

小型サンゴ類の生息状況等について

令和5年5月

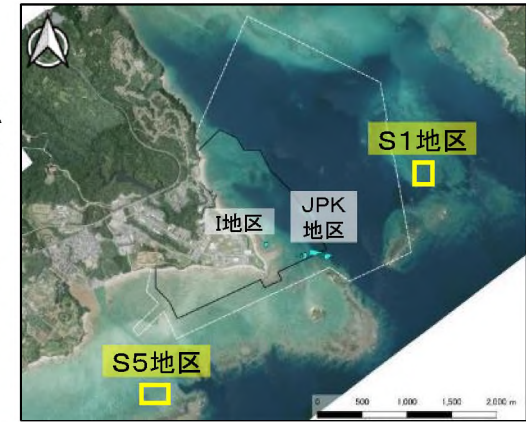
沖縄防衛局

移植後モニタリングの結果

1. 移植後モニタリングの進捗状況

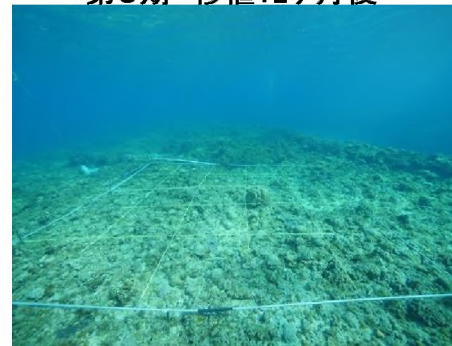
移植した小型サンゴ類について移植後モニタリングを実施した。調査は移植直後、1、3、6、9、12ヶ月後、その後は1年間隔で実施する。S1地区(J,P,K地区)については、移植期間が長期にわたることから、モニタリング対象群体の移植時期を3ヶ月ごとに第1期から第3期までに区分し、各期ごとに移植後モニタリングを実施する。

S5地区(I地区)、S1地区第1期、第2期、第3期は移植12ヶ月後までの移植後モニタリングが完了している。また、夏期高水温の影響把握の為、S5地区、S1地区第1期においても臨時調査を実施している。今回は、S1地区の第3期の移植12ヶ月後までの状況を報告する。



移植後モニタリングの調査地点

【S1地区】 第3期 移植12ヶ月後



モニタリング対象サンゴ類の状況

移植後モニタリングの調査実績

地区	令和3年						令和4年												令和5年					
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
S5地区 (I地区)	■		■		■		■			■			■		■		■							
			移植直後	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後			9ヶ月後			12ヶ月後	13ヶ月後			16ヶ月後					
地区	令和3年						令和4年												令和5年					
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
S1地区 (J,P,K地区)	第1期	移植なし	■		■		■		■			■			■		■							
					移植直後	1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後			9ヶ月後			12ヶ月後			15ヶ月後				
							移植直後		1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後			9ヶ月後			12ヶ月後				
								移植直後		1ヶ月後		3ヶ月後			6ヶ月後			9ヶ月後			■		12ヶ月後	

■ 対象群体移植 ■ 移植後モニタリング ■ 移植後モニタリング(臨時調査) □ 今回報告事項

(1) S1地区 (J,P,K地区) : 第3期

第3期(令和4年3月)にJ,P,K地区よりS1地区観察枠へ移植した小型サンゴ類について、移植数量の10%以上のサンゴ類を対象にモニタリングを実施した。モニタリング対象群体は、岩盤を主体とする底質環境にあり、移植直後から移植12ヶ月後にかけて、サンゴ類の生息に影響を及ぼすような砂礫や浮泥の堆積、食害生物等の大量出現は確認されていない。水質等の変化は、水温においてR4.8とR4.9に台風による欠測期間を除いた月平均が29.5℃と28.9℃になり、高水温の目安となる28.9℃以上の水温を観測している。

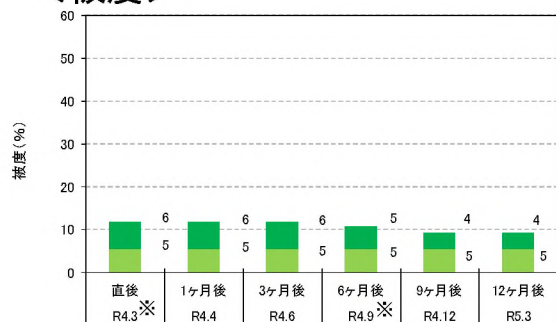
成長状況計測対象としたサンゴ類の被度(面積)については、移植したサンゴ類で約2ポイントの減少を確認しており、元々生息していたサンゴ類では減少は確認されていない。

種類数は移植したサンゴ類、元々生息していたサンゴ類ともに変化は確認されていない。

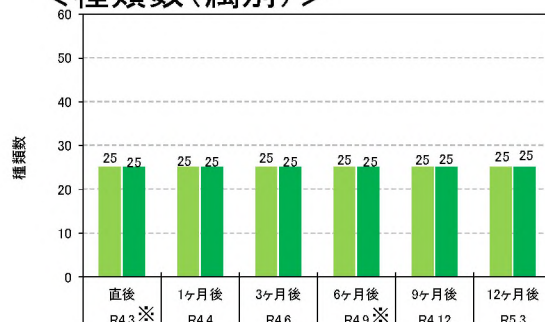
群体数は移植直後と比較して、移植したサンゴ類で約16%、元々生息していたサンゴ類で約5%の減少を確認している。

【サンゴ類】

<被度>

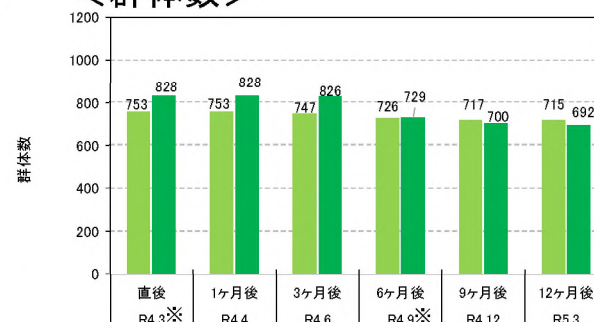


<種類数(属別)>



■ 元々生息していたサンゴ類 ■ 移植したサンゴ類

<群体数>



注) 被度は詳細枠内の群体ごとに計測した面積の総和から算出

※荒天により一部は翌月に実施

<代表的な移植サンゴ(R5.3撮影)>



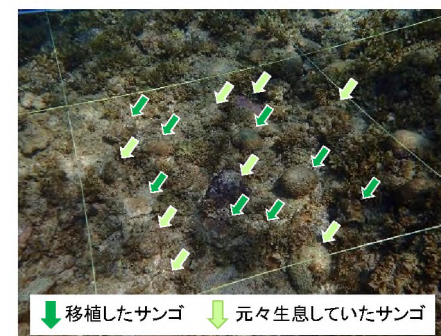
キクメイシ属



ハマサンゴ属



アナサンゴ属



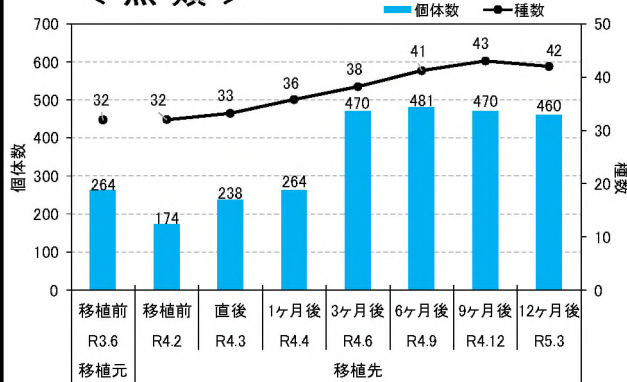
観察枠内のサンゴ分布状況

※黄色いラインは1m格子を示す

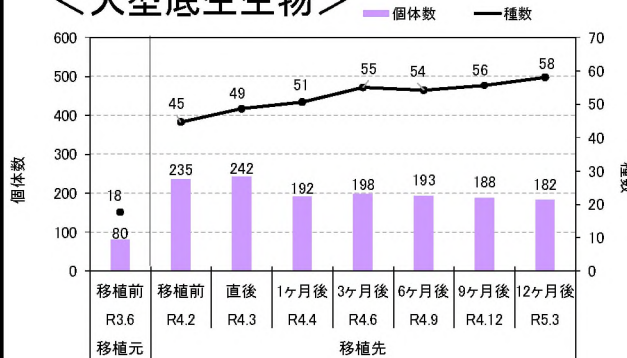
【生物生息状況等(S1地区:第3期)】

生物生息状況(蛸集状況)

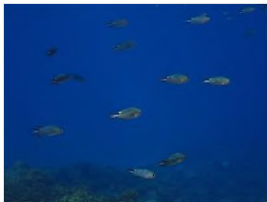
< 魚類 >



< 大型底生生物 >



注1) 移植元の移植前は、生物生息状況(魚類・大型底生生物)のみ実施。移植先の移植前は、底質環境も実施。



観察枠内に蛸集するオキナワズメダイの群れ

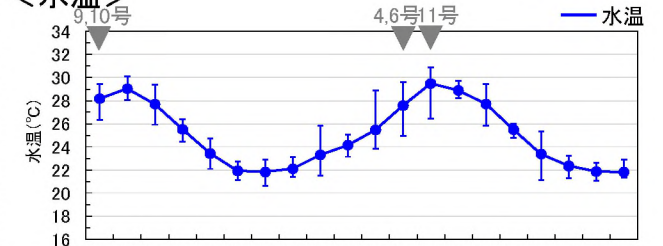


サンゴ類体内に棲息するムカデガイ科

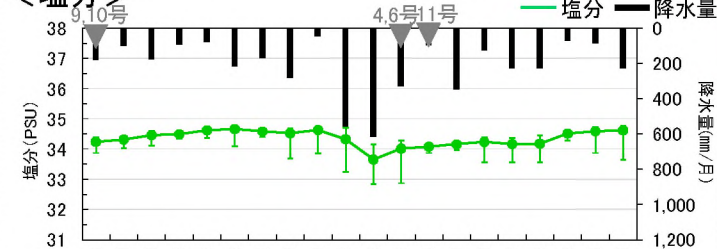
移植先で確認された生物の例 (R5.3撮影)

生息環境(水温、塩分、流速、濁度)の状況

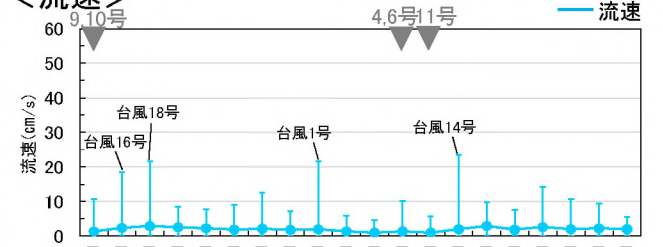
< 水温 >



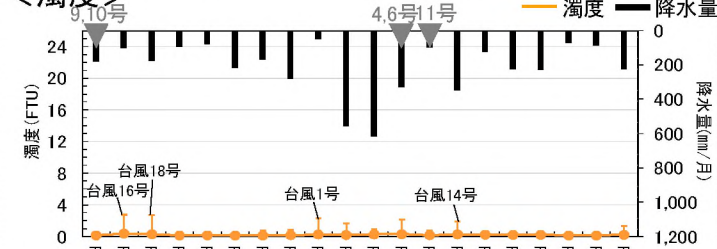
< 塩分 >



< 流速 >



< 濁度 >

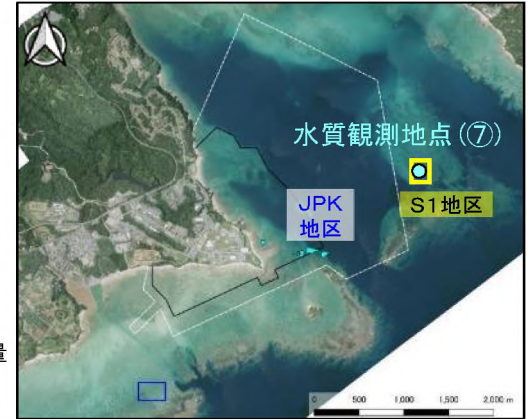


※1. 水質の観測地点は、移植先の近傍で同じ水深帯に設定されている地点⑦を設定。

※2. グラフの値は月平均値を示し、エラーバーは最小値~最大値の範囲を示す。

※3. R3の台風16号、18号およびR4の1号、14号は沖縄島から300km以上離れた位置を通過していたため、台風接近の矢印ではなく図中に別途示す。

※4. 令和4年8月29日9時~9月8日12時は、台風11号接近に伴う流失を防止するため観測機器を撤去し、データについては欠測として扱った。4



小型サンゴ類の移植先および水質観測地点

< 底質環境 >

項目	移植前 ^{※5} R4.2	直後 R4.3	1ヶ月後 R4.4	3ヶ月後 R4.6
地盤・底質の概観 ^{※6}	岩盤 砂 砂	岩盤 砂 砂	岩盤 砂 砂	岩盤 砂 砂
浮泥の堆積状況 ^{※7}	I	I	I	I
項目	6ヶ月後 R4.9	9ヶ月後 R4.12	12ヶ月後 R5.3	
地盤・底質の概観 ^{※6}	岩盤 砂 砂	岩盤 砂 砂	岩盤 砂 砂	
浮泥の堆積状況 ^{※7}	I	I	I	

※5. 移植前に観察枠内で実施。

※6. 底質の概観は、優占上位3位の種類を示す。

※7. 浮泥の堆積状況は、下記の通りである。

- I: 海底面をはたいても濁らない
- II: 海底面をはたくと濁る
- III: 浮泥がまばらに堆積している
- IV: 浮泥が一様に厚く堆積している

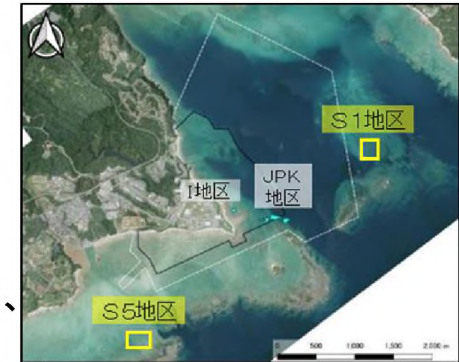
移植後1年が経過した
小型サンゴ類の評価について

1. 小型サンゴ類の移植後モニタリング計画と評価基準の概要

移植後モニタリングは、移植後1年目に、移植直後の固定状況に関する調査と、概ね3ヶ月ごとの生存・死亡状況等に関する調査を実施。移植後2年目以降は、5年目までが年1回、6年目以降は隔年に生存・死亡状況等に関する調査を継続し、供用後3～5年でモニタリングを終了する想定。評価基準は、「サンゴ群集の生育状況」、「生物生息状況」、「サンゴの再生産」による目標達成基準により評価を行うこととしている。

令和5年3月時点までに、S5地区(I地区)及びS1地区(J,P,K地区)の移植12ヶ月後(1年後)までの調査が完了している。また、S5地区及びS1地区の第1期と第2期に対しては、夏期高水温の影響把握のために、定期調査以外の臨時調査も実施している。

今回は、S5地区及びS1地区に移植した群体について、移植12ヶ月後までのモニタリング結果を整理し、移植直後から1年後における生息状況の評価を報告する。



移植後モニタリングの調査地点

小型サンゴ類の移植時期及び移植モニタリングの経過概要

地区・区分	1年目												2年目												3年目												4年目												5年目												6年目以降		
	令和3年度						令和4年度						令和5年度						令和6年度						令和7年度						令和8年度						令和9年度...																										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6															
S5地区 (I地区)	直後						12ヶ月後						2年後												3年後												4年後												5年後												隔年 (1年間隔)		
S1地区 (J,P,K地区)	直後						12ヶ月後						2年後												3年後												4年後												5年後												隔年 (1年間隔)		
	直後						12ヶ月後						2年後												3年後												4年後												5年後														
	直後						12ヶ月後						2年後												3年後												4年後												5年後														

対象群体移植
 移植後モニタリング
 移植後モニタリング(臨時調査)
 今回評価期間

※臨時調査の結果は、今回の評価に入れていない。

目標達成基準

指標項目	基準
サンゴ群集の育成状況 (総被度、種類名)	移植・移築したサンゴ群集の総被度、種類数が移植直後の状況に比べて著しく減少していないか。
生物生息状況 (魚類・大型底生生物の種類別個体数)	移植・移築したサンゴ群集に集まる魚類・大型底生生物の種類数、個体数が事前調査で調査した移植・移築前(移植・移築元)の状況に比べて著しく減少していないか。
サンゴの再生産 (生殖行動の有無など)	移植・移築したサンゴ群集について、放卵放精や幼生放出等の生殖行動がみられるか。

2. サンゴ群集の成育状況について

(1) S5地区、S1地区のサンゴ類成育状況

地区別の移植直後から12ヶ月後の生息状況は以下のとおりである。

[被度] S5地区の移植サンゴ類変化なし、元々生息していたサンゴ類変化なし
S1地区の移植サンゴ類2ポイント減、元々生息していたサンゴ類変化なし

[種類数] S5地区の移植サンゴ類変化なし、元々生息していたサンゴ類1属減
S1地区の移植サンゴ類変化なし、元々生息していたサンゴ類2属減

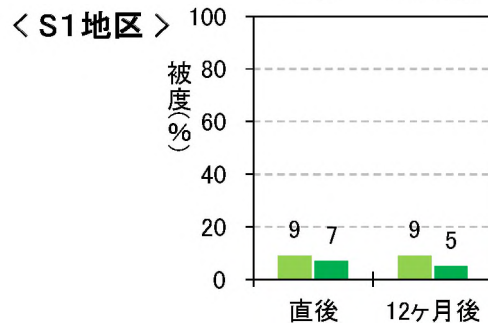
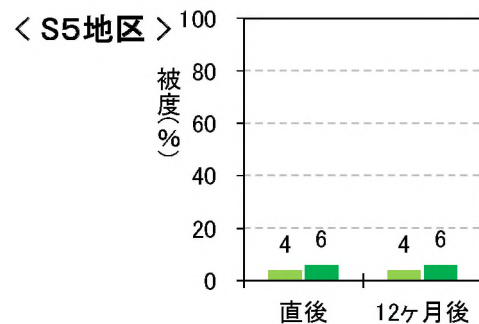
[群体数] S5地区の移植サンゴ類90群体(生残率100%)、元々生息していたサンゴ類77群体(生存率95%)
S1地区の移植サンゴ類4,218群体(生残率88%)、元々生息していたサンゴ類4,083群体(生存率94%)

移植12ヶ月後の結果は、移植したサンゴ類の被度は0～2ポイント減で、種類数は変化なし、群体数の生残率は88～100%であった。移植したサンゴ類の被度、群体数減少の要因は、令和4年度の夏期に発生した高水温による死亡と部分死が影響したものと考えられ(第42回委員会報告)、今後の経過を注視する方針。

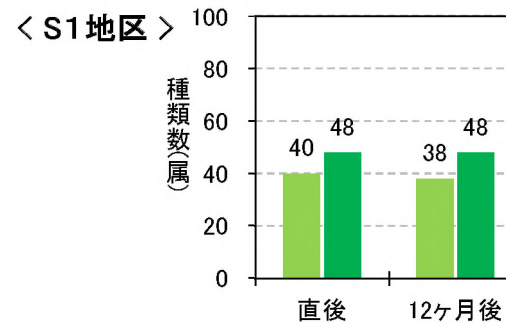
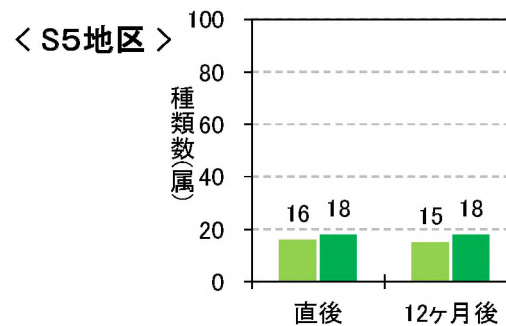
また、他事例の移植1年後の群体数の生残率は、中央値及び平均値が約70～80% (詳細は巻末資料p1、2参照)となっており、本事業における移植後の経過が他事業と比較しても遜色ないことを確認している。

【移植直後を基準とした経時変化】

<被度>

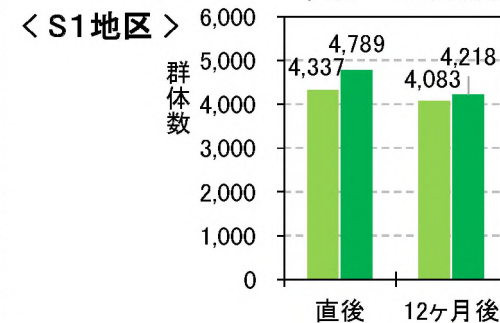
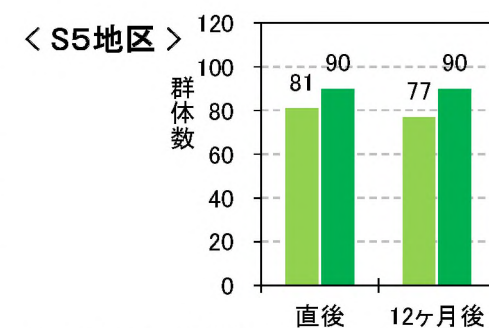


<種類数(属別)>



■ 元々生息していたサンゴ類 ■ 移植したサンゴ類

<群体数>



(2) 移植先の環境条件の整理

移植後モニタリングの調査項目について、S1地区とS5地区の環境条件を整理した。整理項目は、両地区の環境条件を比較する項目と、両地区に設置した観察枠の環境条件と生存状況を比較する項目に区分した。

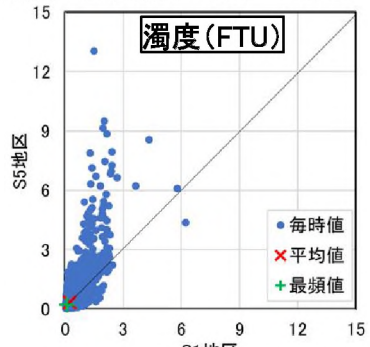
S1地区とS5地区の環境条件を比較する項目は、移植先に設置している観測機器による水温・塩分・濁度・流速の連続観測のデータを用いた。対象とした観測期間は、台風による欠測(令和4年8月～9月)を除いた移植直後の令和3年7月から令和5年1月の約1年半の期間とした。観察枠の環境条件と生存状況を比較する項目は、生存数(死亡数)に対する水深と海藻類被度(最大・平均)とした。

なお、光環境に関する直接的な観測は実施していないため、光環境に関する参考項目としては「濁り」「水深」「海藻類」を想定している。

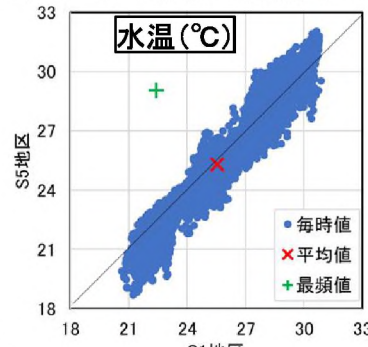
S1地区とS5地区の環境条件は、「水温」及び「塩分」が概ね同様な環境であるのに対し、「濁度」及び「流速」は、S1地区に比べS5地区の方が高い(速い)傾向にあった。

観察枠の環境条件と生存状況の比較は、「水深」の浅い場所において死亡率がやや高い地点がみられた。「海藻類」は、高被度の地点において死亡率がやや高い地点がみられた。

(水質データ期間: 令和3年7月1日00:00～令和5年1月23日8:00)

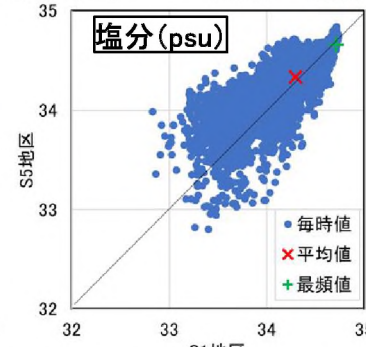


S1地区とS5地区の濁度の散布図

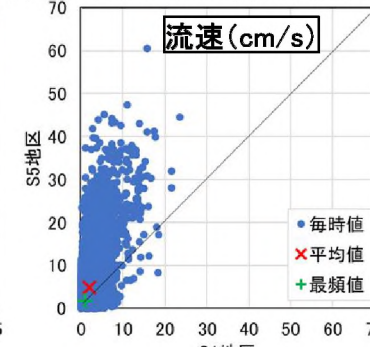


S1地区とS5地区の水温の散布図

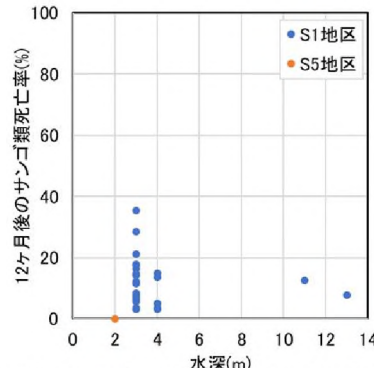
※水温は変動が大きく、正規分布とならないため平均値と最頻値の乖離が大きい。



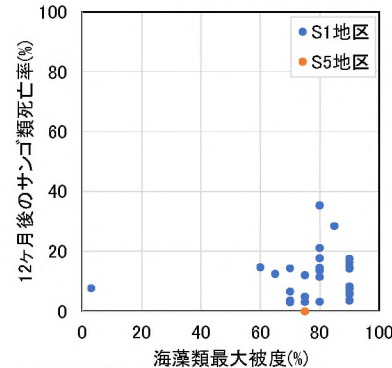
S1地区とS5地区の塩分の散布図



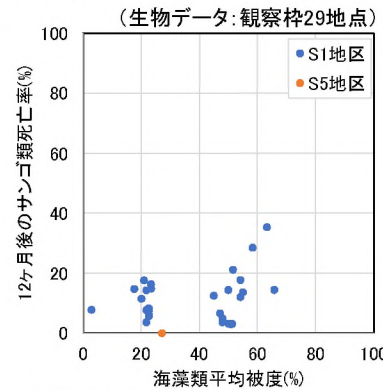
S1地区とS5地区の流速の散布図



水深と12ヶ月後のサンゴ類死亡率の相関図



海藻類最大被度と12ヶ月後のサンゴ類死亡率の相関図



海藻類平均被度と12ヶ月後のサンゴ類死亡率の相関図



小型サンゴ類の移植元・先および水質観測地点

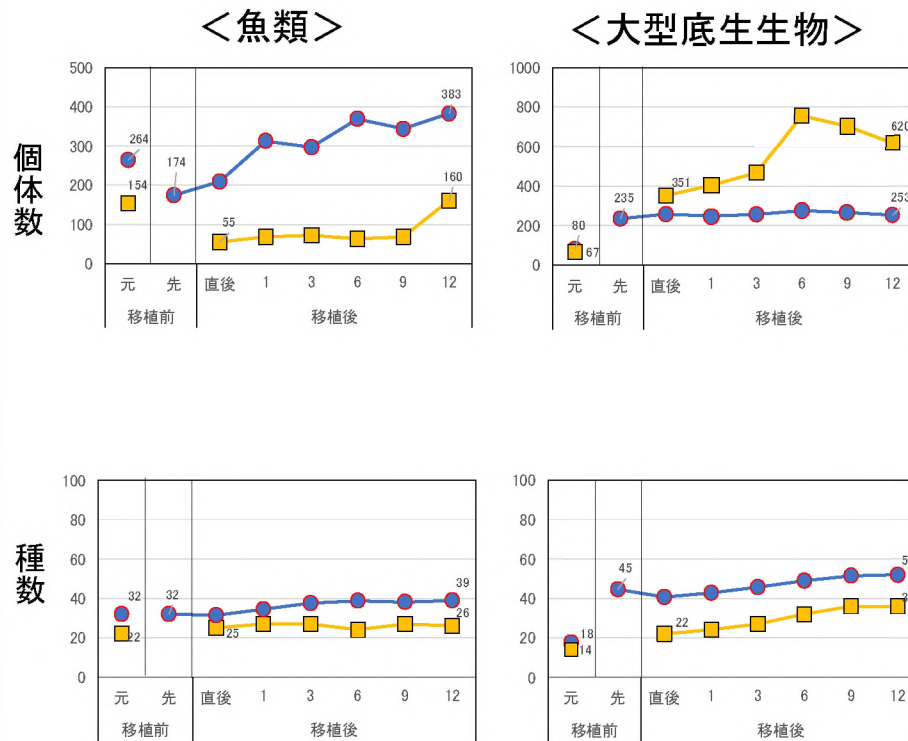
3. 生物生息状況について

(1) S5地区、S1地区の魚類・大型底生生物生息状況

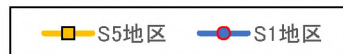
移植前(移植元・移植先)と移植12ヶ月後を比較すると、魚類及び大型底生生物は、個体数、種数ともに横ばいか増加傾向にあり、著しい減少はみられない。

季節変動の観点から調査時期を基準とした経時変化をみると、魚類及び大型底生生物の個体数と種数のうち、魚類の個体数のみで調査回ごとに大幅な増減がみられた。調査回ごとに増減がある魚類の個体数については、その詳細を次ページに示した。

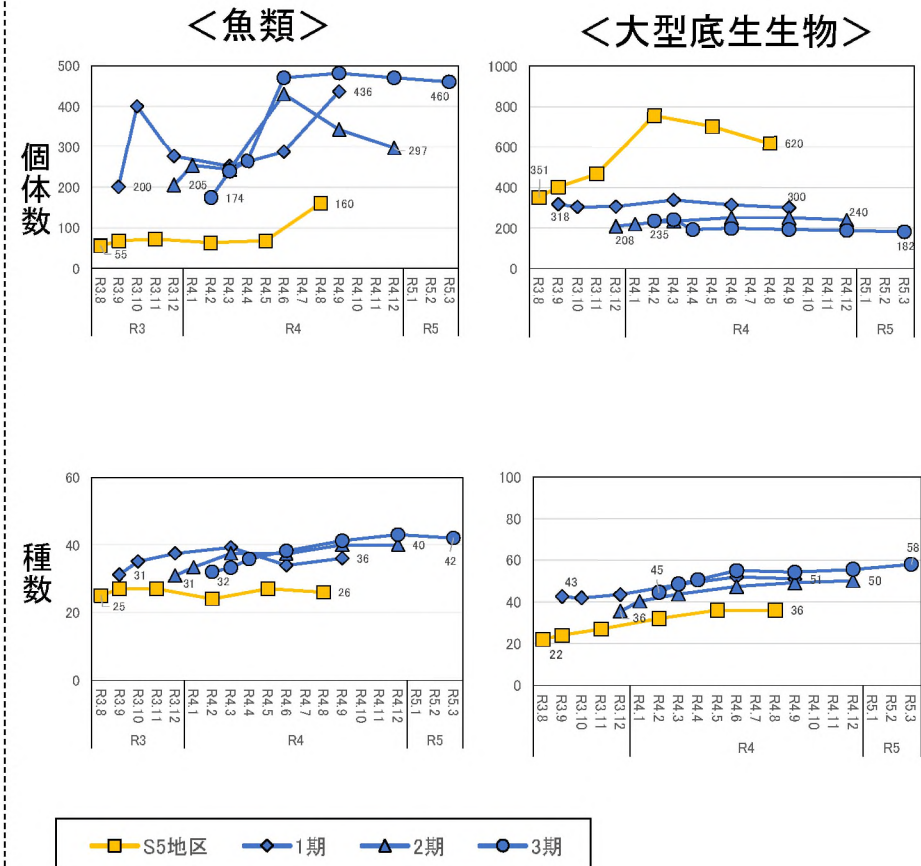
【移植前を基準とした経時変化】



※ 移植前の「元」は移植元、「先」は移植先、移植後の「数字」は何ヶ月後モニタに該当するかを示す。



【調査時期を基準とした経時変化】

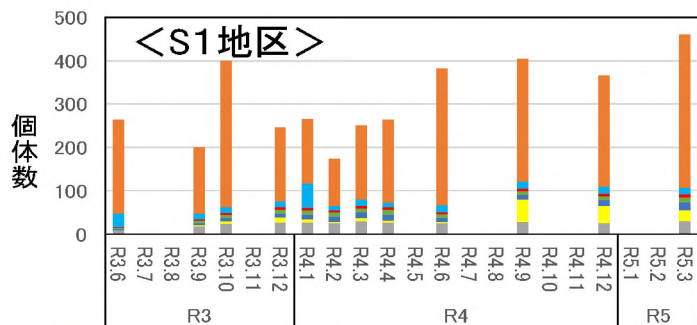
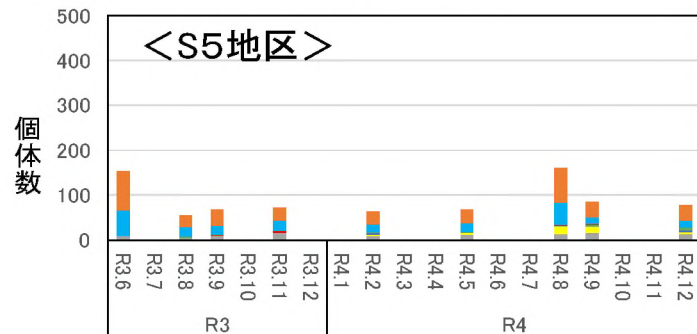


(2) 移植先における魚類の出現状況について

総出現個体数の上位6科をみると、S5地区、S1地区ではスズメダイ科が個体数の多くを占めた。スズメダイ科には100個体以上の群れでみられる種も含まれ、この群れが出現すると個体数が大幅に増加することが調査回ごとの増減の要因である。

また、一部の移植したサンゴ類ではブダイ科によると考えられる食害も確認されており、魚類による利用がみられた。なお、食害を受けたサンゴ類の数は全群体の1%未満であり、その程度も群体表面の一部分のみであった。

【科別の個体数経時変化】



※1. 調査は観察枠内(5m四方)に出現した魚類を対象に、潜水士による30分間の目視観察を実施した。

※2. 本調査で出現した魚類のうち、サンゴ類に食害を与える種を含む科(ベラ科、ブダイ科、ニザダイ科、チョウチョウウオ科)を示す。

【出現した上位6科】



スズメダイ科



ベラ科



アイゴ科



ブダイ科

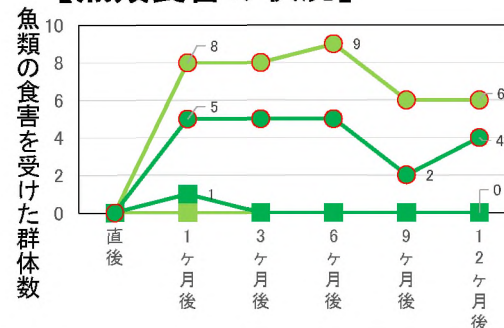


ニザダイ科



チョウチョウウオ科

【魚類食害の状況】



<S1地区>
直後の群体数
元々生息 N= 4,337群体
移植 N= 4,789群体

<S5地区>
直後の群体数
元々生息 N= 81群体
移植 N= 90群体



R4.9.27撮影

サンゴ類の食害状況

4. サンゴの再生産について

令和5年3月時点までのモニタリング時には、移植したサンゴ類の生殖行動は確認されていない。
今後調査を継続する方針。

5. 移植後モニタリングで得られた成果のまとめ

移植後モニタリングについて、移植後1年目までに得られた成果を指標項目毎に整理した結果を以下に示す。

移植の成果及び妥当性についての判断基準と移植後モニタリングでの確認状況

指標項目	基準	移植後モニタリングでの確認状況	評価
サンゴ群集の 成育状況	移植・移築したサンゴ群集の総被度、種類数が、移植直後の状況に比べて著しく減少していないか。	<ul style="list-style-type: none"> ・移植したサンゴ類の12ヶ月後の結果は、被度は0～2ポイント減、種類数は変化なし、群体数の生残率は88～100%であった。 ・移植したサンゴ類の被度、群体数減少の要因として、令和4年度の夏期に発生した高水温による影響が確認されている(第42回委員会報告)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業の移植12ヶ月後の生残率を国内外の移植事例整理の結果と比較すると、移植1年後の生残率は、中央値及び平均値が約70～80%という状況であり、移植後の経過が他事例と比較しても遜色ないことを確認している。
生物生息状況	移植・移築したサンゴ群集に集まる魚類・大型底生生物の種類数、個体数が事前調査で調査した移植・移築前(移植・移築元)の状況に比べて著しく減少していないか。	<ul style="list-style-type: none"> ・移植前(移植元・移植先)と移植12ヶ月後を比較すると魚類および大型底生生物は、個体数、種数ともに横ばいか増加傾向にあり、著しい減少はみられない。 ・個体数の多くをスズメダイ科が占めた。 ・移植したサンゴ類の利用状況として、食害が確認されており、ブダイ科による食害と推察された。 	<ul style="list-style-type: none"> ・移植群体に集まる魚類や大型底生生物は移植元に比べ著しい減少は確認されていない。 ・魚類による食害が確認されたことから移植後の1年間で魚類により利用されていることが推察される。
サンゴの 再生産	移植・移築したサンゴ群集について、放卵放精や幼生放出等の生殖行動がみられるか。	<ul style="list-style-type: none"> ・令和5年3月時点では、サンゴの生殖行動は確認されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・移植1年後までに再生産は確認されていない。

移植から1年が経過した時点において群体数の著しい減少など移植による大きな影響はみられないことから、移植の方法は妥当であったと考えられる。また、魚類及び大型底生生物の個体数、種数は、移植前に比べ横ばいか増加傾向にあり、著しい減少もみられておらず、移植先の生物生息状況は維持されていると考えられる。今後も、引き続き評価に資する情報の収集に努めていく。