後	30ヵ月後	34ヵ月後	36ヵ月後	42ヵ月後	
平成25年度	①	A1	108	108	99	99	66	64	60		59	58	57	55
		A2	133	133	114	113	104	103	102		98	98	95	95
		A3	98	98	63	60	37	35	34		34	34	34	34
		A4	137	137	114	100	88	83	68		63	59	52	51
		A5	116	116	80	73	76	76	75		74	72	71	70
		合計	592	592	470	445	371	361	339		328	321	309	305
		生残率(%)	100.00	100.00	79.39	75.17	62.67	60.98	57.26		55.41	54.22	52.20	51.52
		生残数	5,050	5,050	4,009	3,796	3,165	3,079	2,892		2,798	2,738	2,636	2,602
平成26年度	②-1	A6	115	115	114	95	94	90	86	86	84		83	
		A7	114	114	114	112	109	107	100	100	100		100	
		A8	120	120	119	43	40	38	36	36	36		35	
		A9	112	112	112	71	71	70	58	58	58		56	
		A10	148	147	147	139	136	135	130	128	125		123	
		合計	609	608	606	460	450	440	410	408	403		397	
	生残率(%)	100.00	99.84	99.51	79.94	78.39	76.75	71.46	71.10	70.19		69.18		
	生残数	1,111	1,109	1,106	888	871	853	794	790	780		769		
	②-2	A11	107	107	107	87	86	75	74	74	73		71	
		A12	129	128	128	99	99	89	89	89	89		88	
		A13	110	110	110	99	97	92	92	92	92		91	
		A14	114	113	113	111	111	109	109	109	109		109	
		A15	112	112	112	110	110	106	106	106	106		105	
		合計	572	570	570	506	503	471	470	470	469		464	
	生残率(%)	100.00	99.65	99.65	88.46	87.94	82.34	82.17	82.17	81.99		81.12		
	生残数	4,925	4,908	4,908	4,357	4,331	4,055	4,047	4,033	4,024		3,995		
	③	A16	129	128	115	114	114	111	111	111	110		109	
		A17	125	124	97	97	97	86	86	86	86		86	
A18		114	113	92	90	88	80	77	77	77		76		
A19		118	118	114	114	114	103	103	103	103		102		
A20		121	121	121	121	121	116	116	115	115		114		
A21		103	103	101	101	100	93	93	93	91		90		
合計		710	707	640	637	634	589	586	585	582		577		
生残率(%)	100.00	99.58	90.14	89.72	89.30	82.96	82.54	82.39	81.97		81.27			
生残数	6,090	6,064	5,490	5,464	5,438	5,052	5,026	5,018	4,992		4,949			

※移植区分②-1の6ヵ月後以降の生残数と生残率の算定の考え方

- ・A6～A10の5枠は、移植区分②-1の1,111群体を対象に設定した調査枠である。そのため、1,111群体に対する被災群体数は、A6～A10の平均被災率を乗じて求める。
- ・ただし、A8については過年度の台風19号の影響が局所的かつ特に被災が大きかったことから、これを平均に含めると過大な被災率になってしまうため通常の算定式から除外し、A8の被災群体数、被災率については個別に取り扱うこととした。
- ・これらのことから、6ヵ月後の生残数は、下記の算定式により求めた。
被災群体数 = (1,111-120) × A8を除くA6からA10の平均被災率 + 120 × A8の被災率
- ・さらに、生残率については、上記で求めた生残数を用い逆算して求めた。

参考表 3-2(5) 移植サンゴの被度増加率(アオサンゴ)

(4) 移植サンゴの被度について(アオサンゴ)

1) 移植サンゴ1 群体あたりの面積(概算)

移植サンゴ1 群体あたりの面積を求めるため、モニタリング調査(2m×2mの詳細調査)で計測している移植サンゴの長径を活用している。ただし、長径を計測する詳細調査は、移植直後、1ヵ月後、12ヵ月後、24ヵ月後、36ヵ月後のみ行っているため、サンゴ面積の算出に必要な各時期の長径は、3、6ヵ月後は1ヵ月後の計測結果を、18ヵ月後は12ヵ月後の計測結果を、28ヵ月後、30ヵ月後および34ヵ月後は24ヵ月後の計測結果を用いて算出している。

参考表 3-2(4) 移植サンゴの平均長径および平均面積

移植区分	調査時期	サンプル数N	平均長径	標準偏差	平均面積		
平成25年度	①	移植直後	205	14.03cm	±3.50cm	0.0155m ²	
		1ヵ月後	205	14.03cm	±3.50cm	0.0155m ²	
		12ヵ月後	136	12.81cm	±4.41cm	0.0129m ²	
		24ヵ月後	119	14.63cm	±5.08cm	0.0168m ²	
		36ヵ月後	107	15.09cm	±5.56cm	0.0179m ²	
		48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で測定				
平成26年度	②-1	移植直後	175	17.49cm	±7.11cm	0.0240m ²	
		1ヵ月後	175	17.49cm	±7.11cm	0.0240m ²	
		12ヵ月後	116	17.59cm	±4.27cm	0.0243m ²	
		24ヵ月後	107	17.70cm	±4.75cm	0.0246m ²	
		36ヵ月後	104	20.32cm	±5.88cm	0.0324m ²	
	②-2	移植直後	175	15.17cm	±3.73cm	0.0181m ²	
		1ヵ月後	175	15.75cm	±3.87cm	0.0195m ²	
		12ヵ月後	156	16.27cm	±4.32cm	0.0208m ²	
		24ヵ月後	149	19.76cm	±13.66cm	0.0307m ²	
		36ヵ月後	148	20.74cm	±5.16cm	0.0338m ²	
		③	移植直後	188	15.16cm	±4.98cm	0.0181m ²
			1ヵ月後	188	15.16cm	±4.98cm	0.0181m ²
			12ヵ月後	177	15.13cm	±4.60cm	0.0179m ²
	24ヵ月後		163	16.50cm	±4.76cm	0.0214m ²	
	36ヵ月後	162	18.70cm	±5.05cm	0.0275m ²		

移植区分	調査時期	群体数 ^{※1}	平均面積 ^{※2}	サンゴ面積 ^{※3}	移植範囲面積 ^{※4}	移植サンゴの被度 ^{※5}				
平成25年度	①	移植直後	5,050群体	0.016m ²	78.28m ²	744m ²	10.52%			
		1ヵ月後	5,050群体	0.016m ²	78.28m ²		10.52%			
		3ヵ月後	4,009群体	0.016m ²	62.14m ²		8.35%			
		6ヵ月後	3,796群体	0.016m ²	58.84m ²		7.91%			
		12ヵ月後	3,165群体	0.013m ²	40.82m ²		5.49%			
		18ヵ月後	3,079群体	0.013m ²	39.68m ²		5.33%			
		24ヵ月後	2,892群体	0.017m ²	48.61m ²		6.53%			
		30ヵ月後	2,798群体	0.017m ²	47.04m ²		6.32%			
		34ヵ月後	2,738群体	0.017m ²	46.55m ²		6.26%			
		36ヵ月後	2,636群体	0.018m ²	47.45m ²		6.38%			
		42ヵ月後	2,602群体	0.018m ²	46.84m ²		6.30%			
		48ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定					—		
		平成26年度	②-1	移植直後	1,111群体		0.024m ²	26.70m ²	210m ²	12.71%
				1ヵ月後	1,109群体		0.024m ²	26.65m ²		12.69%
3ヵ月後	1,106群体			0.024m ²	26.57m ²	12.65%				
6ヵ月後	888群体			0.024m ²	21.34m ²	10.16%				
12ヵ月後	871群体			0.024m ²	22.33m ²	10.08%				
18ヵ月後	853群体			0.024m ²	20.73m ²	9.87%				
24ヵ月後	794群体			0.025m ²	19.53m ²	9.30%				
28ヵ月後	790群体			0.025m ²	19.43m ²	9.25%				
30ヵ月後	780群体			0.025m ²	19.18m ²	9.14%				
36ヵ月後	769群体			0.032m ²	24.93m ²	11.87%				
42ヵ月後	冬季調査(H30.1)で調査予定					—				
②-2	移植直後			4,925群体	0.018m ²	89.07m ²	822m ²	10.84%		
	1ヵ月後		4,908群体	0.019m ²	95.57m ²	11.63%				
	3ヵ月後		4,908群体	0.019m ²	95.57m ²	11.63%				
	6ヵ月後		4,357群体	0.019m ²	84.84m ²	10.32%				
	12ヵ月後		4,331群体	0.021m ²	90.45m ²	10.96%				
	18ヵ月後		4,055群体	0.021m ²	84.36m ²	10.26%				
	24ヵ月後		4,047群体	0.031m ²	124.08m ²	15.09%				
	28ヵ月後		4,033群体	0.031m ²	123.66m ²	15.04%				
	30ヵ月後		4,024群体	0.031m ²	123.38m ²	15.01%				
	36ヵ月後		3,995群体	0.034m ²	134.92m ²	16.41%				
	42ヵ月後		冬季調査(H30.1)で調査予定					—		
	③		移植直後	6,090群体	0.018m ²	110.23m ²		1320m ²	8.35%	
			1ヵ月後	6,064群体	0.018m ²	109.76m ²			8.32%	
			3ヵ月後	5,490群体	0.018m ²	99.37m ²			7.53%	
			6ヵ月後	5,464群体	0.018m ²	98.90m ²			7.49%	
			12ヵ月後	5,438群体	0.018m ²	97.74m ²			7.40%	
18ヵ月後			5,052群体	0.018m ²	90.80m ²	6.88%				
24ヵ月後		5,026群体	0.021m ²	107.48m ²	8.14%					
28ヵ月後		5,018群体	0.021m ²	105.38m ²	7.98%					
30ヵ月後		4,992群体	0.021m ²	104.83m ²	7.94%					
36ヵ月後		4,949群体	0.028m ²	135.93m ²	10.30%					
42ヵ月後		冬季調査(H30.1)で調査予定					—			

※平均面積は移植サンゴを円であると仮定して、平均長径より求めた。平均面積=π×(平均長径/2)²

※移植区分②-1の12ヶ月後の平均長径の考え方

・A8については、台風の影響によって6ヶ月後の調査結果の通り局所的かつ特に被災が大きかったことから、これを平均に含めると全体として過大な被災状況になってしまうため、A8については個別に取り扱うこととした。

・A8を除くA6からA10の平均長径:17.75cm(サンプル数114、標準偏差±4.15cm)

A8の平均長径:9.00cm(サンプル数2、標準偏差±0.00cm)

・12ヵ月後の平均長径は、下記の算定式により求めた。

平均長径=A8を除くA6からA10の平均長径×(114/116)+A8の平均長径×(2/116)

・なお、表中の標準偏差は、A8を除くA6からA10の標準偏差の値を用いている。

※1: 群体数とは、参考表3-2(3)のサンゴの合計生残数を示す。

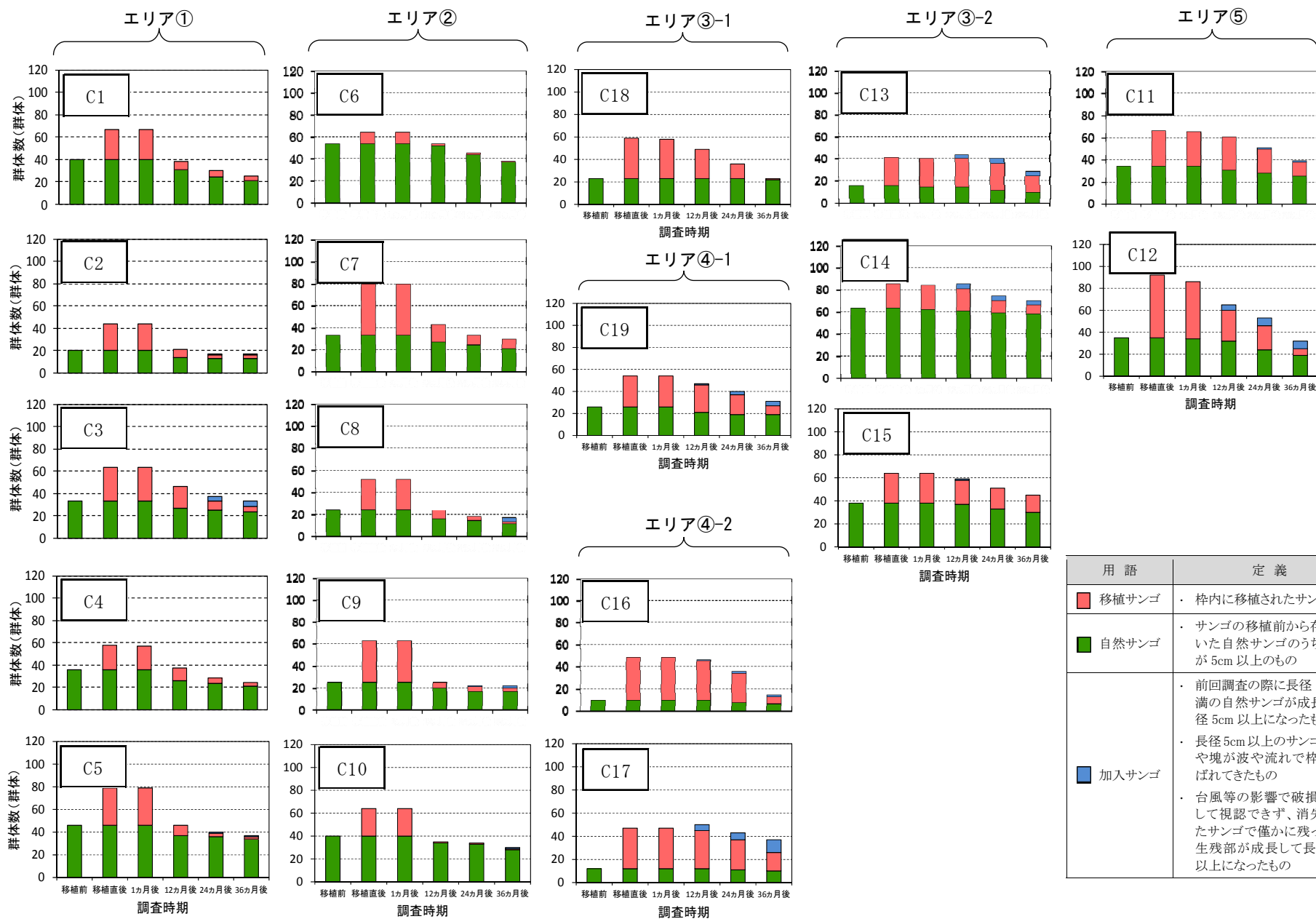
※2: 平均面積とは、参考表3-2(4)のサンゴ1群体あたりの面積を示す。長径の計測を行っていない3,6,18,30月後には各々1,12,24ヵ月後の長径により便宜的に算出した面積を用いた。

※3: サンゴ面積とは、群体数に平均面積を乗じて求めたサンゴの面積を示す。

※4: 移植範囲面積とは、参考表3-2(2)のサンゴを移植した範囲の面積を示す。

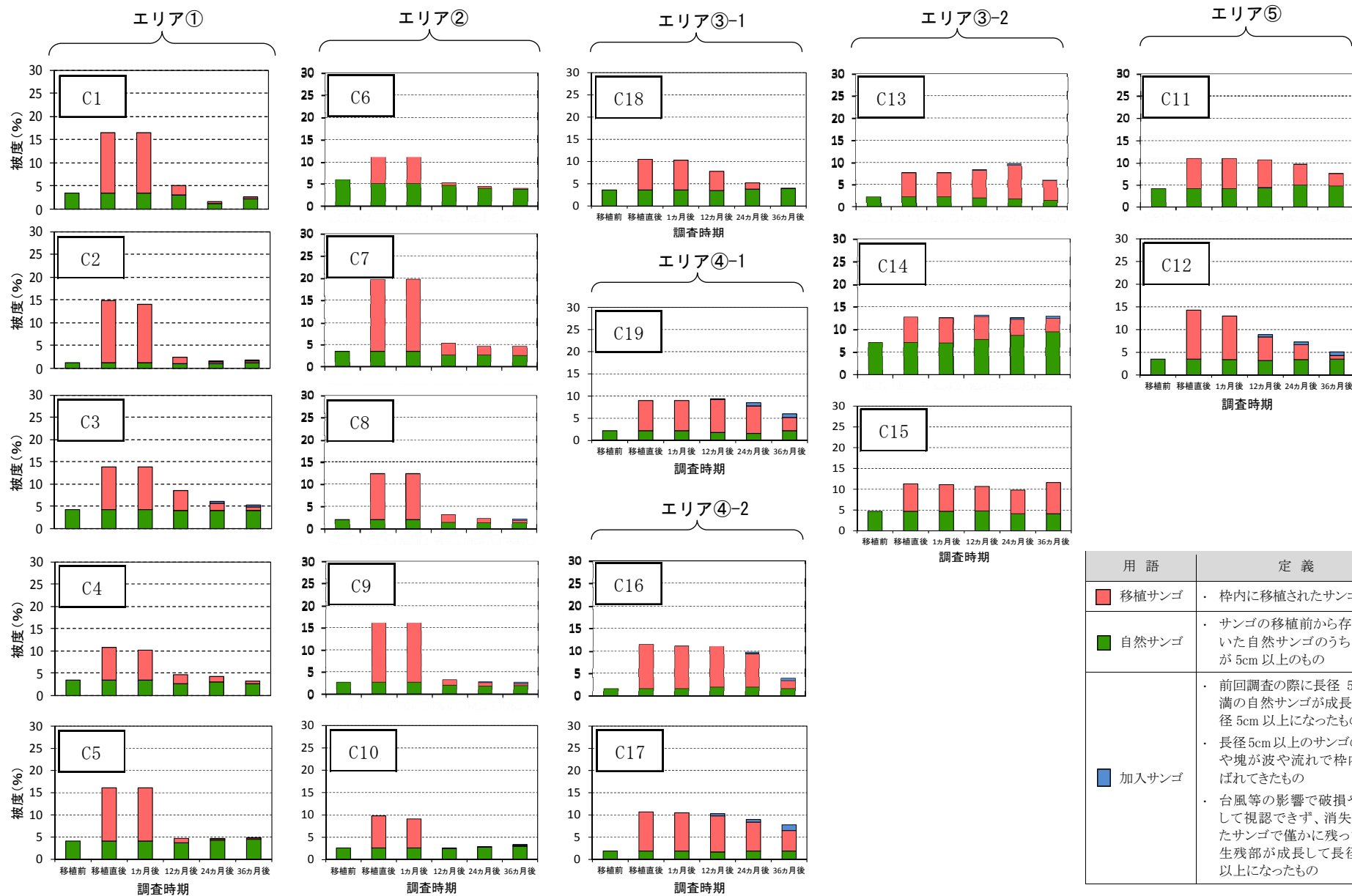
※5: 移植サンゴの被度とは、移植したサンゴによる移植範囲での被度を示す。

【詳細情報及び参考資料 4 サンゴの加入状況 ① (ミドリイシ詳細調査範囲(2m×2m)における群体数の変化)】



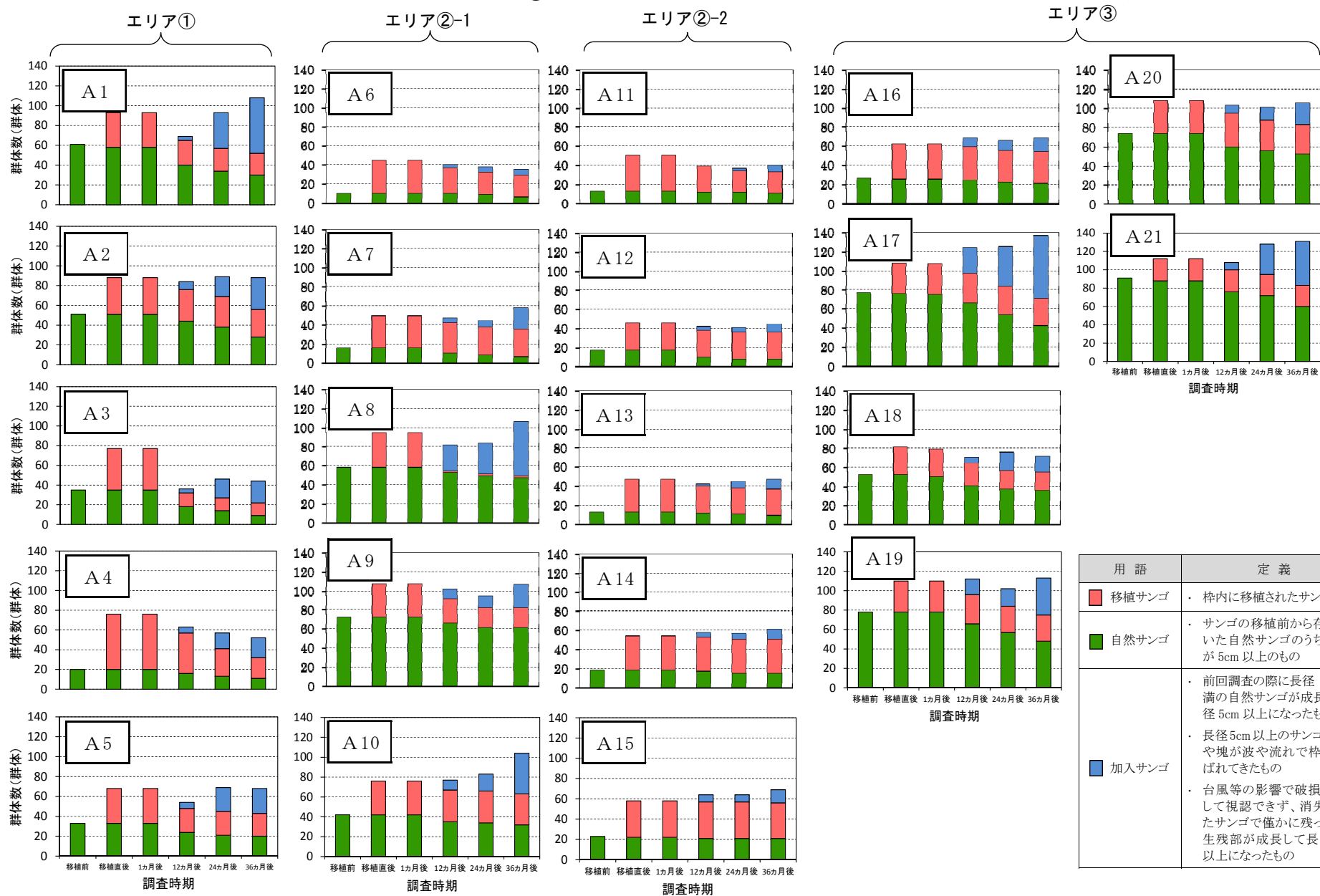
用語	定義
■ 移植サンゴ	・ 枠内に移植されたサンゴ
■ 自然サンゴ	・ サンゴの移植前から存在していた自然サンゴのうち、長径が5cm以上のもの
■ 加入サンゴ	・ 前回調査の際に長径 5cm 未満の自然サンゴが成長して長径 5cm 以上になったもの ・ 長径 5cm 以上のサンゴの断片や塊が波や流れて枠内に運ばれてきたもの ・ 台風等の影響で破損や流出して視認できず、消失と扱ったサンゴで僅かに残っていた生残部が成長して長径 5cm 以上になったもの

【詳細情報及び参考資料 4 サンゴの加入状況 ① (ミドリイシ詳細調査範囲(2m×2m)における被度の変化)】



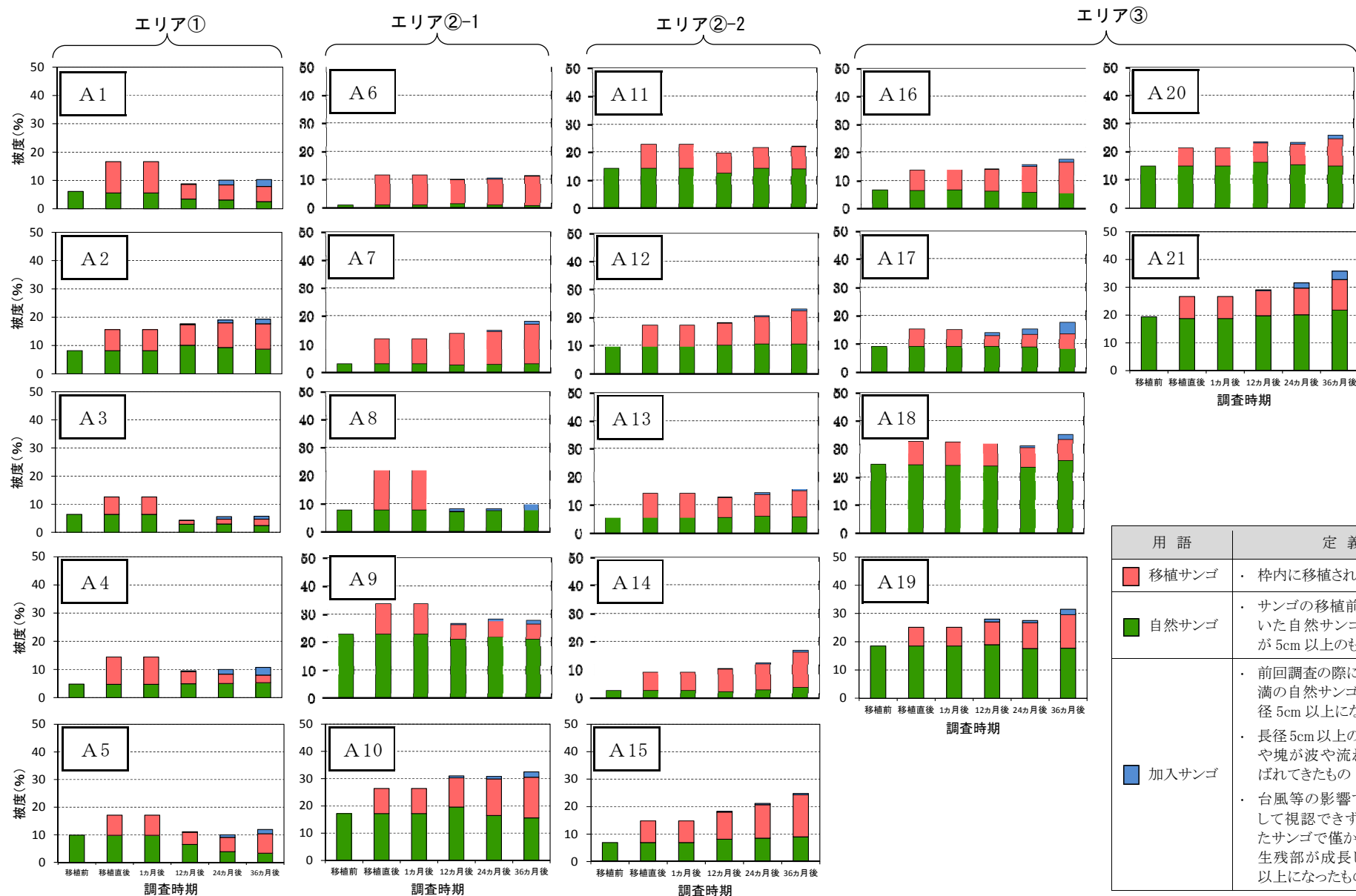
用語	定義
■ 移植サンゴ	・ 枠内に移植されたサンゴ
■ 自然サンゴ	・ サンゴの移植前から存在していた自然サンゴのうち、長径が5cm以上のもの
■ 加入サンゴ	・ 前回調査の際に長径 5cm 未満の自然サンゴが成長して長径 5cm 以上になったもの ・ 長径5cm以上のサンゴの断片や塊が波や流れで枠内に運ばれてきたもの ・ 台風等の影響で破損や流出して視認できず、消失と扱ったサンゴで僅かに残っていた生残部が成長して長径 5cm 以上になったもの

【詳細情報及び参考資料 4 サンゴの加入状況 ② (アオサンゴ詳細調査範囲(2m×2m)における**群体数**の変化)】



用語	定義
移植サンゴ	・ 枠内に移植されたサンゴ
自然サンゴ	・ サンゴの移植前から存在していた自然サンゴのうち、長径が5cm以上のもの ・ 前回調査の際に長径5cm未満の自然サンゴが成長して長径5cm以上になったもの
加入サンゴ	・ 長径5cm以上のサンゴの断片や塊が波や流れで枠内に運ばれてきたもの ・ 台風等の影響で破損や流出して視認できず、消失と扱ったサンゴで僅かに残っていた生残部が成長して長径5cm以上になったもの

【詳細情報及び参考資料 4 サンゴの加入状況 ② (アオサンゴ詳細調査範囲(2m×2m)における被度の変化)】



用語	定義
移植サンゴ	・ 枠内に移植されたサンゴ
自然サンゴ	・ サンゴの移植前から存在していた自然サンゴのうち、長径が5cm以上のもの
加入サンゴ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前回調査の際に長径 5cm 未満の自然サンゴが成長して長径 5cm 以上になったもの ・ 長径 5cm 以上のサンゴの断片や塊が波や流れで枠内に運ばれてきたもの ・ 台風等の影響で破損や流出して視認できず、消失と扱ったサンゴで僅かに残っていた生残部が成長して長径 5cm 以上になったもの

【詳細情報及び参考資料5
月別・地点別のオニヒトデ、サンゴ食巻貝の食害状況】



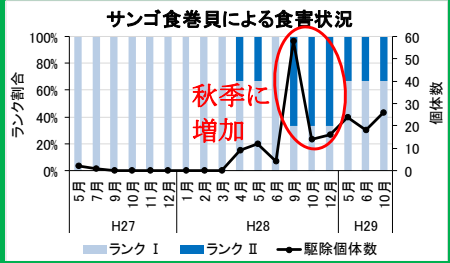
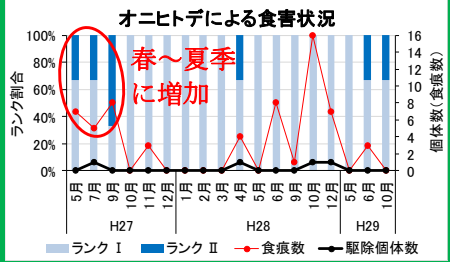
希少サンゴ類：地点①
・食害生物の影響はほとんどみられなかった。

アオサンゴ：地点②～④
・食害生物の影響はほとんどみられなかった。

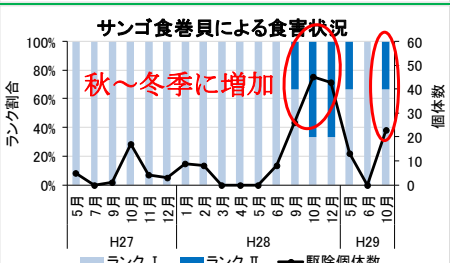
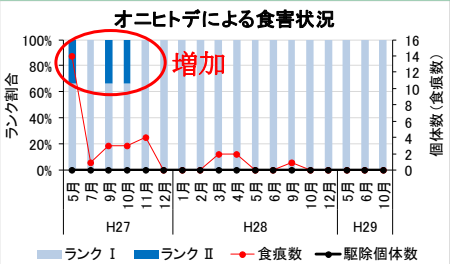
大型サンゴ：地点⑦～⑧
・食害生物の影響はほとんどみられなかった。

枝サンゴ群集：地点⑤～⑥
・食害生物の影響はほとんどみられなかった。

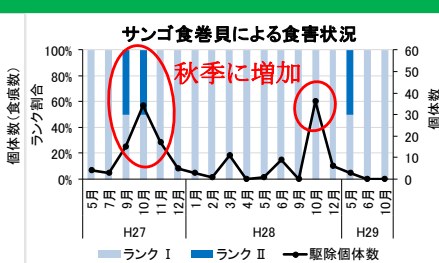
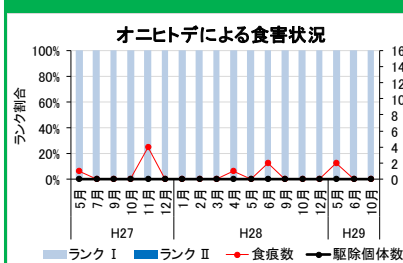
ミドリイシ属等：地点⑱～⑳



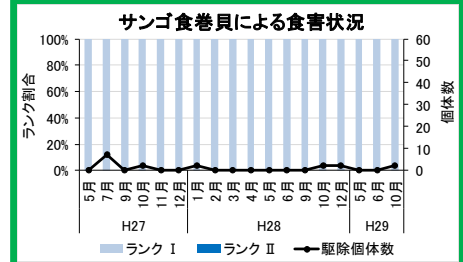
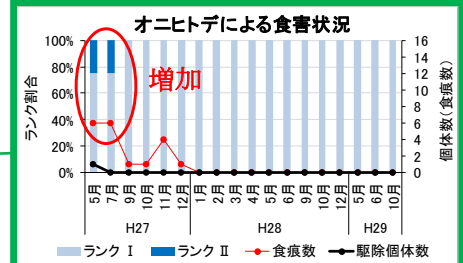
ミドリイシ属等：地点⑮～⑰



ミドリイシ属等：地点⑬～⑭



ミドリイシ属等：地点⑨～⑫



- 食害状況ランク(オニヒトデ・サンゴ食巻貝)
- I：食害は目立たない
 - II：小さな食痕や食害部がある群体が散見される
 - III：食痕が目立つ。サンゴ食巻貝については100個体以上の貝の密集は見られない
 - IV：斃死群体が目立つ。サンゴ食巻貝については貝集団が散見される

【詳細情報及び参考資料 6 大型サンゴ 37 群体の変化】

参考表 6 (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			生存部の 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

参考表 6 (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			生存部の 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

参考表 6 (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			生存部の長径(m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)	備考
	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	生存部の低下
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8	
21	65	5	30	2.2	-9.4	-10.6	生存部の低下
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

参考表 6 (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			生存部の長径(m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)	備考
	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	転倒による生存部の減少
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	(6ヶ月後以降変化)
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8	
21	65	0	35	2.2	-9.4	-10.6	(6ヶ月後以降変化)
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

参考表 6 (5) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 18 ヶ月後)

No.	岩塊の表面積に対する割合			生存部の 長径 (m)	天端水深 D.L.(m)	最深部水深 D.L.(m)	備考
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)				
1	90	5	5	1.0	-9.8	-10.2	砂礫の堆積による死滅
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1	
3	80	10	10	1.2	-9.7	-10.2	砂礫の堆積による死滅
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5	
5	65	0	35	1.3	-9.2	-9.8	生存部の伸長あり
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4	
7	20	0	80	1.0	-9.9	-10.2	
8	40	0	60	1.4	-9.5	-10.5	(12ヶ月後までに転倒)
9	15	0	85	1.0	-8.5	-9.4	群体の破損・消失
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9	
11	10	10	80	0.4	-10.3	-10.7	転倒による生存部の減少
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2	
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4	
14	30	0	70	1.6	-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	2.0	-9.7	-10.6	
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1	
19	75	0	25	2.2	-9.7	-10.7	(6ヶ月後以降変化)
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8	
21	65	0	35	2.2	-9.4	-10.6	(6ヶ月後以降変化)
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	2.7	-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	75	0	25	4.7	-9.1	-10.6	群体の破損・消失
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6	
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8	
32	20	0	80	0.8	-10.2	-10.7	転倒による生存部の減少
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	61.1	0.7	38.2	2.0	-9.5	-10.3	
標準偏差±	26.6	2.4	26.5	0.9	0.7	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

参考表 6 (6) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 24 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)	備考
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)				
1	90	0	10	1.0	-9.8	-10.2	死滅部→裸地へ移行
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1	
3	80	0	20	1.2	-9.7	-10.2	死滅部→裸地へ移行
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5	
5	65	0	35	1.3	-9.2	-9.8	(18ヶ月後に生存部の伸長あり)
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4	
7	20	0	80	1.0	-9.9	-10.2	
8	40	0	60	1.4	-9.5	-10.5	(12ヶ月後までに転倒)
9	15	0	85	1.0	-8.5	-9.4	(18ヶ月後に破損・消失)
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9	
11	5	5	90	0.1	-10.3	-10.7	前回の死滅部し裸地へ移行
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2	
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4	
14	30	0	70	1.6	-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	2.0	-9.7	-10.6	
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1	
19	75	0	25	2.2	-9.7	-10.7	(6ヶ月後以降変化)
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8	
21	65	0	35	2.2	-9.4	-10.6	(6ヶ月後以降変化)
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1	
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8	
24	70	0	30	2.8	-9.7	-10.7	
25	70	0	30	2.7	-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	75	0	25	4.7	-9.1	-10.6	(18ヶ月後に破損・消失)
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6	
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8	
32	10	10	80	0.8	-10.2	-10.7	前回の死滅部し裸地へ移行
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	60.7	0.4	38.9	2.0	-9.5	-10.3	
標準偏差±	27.3	1.8	26.6	0.9	0.7	0.6	

注) : 前回調査(H28.1-2)より5%以上の増加
 : 前回調査(H28.1-2)より5%以上の減少

参考表 6 (7) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 27 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)	備考
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)				
1	90	0	10	1.0	-9.8	-10.2	
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1	
3	80	0	20	1.2	-9.7	-10.2	
4	80	0	20	1.8	-9.8	-10.5	
5	65	0	35	1.3	-9.2	-9.8	(18ヶ月後に生存部の伸長あり)
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4	
7	15	5	80	0.6	-9.9	-10.2	白化による部分死
8	40	0	60	1.4	-9.5	-10.5	(12ヶ月後までに転倒)
9	10	5	85	1.0	-8.5	-9.4	白化による部分死
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9	
11	<5	<5	90	0.1	-10.3	-10.7	
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2	
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4	
14	25	5	70	1.5	-9.8	-10.3	白化による部分死
15	70	0	30	1.9	-9.5	-10.3	
16	60	10	30	2.2	-9.8	-10.3	砂・浮泥の堆積による部分死
17	90	0	10	2.0	-9.7	-10.6	
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1	
19	75	0	25	2.1	-9.7	-10.7	(6ヶ月後以降変化)
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8	
21	65	0	35	2.2	-9.4	-10.6	(6ヶ月後以降変化)
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1	
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8	
24	70	0	30	2.8	-9.7	-10.7	
25	70	0	30	2.7	-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	75	0	25	4.7	-9.1	-10.6	(18ヶ月後に破損・消失)
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6	
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8	
32	5	5	90	0.7	-10.2	-10.7	白化による部分死
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7	
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9	
35	10	0	90	1.6	-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	61.4	0.8	39.2	1.9	-9.5	-10.3	
標準偏差±	27.0	2.2	27.0	0.9	0.7	0.6	

注) : 前回調査(H28.8)より5%以上の増加
 : 前回調査(H28.8)より5%以上の減少

参考表 6 (8) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 30 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)	備考
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)				
1	90	0	10	1.0	-9.8	-10.2	
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1	
3	75	5	20	1.2	-9.7	-10.2	白化による部分死
4	75	5	20	1.8	-9.8	-10.5	白化による部分死
5	65	0	35	1.3	-9.2	-9.8	(18ヶ月後に生存部の伸長あり)
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4	
7	15	0	85	0.6	-9.9	-10.2	前回の死滅部→裸地へ移行
8	40	0	60	1.4	-9.5	-10.5	(12ヶ月後までに転倒)
9	10	0	90	1.0	-8.5	-9.4	前回の死滅部→裸地へ移行
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9	
11	<5	0	>95	0.1	-10.3	-10.7	前回の死滅部→裸地へ移行
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2	
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4	
14	25	0	75	1.5	-9.8	-10.3	前回の死滅部→裸地へ移行
15	65	5	35	1.9	-9.5	-10.3	白化による部分死
16	60	0	40	2.2	-9.8	-10.3	前回の死滅部→裸地へ移行
17	90	0	10	2.0	-9.7	-10.6	
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1	
19	75	0	25	2.1	-9.7	-10.7	(6ヶ月後以降変化)
20	80	0	20	2.1	-9.8	-10.8	
21	65	0	35	2.2	-9.4	-10.6	(6ヶ月後以降変化)
22	80	0	20	2.5	-10.0	-11.1	
23	90	0	10	2.5	-8.8	-9.8	
24	70	0	30	2.8	-9.7	-10.7	
25	70	0	30	2.7	-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	75	0	25	4.7	-9.1	-10.6	(18ヶ月後に破損・消失)
30	90	0	10	2.4	-10.2	-10.6	
31	80	0	20	2.2	-11.1	-11.8	
32	5	0	95	0.6	-10.2	-10.7	前回の死滅部→裸地へ移行
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7	
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9	
35	10	0	90	1.6	-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	61.0	0.4	38.8	1.9	-9.5	-10.3	
標準偏差±	26.7	1.4	26.9	0.9	0.7	0.6	

注) : 前回調査(H28.11)より5%以上の増加
 : 前回調査(H28.11)より5%以上の減少

参考表 6 (9) 大型サンゴ 37 群体の変化(移築 36 カ月後)

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)	備考
	生存部 (%)	死滅部 (%)	裸地 (%)				
1	80	10	10	0.9	-9.8	-10.2	活性低下による死滅
2	95	0	5	1.1	-9.6	-10.1	
3	60	15	25	1.1	-9.7	-10.2	白化による部分死
4	75	0	25	1.8	-9.8	-10.5	前回の死滅部→裸地へ移行
5	65	0	35	1.3	-9.2	-9.8	
6	60	0	40	1.3	-9.9	-10.4	
7	15	0	85	0.6	-9.9	-10.2	
8	40	0	60	1.4	-9.5	-10.5	
9	10	0	90	1.0	-8.5	-9.4	
10	70	0	30	1.3	-9.3	-9.9	
11	<1	<5	>95	<0.1	-10.3	-10.7	
12	80	0	20	1.7	-10.5	-11.2	
13	20	0	80	1.2	-9.8	-10.4	
14	25	0	75	1.4	-9.8	-10.3	
15	65	0	35	1.9	-9.5	-10.3	前回の死滅部→裸地へ移行
16	50	10	40	2.1	-9.8	-10.3	白化による部分死
17	90	0	10	2.0	-9.7	-10.6	
18	20	0	80	1.9	-9.3	-10.1	
19	75	0	25	2.0	-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	2.8	-9.7	-10.7	
25	70	0	30	2.7	-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	50	10	40	2.6	-8.8	-10.8	白化による部分死
29	75	0	25	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	5	0	95	0.6	-10.2	-10.7	
33	90	0	10	1.7	-9.2	-9.7	
34	30	0	70	2.5	-8.1	-8.9	
35	10	0	90	1.6	-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	59.7	1.3	39.0	2.0	-9.5	-10.3	
標準偏差±	26.5	3.7	26.7	0.9	0.7	0.6	

注) : 前回調査 (H29.1) より5%以上の増加

 : 前回調査 (H29.1) より5%以上の減少

【詳細情報及び参考資料 7 魚類の分布様式・区分別】

No.	目	科	和名	分布様式	アオサンゴ	ミドリイシ属	大型サンゴ	No.	目	科	和名	分布様式	アオサンゴ	ミドリイシ属	大型サンゴ
1	ウナギ	ウツボ	クモウツボ	B		○		51	スズキ	フェダイ	ニセクロホシフェダイ	A	○	○	○
2			ハナヒラウツボ	B		○		52			アミメフェダイ	A	○		
3			ワカウツボ	B	○			53			ヒメフェダイ	A		○	
4	ヒメ	エン	マダラエン	B	○		○	54			バラフェダイ	A	○		
5			ニテンエン	B	○	○		55			オキフェダイ	A	○	○	
6			ミナミアカエン	B	○		○	56	タカサゴ		クマササハナムロ	A			○
7			ヒトスジエン	B	○	○		57			クマササハナムロ属	A	○		○
8			アカエン属	B	○			58	イサキ		チョウチヨウコシヨウダイ	C	○		
9	キンメダイ	イットウダイ	スミツキカノコ	B			○	59			ヒレグロコシヨウダイ	B	○		
10			ニジエビス	B			○	60	イトヨリダイ		フタスジタマガシラ	A		○	
11			テリエビス	B		○		61			ヒトスジタマガシラ	A			○
12			イットウダイ属	B			○	62			ヨコシマタマガシラ	A	○		
13			ウケグチイットウダイ	B	○	○		63	フェフキダイ		ハマフエフキ	A		○	
14			ヒレグロイットウダイ	B	○			64	ヒメジ		モンツキアカヒメジ	C	○		○
15			セグロマツカサ	B		○		65			アカヒメジ	C	○		○
16			アカマツカサ属	B			○	66			オジサン	C	○	○	○
17	トゲウオ	ヘラヤガラ	ヘラヤガラ	A	○		○	67			オオスジヒメジ	C			○
18		ヤガラ	アオヤガラ	A	○	○	○	68			コバンヒメジ	C			○
19		ヨウジウオ	クチナガイシヨウジ	B		○		69			リュウキウヒメジ	C			○
20	スズキ	フサカサゴ	ハナミノカサゴ	B	○		○	70			マルクチヒメジ	C	○		
21			ネツタイミノカサゴ	B	○			71			ウミヒゴイ	C	○		
22			サツマカサゴ	B		○		72			ホウライヒメジ	C	○	○	○
23			オニカサゴ属	B	○			73	ハタンボ		ハタンボ属	B	○		
24			フサカサゴ科	B	○			74	チョウチヨウウオ		ツノハタタテダイ	A	○		
25		ハタ	スジアラ	B	○		○	75			ミナミハタタテダイ	A			○
26			バラハタ	B		○	○	76			オニハタタテダイ	A	○		○
27			アオノメハタ	B	○			77			ハタタテダイ	A			○
28			オオモンハタ	B	○			78			フエヤッコダイ	A			○
29			アカハタ	B		○	○	79			カスミチョウチヨウウオ	A			○
30			イシガキハタ	B	○			80			スミツキトノサマダイ	A	○	○	○
31			シロブチハタ	B			○	81			トゲチョウチヨウウオ	A	○	○	○
32			マダラハタ	B	○			82			セグロチョウチヨウウオ	A		○	○
33			カンモンハタ	B	○	○	○	83			ハクテンカタギ	A	○		
34			ヒトミハタ	B	○			84			チョウハン	A	○		○
35			ヌノサラシ	B		○	○	85			カガミチョウチヨウウオ	A	○	○	○
36		メギス	メギス	B	○	○	○	86			フウライチョウチヨウウオ	A	○	○	○
37			ニセスズメ属	B	○		○	87			ミスジチョウチヨウウオ	A	○	○	○
38		センニンガジ	シモフリタナバタウオ	B			○	88			ニセフウライチョウチヨウウオ	A		○	○
39		テンジクダイ	ヤライイシモチ	B			○	89			スダレチョウチヨウウオ	A	○		
40			リュウキウヤライイシモチ	B	○		○	90			アケボノチョウチヨウウオ	A	○	○	
41			カスライシモチ	B			○	91			アミチョウチヨウウオ	A	○		
42			ユカタイシモチ	B			○	92			チョウチヨウウオ	A	○		
43			ミナミフトスジイシモチ	B			○	93			ミルチヨウチヨウウオ	A		○	○
44			キンセンイシモチ	B			○	94			ゴマチョウチヨウウオ	A	○	○	○
45			テンジクダイ属	B			○	95	キンチャクダイ		サザナミヤッコ	B	○		
46		キツネアマダイ	キツネアマダイ	C			○	96			タテジマキンチャクダイ	B		○	
47		コバンザメ	コバンザメ	A	○			97			ニシキヤッコ	B	○		
48		アジ	カスミアジ	A		○	○	98			ルリヤッコ	B	○		
49			ギンガメアジ	A		○		99			ヘラルドコガネヤッコ	B			○
50			ナンヨウカイワリ	A		○		100			アブラヤッコ	B	○	○	○

No.	目	科	和名	分布様式	アオサンゴ	ミドリイシ属	大型サンゴ	No.	目	科	和名	分布様式	アオサンゴ	ミドリイシ属	大型サンゴ
101	スズキ	キンチャクダイ	ナメラヤッコ	B	○		○	151	スズキ	ベラ	ヒオドシベラ	A	○		
102		ゴンベ	サラサゴンベ	B			○	152			スミツキベラ	A	○		
103			ホシゴンベ	B	○	○		153			クサガケベラ	A	○	○	
104		スズメダイ	ハナヒラクマノミ	B	○			154			ホクトベラ	A	○		
105			ハマクマノミ	B	○			155			ニューギニアベラ	A	○		
106			クマノミ	B	○			156			ブチススキベラ	A		○	
107			ササスズメダイ	B	○		○	157			クギベラ	A	○	○	
108			ヒレグロスズメダイ	B	○			158			タレクチベラ	A	○		
109			マルスズメダイ	B	○	○		159			シマタレクチベラ	A	○	○	
110			キホシスズメダイ	A	○			160			ホンソメワケベラ	A	○	○	○
111			シコクスズメダイ	B	○	○	○	161			ソメワケベラ	A	○		
112			アマミスズメダイ	A	○	○	○	162			ハラスジベラ	A			○
113			デバスズメダイ	B		○		163			アカオビベラ	A	○	○	
114			アオバスズメダイ	B	○			164			セジロノドグロベラ	A			○
115			ミツボシクロスズメダイ	B	○		○	165			ノドグロベラ	A	○	○	
116			フタスジリュウキュウスズメダイ	B			○	166			ヤンセンニシキベラ	A		○	
117			オキナワスズメダイ	C	○	○	○	167			セナスジベラ	A	○	○	
118			イワサキスズメダイ	B		○		168			ニシキベラ	A	○		
119			ルリホシスズメダイ	B	○	○	○	169			コガシラベラ	A	○	○	○
120			ルリメイシガキスズメダイ	B		○		170			ハコベラ	A		○	
121			ロクセンズメダイ	A	○	○	○	171			ヤマブキベラ	A	○	○	○
122			オヤビッチャ	B	○			172			オトメベラ	A	○	○	○
123			レモンズメダイ	B	○	○	○	173			ムナテンベラダマシ	A	○		
124			ルリスズメダイ	B				174			ムナテンベラ	A	○	○	○
125			ミヤコキセンズメダイ	B		○		175			カノコベラ	A	○	○	
126			クラカオスズメダイ	B	○		○	176			カザリキュウセン	A	○		
127			ナミスズメダイ	B	○			177			ニシキキュウセン	A		○	
128			クロスズメダイ	B	○	○	○	178			アカニジベラ	A		○	
129			ヒレナガスズメダイ	B	○	○	○	179			イナズマベラ	A		○	
130			アツクチスズメダイ	B		○		180			カンムリベラ	A	○	○	○
131			フィリピンズメダイ	A	○	○	○	181			ツユベラ	A		○	
132			アサドスズメダイ	B	○	○	○	182			シチセンムスメベラ	A		○	○
133			メガネスズメダイ	B	○	○		183			シロタスキベラ	A		○	
134			モンツキスズメダイ	B	○	○	○	184			クロヘリイトヒキベラ	A			○
135			ソラスズメダイ	B		○		185			ギチベラ	A	○	○	○
136			ナガサキスズメダイ	B	○		○	186			ニセモチノウオ	A	○		
137			ミナミノスズメダイ	B			○	187			メガネモチノウオ	A	○		
138			クロメガネスズメダイ	B	○	○	○	188			アカデンモチノウオ	A	○	○	○
139			ネッタイスズメダイ	B	○	○		189			ヤシヤベラ	A	○		
140			ニセネッタイスズメダイ	B			○	190			ヒトスジモチノウオ	A	○	○	
141			ソラスズメダイ属	B	○			191			ホホスジモチノウオ	A	○		
142			フチドリズメダイ	B	○	○		192			オビテンスモドキ	A			○
143			アイズメダイ	B	○			193		ブダイ	イロブダイ	A	○		○
144			クロソラスズメダイ	B		○		194			ハゲブダイ	A	○	○	
145			クロソラスズメダイ属	B		○		195			ナンヨウブダイ	A		○	
146		イズミ	ミナミスズミ	A	○			196			オビブダイ	A	○	○	○
147			イズミ属	A		○		197			オウムブダイ	A		○	
148		メジナ	オキナメジナ	A	○			198			カスレオンブダイ	A		○	
149		ベラ	シチセンベラ	A	○			199			アミメブダイ	A	○		
150			ヒレグロベラ	A	○		○	200			イチモンジブダイ	A		○	

No.	目	科	和名	分布様式	アオサンゴ	ミドリイシ属	大型サンゴ
201	スズキ	ブダイ	スジブダイ	A	○		
202			ヒブダイ	A		○	
203			キヒレブダイ	A	○		○
204			ニシキブダイ	A	○		
205			ブチブダイ	A	○		
206			アオブダイ属	A	○		
207			ブダイ科	A	○		
208		トラギス	オグロトラギス	B		○	○
209		ヘビギンボ	ニセヘビギンボ属	B			○
210			カスリヘビギンボ	B	○		○
211			タテジマヘビギンボ	B	○		○
212			ヘビギンボ属	B			○
213		インギンボ	インドカエルウオ	B	○		
214			ベニツケタテガミカエルウオ	B	○		
215			イナズマタテガミカエルウオ	B	○		
216			タテガミカエルウオ	B	○		
217			モンツキカエルウオ	B	○		○
218			エリグロギンボ	B	○		
219			ヤエヤマギンボ	B	○	○	○
220			フタイロカエルウオ	B	○	○	○
221			ゴイシギンボ	B	○		
222			イシガキカエルウオ	B	○		○
223			オウゴンニジギンボ	C	○		○
224			サツキギンボ	C	○		○
225			ヒゲニジギンボ	C	○		
226		カモハラギンボ	C	○	○	○	
227		イナセギンボ	C	○		○	
228	ミナミギンボ	C	○				
229	テンクロスジギンボ	C		○	○		
230	ハゼ	アカハチハゼ	B	○	○		
231		チゴベニハゼ	B			○	
232		オキナワベニハゼ	B			○	
233		アカホシイソハゼ	B			○	
234		アオイソハゼ	B			○	
235		コジカイソハゼ	B			○	
236		カタボシオオモンハゼ	B			○	
237		マダラカザリハゼ	B			○	
238		ダンダラダテハゼ	B			○	
239		ヒメダテハゼ	B			○	
240		シノビハゼ属	B			○	
241		キンセンハゼ	B			○	
242		サンカクハゼ	B			○	
243		ハゼ科	C	○			
244		クロユリハゼ	C			○	
245		オオメワラスボ	サツキハゼ	C			○
246			オグロクロユリハゼ	B		○	
247	イトマンクロユリハゼ		C	○			
248		クロユリハゼ	C		○		
249	マンジュウダイ	アカククリ	A			○	
250	アイゴ	ハナアイゴ	A			○	

No.	目	科	和名	分布様式	アオサンゴ	ミドリイシ属	大型サンゴ	
251	スズキ	アイゴ	アマアイゴ	A		○		
252			ゴマアイゴ	A	○		○	
253			ヒメアイゴ	A		○	○	
254		ツノダシ	ツノダシ	A	○	○	○	
255		ニザダイ	ニザダイ	A		○		
256			テングハギ	A	○	○	○	
257			ミヤコテングハギ	A	○	○		
258			ヒレナガハギ	A	○		○	
259			ゴマハギ	A	○	○	○	
260			キイロハギ	A		○		
261			コクテンサザナミハギ	A	○		○	
262			サザナミハギ	A	○	○	○	
263			オハグロハギ	A			○	
264			ナガニザ	A	○	○	○	
265			ニジハギ	A	○	○		
266			モンツキハギ	A			○	
267			クロモンツキ	A			○	
268			ニセカンランハギ	A	○	○	○	
269		クロハギ	A		○	○		
270		カマス	カマス属	A			○	
271		フグ	モンガラカワハギ	モンガラカワハギ	C	○	○	○
272				ツマジロモンガラ	C	○	○	○
273				クマドリ	C			○
274		カワハギ	ノコギリハギ	C			○	
275			テングカワハギ	C	○	○		
276			ニシキカワハギ	C	○			
277		ハコフグ	クロハコフグ	C	○			
278	ミナミハコフグ		C	○	○	○		
279	フグ	シマキンチャクフグ	A	○	○	○		
280		シボリキンチャクフグ	A	○				
281		コクテンフグ	C	○	○	○		
282	ハリセンボン	ハリセンボン	A		○	○		
283	有鱗	コブラ	イイジマウミヘビ	A	○		○	
284			クロガシラウミヘビ	A			○	

注)A:移動性が高く、広範囲に移動しながら分布する。
 B:移動性が低く、狭い範囲を移動しながら分布する。
 C:AとBの中間的な分布特性を示す。

注) 参考文献

岡村収・尼岡邦夫編(1997);山溪カラー名鑑 日本海水魚, 山と溪谷社.
 瀬能宏監修(2004);決定版日本のハゼ, 平凡社.
 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, 誠文堂新光社.
 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.
 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.
 西山一彦(2012);日本のベラ大図鑑, 東方出版株式会社.

【詳細情報及び参考資料 8 サンゴに依存する魚類の選定例】

科名	種名	サンゴ依存形態		文献
		食性	生息	
チョウチョウオ科※	ミナミハタテダ`イ	○		文1
	ヤリカダキ`	○		文1
	スミツキトノサマダ`イ	○		文1
	トケ`チョウチョウオ	○		文1
	セク`ロチョウチョウオ	○		文1
	ウミツ`キチョウチョウオ	○		文1
	イッテンチョウチョウオ	○		文1
	トノサマダ`イ	○		文1
	シテンチョウチョウオ	○		文1
	ミカト`チョウチョウオ	○		文1
	カカ`ミチョウチョウオ	○		文1
	フウライチョウチョウオ	○		文1
	ミスジ`チョウチョウオ	○		文1
	ニセフウライチョウチョウオ	○		文1
	ヒメフウライチョウチョウオ	○		文1
	ヤスジ`チョウチョウオ	○		文1
	ハナク`ロチョウチョウオ	○		文1
	オウキ`チョウチョウオ	○		文1
	アケホ`ノチョウチョウオ	○		文1
	アミ`チョウチョウオ	○		文1
	クラカケチョウチョウオ	○		文1
ミノ`レチョウチョウオ	○		文1	
アミメ`チョウチョウオ	○		文1	
スズメダ`イ	クロヒ`スズメダ`イ		○	文6
	ササス`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`キ		○	文1
	シリキルリス`メダ`イ		○	文1
	ニセクラカオス`メダ`イ		○	文1
	アツクチ`スズメダ`イ	○		文1
	ネッタイス`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`	キイロサンゴ`ハゼ`		○	文2
	セアカコハ`ンハゼ`		○	文2
	ベ`ニサシコハ`ンハゼ`		○	文2
	シュオヒ`コハ`ンハゼ`		○	文2
	アカテンコハ`ンハゼ`		○	文2
	イレズ`ミコハ`ンハゼ`		○	文2
	コハ`ンハゼ`		○	文2
	アイコハ`ンハゼ`		○	文2
	イチモンジ`コハ`ンハゼ`		○	文2
	タスジ`コハ`ンハゼ`		○	文2
	フタイロサンゴ`ハゼ`		○	文2
	アワイロコハ`ンハゼ`		○	文2
	クマト`リコハ`ンハゼ`		○	文2
	フタスジ`コハ`ンハゼ`		○	文3
	ヒトスジ`コハ`ンハゼ`		○	文3
	ムジ`コハ`ンハゼ`		○	文2
	パ`ンタ`ダ`ルマハゼ`		○	文2
	カサイタ`ルマハゼ`		○	文2
	ヨコ`レタ`ルマハゼ`		○	文2
	クロタ`ルマハゼ`		○	文2
アカネタ`ルマハゼ`		○	文5	
ダ`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. 日本産アカテン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.

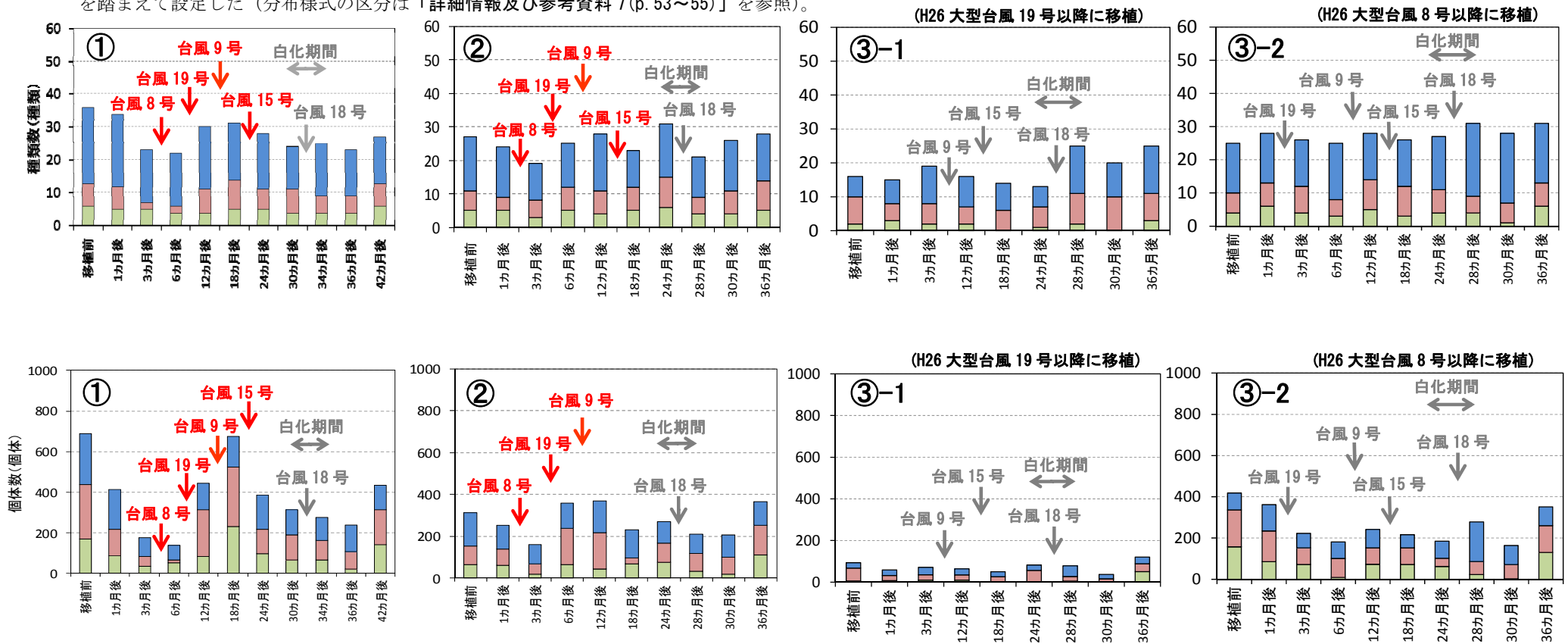
文6：中坊徹次編，2013. 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会.

※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オ科全てをサンゴ依存種とした。

【詳細情報及び参考資料 9 移植・移築サンゴ周辺の魚類・大型底生動物の変化】

(1) 移植サンゴ(主にミドリイシ属)周辺の魚類

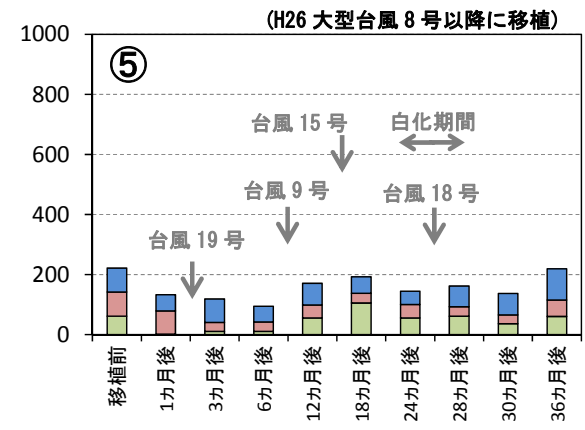
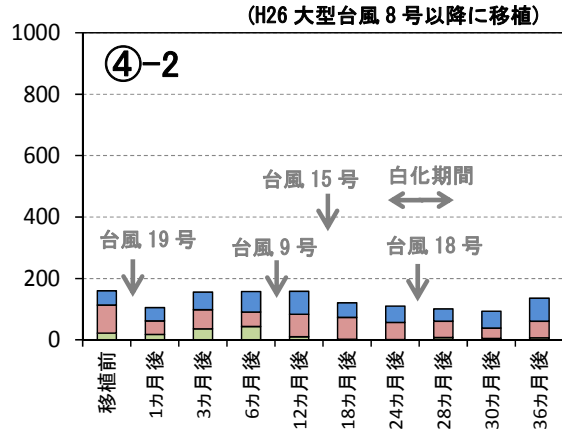
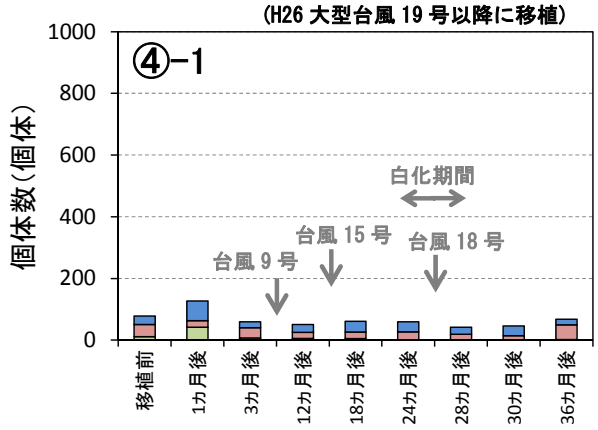
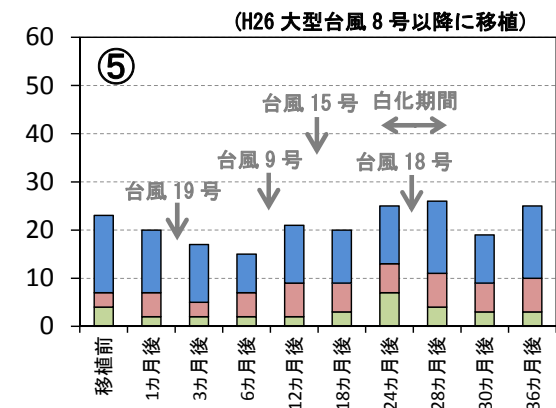
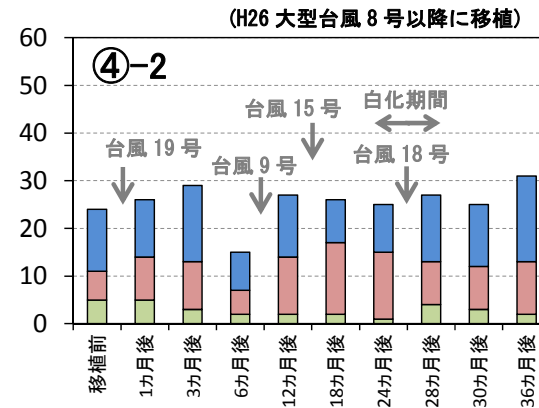
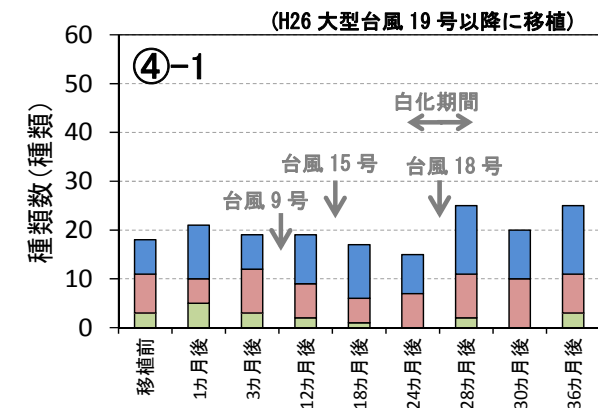
移植したサンゴ類に蟠集する魚類・大型底生動物の種類数、個体数の変化を次頁以降に示す。魚類の区分(A, B, C)については、魚類の生態学的知見及び現地での観察状況を踏まえて設定した(分布様式の区分は「詳細情報及び参考資料 7(p. 53~55)」を参照)。



参考図 9-1(1) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の魚類の変化

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。

注) 図中の赤字は移植サンゴに影響を及ぼしたと考えられる台風



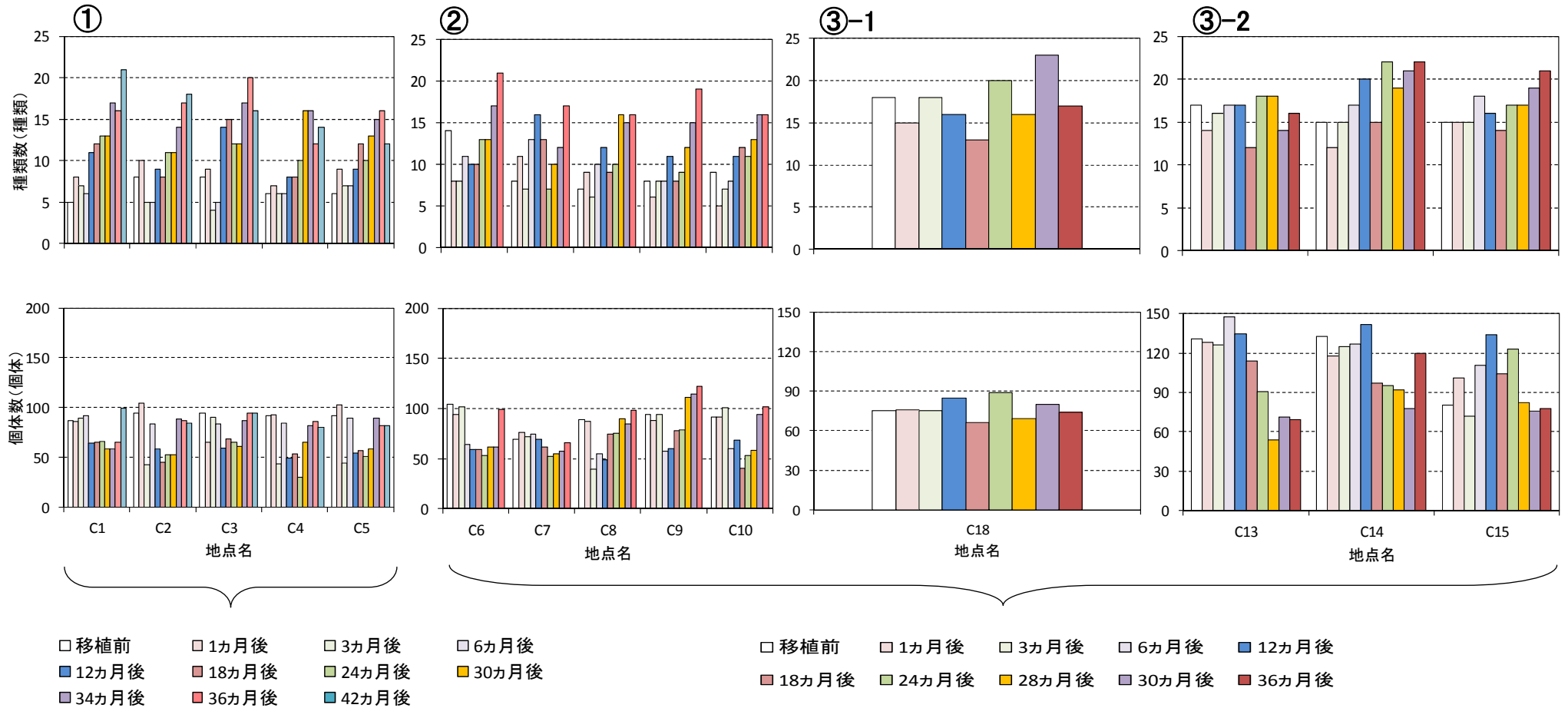
参考図 9-1(2) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の魚類の変化

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。

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、20種前後が観察されている。

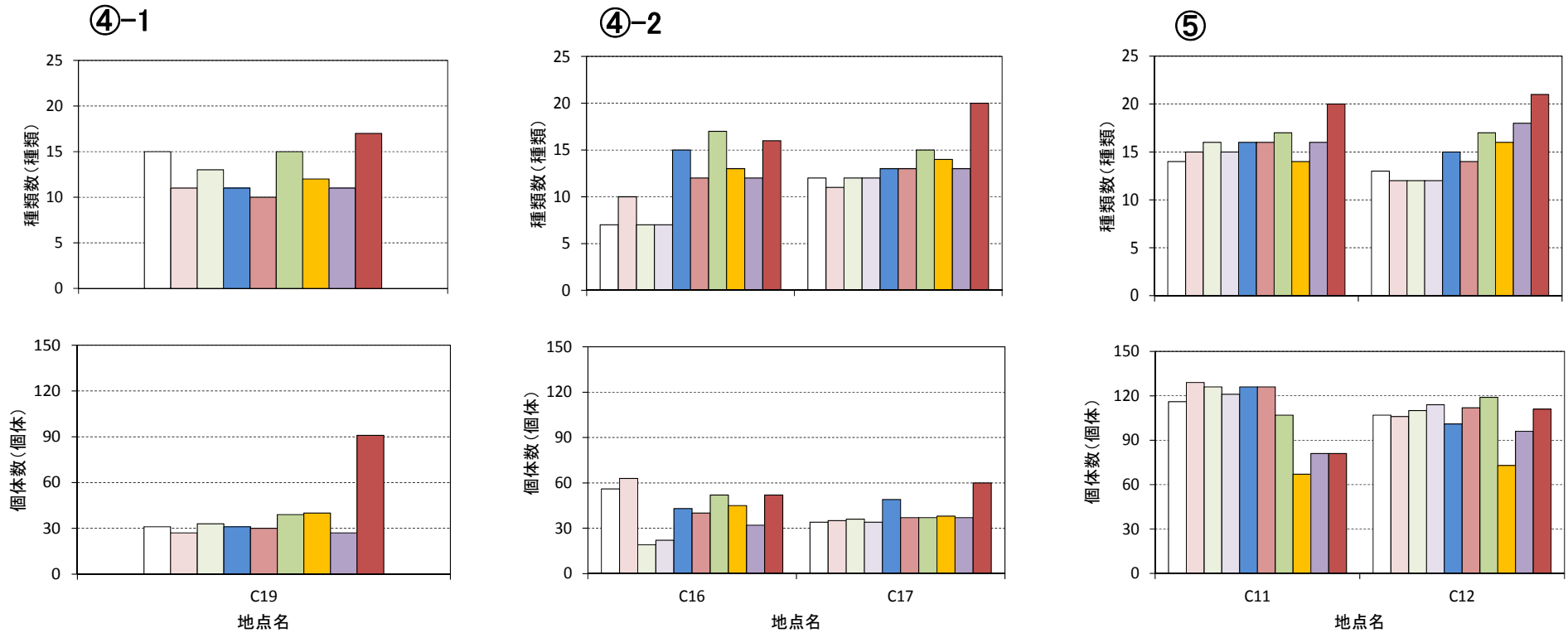
個体数に増減がみられるエリアがあるが、調査時において50個体以上の群れを成す種の確認の有無による違いである。既存サンゴの生息エリアにサンゴを移植したことから、経時的な変化は小さく、移動性の低いBの変化も小さいため、移植地周辺で魚類の増集状況の変化は小さいと考えられる。Aの例としてベラ科、ニザダイ科など、BやCの例としては、ハタ科、ヒメジ科、スズメダイ科、モンガラカワハギ科などがあげられる。

(2) 移植サンゴ(主にミドリイシ属)周辺の大型底生動物



参考図 9-2(1) 小型サンゴ(ミドリイシ属)周辺の大型底生動物の変化

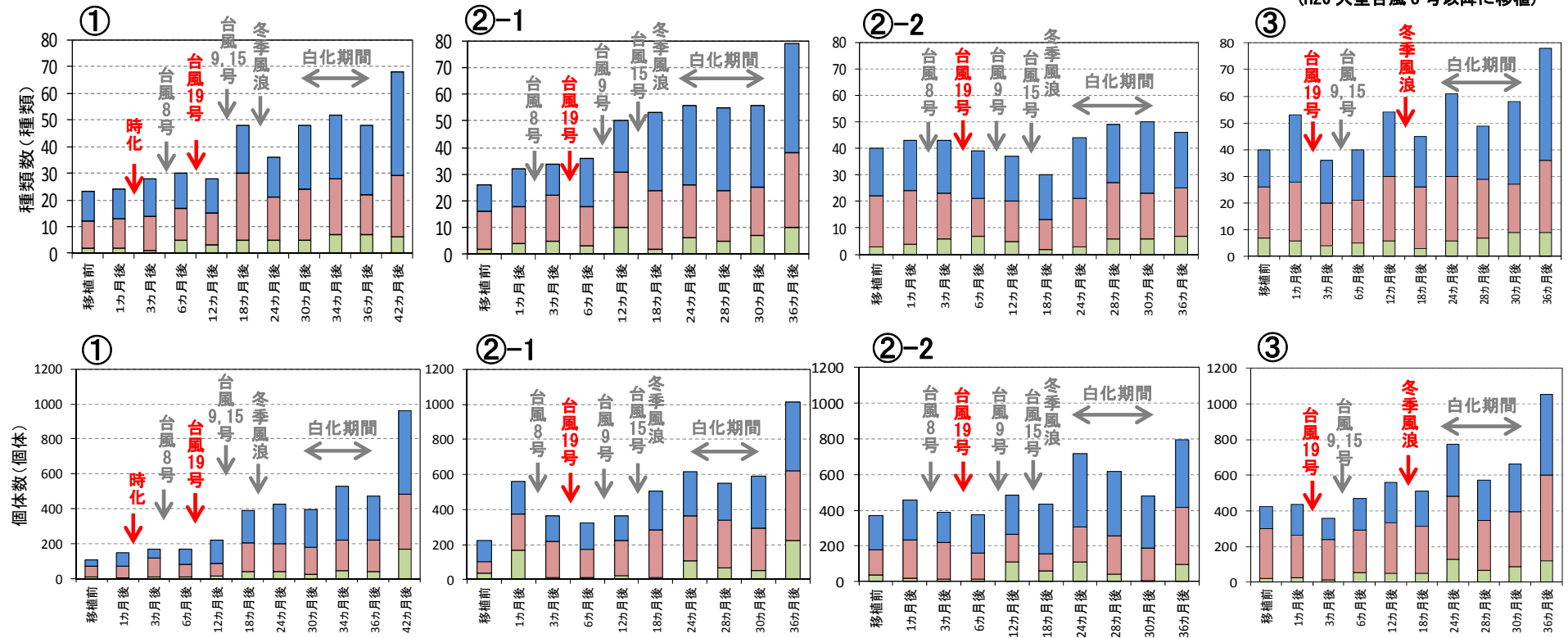
□ 移植前 □ 1ヵ月後 □ 3ヵ月後 □ 6ヵ月後 □ 12ヵ月後
 □ 18ヵ月後 □ 24ヵ月後 □ 28ヵ月後 □ 30ヵ月後 □ 36ヵ月後



参考図 9-2(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蝸集状況に変化は小さいと考えられる。個体数の増減については、個体数が卓越するウニ類の寄与が大きく④-2では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、個体数が少ない傾向にある。④-1では36ヵ月後の個体数が3倍程度に増加したが、これはウミシダ目とシロレイシガイダマシの増加に起因している。

(3) 移植サンゴ(主にアオサンゴ)周辺の魚類 (分布様式の区分は「詳細情報及び参考資料7(p.53~55)」を参照)

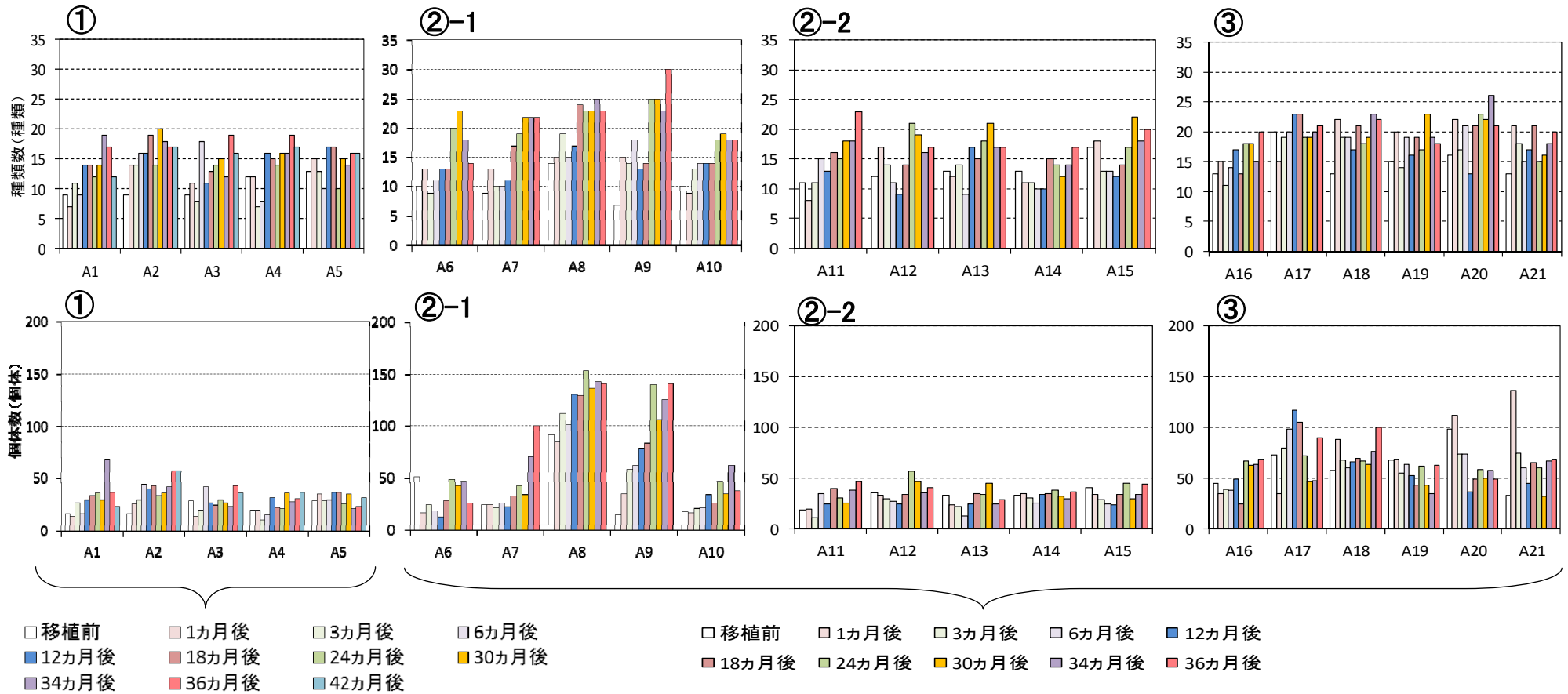


参考図 9-3 小型サンゴ(アオサンゴ)周辺の魚類の変化

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20~50種前後の魚類が観察された。移植前後での種類数、個体数の増減は地点や時期によってばらつきが大きい。①、②-1におけるで種類数、個体数の増加は、スズメダイ科やベラ科の種類が多く確認されるようになったためである。種数・個体数の増減には、主に移動性の低い区分B種(主にスズメダイ科)の確認が寄与している。移動性の高い魚種(区分A種)の増加は潮汐等の変動に伴い偶発的に多く確認されたものと考えられる。

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。
 注) 図中の赤字の台風は移植サンゴに影響を及ぼしたと考えられるもの

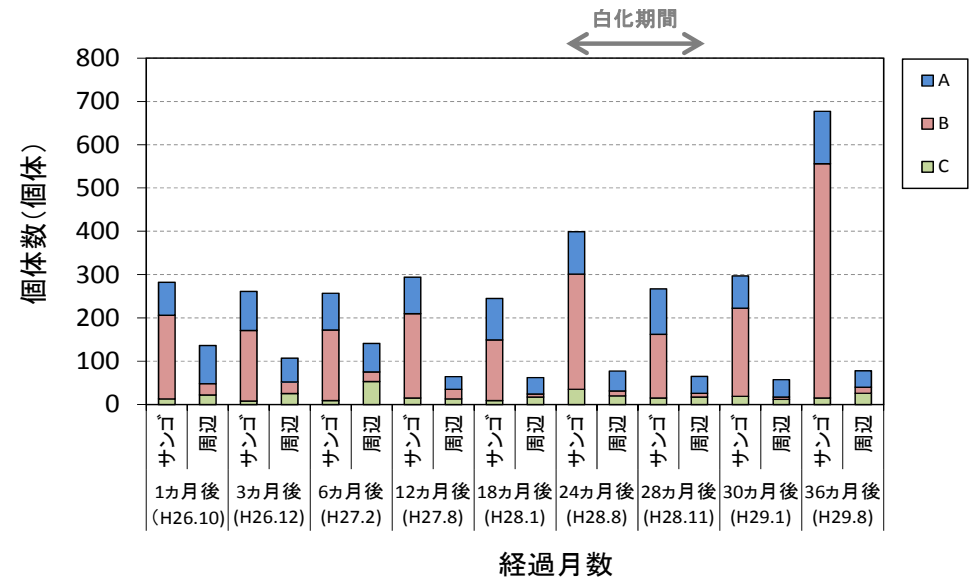
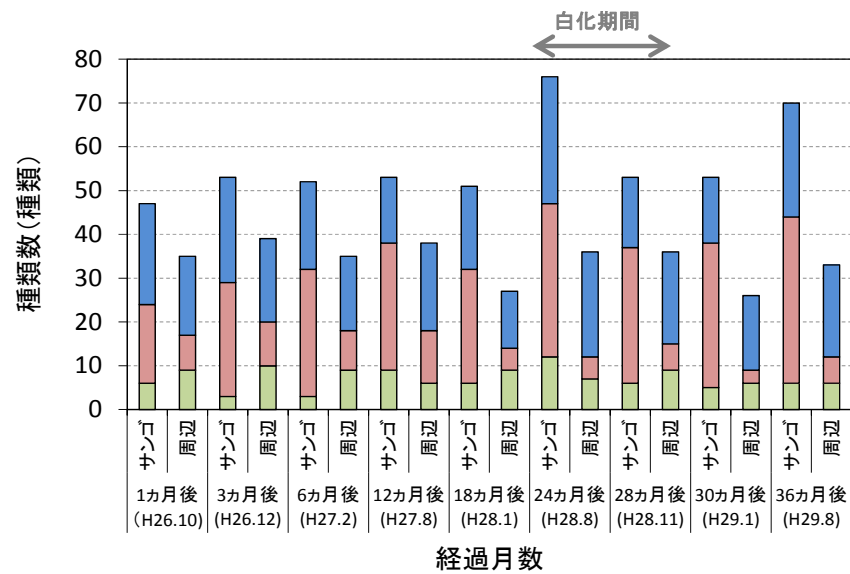
(4) 移植サンゴ(主にアオサンゴ)周辺の大型底生動物



参考図 9-4 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蜻集状況に変化は小さいと考えられる。地点間の違いについては、急斜面の地点に対してA8, A9は比較的平坦な小段状の地形であり、ウニ綱や節足綱の生息数が他の地点よりも多いことが特徴である。

(5) 移築サンゴ(主に塊状ハマサンゴ)周辺の魚類 (分布様式の区分は「詳細情報及び参考資料7(p.53~55)」を参照)



参考図 9-5 大型サンゴ周辺の魚類の変化

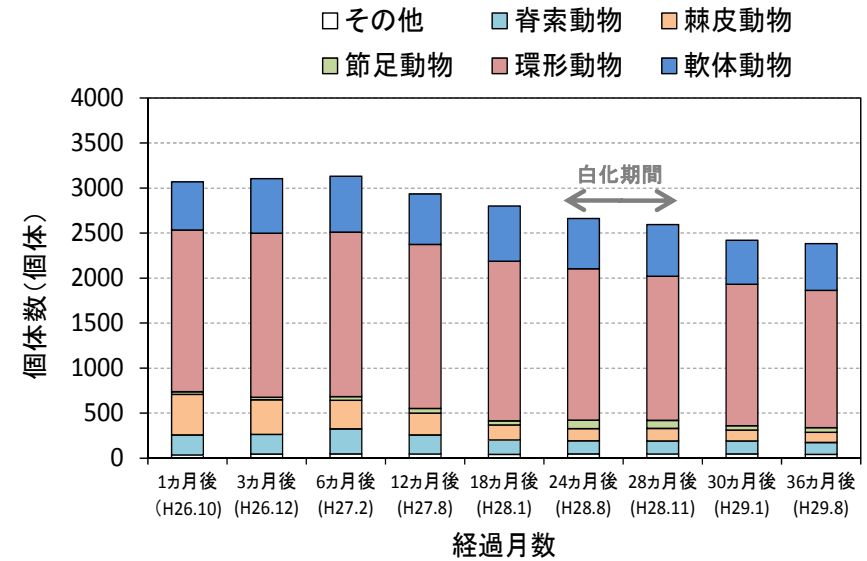
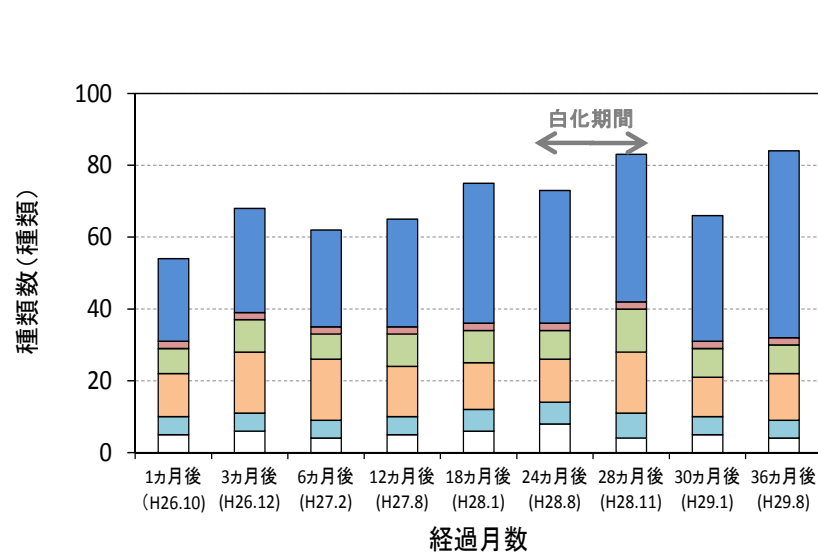
注 1) サンゴ: 大型サンゴ 37 群体に蟠集する魚類
 周辺 : 大型サンゴ周辺のサンゴの分布しない砂地や岩盤底
 注 2) A: 移動性が高く、広範囲に移動しながら分布する種。
 B: 移動性が低く、狭い範囲を移動しながら分布する種。
 C: A と B の中間的な分布状況を示す種。

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36ヵ月後にかけて大きな変化はなかった。

移築サンゴ付近とその周辺を比較すると、総じてサンゴに集まる魚類の種類数および個体数が多く、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、蟠集効果が現れていると考えられる。

Aの例として、チョウチョウウオ科、ベラ科、ニザダイ科、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、ハゼ科など、Cの例としてヒメジ科、モンガラカワハギ科などが挙げられる。個体数としてはスズメダイ類の他、キンセンイシモチが多い。

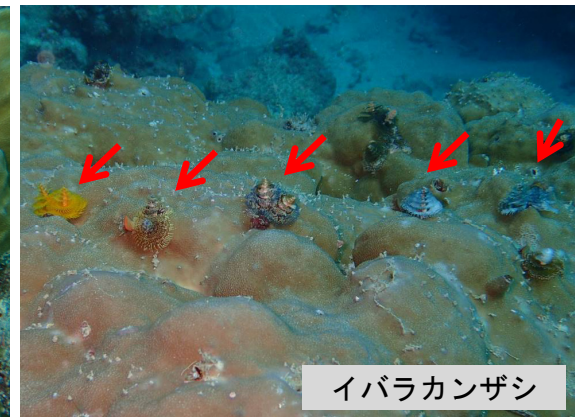
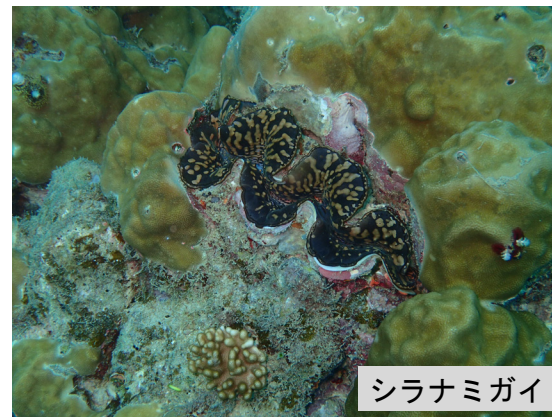
(6) 移築サンゴ(主に塊状ハマサンゴ) 周辺の大型底生動物



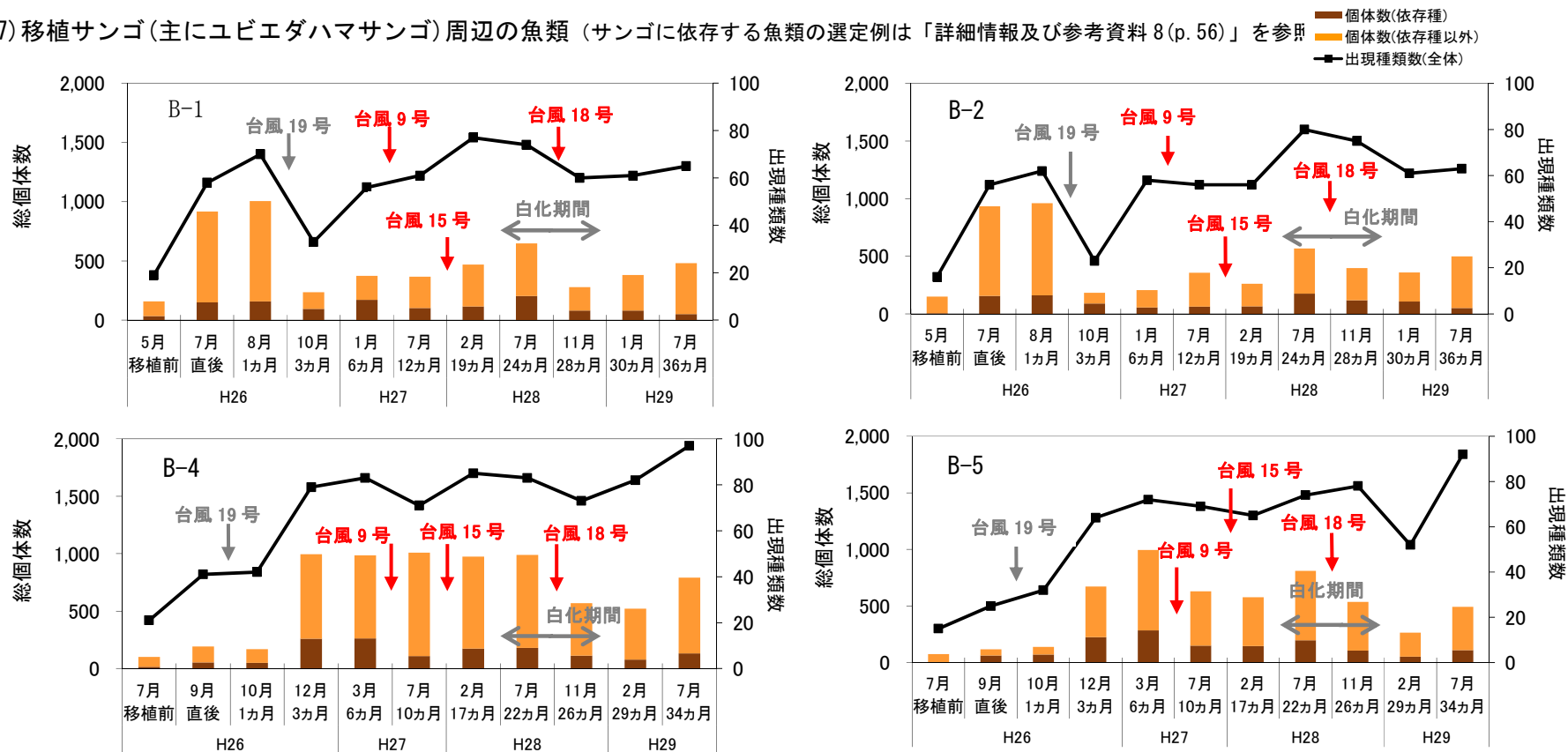
参考図9-6 大型サンゴ周辺の大型底生動物の変化

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。

大型底生動物の種類数については6ヵ月後から36ヵ月後にかけて増減を繰り返しながらやや増加傾向にあった。これには軟体動物の増加が寄与している。一方、個体数については12ヵ月後から36ヵ月後にかけてやや減少傾向にあった。これは棘皮動物のウニ綱が半数以下に減少したことや、100個体以上出現する環形動物のカンザシゴカイ科の減少に起因するものと考えられる。



(7) 移植サンゴ(主にユビエダハマサンゴ)周辺の魚類(サンゴに依存する魚類の選定例は「詳細情報及び参考資料8(p.56)」を参照)

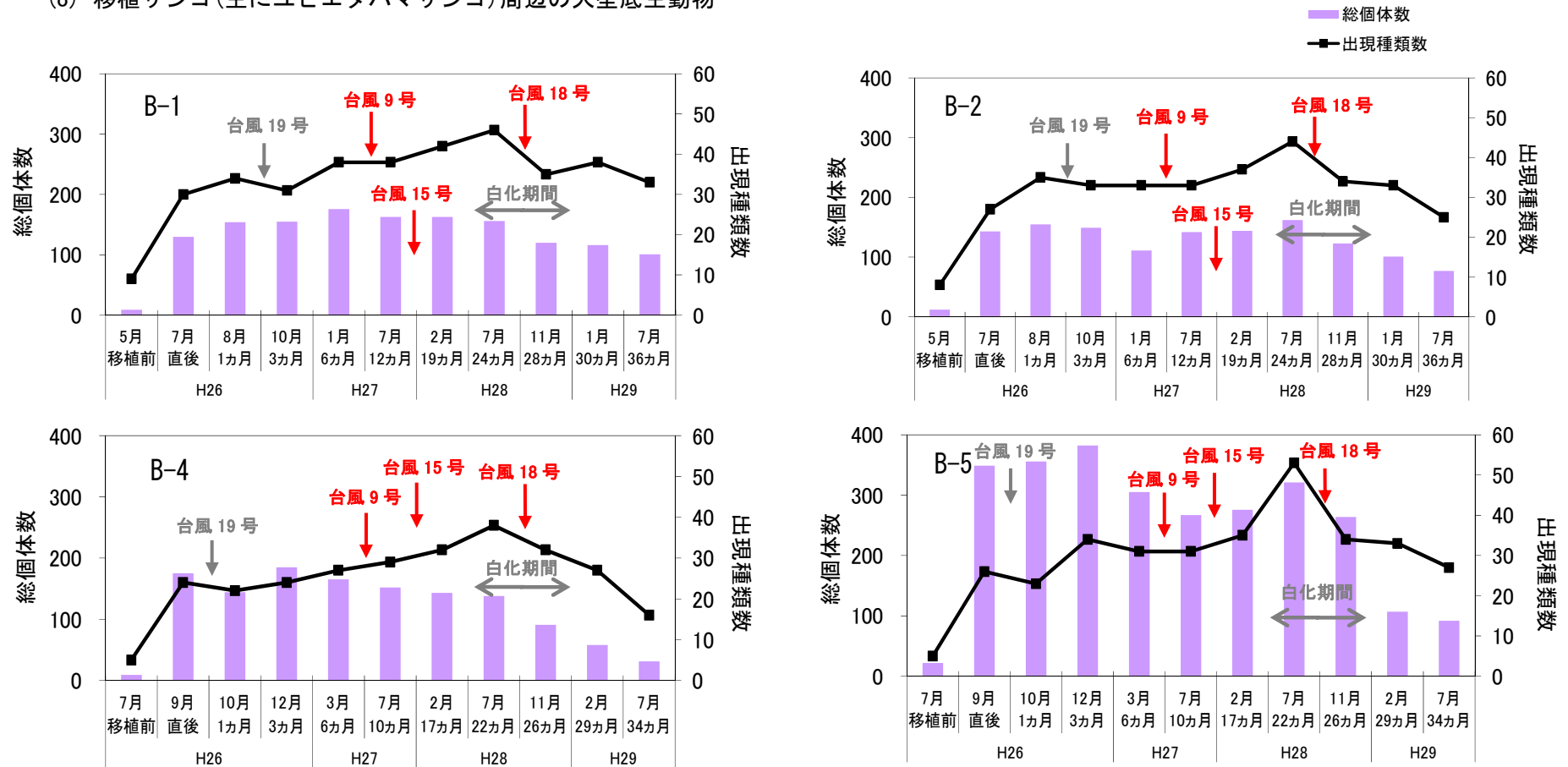


参考図 9-7 枝サンゴ群集周辺の魚類の変化

スズメダイ科やチョウチョウオ科のほか、ベラ科、ハゼ科、ブダイ科等が確認された。移植サンゴ群集付近の出現種類数は、移植 34~36 ヶ月後には 63~97 種類であり、移植前の 15~21 種類と比較して増加した。総個体数も移植 34~36 ヶ月後には 482~792 個体であり、移植前の 74~159 個体と比較して増加した。

サンゴ依存種については、チョウチョウオ科のミスジチョウチョウオ、スダレチョウチョウオやスズメダイ科のデバスズメダイ、ミスジリュウキュウスズメダイ、ルリホシスズメダイ等が確認された。依存種に係る出現種類数は、移植 34~36 ヶ月後に 6~12 種類であり、移植前の 0~2 種類と比較して増加した。総個体数も移植 34~36 ヶ月後に 50~132 個体であり、移植前の 0~35 個体と比較して増加した。移植 26, 28 ヶ月までに台風 18 号の影響による移植サンゴに再度の埋没があり種類数・個体数は減少した。

(8) 移植サンゴ(主にユビエダハマサンゴ)周辺の大型底生動物

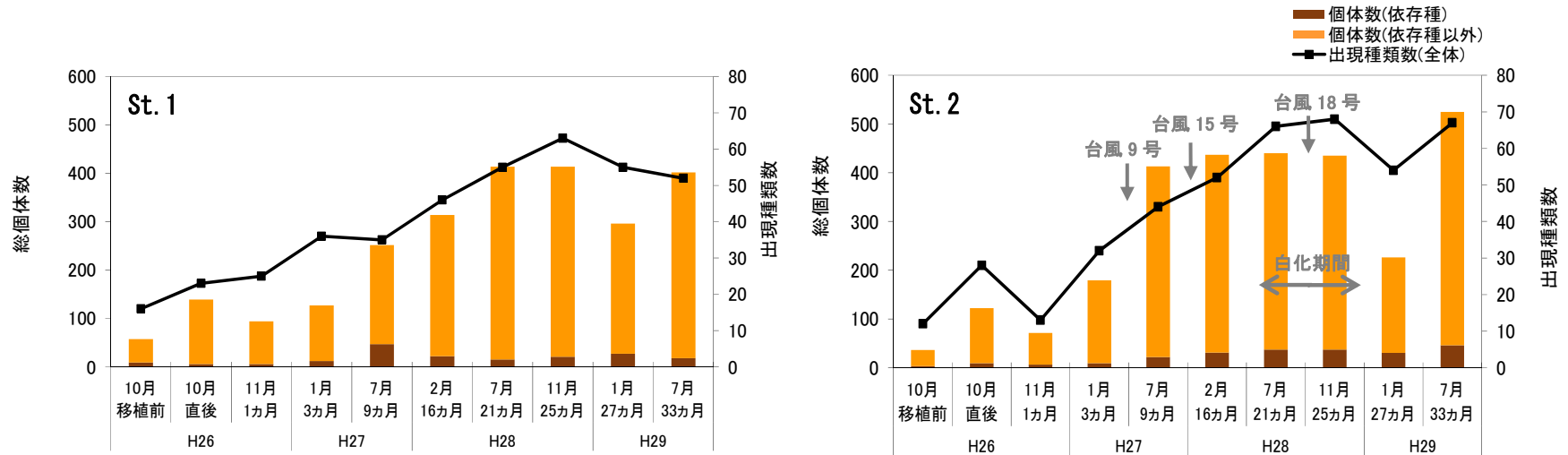


参考図 9-8 枝サンゴ群集周辺の大型底生動物の変化

出現種類数は、移植 34~36 ヶ月後に 16~33 種類であり、移植前の 5~9 種類と比較して増加した。総個体数も移植 34~36 ヶ月後には 31~101 個体であり、移植前の 9~22 個体と比較して増加した。

移植 26, 28 ヶ月までに台風 18 号の影響による移植サンゴに再度の埋没があり種類数・個体数は減少した。

(9) 移植サンゴ(希少サンゴ：シヨウガサンゴ)周辺の魚類(サンゴに依存する魚類の選定例は「詳細情報及び参考資料8(p.56)」を参照)



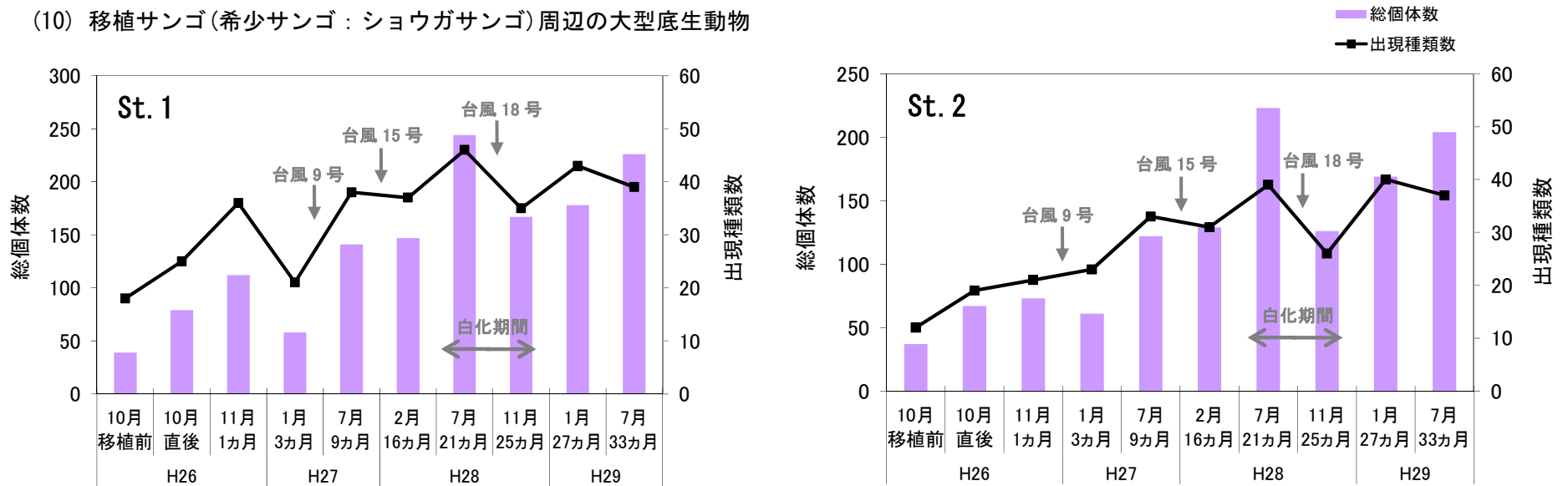
参考図 9-9 魚類の出現種類数と総個体数

ハゼ科やスズメダイ科、チョウチョウオ科、ニザダイ科等が確認された。移植サンゴ付近の出現種類数は、移植 32 ヶ月後に 52~67 種類であり、移植前の 12~16 種類と比較して増加した。総個体数も移植 32 ヶ月後に 402~525 個体であり、移植前の 36~58 個体と比較して増加した。

サンゴ依存種については、チョウチョウオ科のスミツキトノサマダイ、トゲチョウチョウオ、ミスジチョウチョウオやスズメダイ科のニセクラカオスズメダイ、ネットイスズメダイ、ハゼ科のダルマハゼ等が確認された。

依存種に係る出現種類数は、移植 32 ヶ月後に 6~9 種類であり、移植前の 1~3 種類と比較して増加した。総個体数も移植 32 ヶ月後に 18~46 個体であり、移植前の 3~9 個体と比較して増加した。

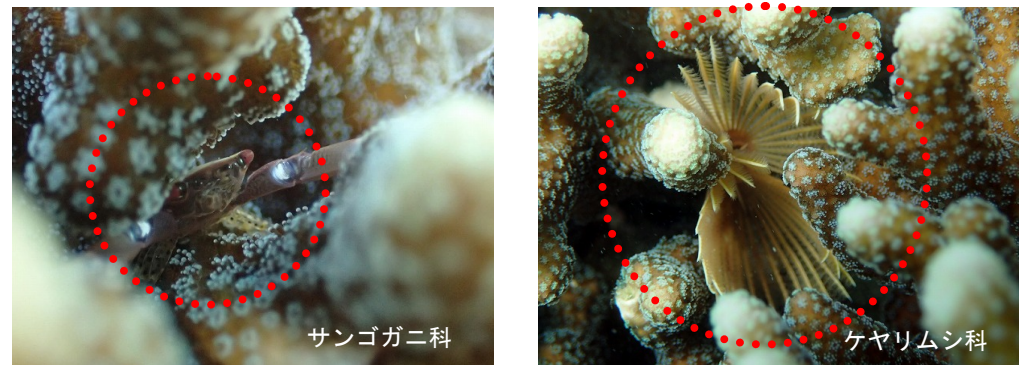
(10) 移植サンゴ(希少サンゴ：ショウガサンゴ)周辺の大型底生動物



参考図 9-10 大型底生動物の出現種類数と総個体数

大型底生動物は、軟体動物門や節足動物門、脊索動物門等が確認観察された。出現種類数は、移植 32 ヶ月後に 37~39 種類であり、移植前の 12~18 種類と比較して増加した。総個体数も移植 32 ヶ月後に 204~226 個体であり、移植前の 37~39 個体と比較して増加した。

また、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が確認された。



移植後に確認された大型底生動物の例

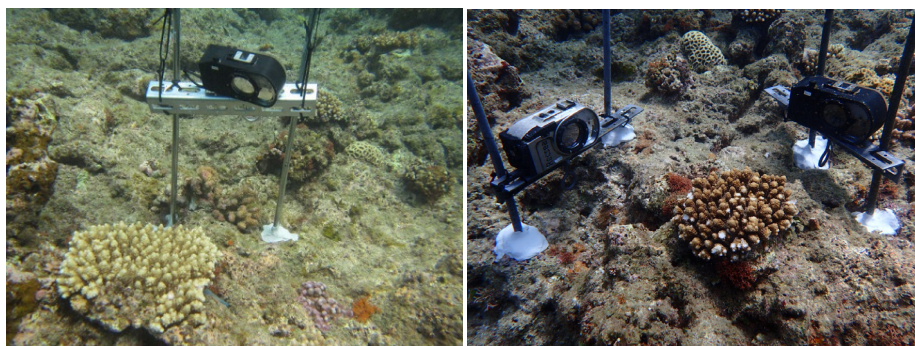
【詳細情報及び参考資料 10 移植サンゴの産卵確認】

平成 25 年度及び平成 26 年度において無性生殖移植を行ったサンゴについて、産卵状況の確認を行った。

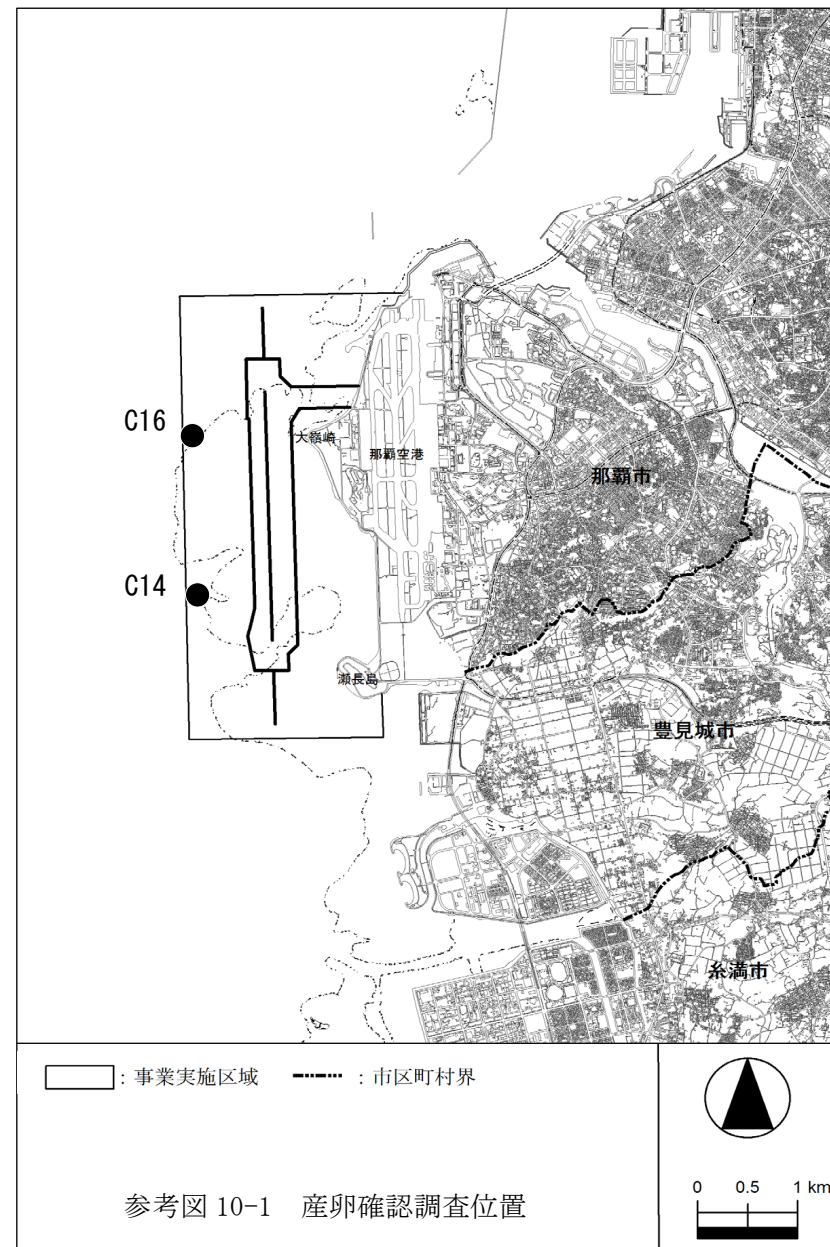
調査対象は一斉産卵を行うミドリイシ属とし、定点カメラによるインターバル撮影（10 分間隔）を行った。調査期間はミドリイシ属が産卵すると想定される 5～6 月のうち 1 ヶ月間を計画した。

参考表 10-1 調査概要

調査項目	調査時期	調査対象サンゴ	調査方法
移植サンゴの産卵確認調査	5～6 月 (1 ヶ月間)	ミドリイシ属 2 地点	水中自動撮影カメラによるインターバル撮影（10 分間隔）。1 週間おきにデータの回収とバッテリー交換を行う。



(定点カメラの設置の例)

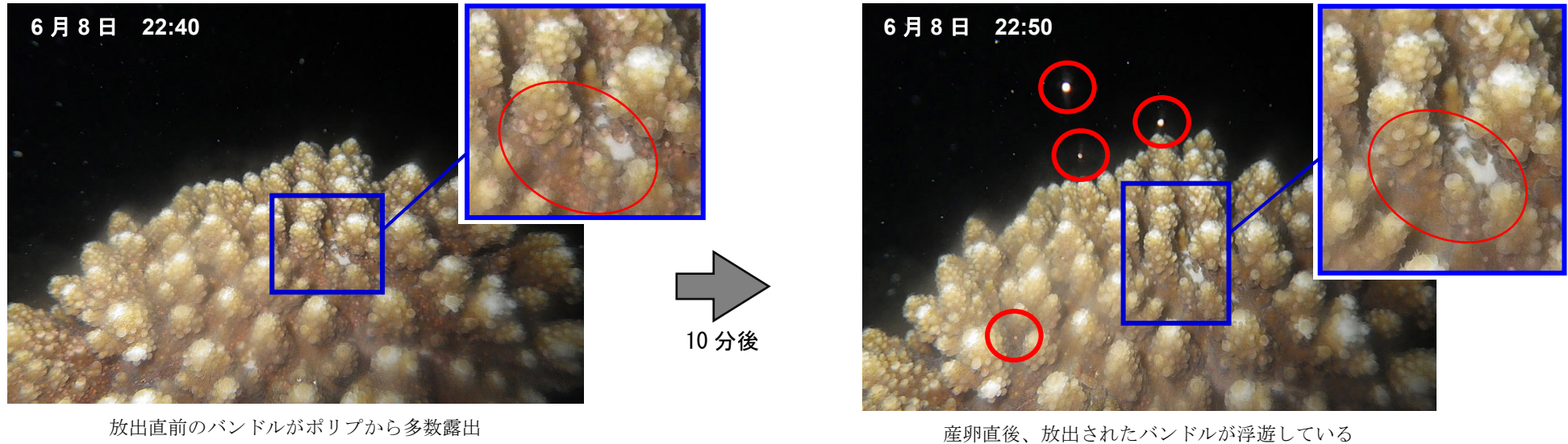


(1) 移植ミドリイシ属の産卵確認

平成 28 年の 5 月下旬～6 月中旬に移植サンゴ（ミドリイシ属）の産卵が確認されたが、本年も 6 月上旬にカメラを設置した 1 箇所において、移植サンゴ（ミドリイシ属）の産卵が確認された。定点カメラには、放出直前のバンドルや放出されたバンドル(※)が撮影された。

※ バンドル：複数の卵と精子が詰まったカプセル

(産卵確認日：平成 29 年 6 月 8 日 22:50)



(2) 移植アオサンゴの幼生保育・放出の確認

アオサンゴの繁殖様式は、放卵放精による一斉産卵を行うミドリイシ属とは異なり幼生保育型である。

昨年、移植アオサンゴについて幼生放出が確認されたが（平成 28 年 7 月 18, 19 日、エリア②-1, ②-2）、本年も 7 月 6 日～25 日にかけてアオサンゴの移植群体に幼生保育または放出が確認された。

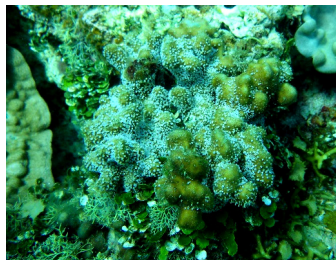
表 10-2 に概略調査枠内で 36 ヶ月後に生残している移植群体のうち、幼生保育または放出が確認された群体数および割合を示す。

A4、A8、A18、A19 の 4 地点を除く 17 地点で幼生保育または放出され、生残群体に占める割合は、最大 25%であった。ただし、アオサンゴの再生産行動については既往の知見が乏しく、時期についてもミドリイシ属のように満月前後を中心に行われるのか、断続的に 7 月～8 月にかけて行われるのか詳しく分かっていない。したがって、後者の場合には、個体差が大きいと考えられ、各地点の調査日に確認されなかった群体についても、調査日の前後で幼生保育または放出がみられた可能性がある。このため、表 10-2 に示す結果は最低限の値であり、実際の割合はさらに高いと推察される。

アオサンゴは幼生の分散範囲が狭く、幼生は放出直後から定着できるため、親群体が分布するサンゴ礁海域に高い確率で定着・加入できることが知られている (Harii et al., 2002, 2003)。したがって、移植したアオサンゴの幼生放出によって、周辺への新規加入が期待される。

参考表 10-2 移植範囲における移植アオサンゴの幼生保育・放出群体の状況(参考値)

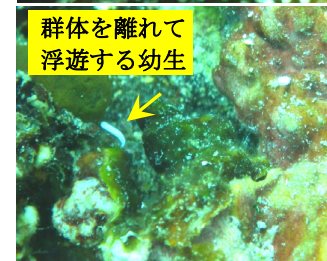
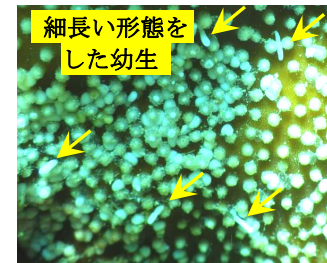
	エリア①					エリア②-1					エリア②-2					エリア③					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21
幼生保育・放出 群体数	6	12	5	0	9	19	18	0	14	20	3	2	2	7	8	3	1	0	0	7	3
36カ月後の生残 群体数	55	95	34	51	70	83	100	35	56	123	71	88	91	109	105	109	86	76	102	114	90
幼生保育・放出 群体数の割合	11%	13%	15%	0%	13%	23%	18%	0%	25%	16%	4%	2%	2%	6%	8%	3%	1%	0%	0%	6%	3%
調査日	7/6	7/6	7/6	7/6	7/6	7/7	7/7	7/7	7/7	7/7	7/11	7/11	7/11	7/11	7/11	7/25	7/25	7/24	7/24	7/24	7/24



幼生保育群体(移植群体の全景)



幼生保育状況(移植群体の近景)

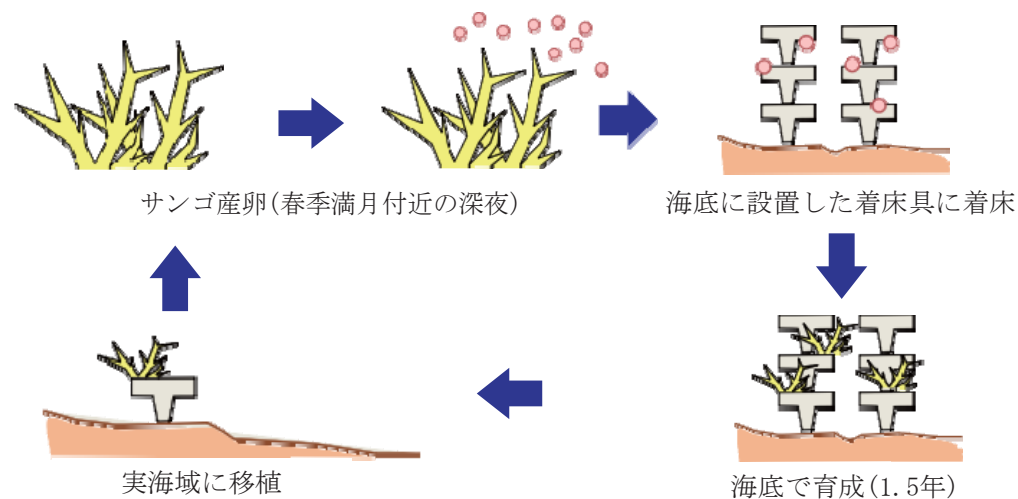


幼生保育・放出状況(移植群体の近景)

参考文献

- ・Harii.S, Kayane.H, 2002. Larval settlement of corals in flowing water using a racetrack flume. Mar.Tech. Soc.J, Vol.36, 76-79.
- ・Harii.S, Kayane.H, Takigawa.H, Hayashibara.T, Yamamoto.M, 2002. Larval survivorship, competency periods and settlement of two brooding corals, *Heliopora coerulea* and *Pocillopora damicornis*. Mar.Biol, Vol.141, 39-46.
- ・Harii.S, Kayane.H, 2003. Larval dispersal, recruitment, and adult distribution of the brooding stony octocoral *Heliopora coerulea* on Ishigaki Island, southwest Japan. Coral Reefs, Vol.22, 188-196.

【詳細情報及び参考資料 11 有性生殖移植試験】

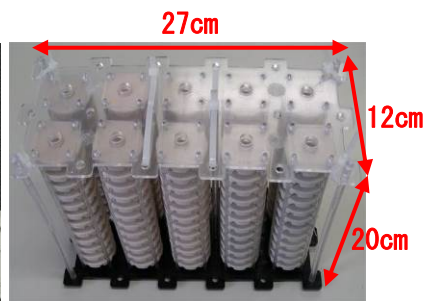


参考図 11-1 有性生殖移植法による移植種苗の生産

<参考：着床具の設置概要>



着床具(セラミック製)



1 着床具ケース (120 個)



着床具設置状況



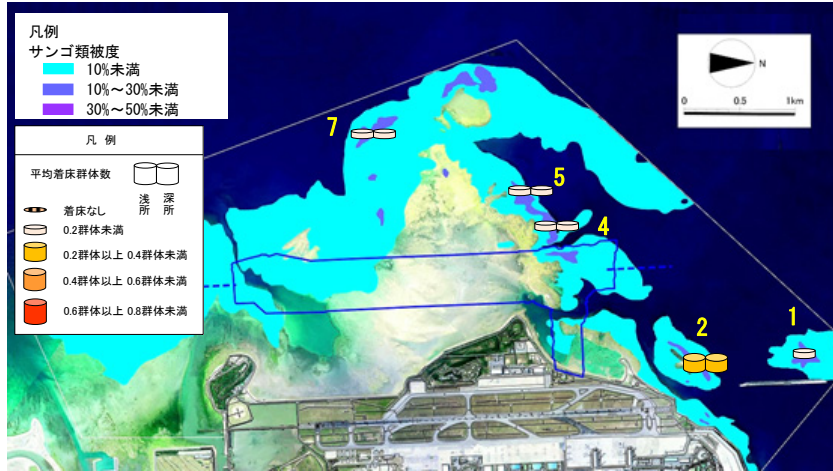
中間育成場の概況

平成 26 年度は 5 地点 9 箇所 (浅所・深所) に 6,480 個 (720×9) 設置
 平成 27 年度は 5 地点 9 箇所 (浅所・深所) に 4,860 (540×9) 個設置
 平成 28 年度は 3 地点 5 箇所 (浅所・深所) に 5,400 (1,080×5) 個設置
 平成 29 年度は 3 地点 5 箇所 (浅所・深所) に 5,400 (1,080×5) 個設置

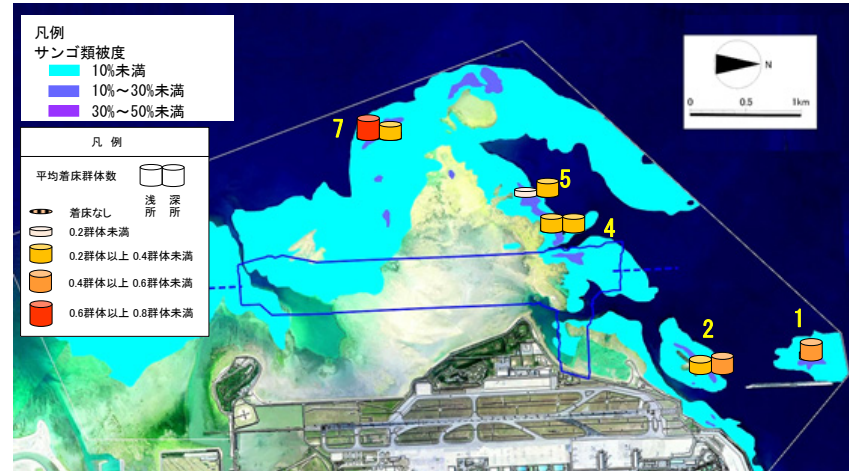
<有性生殖移植試験：着床場所、着床したサンゴ類の経年変化>

①着床場所

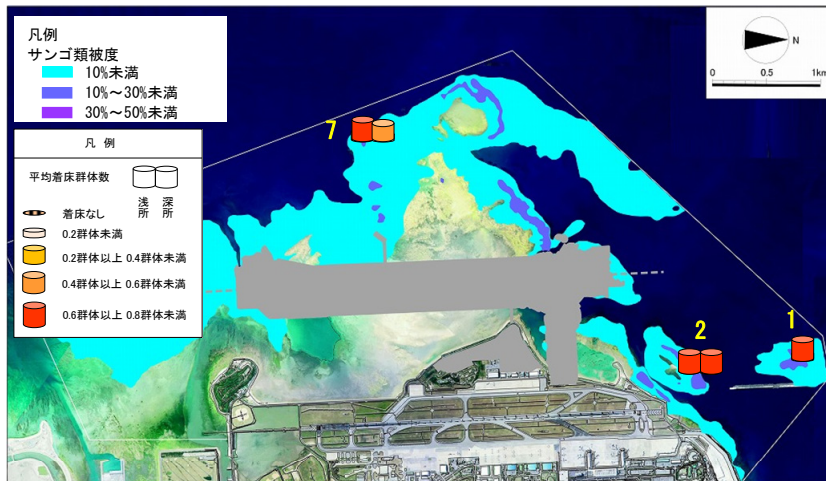
サンゴの着床場所は、平成26年度は当該海域北側リーフのSt. 2で多かったが、平成27年度には南側リーフのSt. 7でも多い傾向にあった。今年度は北側や南側など全地点において着床しており、着床場所には年変動があることが推察される。



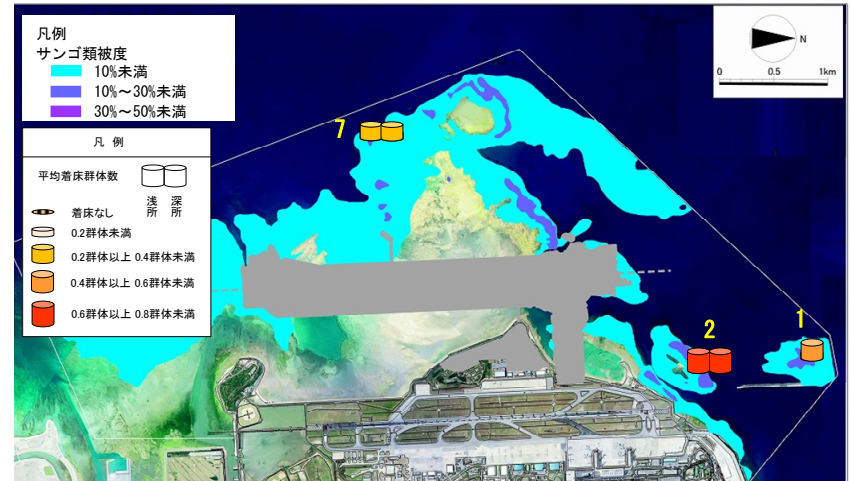
(平成26年度)



(平成27年度)



(平成28年度)



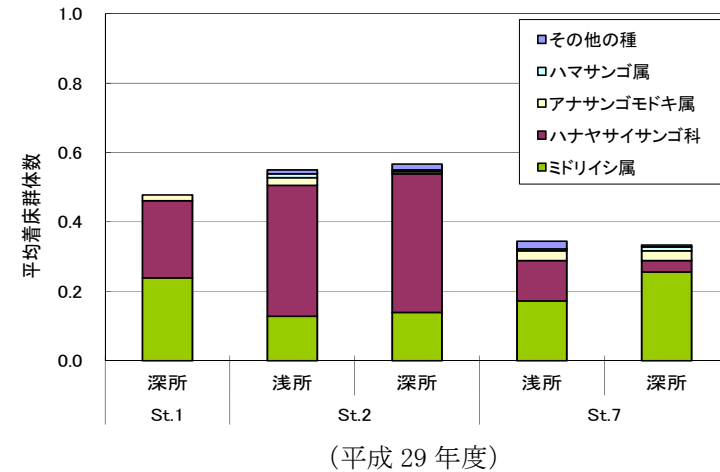
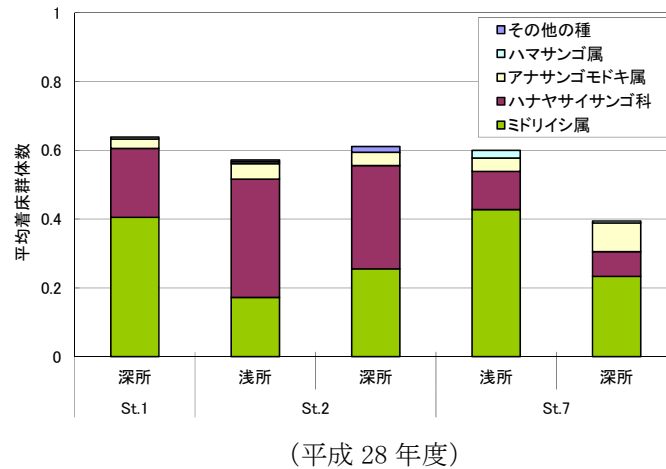
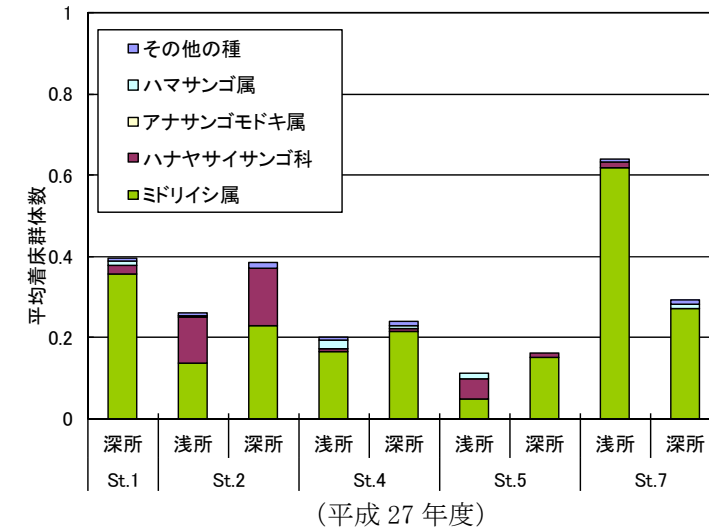
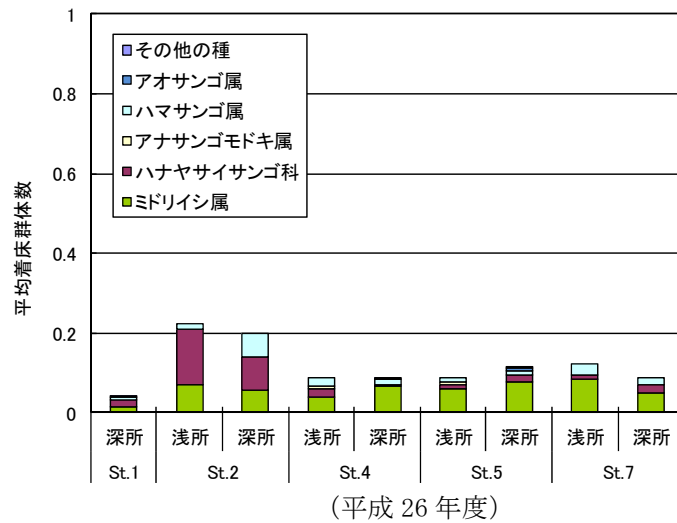
(平成29年度)

参考図 11-2 夏季サンプリングにおける平均着床群体数

②着床した種類

着床具に着床していたサンゴの種類で多くを占めていたのは、ミドリイシ属とハナヤサイサンゴ科であった。これらの着床状況には年変動がみられ、ミドリイシ属の着床が最も多かったのは平成27年度のSt.7浅所であり、平均着床群体数は約0.6群体であった。

平成28～29年度では平成26～27年度と比較してハナヤサイサンゴ科の着床群体数が多かった。これは、静穏海域への移設(中間育成場)及びサンプリングの時期が平成26～27年度に比べ平成28～29年度は1ヵ月程遅く、海底への設置期間が長かったことから、産卵期間が長いハナヤサイサンゴ科の着床が多くなったと考えられる。



参考図 11-3 夏季サンプリングにおける種類別着床群体数