

第 8 章 事後調査の結果により必要となった

環境の保全のための措置

第 8 章 事後調査の結果により必要となった環境の保全のための措置

「第 7 章 事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討の結果」を踏まえ、今後新たに実施する必要がある環境の保全のための措置（以下、「環境保全措置」という。）を検討した。

8.1 大気質、騒音、振動

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。大気質、騒音、振動に係る環境保全措置及びその実施状況は、表－ 8.1.1 に示すとおりである。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

表－ 8.1.1 大気質、騒音、振動に係る環境保全措置（工事の実施時）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
建設機械は排出ガス対策型、低騒音型、低振動型を導入する。	○
地域住民の生活環境に配慮して、土曜、日曜及び祝日の工事は極力控える工程とする。	○
建設機械の整備不良による大気汚染物質、騒音の発生を防止するため、整備・点検を徹底する。	○
建設機械の稼働の際及び資機材運搬車両の走行の際は、アイドリングストップや建設機械に過剰な負荷をかけないように留意するなど、工事関係者に対して必要な教育・指導を行う。	○
資機材運搬車両の走行経路には、道路交通騒音・振動の増加を抑制するため、必要に応じ規制速度の遵守等を促す表示板を配置する。	○
通勤車両台数の低減のため、工事関係者は可能な限り公共交通機関の利用及び乗合通勤を奨励する。	○
裸地となる部分は、必要に応じシートによる防じん、散水等の発生源対策を行う。	○
沿道の粉じん等の対策として、資機材運搬車両等のタイヤに付着した泥、土等の飛散を防止するために、タイヤ洗浄施設等を設置する。	○
粉じん対策として路面清掃を実施する。	○
資機材運搬車両のうち、粉じん等飛散の恐れがある場合には、荷台のシート掛けを行う。	○

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施

8.2 水象、土砂による水の濁り、底質

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。水象、土砂による水の濁り、底質に係る環境保全措置及びその実施状況は、表－ 8.2.1 に示すとおりである。

平成 28 年度の事後調査の結果、水質は夏季及び冬季に一部の地点で栄養塩類の環境基準超過や SS が比較的高い傾向にあったが、工事による影響ではないと考えられ、水質や底質に大きな変化はみられていない。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

表－ 8.2.1 水象 土砂による水の濁り、底質に係る環境保全措置（工事の実施時）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
海域改変区域の北側及び西側護岸の一部において反射波を低減させるため、消波ブロックを設置する。	○
連絡誘導路周辺における通水性を確保することで、大嶺崎周辺の海水交換を促すため、通水路を設置する。	－
埋立工事は、外周護岸を先行施工し閉鎖的な水域をつくり、その中へ埋立土砂を投入することにより、埋立土砂による濁りが外海へ直接拡散しない工法とする。	○
海中への石材投入や浚渫等による水の濁りの影響を低減させるため、施工区域周辺海域での汚濁防止膜や施工箇所を取り囲むような汚濁防止柵を適切に設置・使用する。	○
汚濁防止膜の展張位置は、作業船のアンカー長や操作性等を考慮して最小限の範囲で設定する。	○
陸域改変区域における裸地面において、赤土等流出対策として沈砂池及び小堤工を設置する。それらの貯水容量を上回るような降雨の際には、護岸概成後の第VI工区内に濁水を排水する。第VI工区の護岸概成前においては、濁水の発生源対策として転圧締固等の対策を講じることとする。	○
監視調査により監視基準を超える濁りがみられる場合には工事を一時中断する。	○
汚濁防止膜については、作業前に損傷の有無を確認し、損傷が確認された場合は作業を一時中断し、速やかに補修する。	○
汚濁防止膜撤去の際には、海域生物の生息・生育環境を考慮したうえで、必要に応じて汚濁防止膜内に堆積した赤土等を除去する。	○
埋立工区においては、恒久対策が完了するまでの間は、仮表土保全対策を実施する。	－
埋立てを終えた工区については、降雨等により裸地面から濁水が海域に流出しないよう、裸地面の周囲に盛土を施し、埋立工区で雨水等を浸透させ、防砂シートを敷設した上に、砂層の設置もしくは汚濁防止膜の敷設をした護岸にてろ過処理を行う。	－
濁りの発生量を低減するため、海中へ投入する基礎捨石等については、材料仕様により石材の洗浄を条件とし、採石場において洗浄された石材を使用する。	○

凡例 ○：実施済み・実施中 ー：今後実施

8.3 陸域生物・生態系

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。陸域生物・生態系に係る環境保全措置及びその実施状況は、表－ 8.3.1 に示すとおりである。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

表－ 8.3.1 陸域生物・生態系に係る環境保全措置（工事の実施時）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.1.1 を参照）。	※
土砂による水の濁り、底質の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.2.1 を参照）。	※
陸域改変区域の中で、大嶺崎周辺区域のヨシ群落及びヒメガマ群落の湿地植生に対する改変を回避し、湿地周辺で土砂採取等の改変する際において、水の供給状況や工事に伴い発生する濁水が流入しないように配慮する。	○
林内の乾燥化を防止するため、必要に応じて、林縁部が出現する場所にマント群落やソデ群落となる植物を植栽する。	◇
陸域改変区域では、樹林や草地を回復するとともに、裸地で集団的に繁殖する習性があるコアジサシの陸域改変区域での繁殖を回避するため、工事の実施後に事業者の実行可能な範囲内で緑化を行う。 なお、緑化は種子吹付工法（3種混合）により行う。	—
工事に伴う陸域の改変に伴い生息環境の減少による影響を受ける重要な種のうち、移動能力が低い陸生貝類やオカヤドカリ類については、工事による改変前に確認された場合、可能な限り移動させる。	○
工事の実施時に、資機材運搬車両の運転者に普及啓発を行う。	○
資機材運搬車両が通行する道路周辺には、侵入防止柵や注意喚起の看板等を設置することで動物の輪禍を防ぐ。	○
夜間の工事用照明及び資機材運搬車両の照明については、陸域改変区域外に出る光を減らすよう照明の方向を調整する。	○

凡例 ○：実施済み・実施中 —：今後実施 ※：他の項目を参照

◇：林縁部の出現後、現地調査を実施し、林内の乾燥化が認められず、林縁部に草地性の群落が成立していることから、マント群落やソデ群落となる植物の植栽は行っていない。

8.4 海域生物・生態系

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。海域生物・生態系に係る環境保全措置及びその実施状況は、表－ 8.4.1 に示すとおりである。

海域生物の調査結果においても、植物プランクトン、動物プランクトン、魚類、底生動物（メガロベントス）、サンゴ類については、概ね工事前の変動範囲内であり、生息・生育の状況に変化が生じていないと考えられる。一方で、魚卵・稚仔魚、底生動物（マクロベントス）、海草藻場の一部の地点で減少がみられていることや種組成も若干変化していることから、生物相が遷移していくことを踏まえ、引き続きモニタリングを行う。

なお、サンゴ類の有性生殖移植及びクビレミドロの移植については、表－ 8.4.1 に示すとおり、現地の状況を踏まえ環境影響評価書時点の計画の見直しを行っている。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

また、移植生物（サンゴ及びクビレミドロ）のモニタリング期間については、評価書において、移植後3年を想定しており、平成29年度はモニタリングの最終年度である。平成29年度の環境監視委員会に諮り、モニタリングを移植後3年で終了することとした。移植サンゴ及び移植クビレミドロのモニタリング期間の検討結果は以下に示すとおりである。

表－ 8.4.1 海域生物・生態系に係る環境保全措置（工事の実施時、工作物の存在時を含む）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
土砂による水の濁り、底質の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.2.1 を参照）。	※
代償措置として、浚渫区域及び汚濁防止膜設置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。 →環境影響評価時においては、平成26年度に移植検討を行い、その結果を踏まえて、平成27年度以降の有性生殖移植を行うか検討する予定であった。平成26年度調査の結果、着床率が必ずしも高くなかったことから、平成26年度の環境監視委員会では、サンゴの加入量には年変動があることが指摘され、複数年（平成27年度～平成29年度）に渡り加入量の年変動を把握し、有効な移植方策を検討することとなった。	○注
代償措置として、クビレミドロの一部については、事業者の実行可能な範囲内で海域改変区域により静穏化する海域改変区域東側の閉鎖性海域、連絡誘導路北側の海域に移植する。 →平成27年度において、実海域に移植したクビレミドロの生育が良好であり、生育面積も維持・増加していることから、実海域における移植群のみで代償効果は十分に満たされていると考え、改変区域東側の閉鎖性海域への新たな移植は行わない。	○注 (閉鎖性海域未実施)
代償措置として、海域改変区域において確認された重要な種（海域動物6種）については、工事前の調査時から、事業者の実行可能な範囲で周辺の類似環境に移動する。	○
新たに出現する護岸がサンゴ類や底生動物の着生基盤となるよう、凹凸加工消波ブロックや、自然石塊根固被覆ブロック、自然石を設置する。	○

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施 ※：他の項目を参照 ×：実施しない

注：モニタリング期間については、環境影響評価書において、移植後3年を想定していた。平成29年度の環境監視委員会に諮り、モニタリングを移植後3年で終了することとした。

8.4.1 移植サンゴのモニタリング期間の検討結果

(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 p4-26 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。

(2) 移植サンゴ成育阻害の外的要因と生残率向上への試み

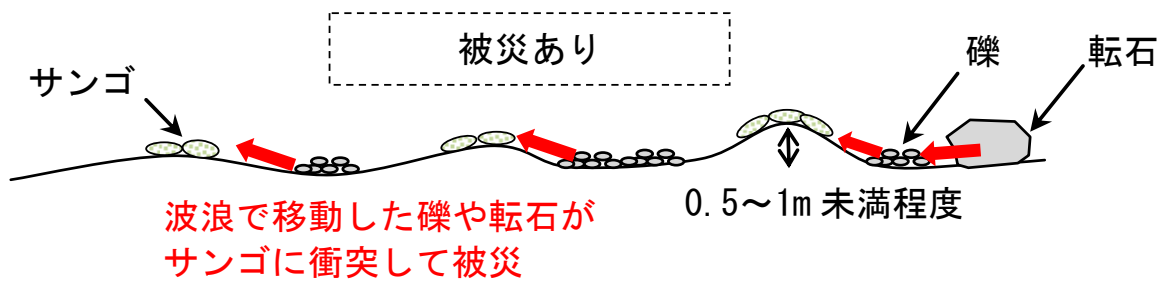
- 一般的な外的要因として、台風による波浪の影響や食害生物(オニヒトデ等)、高水温による白化現象が挙げられる。

(事業者の対応) ⇒ 来襲する台風の勢力や進路、頻度により成育サンゴ類(移植サンゴ及び天然サンゴ)が多大な影響を受ける場合がある。また、長期間の海水温上昇など地球規模の現象については回避できない事象である。その他、食害生物の発生量や出現場所、食害量の想定も困難であり、これらはサンゴ類成育の外的要因として事業範囲から排除することは困難である。

- 本事業では移植初期に小型サンゴ類(特にミドリイシ属)において、想定外の台風等^注の高波浪の影響によりサンゴ類の物理的破損が多数確認された。これが主要因となり、一部の移植エリアでは生残群体数が大幅に減少する結果となった。被災の傾向は図－ 8.4.1 に示す地形が多かった。

(事業者の対応) ⇒ 大型台風来襲後の移植作業においては、被災状況を考慮し、影響緩和策を講じた。これらの緩和策により、移植サンゴの生残率は向上した。

注：移植数ヵ月後に来襲した平成 26 年 7 月の台風 8 号(中心気圧 930hpa)は、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)が沖縄本島を横断している。

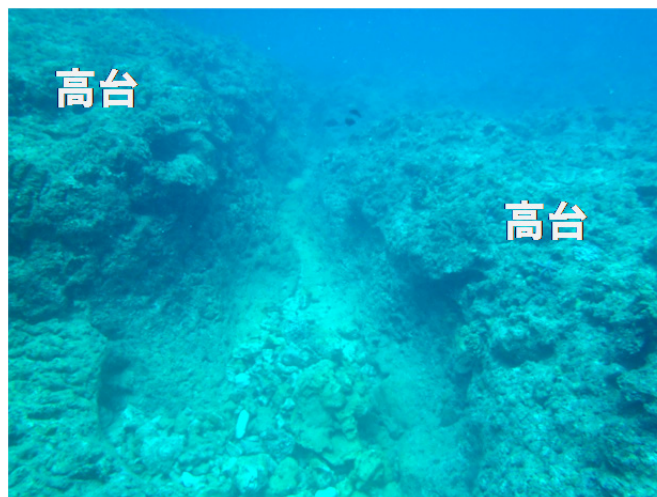
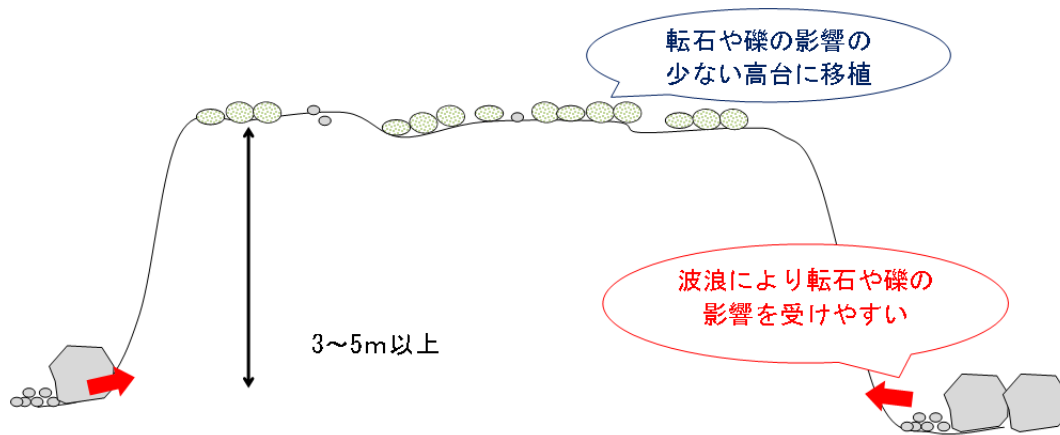


(左：被災が多かった平坦な地形、右：被災が少なかった凸状地形)

図一 8.4.1 地形別の被災の状況

[影響緩和策：高台に移植（主にミドリイシ属）]

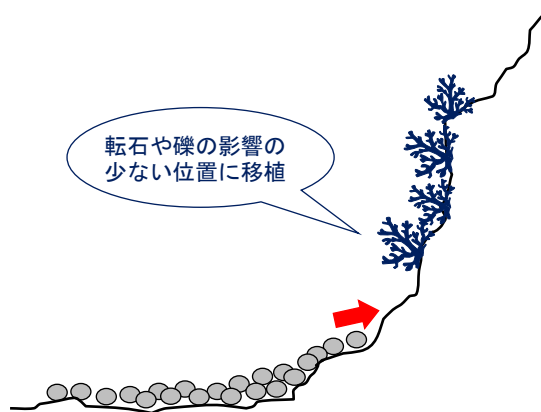
台風によりφ0.5~2mの転石や0.5m未満の礫が波浪によって攪乱され、移植サンゴに衝突した様子が確認されたため、砂礫や転石の影響を受けにくい高台状の地形へ移植を行った（少なくとも、台風8号の影響がみられなかった場所へ移植した）。



図－ 8.4.2 台風対策(主にミドリイシ属)

[影響緩和策関連：砂礫や転石の影響を受けにくい場所への移植（主にアオサンゴ）]

小型サンゴ類(主にアオサンゴ)について、台風 19 号では礫が波浪によって攪乱され、移植サンゴに衝突したことが確認された。よって、暴波時に海底から吹き上げられる砂礫が衝突しにくくなるよう、斜面に移植する場合でも、海底面から数m高いところにサンゴを移植した。



図－ 8.4.3 台風対策(主にアオサンゴ)

- 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 11%(移植 30～36 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 39%(移植 30 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 67～82%(移植 30～36 ヶ月後)と比較的高い水準で推移している。

表－ 8.4.2 移植サンゴの生残数量の一覧(平成 28 年度冬季時点)

移植サンゴ	移植目標	移植実績(移植直後の数量)		生残数量および生残面積の割合			
		一般的な移植エリア	影響緩和策の実施エリア※1	一般的な移植エリア	影響緩和策の実施エリア※1	割合	
小型サンゴ	33,000 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	1,181 群体	11%	47%
			影響緩和策の実施エリア※1	9,027 群体	3,517 群体	39%	
		17,176 群体 (主にアオサンゴ)	一般的な移植エリア	11,086 群体	7,449 群体	67%	
			影響緩和策の実施エリア※1	6,090 群体	4,992 群体	82%	
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%		

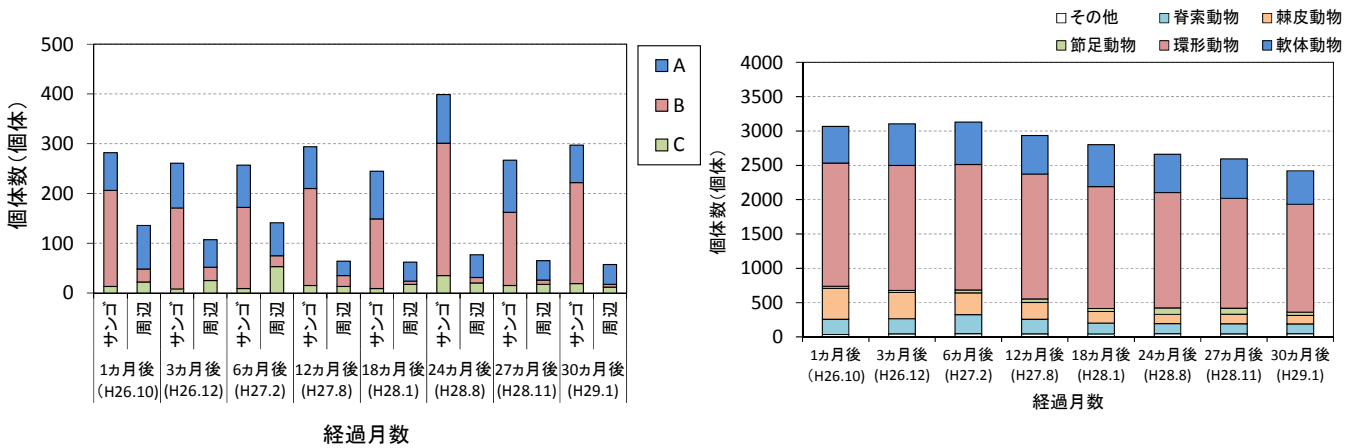
※1 影響緩和策の実施エリアは、ミドリイシ属は、エリア No. ③-1, ③-2, ④-1, ④-2、アオサンゴは、エリア No. ③。

※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 年冬季)に推移している。

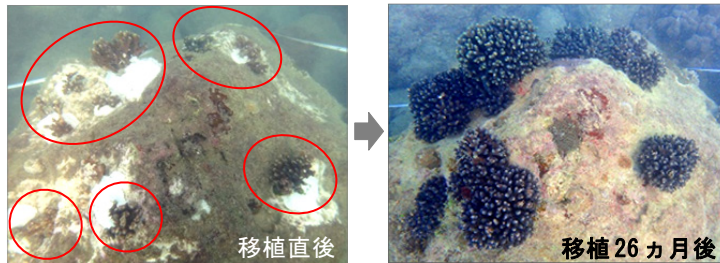
※3 希少サンゴ類は、242 群体を移植し、そのうちコドラート(4m×4m)内にある 191 群体についてモニタリングしている。

(3) 移植サンゴ類による当該海域のサンゴ礁復元への寄与

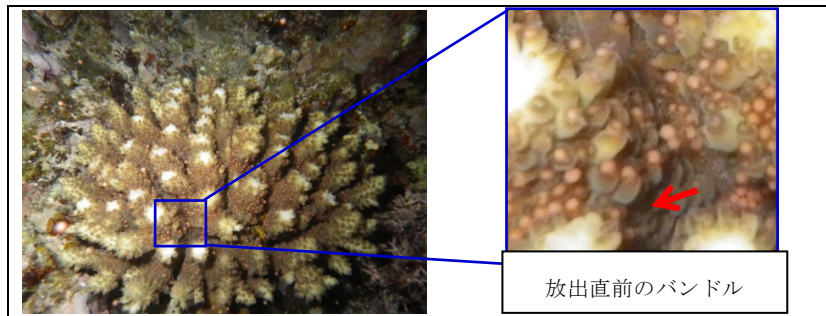
- 移植サンゴ類周辺では魚類や大型底生動物が増加している。
⇒ 移植サンゴ自体が魚類や大型底生動物等の海域生物の生息場を創出している。
- 移植サンゴ(特にアオサンゴ、ショウガサンゴ)では、成長に伴う被度の増加が見られている。
- 沖縄近海と同属サンゴと同様に移植サンゴの産卵(再生産)が確認されている。
⇒ 移植サンゴ類は、天然サンゴと同様の生活サイクルで成育を続けている。今後、周辺の天然サンゴ同様に群体の成長や産卵(再生産)、外的要因による減少などの自然変動を繰り返していくと考えられる。



図ー 8.4.4 移築サンゴ(主に塊状ハマサンゴ)周辺の魚類(左)・大型底生動物(右)



図ー 8.4.5 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)



図ー 8.4.6 移植サンゴ(ミドリイシ属)の産卵(平成28年5月28日23:10)

(4) モニタリング結果のとりまとめ

台風時の高波浪や食害等で群体数が減少している種類があるが(特に小型サンゴのうちミドリイシ属で顕著)、波浪や転石の影響を受けにくい場所の再選定や移植先の分散化など、移植場所により配慮したことで生残群体数の減少は緩和された。また、サンゴ類の成長に伴い被度が増加した地点も見られており、生残群体および群集は概ね健全に成育を続けている。

枝サンゴ群集は、台風に伴う高波浪による影響で砂が移動・堆積し、移植サンゴが埋没したことによる被度の低下が一部の地点においてみられているものの、概ね健全に成育を続けている。

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。

希少サンゴ類は概ね健全に成育を続けている。

さらに、過年度実施されたサンゴ類の移植は、当該海域のサンゴ群集の再生や今後のサンゴ礁の復元に寄与すると評価され、サンゴ移植事業として一定の成果を得たと考えられる。

以上より、評価書で想定していたとおり、モニタリングを移植後3年で終了することとした。

8.4.2 移植クビレミドロのモニタリング期間の検討結果

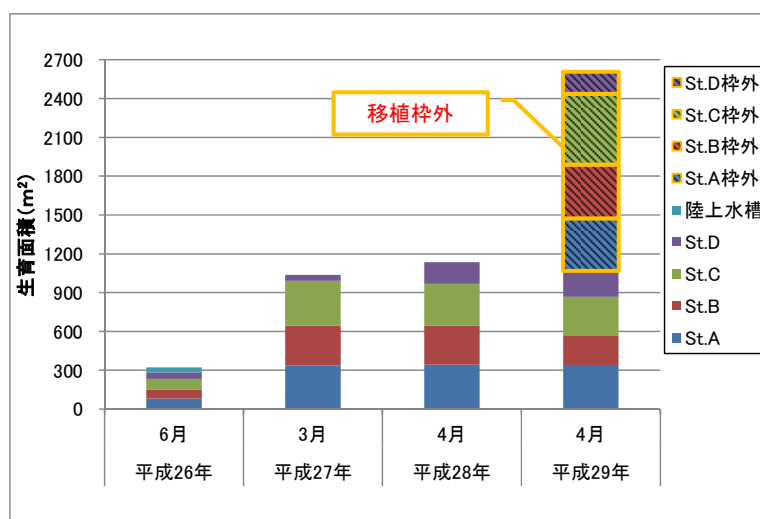
(1) 移植目標に対する達成状況

事前に定めた適切な移植手法別に移植数量を満足していることから、実行可能な範囲内で移植が実施されており、移植目標（318 m²）は達成されていると考えられる。

(2) 生育面積の拡大について

実海域における移植クビレミドロの生育範囲はSt.A～Dでは、移植枠外へ拡大がみられていることから、平成29年4月に移植枠外も含めた分布面積の把握を実施した。

その結果、移植枠外においてもクビレミドロの生育が確認され、移植枠外を含む生育面積は合計約2,600m²（移植時の約8倍）であった。



図ー 8.4.7 移植枠外も含めたクビレミドロの生育面積

(3) モニタリング結果のとりまとめ

天然域におけるクビレミドロは生育面積と生育被度ともに減少傾向にある。一方、移植クビレミドロは第4世代までの世代交代が確認され、生育面積は、移植枠外も含めると移植時の約8倍にまで拡大し、概ね健全に生育している。

以上より、評価書で想定していたとおり、モニタリングを移植後3年で終了することとした。

8.5 景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境に係る環境保全措置及びその実施状況は、表－ 8.5.1 に示すとおりである。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

表－ 8.5.1 景観、人と自然との触れ合いの活動の場、歴史的・文化的環境に係る環境保全措置（工事の実施時）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
資機材は、工事終了後に速やかに撤去する。	○
資機材運搬車両の走行に伴うアクセス阻害を低減させるため、資機材の運搬は可能な限り海上輸送とし、陸上搬入ルートには交通誘導員を配置し交通整理を行う。	○
大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.1.1 を参照）。	※
土砂による水の濁り、底質の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.2.1 を参照）。	※
海域生物（サンゴ類）の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.4.1 を参照）。	※

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施 ※：他の項目を参照

8.6 廃棄物等

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。廃棄物等に係る環境保全措置及びその実施状況は、表－ 8.6.1 に示すとおりである。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

表－ 8.6.1 廃棄物等に係る環境保全措置（工事の実施時）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
木くずについては、産業廃棄物処理業者に委託し、中間処理施設で処理を行い、再資源化に努めることとする。	○
アスファルト・コンクリート塊、鋼材等については、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」及び「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）」に基づき産業廃棄物処理業者に委託し、中間処理施設で破碎処理等を行い、再資源化に努めることとする。	○

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施

8.7 温室効果ガス等

工事に伴う環境影響は、環境影響評価書に記載された環境保全措置を講じたことにより、低減されているものと考えられる。温室効果ガス等に係る環境保全措置及び実施状況は、表－ 8.7.1 に示すとおりである。

したがって、新たな環境保全措置を講じる必要はないと考えられる。

表－ 8.7.1 温室効果ガス等に係る環境保全措置（工事の実施時）

環境保全措置の方法及び実施の内容	実施状況
大気質、騒音、振動の影響を低減するための環境保全措置を講じる（表－ 8.1.1 を参照）。	※
夜間照明による電力消費を抑えるため、夜間工事を極力控える。	○

凡例 ○：実施済み・実施中 －：今後実施 ※：他の項目を参照