

# レッドリストサンゴ類の生息状況等について

令和5年10月

沖縄防衛局

# 移植先におけるオキナワハマサンゴの 生息状況等について

# 1. 移植したオキナワハマサンゴの生息状況について

## (1) モニタリング実施状況

オキナワハマサンゴ9群体の移植は、平成30年7月27日～8月4日にかけて実施。  
 移植後のモニタリングは、移植直後の平成30年7月31日から開始し概ね週2回の目視による経過観察を実施。移植後約1年が経過した令和元年9月10日からは、週1回の頻度で実施。移植後約3年3ヶ月が経過した令和3年11月17日に月1回の頻度に変更し、令和5年7月の調査(移植後5年目の12ヶ月目)をもって計画していた5年間のモニタリングを終了したところ。



モニタリング実施状況  
 (撮影日: 令和5年7月11日)

以下に、直近約1年間のモニタリング実施日を示す。

モニタリング実施日一覧 (直近約1年間)

区分	年月	調査日	備考	
移植5年目	令和4年	8月	4日	
		9月	7日	
		10月	5日	
		11月	9日	
		12月	13日	
	令和5年	1月	11日	
		2月	7日	
		3月	8日	
		4月	10日	
		5月	9日	
		6月	16日	
		7月	11日	モニタリング終了

※ 移植したオキナワハマサンゴのモニタリング実施日のみを示す。

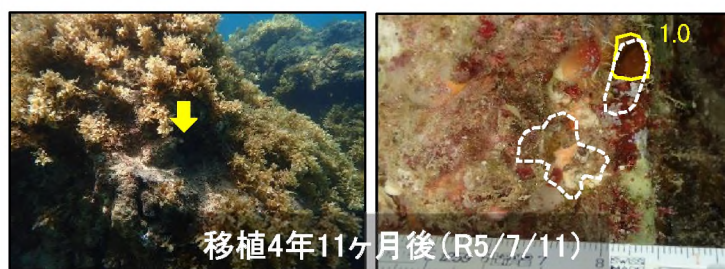
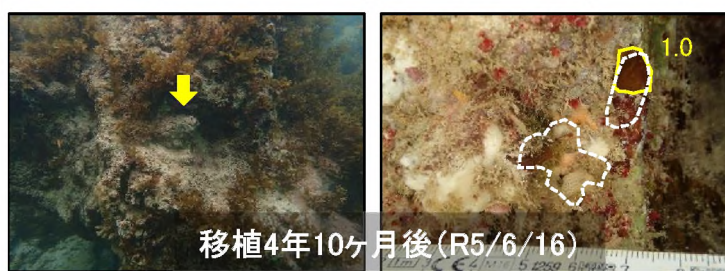
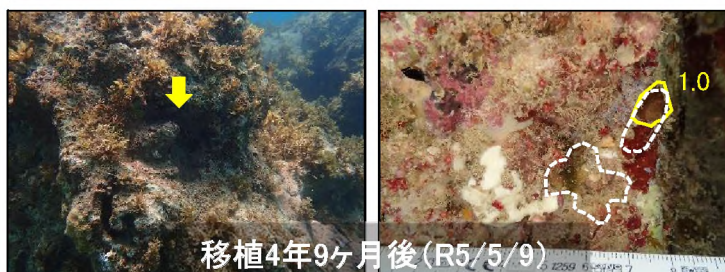
## (2)オキナワハマサンゴ(No.16)の移植先でのモニタリング状況

(平成30年7月30日、移植作業を実施)

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

### 移植後の状況

### 移植後の目視観察結果の概要



項目		内容			
諸元	調査時期	移植直後	移植4年9ヶ月後	移植4年10ヶ月後	移植4年11ヶ月後
	調査年月日	H30/8/9	R5/5/9	R5/6/16	R5/7/11
	調査時刻	9:18~9:30	11:28~11:38	10:42~10:52	11:29~11:39
	調査場所	※ 重要な種の保護の観点から表示していません。			
生息環境	水深(m) <sup>※1</sup>	2.3m	2.9m	2.1m	3.2m
	水温(°C)	29°C	23°C	26°C	30°C
	底質(比率)	岩盤90%、砂10%			
	浮泥の状況	少ない(はたけば舞う程度)			
	海草類被度	0%	0%	0%	0%
	海藻類被度	40%	10%	10%	25%
群体の状況	サンゴ被度	5%未満	5%未満	5%未満	5%未満
	サイズ(長径) <sup>※2</sup> (cm)	左1.8cm 右1.5cm	1.0cm	1.0cm	1.0cm
	食害状況	なし	なし	なし	なし
	白化状況	なし	なし	なし	なし
	その他の異常 <sup>※3</sup>	なし	なし	なし	なし
再生産状況[延べ幼生放出確認数]	なし	なし [2個体]	なし [2個体]	なし [2個体]	
特記事項					

※1 水深は、モニタリング実施時の実水深を記載

※2 サイズは、目視により確認できる生存部を測定し、それぞれを記載

※3 その他の異常は、病気、他生物による被覆、物理的損傷を記載

凡例: 群体の位置 移植時の生存部 生存部 ポリブ・共肉が確認できない箇所 部分死箇所 食痕らしきもの 物理的損傷

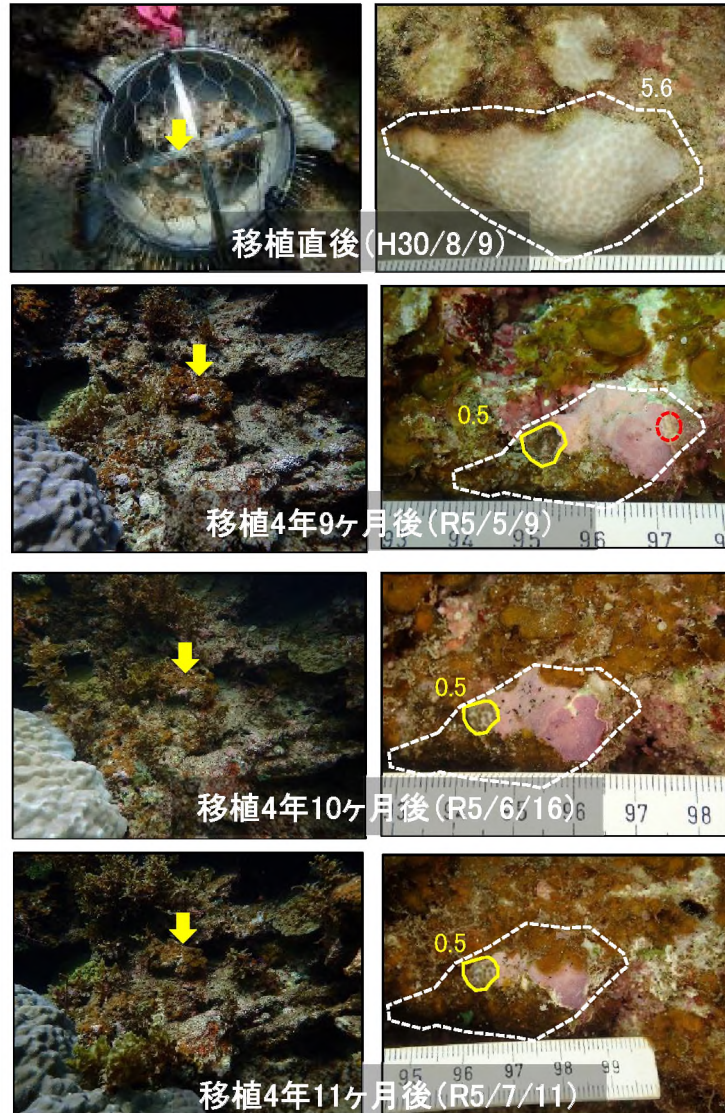
### (3)オキナワハマサンゴ(No.17)の移植先でのモニタリング状況

(平成30年8月3日、移植作業を実施)

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

#### 移植後の状況

#### 移植後の目視観察結果の概要



項目		内容			
諸元	調査時期	移植直後	移植4年9ヶ月後	移植4年10ヶ月後	移植4年11ヶ月後
	調査年月日	H30/8/9	R5/5/9	R5/6/16	R5/7/11
	調査時刻	10:50~11:37	9:50~10:00	12:26~12:36	9:50~10:00
	調査場所	※ 重要な種の保護の観点から表示していません。			
生息環境	水深(m)※1	3.2m	4.6m	3.3m	4.1m
	水温(°C)	29°C	23°C	26°C	29°C
	底質(比率)	岩盤90%、砂10%			
	浮泥の状況	少ない(はたけば舞う程度)			
	海草類被度	0%	0%	0%	0%
群体の状況	海藻類被度	5%	15%	20%	40%
	サンゴ被度	10%	10%	10%	10%
	サイズ(長径)(cm)	5.6cm	0.5cm	0.5cm	0.5cm
	食害状況	なし	なし	なし	なし
	白化状況	部分的に白化	なし	全体的に白化	全体的に白化
特記事項	その他の異常※2	なし	海藻類の剥離を確認	なし	なし
	再生産状況[延べ幼生放出確認数]	なし	なし [31個体]	なし [31個体]	なし [31個体]
特記事項			部分死を確認		

※1 水深は、モニタリング実施時の実水深を記載

※2 その他の異常は、病気、他生物による被覆、物理的損傷を記載

凡例: 群体の位置 移植時の生存部 生存部 ポリプ・共肉が確認できない箇所 部分死箇所 食痕らしきもの 物理的損傷

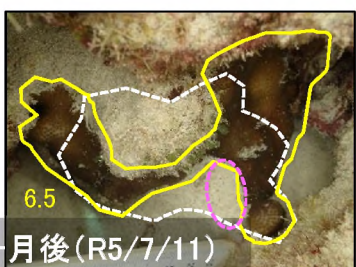
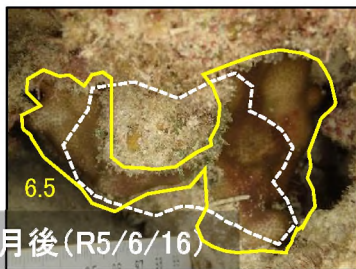
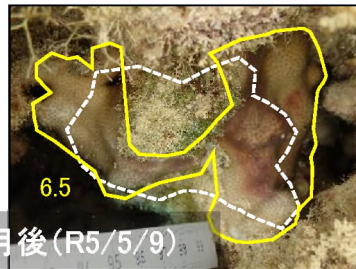
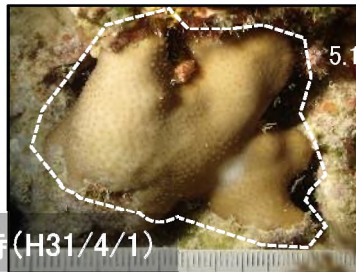
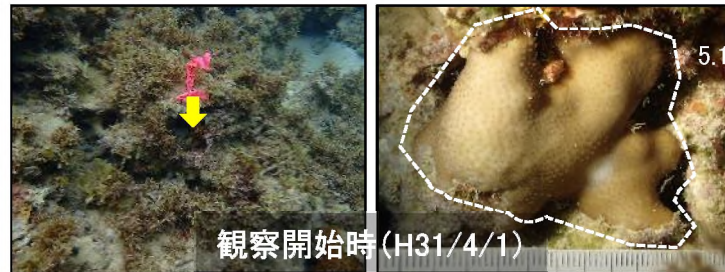
## 2.移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴの生息状況について

(1) ※ 重要な種の保護の観点から表示していません。 オキナワハマサンゴ・6 (平成31年4月1日、観察開始)

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

### 生息状況

### 目視観察結果の概要



項目		内容			
諸元	調査時期	観察開始時	開始4年1ヶ月後	開始4年2ヶ月後	開始4年3ヶ月後
	調査年月日	H31/4/1	R5/5/9	R5/6/16	R5/7/11
	調査時刻	9:00~9:10	10:50~11:00	9:42~9:52	10:40~10:50
	調査場所	※ 重要な種の保護の観点から表示していません。			
生息環境	水深(m)※1	3.5m	3.8m	2.9m	3.7m
	水温(°C)	21°C	23°C	26°C	30°C
	底質(比率)	岩盤80%、砂20%			
	浮泥の状況	少ない(はたけば舞う程度)			
	海藻類被度	0%	0%	0%	0%
	サンゴ被度	5%未満	5%未満	5%未満	5%未満
群体の状況	サイズ(長径)(cm)	5.1cm	6.5cm	6.5cm	6.5cm
	食害状況	なし	食痕らしき箇所の回復を確認	なし	なし
	白化状況	なし	なし	なし	なし
	その他の異常※2	なし	なし	なし	一部、砂による埋没を確認
	再生産状況[延べ幼生放出確認数]	なし	なし [11個体]	なし [11個体]	なし [11個体]
特記事項					

※1 水深は、モニタリング実施時の実水深を記載

※2 その他の異常は、病気、他生物による被覆、物理的損傷を記載

凡例: ↓ 群体の位置 ○ 移植時の生存部 ● 生存部 ○ ポリブ・共肉が確認できない箇所 ● 部分死箇所 ○ 食痕らしきもの ○ 物理的損傷

(2)

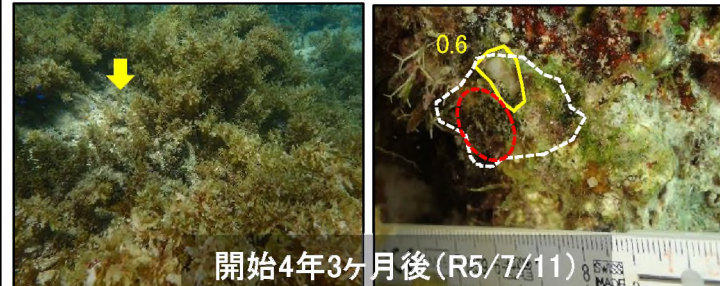
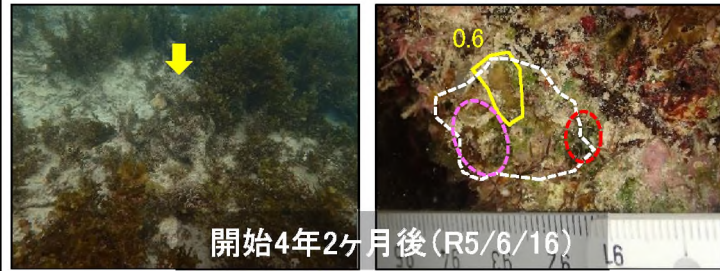
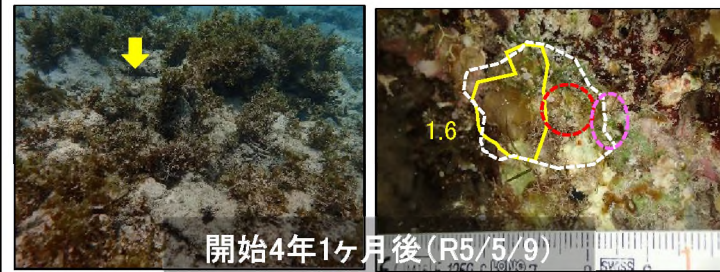
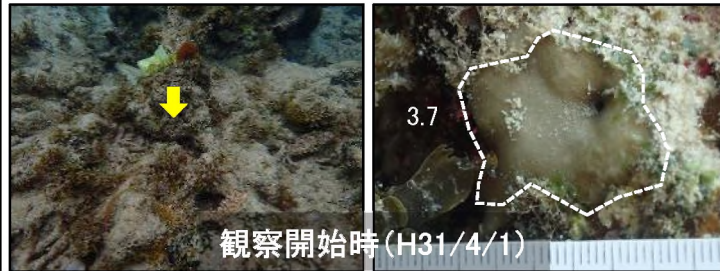
※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

# オキナワハマサンゴ・7 (平成31年4月1日、観察開始)

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

## 生息状況

## 目視観察結果の概要



項目		内容			
諸元	調査時期	観察開始時	開始4年1ヶ月後	開始4年2ヶ月後	開始4年3ヶ月後
	調査年月日	H31/4/1	R5/5/9	R5/6/16	R5/7/11
	調査時刻	9:00~9:10	11:15~11:25	10:15~10:25	11:16~11:26
	調査場所	※ 重要な種の保護の観点から表示していません。			
生息環境	水深(m) <sup>※1</sup>	3.1m	3.5m	2.6m	3.7m
	水温(°C)	21°C	23°C	26°C	30°C
	底質(比率)	岩盤80%、砂20%			
	浮泥の状況	少ない(はたけば舞う程度)			
	海草類被度	0%	0%	0%	0%
	海藻類被度	5%	10%	15%	30%
群体の状況	サンゴ被度	5%未満	5%未満	5%未満	5%未満
	サイズ(長径) <sup>※2</sup> (cm)	3.7cm	1.6cm	0.6cm	0.6cm
	食害状況	なし	なし	なし	なし
	白化状況	なし	なし	なし	部分的に白化
	その他の異常 <sup>※3</sup>	なし	なし	なし	なし
再生産状況[延べ幼生放出確認数]	なし	なし [0個体]	なし [0個体]	なし [0個体]	
特記事項		部分死を確認。一部、ポリプ・共肉が確認できない状況	部分死を確認。一部、ポリプ・共肉が確認できない状況	部分死を確認	

※1 水深は、モニタリング実施時の実水深を記載

※2 サイズは、目視により確認できる生存部を測定し、それぞれを記載

※3 その他の異常は、病気、他生物による被覆、物理的損傷を記載

凡例: ↓ 群体の位置 ○ 移植時の生存部 ● 生存部 ○ ポリプ・共肉が確認できない箇所 ● 部分死箇所 ○ 食痕らしきもの ○ 物理的損傷

(3)

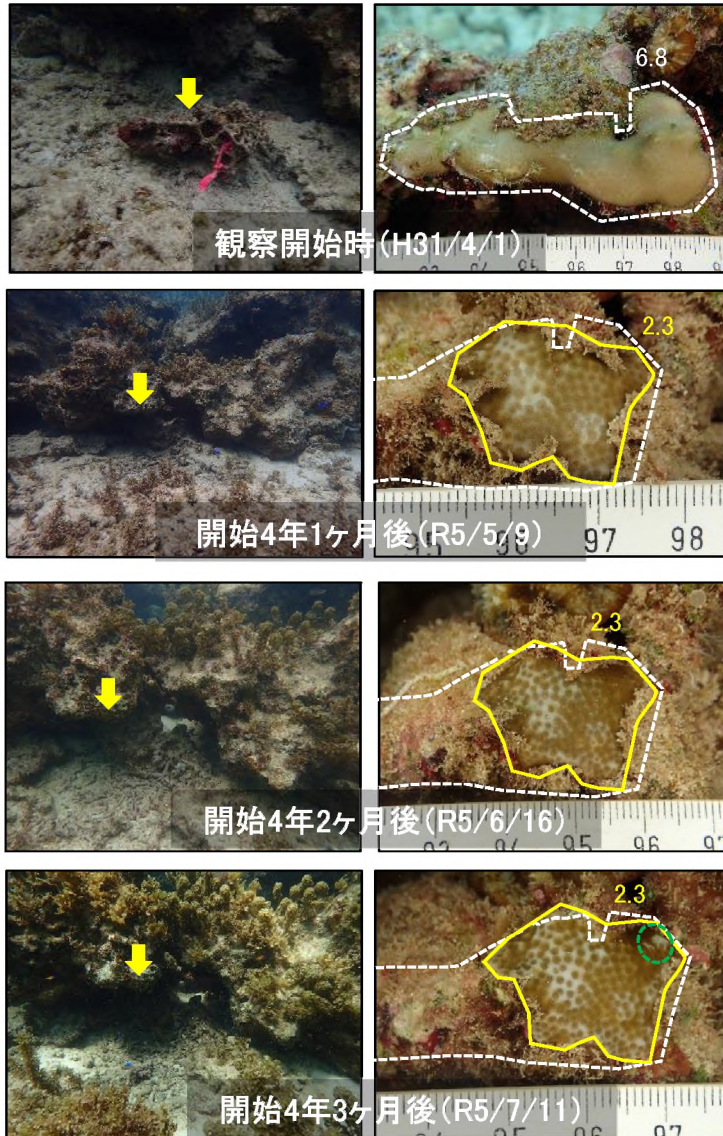
※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

### オキナワハマサンゴ・8 (平成31年4月1日、観察開始)

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

#### 生息状況

#### 目視観察結果の概要



項目		内容			
諸元	調査時期	観察開始時	開始4年1ヶ月後	開始4年2ヶ月後	開始4年3ヶ月後
	調査年月日	H31/4/1	R5/5/9	R5/6/16	R5/7/11
	調査時刻	9:43~9:53	11:03~11:13	10:02~10:12	10:52~11:02
	調査場所	※ 重要な種の保護の観点から表示していません。			
生息環境	水深(m) <sup>※1</sup>	3.1m	3.5m	2.7m	3.6m
	水温(°C)	21°C	23°C	26°C	30°C
	底質(比率)	岩盤70%、砂30%			
	浮泥の状況	少ない(はたけば舞う程度)			
	海草類被度	0%	0%	0%	0%
群体の状況	海藻類被度	5%未満	5%	5%	10%
	サンゴ被度	5%未満	5%未満	5%未満	5%未満
	サイズ(長径)(cm)	6.8cm	2.3cm	2.3cm	2.3cm
	食害状況	なし	なし	なし	新たに食痕らしきものを確認
	白化状況	なし	なし	部分的に白化	部分的に白化
特記事項	その他の異常 <sup>※2</sup>	なし	なし	なし	なし
	再生産状況[延べ幼生放出確認数]	なし	なし [1個体]	なし [1個体]	なし [1個体]
	特記事項				

※1 水深は、モニタリング実施時の実水深を記載  
 ※2 その他の異常は、病気、他生物による被覆、物理的損傷を記載

凡例: ↓ 群体の位置 ○ 移植時の生存部 ● 生存部 ● ポリブ・共肉が確認できない箇所 ● 部分死箇所 ● 食痕らしきもの ● 物理的損傷

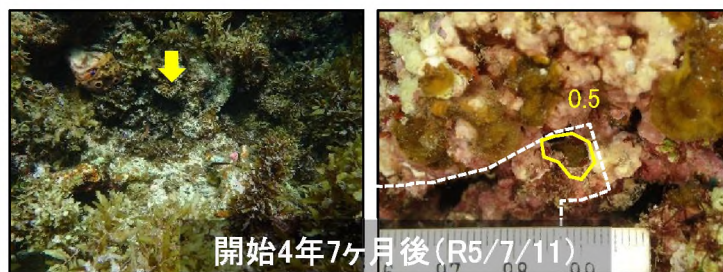
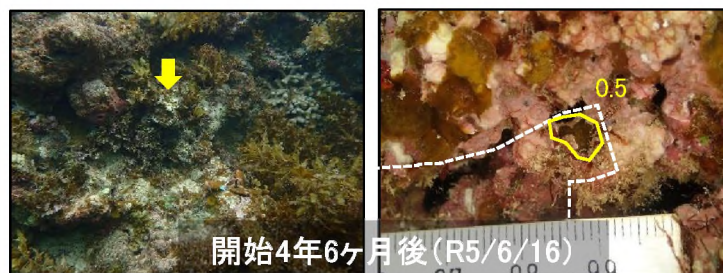
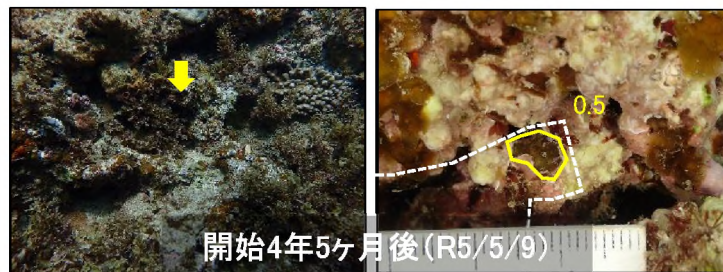
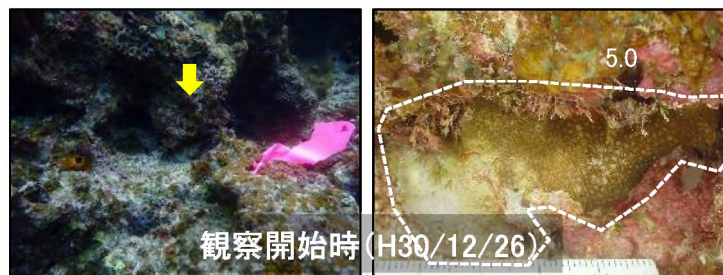


(4) ※ 重要な種の保護の観点から表示していません。 オキナワハマサンゴ・4 (平成30年12月26日、観察開始)

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

生息状況

目視観察結果の概要



項目		内容			
諸元	調査時期	観察開始時	開始4年5ヶ月後	開始4年6ヶ月後	開始4年7ヶ月後
	調査年月日	H30/12/26	R5/5/9	R5/6/16	R5/7/11
	調査時刻	12:04~12:14	9:23~9:33	12:13~12:23	9:20~9:30
	調査場所	※ 重要な種の保護の観点から表示していません。			
生息環境	水深(m)※1	4.7m	5.2m	3.5m	4.3m
	水温(°C)	24°C	23°C	26°C	29°C
	底質(比率)	岩盤70%、砂30%			
	浮泥の状況	少ない(はたけば舞う程度)			
	海草類被度	0%	0%	0%	0%
	海藻類被度	5%未満	10%	20%	40%
群体の状況	サンゴ被度	10%	10%	10%	10%
	サイズ(長径)(cm)	5.0cm	0.5cm	0.5cm	0.5cm
	食害状況	なし	なし	なし	なし
	白化状況	なし	なし	なし	なし
	その他の異常※2	なし	なし	なし	なし
再生産状況[延べ幼生放出確認数]	なし	なし [5個体]	なし [5個体]	なし [5個体]	
特記事項					

※1 水深は、モニタリング実施時の実水深を記載

※2 その他の異常は、病気、他生物による被覆、物理的損傷を記載

凡例: ↓ 群体の位置 ○ 移植時の生存部 ● 生存部 ● ポリブ・共肉が確認できない箇所 ● 部分死箇所 ● 食痕らしきもの ● 物理的損傷

### 3. 移植したオキナワハマサンゴと移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴのまとめ

#### (1) オキナワハマサンゴ群体の外観の変化について

##### ① 移植したオキナワハマサンゴ

移植から約4年11ヶ月が経過したところ。移植後のオキナワハマサンゴ群体の状況について、移植直後と比較して、2群体で生存部が縮小。そのうち、1群体は移植後に成長したものの徐々に群体が縮小した。

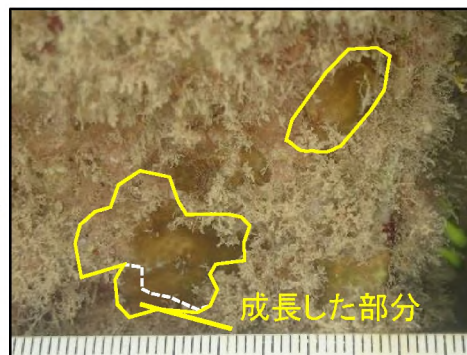


モニタリング実施状況  
(撮影日: 令和5年7月11日)

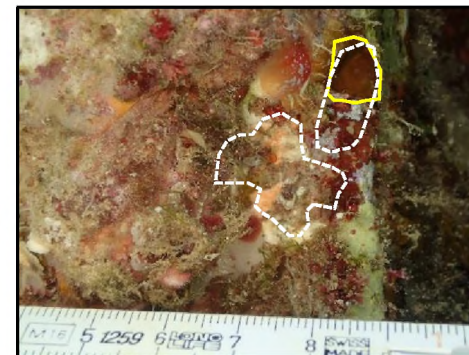
#### ● 移植直後と比較して、生存部が縮小



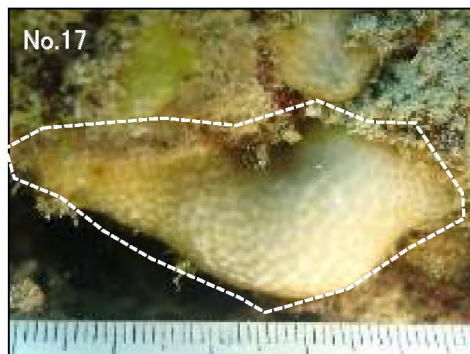
平成30年8月17日撮影  
(同年7月30日移植)



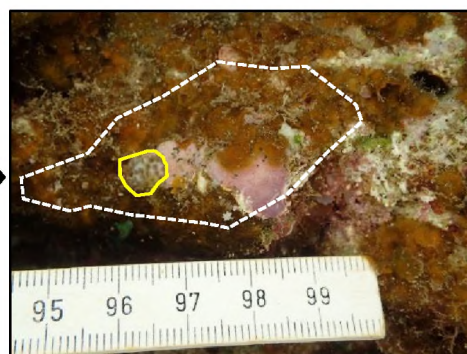
平成31年2月28日撮影  
(移植約6ヶ月後)



令和5年7月11日撮影  
(移植約4年11ヶ月後)



平成30年8月17日撮影  
(同年8月3日移植)

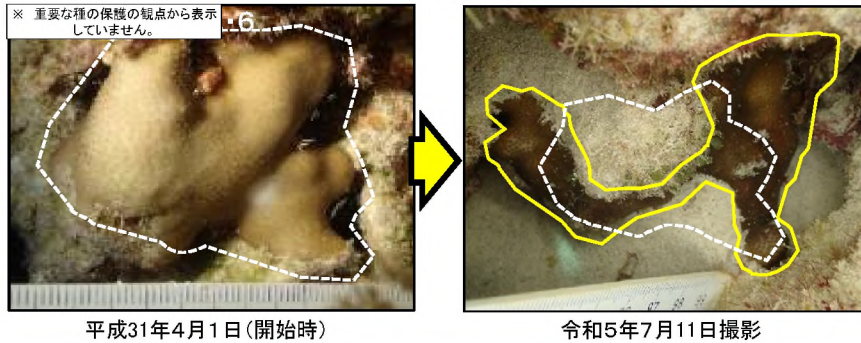


令和5年7月11日撮影  
(移植約4年11ヶ月後)

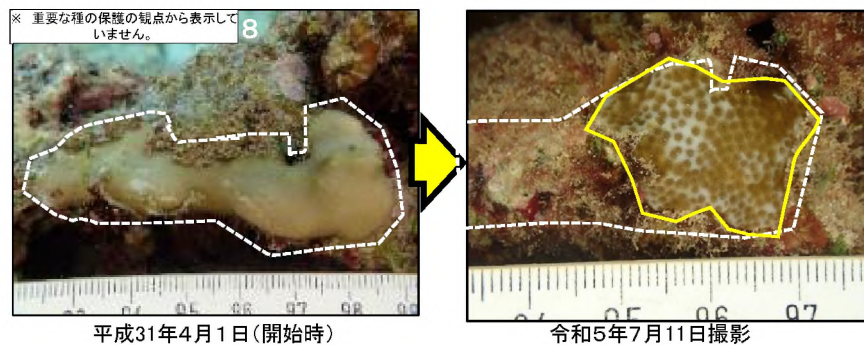
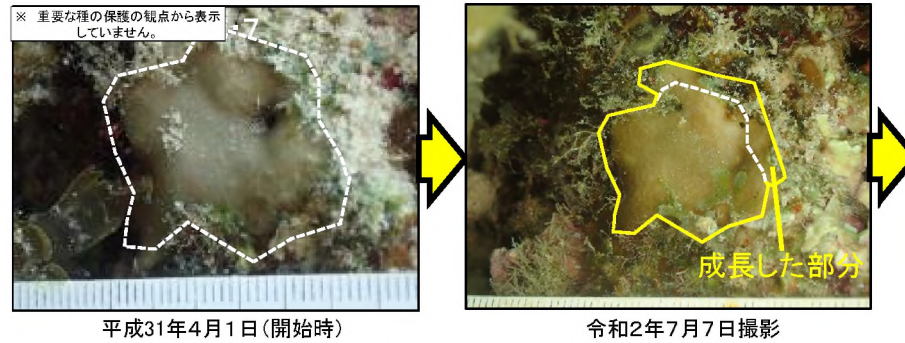
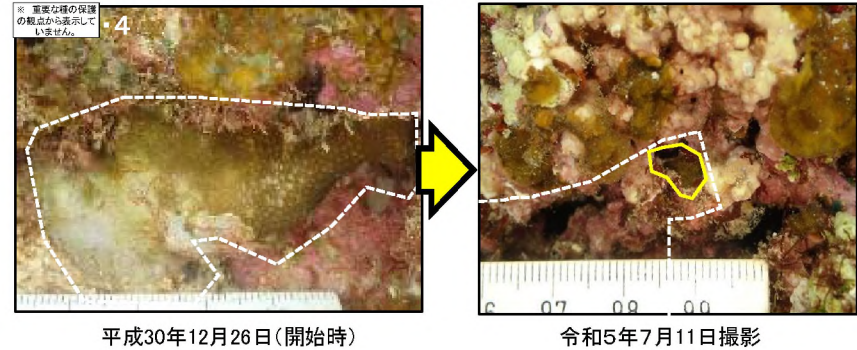
## ②移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴ

モニタリング開始時と比較して、1群体は良好な状態、3群体で生存部の縮小を確認した。生存部が縮小した群体のうち、1群体はモニタリング開始後に成長したものの徐々に群体が縮小した。

### ●モニタリング開始時と比較して、良好な状態



### ●モニタリング開始時と比較して、生存部が縮小

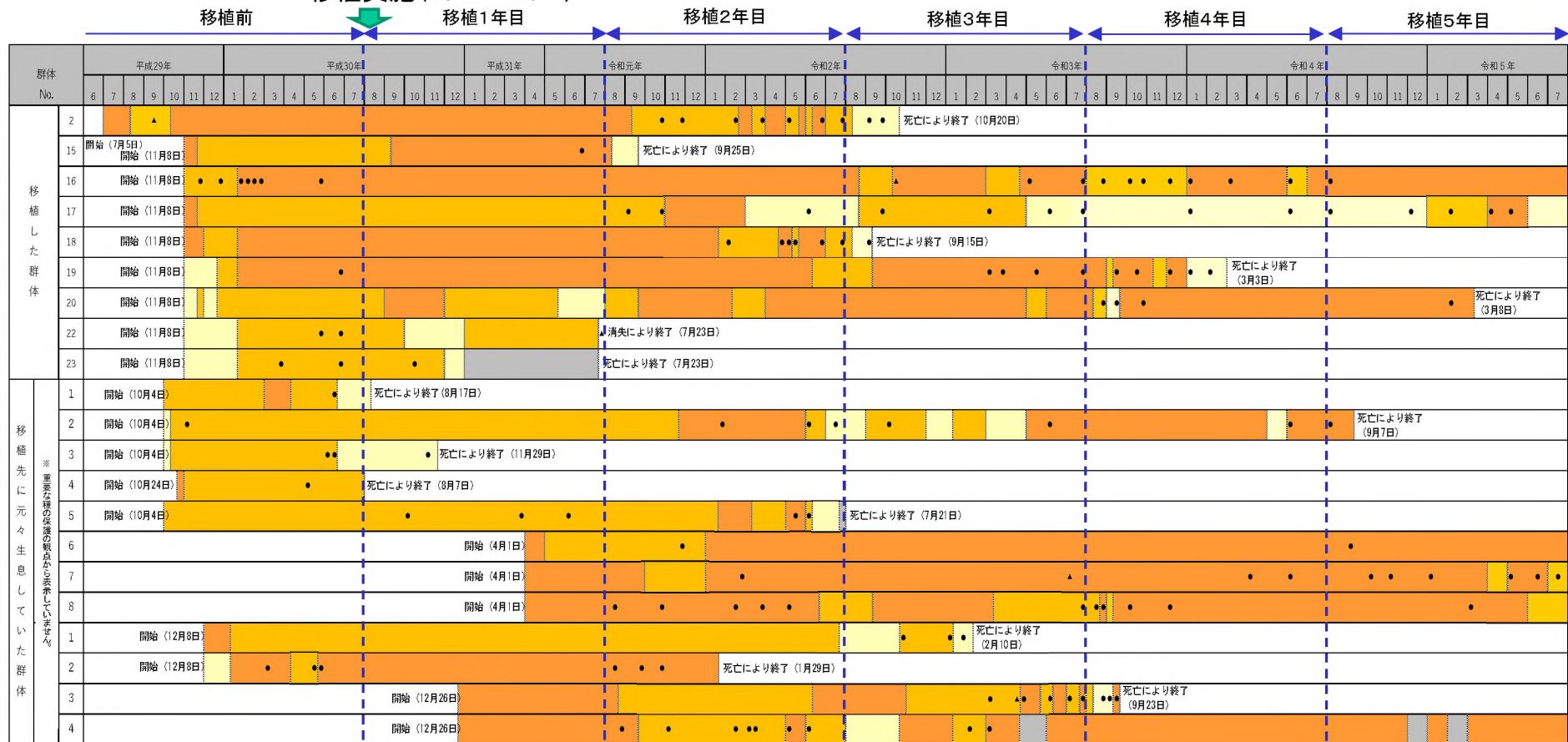


## (2) 生息状況(白化・部分死等の出現状況)の比較

移植したオキナワハマサンゴと移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴの生息状況について移植前を含むモニタリング全期間を整理。移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴは、移植以前の平成29年秋頃から7群体のモニタリングを実施していたが、3群体の死亡を確認の後、平成30年12月及び平成31年4月に新たな5群体を追加して9群体のモニタリングを実施してきた。その後、更に5群体が死亡したことから4群体のモニタリングを実施。

移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴにおいても、原因は不明であるものの、移植したオキナワハマサンゴと同様に白化、部分死を確認。

オキナワハマサンゴのモニタリング期間と白化状況等の変化について  
移植実施(7/27~8/4)



凡例は下記の通りである。

■: 白化なし、■: 部分的に白化、■: 全体的に白化、■: 白化の評価が困難な状況 ●: 部分死 ▲: 消失(一部消失も含む)



#### (4) サンゴ類の生息環境に係る水質調査について

移植したレッドリストサンゴに係る水質等測定結果について整理。

移植後の調査地点は、レッドリストサンゴの移植先として④及び⑦、対照区として③-A, Bを設定。

平成29年10月～平成31年4月までは、調査員による現地観測と観測機器による連続観測の併用で調査を実施。令和元年5月からは、全地点において観測機器による連続観測に変更(観測開始日:平成31年4月24日(④・⑦),令和元年5月8、9日(③-A, B))して調査を実施。

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。



観測機器の設置状況



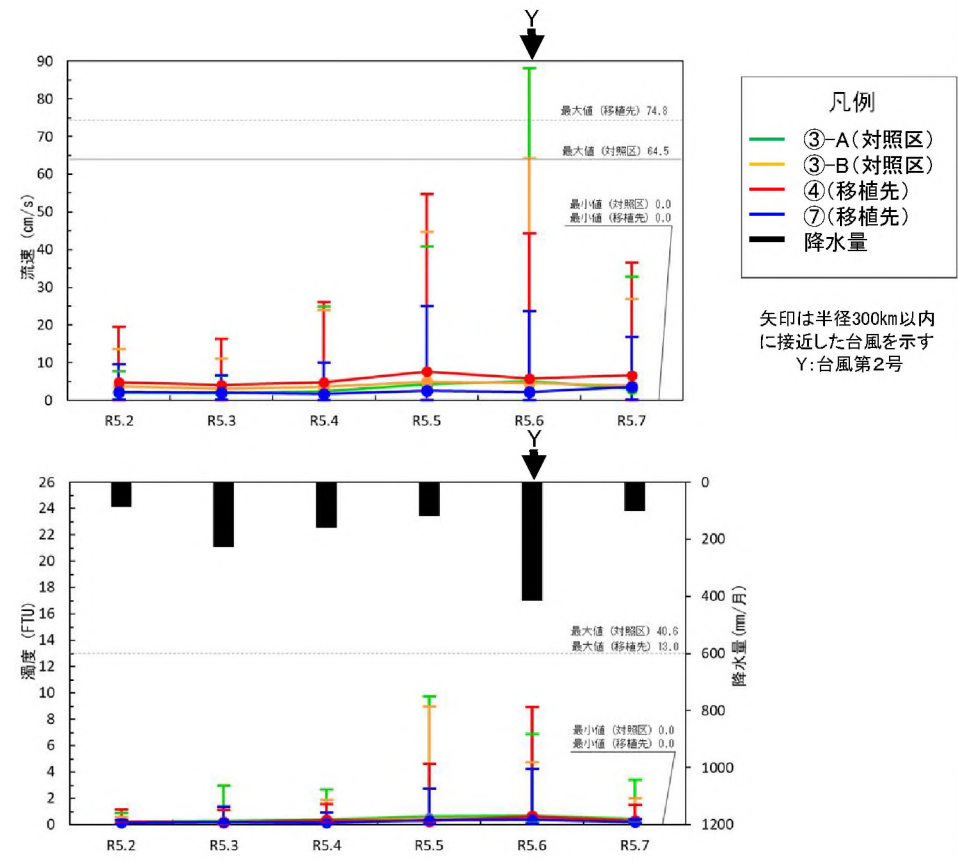
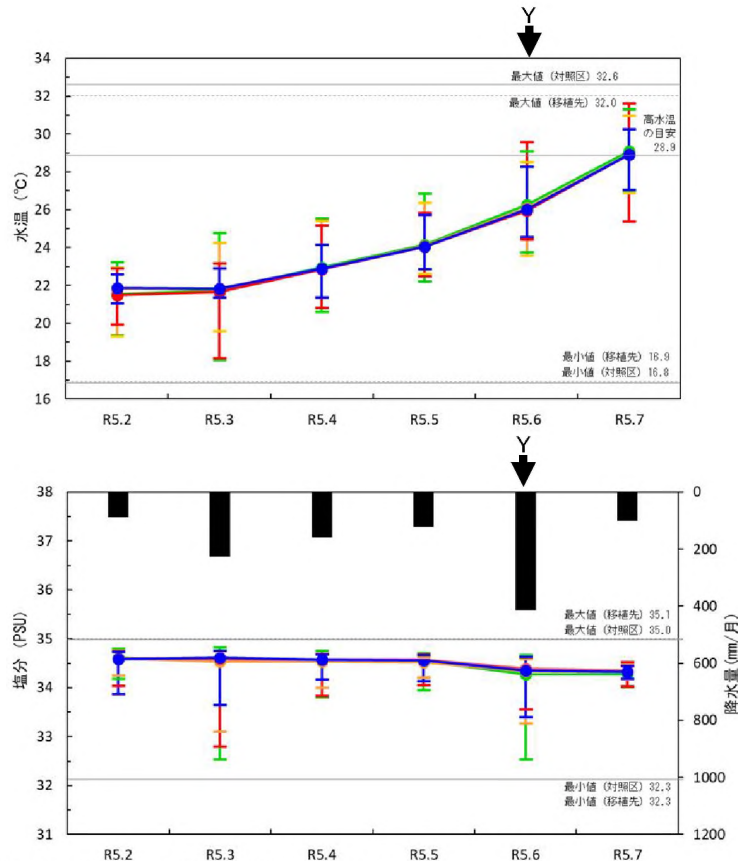
レッドリストサンゴに係るモニタリング地点

平成31年4月24日～令和5年7月31日の連続観測結果を整理。うち、直近6ヶ月間の月平均観測結果を示す。  
 なお、台風第2号による影響は5月27日～6月2日にかけて確認。

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

- ・水温:各地点とも4月以降は上昇傾向にあった。6月から高水温の目安となる28.9℃以上の水温が観測され、7月には全地点で月平均値が28.9℃以上の水温を観測。
- ・流速:各地点とも概ね10cm/s以下の弱い流れで推移。5月末から6月初めに台風の影響による速い流速が発生し、対照区において本調査期間中の最大値となる88.2cm/sを観測。
- ・塩分:各地点とも通常時では概ね34～35PSUの範囲で推移。6月に降雨による一時的な塩分低下を観測。
- ・濁度:各地点とも通常時では概ね1FTU前後で推移。5月末から6月初めに台風の影響による底質の巻き上げや河川濁水の流入とみられる一時的な上昇を観測。

移植先(④●、⑦●)の値は、現地観測期間も含め移植を行った平成30年7月27日以降、対照区(③-A●、③-B●)の観測値の範囲から大きく外れるような値が継続する様子もみられず、サンゴの生息に影響を与えるような特異なデータは確認されていないと判断。



凡例  
 ③-A(対照区)  
 ③-B(対照区)  
 ④(移植先)  
 ⑦(移植先)  
 降水量

矢印は半径300km以内に接近した台風を示す  
 Y:台風第2号

※1 降水量は気象庁東観測所のデータを引用。  
 ※2 図中の最大値・最小値は平成30年7月27日～令和5年1月31日で集計した結果を示す。  
 ※3 エラーバーは最小値～最大値の範囲を示す。

# オキナワハマサンゴの生活史に関する 追加調査について



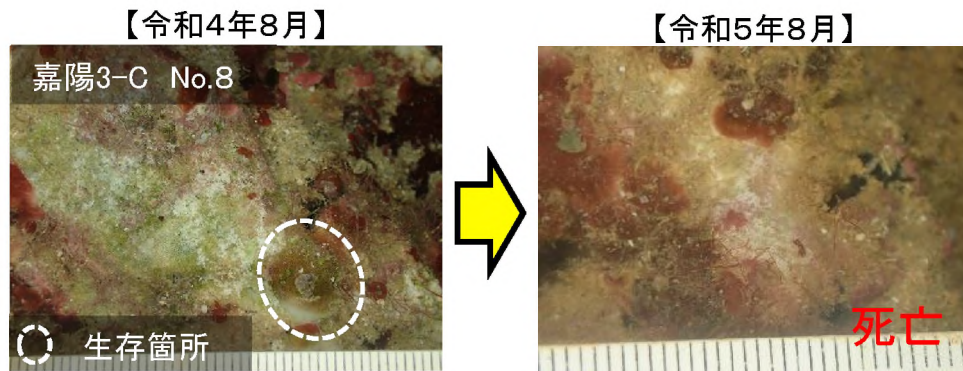
令和5年8月22日、23日にオキナワハマサンゴの生活史に関し、対照区における2年後の追加調査を実施した。調査は嘉陽地区に元々生息していたオキナワハマサンゴ16群体について行った。

オキナワハマサンゴ16群体のうち、観察開始から2年で6群体が死亡、4群体が部分死、4群体が成長したことを確認した(個別の確認状況は巻末資料参照)。

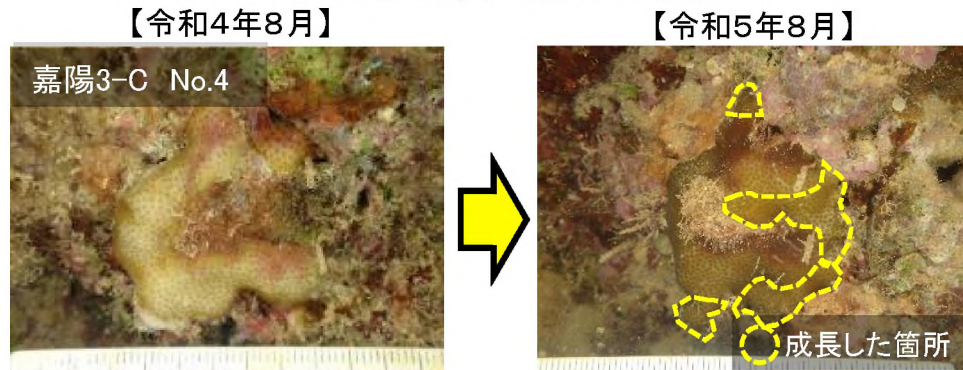
※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

個別の死亡要因は不明であるが、年間死亡率は観察開始から1年目で19%、1年目から2年目で23%※であった。移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴ12群体の年間死亡率は観察開始4ヶ年で10~33%で推移し平均値が19%であったことから、同程度の死亡状況であったと考えられる。

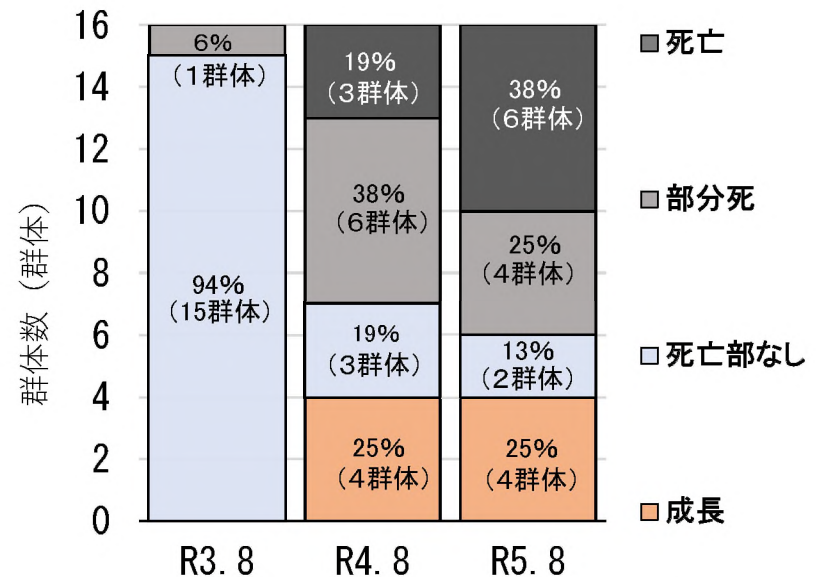
※ 単年度での死亡率であり、ここでは令和4年8月時点の生存群体数13に占める令和5年8月までの死亡群体数3の割合を百分率で表したものの。



死亡を確認した群体の状況



成長を確認した群体の状況



嘉陽地区に元々生息していた群体の生息状況の変化

※1 部分死及び成長の双方が確認された群体(R4.8調査時におけるNo.6及びR5.8調査時におけるNo.5、7)については長径が増加している場合を「成長」と評価した。

※2 死亡が確認された群体の生存時(最終確認時点)における長径は、3cm台が1群体、1cm台が5群体であった。

# 移植後5年目の調査が終了した オキナワハマサンゴの評価について

# 1. オキナワハマサンゴに係る移植後モニタリングの概要

オキナワハマサンゴの移植は、平成30年7月27日～8月4日に9群体を実施した。

移植後モニタリングは、移植直後から週に2回の目視観察による経過観察を実施。移植後約1年が経過した令和元年9月10日以降は、週に1回の頻度で目視観察を実施した。移植後約3年3ヶ月が経過した令和3年11月17日に月1回の頻度に変更し、令和5年7月11日の調査をもって計画していた5年間のモニタリングを終了したところ。

今回、移植後5年目の調査が終了したことを踏まえ、移植後モニタリングにより得られた結果を基に、移植の妥当性について目標達成基準(第33回環境監視等委員会にて一部改訂)の項目ごとに整理した。



※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

オキナワハマサンゴの移植元と移植先の位置図

オキナワハマサンゴの移植時期及び移植モニタリングの経過概要



目標達成基準

指標項目	基準
サンゴ群集の成育状況 (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。 →P. 19-20
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。 →P. 21
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。 →P. 22

## 2. サンゴの成育状況について

### ・移植したオキナワハマサンゴ

移植したオキナワハマサンゴは、移植後、9 群体のうち、6 群体 (No.2,15,16,18,19,20) の縁 辺で成長している状況を確認した。他の3群体 については成長は確認されず、うち2群体は移 植後約1年で死亡または消失した。移植後5年 目の調査が終了した令和5年7月時点で生存 している2群体の面積は、移植直後より縮小し ている状況を確認した。

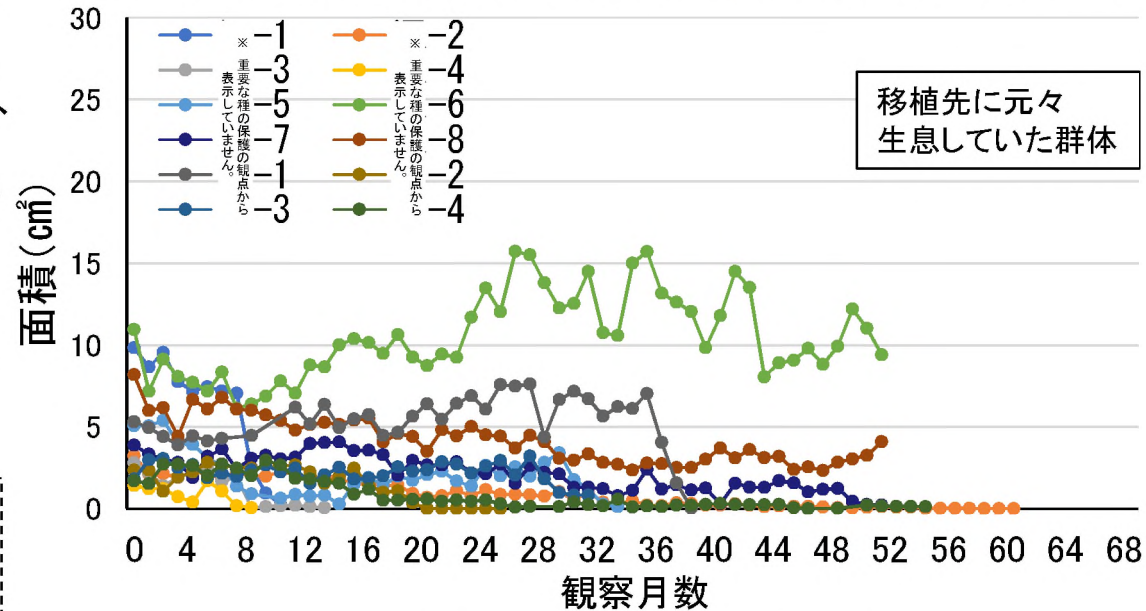
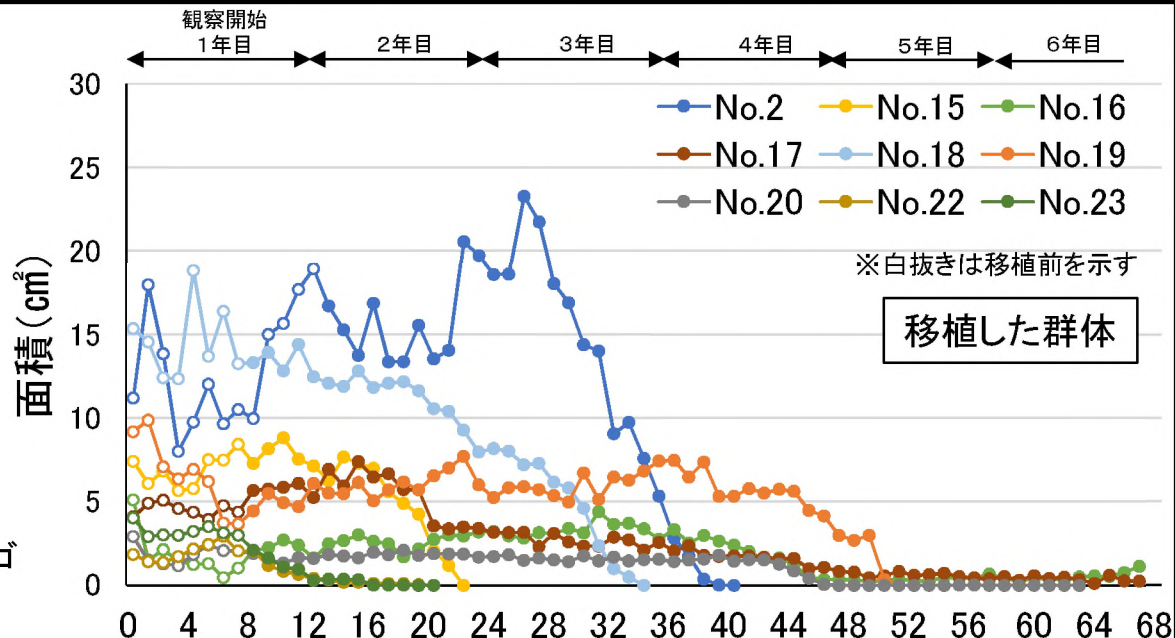
### ・移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴ

移植先に元々生息していたオキナワハマサ ンゴは、観察開始後、12群体のうち4群体 (No.6,7,11,13) で成長している状況を確認した。令 和5年7月時点で生存している4群体の状況は、 モニタリング開始時と比較して、1群体は良好 な状況、3群体で縮小している状況を確認した。

成長が確認された群体数の割合は、移植先 に元々生息していた群体に比べて移植した群 体で多く、移植したオキナワハマサンゴは移植 先に十分順応していたと考えられる。

#### 【群体の投影面積の算出方法について】

- ①面積の測定: 画像解析ソフト(ImageJ)を用いて写真内の 定規を基準とした面積を測定。
- ②面積比率の算出: 移植直後(観察開始時)の群体面積に 対する、各調査時の写真における移植直後(観察開始時) に生存していた範囲面積の面積比率を算出。
- ③面積の補正: ①の投影面積に②の面積比率を乗じて、各 調査時の群体の面積を補正。



各群体の投影面積の経年変化

※ 図中のプロットのばらつきは、撮影した写真の画角の違いを含むため、必ずしもサンゴ面積の増減を示すものではない。

### 3. 移植したオキナワハマサンゴと移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴの生存率の比較

移植したオキナワハマサンゴと移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴの生存率を比較するため、それぞれのモニタリング観察開始時期を始期として、各群体の観察経過期間と生息状況の推移を整理した。

令和5年7月時点での経過期間は、移植したオキナワハマサンゴが68ヶ月（約5年8ヶ月）、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴが51ヶ月（約4年3ヶ月）～ 59ヶ月（約4年11ヶ月）となった。これら2つのグループの同一期間経過時点の生存率として観察開始から51ヶ月（約4年3ヶ月）経過した時点の生存率について比較すると、移植したオキナワハマサンゴが約50%、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴが約40%となっている。移植したオキナワハマサンゴと元々生息していたオキナワハマサンゴの観察開始から51ヶ月（約4年3ヶ月）の生存状況について、Kaplan Meier法により生存曲線を作成し、log-rank検定を行った結果、2つのグループ間の生存期間に有意差は確認されなかった（ $p=0.9^{**}$ ）。

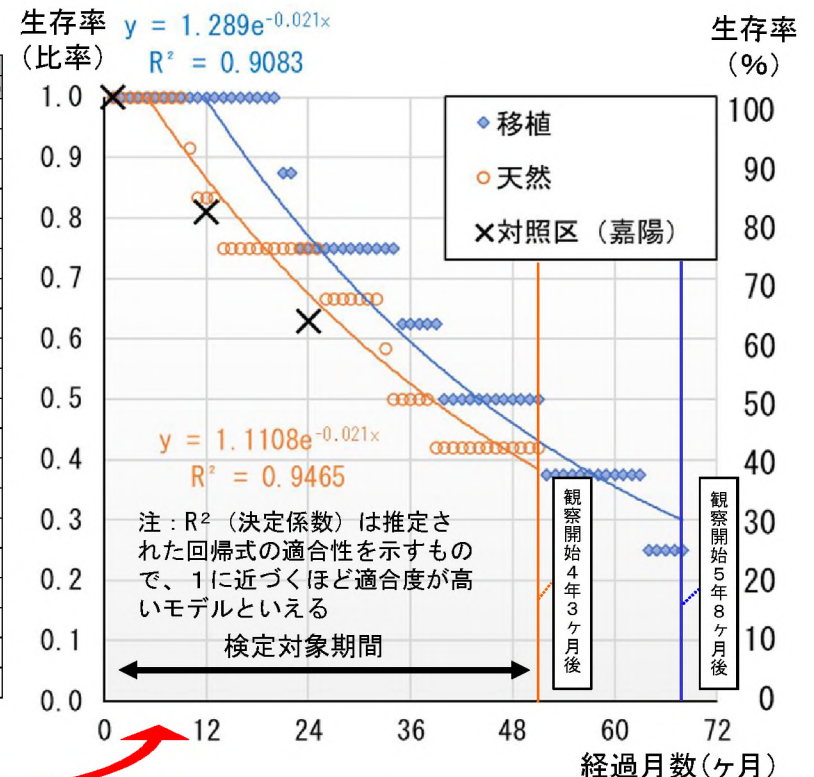
対照区(嘉陽)において実施したオキナワハマサンゴの生息状況についての調査の結果、観察開始2年後の生存率は約63%であり、同じ経過期間における移植先に元々生息していた群体と同程度に死亡している状況を確認した。

※有意水準は一般的な0.05とし、p値が0.05を下回った場合、生存率に有意な差があるとする。

モニタリング観察開始からの経過期間と生息状況の整理結果

群体No.	経過月数 開始時期	1年目												2年目												3年目												4年目												5年目												6年目												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70			
移植した群体	2	平成29年7月5日	生存												生存												生存												生存												生存												死亡により終了 (令和2年10月20日)											
	15	平成29年11月8日	生存												生存												死亡により終了 (令和1年9月25日)												生存												生存												生存											
	16	平成29年11月8日	生存												生存												生存												生存												生存												生存											
	17	平成29年11月8日	生存												生存												生存												生存												生存												生存											
	18	平成29年11月8日	生存												生存												死亡により終了 (令和2年9月15日)												生存												生存												生存											
	19	平成29年11月8日	生存												生存												生存												死亡により終了 (令和4年3月3日)												生存												生存											
元々生息していた群体	20	平成29年11月8日	生存												生存												生存												死亡により終了 (令和5年3月8日)												生存												生存											
	23	平成29年11月8日	生存												生存												死亡により終了 (令和1年7月23日)												生存												生存												生存											
	1	平成29年10月4日	生存												死亡により終了 (平成30年8月17日)												生存												生存												生存																							
	2	平成29年10月4日	生存												生存												死亡により終了 (令和4年9月7日)												生存												生存																							
	3	平成29年10月4日	生存												死亡により終了 (平成30年11月29日)												生存												生存												生存																							
	4	平成29年10月24日	生存												死亡により終了 (平成30年9月7日)												生存												生存												生存																							
	5	平成29年10月4日	生存												生存												死亡により終了 (令和2年7月21日)												生存												生存																							
	6	平成31年4月1日	生存												生存												生存												生存												生存																							
	7	平成31年4月1日	生存												生存												生存												生存												生存																							
	8	平成31年4月1日	生存												生存												生存												生存												生存																							
対照区(嘉陽)	1	平成29年12月8日	生存												生存												死亡により終了 (令和3年2月10日)												生存												生存																							
	2	平成29年12月8日	生存												生存												死亡により終了 (令和2年1月29日)												生存												生存																							
	3	平成30年12月26日	生存												生存												死亡により終了 (令和3年9月23日)												生存												生存																							
	4	平成30年12月26日	生存												生存												生存												生存												生存																							

注：移植したオキナワハマサンゴNo. 22は消失による観察終了のため、対象外とした。



生存率の比較

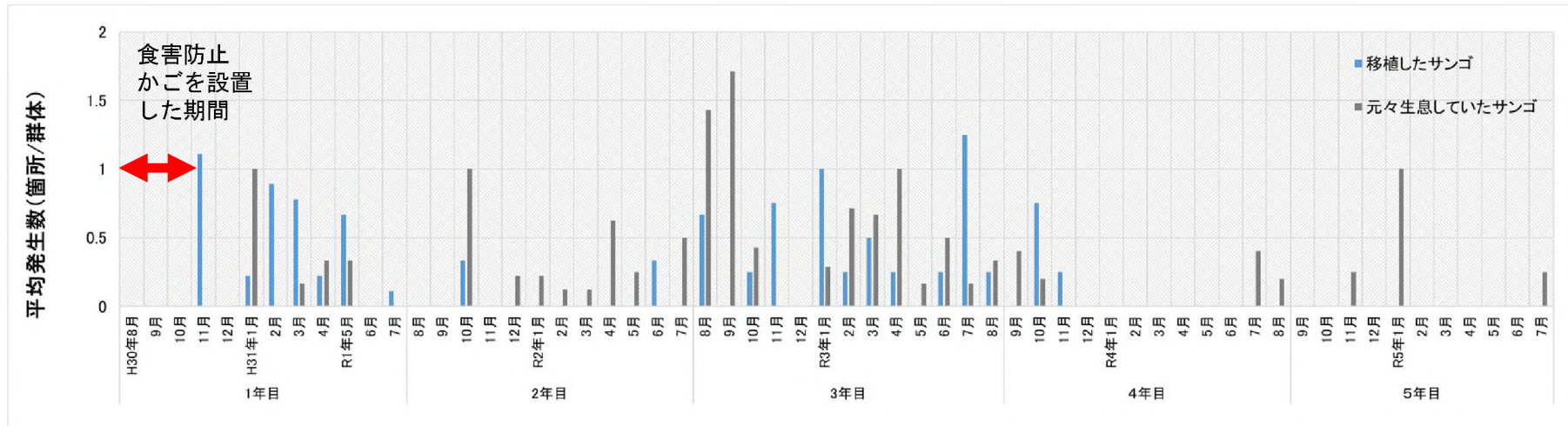
【検定に用いた参考文献】 朝倉こう子, & 濱崎俊光. (2015). 生存時間データの解析. *Drug Delivery System*, 30(5), 474-484.

#### 4. 生物生息状況について

オキナワハマサンゴは、複雑な群体構造を有さない塊状または被覆状のサンゴであり、群体サイズも小さいため、一般的な目視観察による移植群体の生物生息状況への評価は難しい。そのため、移植先における他生物による移植群体の利用状況の指標として、食痕らしきものの発生状況を整理することで、移植先の生態系との関わりを確認することとした。

移植後3年目までは、食痕らしきものは断続的に確認されており、その特徴から多様な魚類に利用されていることが推察された。また、移植したサンゴと移植先に元々生息していたサンゴで食痕の数は同程度であった。

4-5年目においては食痕らしきものの発生が比較的少なく、これは群体面積の縮小に伴い、食痕らしきものが見られなくなった群体がいるためであると考えられる。



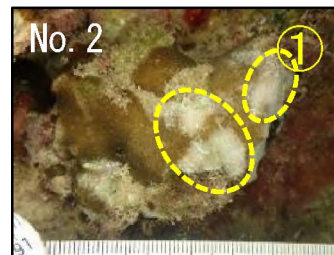
#### ●食痕らしきものの種類について

移植群体で確認された食痕らしきものの形状は多様であり、複数の魚種により利用されているものと考えられる。

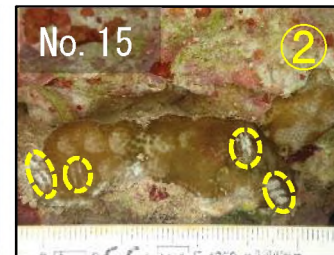
写真①は骨格ごと齧られたような跡があり、ブダイ類やフグ類によるものと考えられる。

写真②は骨格に2本の平行な筋が確認でき、牙状の歯を持つベラ類によるものと考えられる。

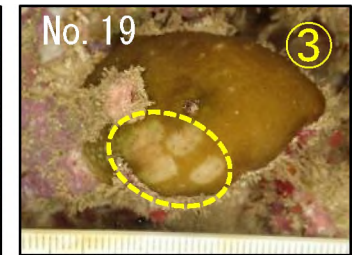
写真③は共肉のみに損傷がみられ、上記以外の魚類によるものと考えられる。



(平成31年2月18日撮影)



(平成30年11月1日撮影)



(令和2年8月27日撮影)

## 5. サンゴの再生産について

### ・幼生の放出の確認状況

移植したオキナワハマサンゴは、移植直後では幼生の放出が確認されていなかったものの、移植約6ヶ月後の冬季から幼生の放出を確認した。その後も、幼生の放出(その兆候を含む)を断続的に観察しており、移植した9群体中6群体で計256個体の幼生の放出を確認した。また、移植した群体が放出したと考えられる幼生の着生も確認した。移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴは、個体数が29個体と少ないものの幼生の放出を確認した。

幼生の放出の傾向は、季節別に整理すると冬季(1月~3月)に多く、全体の過半数を占めていた。また、群体別の放出数は、5年間の合計で2~188個体と群体差が大きい結果となった。

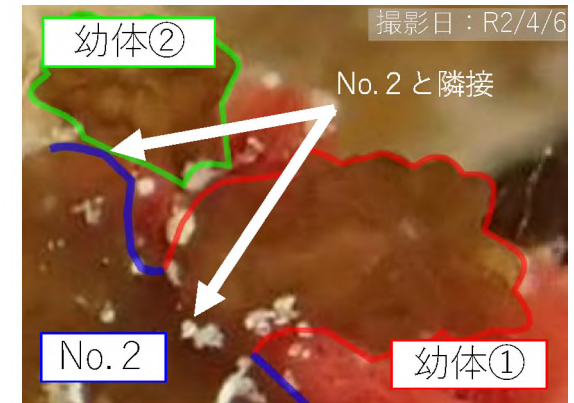


幼生放出の兆候(撮影日:H31/1/31)

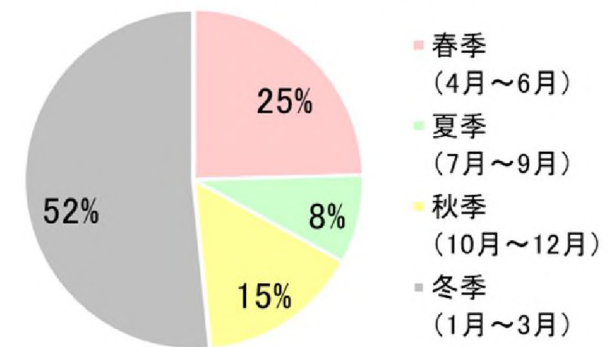
### 移植及び元々生息していたオキナワハマサンゴの幼生放出状況

項目	平成30年		平成31年/令和元年				令和2年				令和3年				令和4年				令和5年			合計			
	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	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季				
移植したオキナワハマサンゴ	No.2		5	3	3	1	1																13		
	No.15																								
	No.16					1	1																2		
	No.17			17	12	1																		31	
	No.18			6	2	4																		12	
	No.19			60	38	6	22	9	2	5	3	39	4											188	
	No.20					4	2																	10	
	No.22																								
No.23																									
計			88	59	17	24	10	3	5	3	42	4	1										256		
移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴ	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
	6																								
	7																								
	8																								
	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	計																								

※季節の区分=夏季:7~9月、秋季:10~12月、冬季:1~3月、春季:4~6月



オキナワハマサンゴ(No.2)の近傍で確認された稚サンゴ



幼生の放出の季節別確認状況

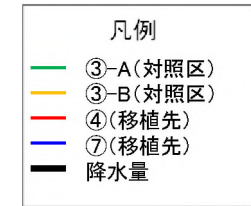
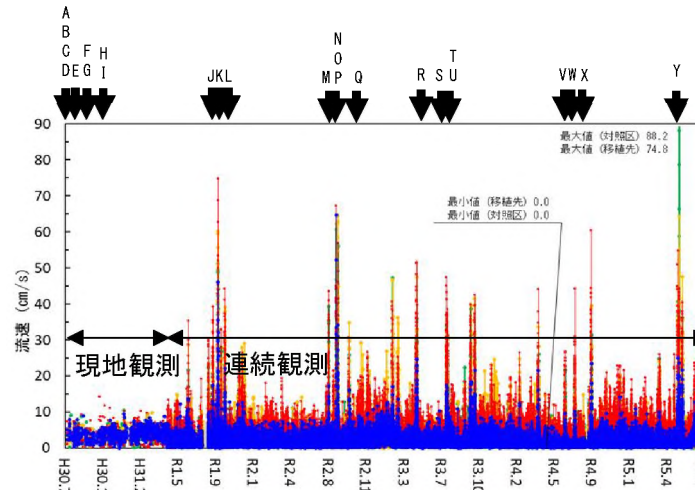
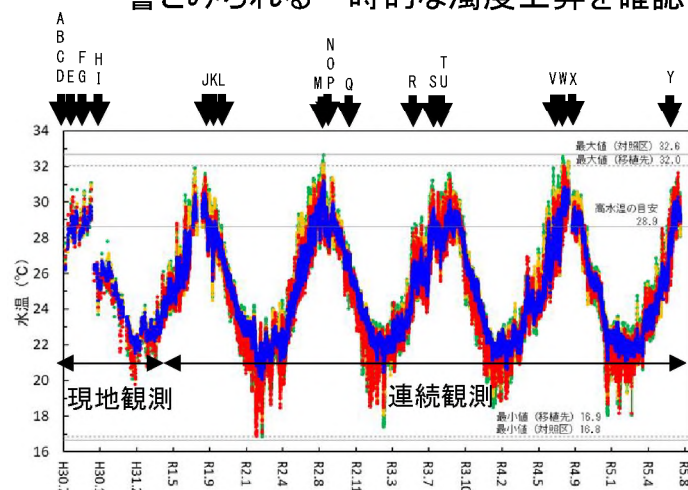
## 6. 移植先における生息環境(水質等)について

### (1) 水質の経時変化状況

平成30年7月7日～令和5年7月31日の水質観測結果を整理。以下に移植後5年間の観測結果を示す。

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

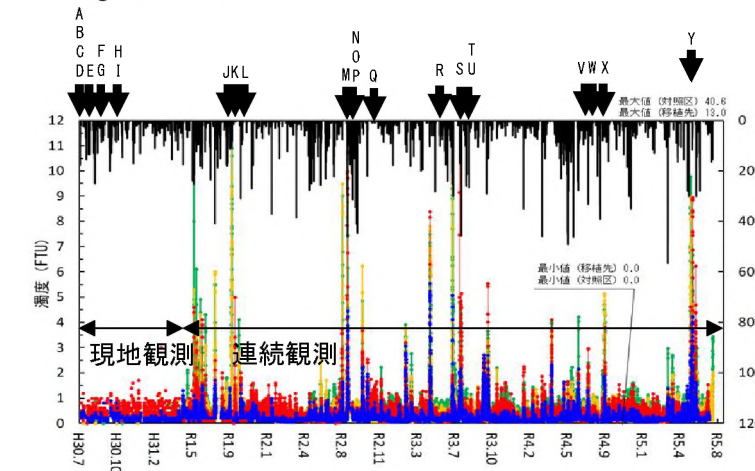
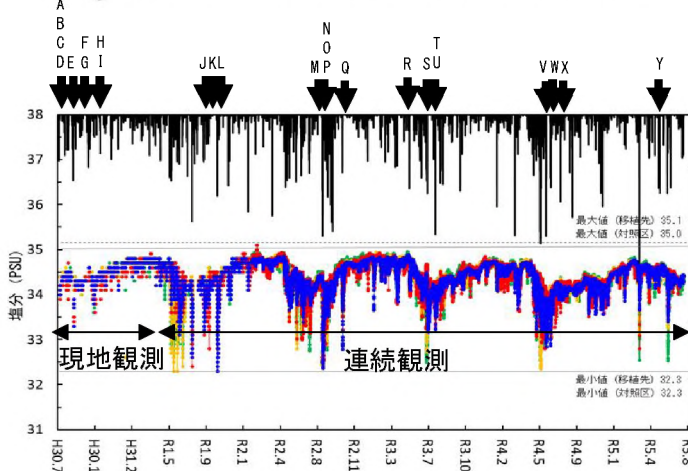
- ・水温: 各地点とも16.8～32.6℃の範囲で年変動していることを確認。
- ・流速: 各地点とも概ね10cm/s以下の弱い流れで推移。台風等の影響による一時的な高波浪を観測。
- ・塩分: 各地点とも通常時では概ね34～35PSUの範囲で推移。降水量の多い日やその直後の塩分低下を確認。
- ・濁度: 各地点とも通常時では概ね1FTU前後で推移。河川濁水の流入や台風接近時の高波浪に伴う底質の巻き上げ等の影響とみられる一時的な濁度上昇を確認。



矢印は半径300km以内に接近した台風を示す

No.

- A: 台風 6号 (H30. 6. 16-17)
- B: 台風 7号 (H30. 7. 1-2)
- C: 台風 8号 (H30. 7. 10)
- D: 台風10号 (H30. 7. 21-22)
- E: 台風12号 (H30. 8. 1-2)
- F: 台風14号 (H30. 9. 11-12)
- G: 台風18号 (H30. 9. 14-15)
- H: 台風24号 (H30. 9. 29-30)
- I: 台風14号 (H30. 10. 4-5)
- J: 台風13号 (R1. 9. 5-6)
- K: 台風17号 (R1. 9. 20-21)
- L: 台風20号 (R1. 10. 20-21)
- M: 台風 5号 (R2. 8. 9-10)
- N: 台風 8号 (R2. 8. 24-25)
- O: 台風 9号 (R2. 8. 31-9. 1)
- P: 台風10号 (R2. 9. 5-6)
- Q: 台風14号 (R2. 10. 8)
- R: 台風 3号 (R3. 5. 5-6)
- S: 台風 6号 (R3. 7. 20-21)
- T: 台風 9号 (R3. 8. 7-8)
- U: 台風10号 (R3. 8. 5-6)
- V: 台風 4号 (R4. 7. 2-3)
- W: 台風 6号 (R4. 7. 31)
- X: 台風11号 (R4. 8. 31)
- Y: 台風 2号 (R5. 6. 2)



※1 降水量は気象庁東観測所のデータを引用

移植後5年間の観測結果(水温、流速、塩分、濁度)



## (2) 移植先及び対照区の水質等の特性について

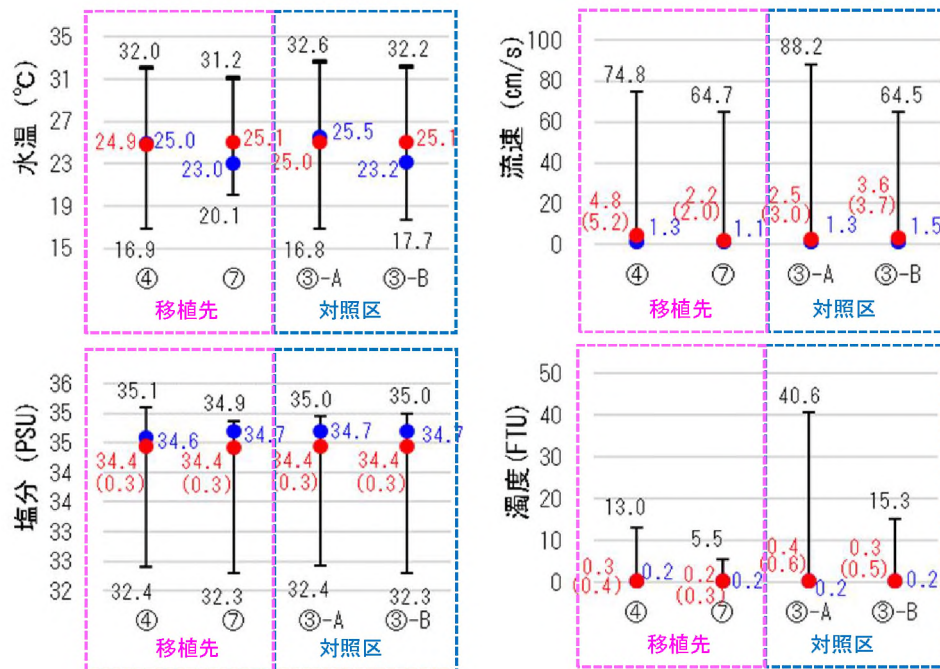
移植後5年目までの水質観測結果の特性について整理。以下に、範囲、平均値、最頻値について示す。

- ・水温：範囲16.8～32.6℃、平均値24.9～25.1℃、最頻値23.0～25.5℃
- ・流速：範囲0～88.2cm/s、平均値2.2～4.8cm/s、最頻値1.1～1.5cm/s
- ・塩分：範囲32.3～35.1PSU、平均値34.4PSU、最頻値34.6～34.7PSU
- ・濁度：範囲0～40.6FTU、平均値0.2～0.4FTU、最頻値0.2FTU

※ 重要な種の保護の観点から表示していません。

移植先と対照区における大きな差はみられない。また、水質に大きな影響を与える台風の状況を整理すると、調査期間中に25個の台風が接近しており、接近時の最大波高は最大9.7m、接近3日前から接近日までの積算雨量は最大339.5mmであった。

以上のような生息環境の中で、オキナワハマサンゴに生息環境の変化によると考えられる著しい白化や消失は確認されなかった。そのため本調査の観測結果は、オキナワハマサンゴの生息適応範囲内であったと推察した。



凡例  
 ● : 平均値 (標準偏差)  
 ● : 最頻値  
 — : 最大値・最小値 ※縦棒はデータ範囲を示す

## 台風接近時の最大波高および積算雨量

発生年	台風番号	接近期間	最大波高 <sup>※1</sup> (m)	積算雨量 <sup>※2</sup> (mm)
平成30年	台風6号	6/16-17	3.0	339.5
	台風7号	7/1-2	5.9	75.0
	台風8号	7/10	9.7	0.0
	台風10号	7/21-22	5.4	57.5
	台風12号	8/1-2	0.9	44.5
	台風14号	9/11-12	1.8	27.5
	台風18号	9/14-15	2.9	12.0
	台風24号	9/29-30	9.5	219.0
	台風25号	10/4-5	—	164.0
令和元年	台風13号	9/5-6	4.6	102.5
	台風17号	9/20-21	7.5	82.0
	台風20号	10/20-21	2.1	79.0
令和2年	台風5号	8/9-10	4.8	17.5
	台風8号	8/24-25	2.3	288.0
	台風9号	8/31-9/1	7.2	115.5
	台風10号	9/5-6	6.6	134.0
	台風14号	10/8	4.4	19.0
令和3年	台風3号	5/5-6	1.6	21.0
	台風6号	7/20-21	6.5	94.0
	台風9号	8/7-8/8	2.1	71.5
令和4年	台風10号	8/5-8/6	2.5	42.5
	台風4号	7/2-7/3	3.6	161.0
	台風6号	7/31	3.4	88.5
令和5年	台風11号	8/31	5.8	1.5
	台風2号	6/2	—	84.5

※1: 台風接近日の日最大有義波高を示す  
 (最大波高はナウファス(地点: 中城)のデータを引用)

※2: 台風接近日および接近前3日間の降水量の合計を示す  
 (降水量は気象庁東観測所のデータを引用)

## 水温、流速、塩分、濁度の観測結果の整理

## 7. 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5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を評価するに当たっては、移植したサンゴ類、移植先に元々生息していたサンゴ類及び対照区に元々生息していたサンゴ類並びに周辺環境のモニタリング結果を踏まえて、下記の判断基準に照らし、移植したサンゴ類が移植先に元々生息していたサンゴ類と同様に生息しており、移植先の環境に順応しているかとの観点から、評価を行う。

なお、下記の判断基準は、移植群体数等の点でオキナワハマサンゴと大きく異なる小型サンゴ類及び大型サンゴ類の移植の成果等を判断するために導入されたものであることに留意する必要がある。

### 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"> <li>・サンゴの面積は、移植直後に比べて移植約6ヶ月後までに6群体で群体の縁辺部の成長による増加を確認した。その後、移植前から部分的な白化がみられた2群体を除いて、移植1年後まで概ね移植前の状態を維持または増加傾向にあり、移植が原因とみられる著しい減少は確認されなかった。移植1年後以降は、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴで確認されている状況と同様な白化や部分死により、面積の縮小が確認された。</li> <li>・サンゴの種類数は、移植対象がオキナワハマサンゴ1種であり変化しなかった。</li> <li>・移植5年後の生存状況は、移植した9群体中2群体が生存、6群体が死亡、1群体が消失した。死亡の頻度は、元々生息していたオキナワハマサンゴと比較して同程度であった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移植1年後までに十分に移植先に順応していると考えられ、その後の群体数の減少等の変化は、移植先及び対照区に元々生息していたオキナワハマサンゴとの比較検討を通じ、移植先の環境変化とともに、オキナワハマサンゴ本来の生活史により生じたものと考えられる。なお、移植したオキナワハマサンゴ、移植先に元々生息していたオキナワハマサンゴともに、本種本来の生活史に従い、同様の経過をたどっており、且つ対照区におけるオキナワハマサンゴと比較しても、同程度の死亡が確認された。</li> </ul>
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"> <li>・オキナワハマサンゴは複雑な群体構造を有さない塊状または被覆状の小型群体であるため、移植元及び移植先ともに群体に集まる魚類や大型底生生物の棲み込み等は確認されなかった。</li> <li>・移植先の環境との関わりは、食痕らしきものが移植後の5年間で断続的に発生し回復している様子を確認した。その発生頻度は、元々生息していた群体と同程度であり、食痕らしきものの特徴から、多様な魚類に利用されている状況と推察した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移植群体に集まる生物や棲み込みは確認されていないものの、移植後の5年間で多様な魚類により利用されていることが推察された。</li> </ul>
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"> <li>・移植後に、移植したオキナワハマサンゴ9群体中6群体で幼生の放出を確認した。移植5年後までに計256個体の幼生の放出またはその兆候を確認した。さらに、移植した群体が放出したと考えられる幼生の着生も確認した。</li> <li>・オキナワハマサンゴの不明であった繁殖生態が、冬季に多産する傾向がある垂直伝播型の幼生保育型であることを明らかにした。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移植後に幼生を放出している様子が通年確認できるとともに、複数年にわたる放出が確認され、放出量も元々生息していたオキナワハマサンゴと同程度以上であった。さらに、移植した群体が放出したと考えられる幼生の着生も確認した。</li> </ul>

以上の状況から、移植後5年目の調査が終了した時点においても移植による影響はみられず、移植先において十分に順応しており、レッドリストサンゴ類に対する環境保全措置は適切に実施されたと考えられる。