

竹富南航路の整備における 環境配慮の取組について

與那嶺 和史¹・久場 良也¹

1 石垣港湾事務所 工務課（〒907-0012 沖縄県石垣市美崎町1-10）

八重山諸島に位置するサンゴ礁海域（石西礁湖）内において、開発保全航路として約2.5kmを供用している。竹富南航路について、約52kmの延伸が平成23年7月に政令指定され、現在整備を進めている。

竹富南航路整備を行う石西礁湖は、日本国内最大のサンゴ礁の海域であり、定期船舶ダイビング、水中観光船、漁業活動等の多様な利用がなされている海域であり地域経済に果たしている役割も大きい海域であることから、サンゴの移設、環境対策には、十分配慮した整備事業を実施しているとともに、取組の周知を図っています。

キーワード 竹富南航路、開発保全航路、石西礁湖

1.はじめに

竹富南航路は、沖縄本島から約400km南西にある八重山諸島に位置するサンゴ礁海域（石西礁湖）の狭水路となっており、石垣島から各周辺離島に通ずる最短コースとして以前より利用してきた。しかしながら、以前は水深が浅く、幅が狭い為、満潮時のみ船舶の航行が利用可能で、大半は遠距離となる迂回路を利用している状況であった。

昭和49年の開発保全航路の政令指定を受け、本格的に浚渫工事による航路整備を実施し、昭和56年度から延長約2.5kmの供用を開始した。

竹富南航路の整備により、離島間の航行については、大幅な時間短縮や安定運行が可能となったが、浚渫を行った区間以外の石西礁湖内は依然としてサンゴ礁海域特有の浅瀬や暗礁が多く点在する複雑な海域となっている。

このため、船舶の運行時間は、浅瀬や暗礁を海面上から目視で確認できる昼間に限定され、様子が分からぬ夜間や早朝・夕方、強雨等の荒天時は危険であることから、航行できない海域となっている。

こうした状況をうけ、八重山諸島間を結ぶ地域住民の生活航路における船舶の安全性を確保するため、新たに約52kmの延伸が平成23年7月に政令指定された。

竹富南航路延伸整備を行う石西礁湖は、日本国内はもとより世界的にも有数のサンゴ礁海域であり、定期船舶、漁業、観光といった多種多様な海域利用がなされており、さらに浅海域が大部分を占めるという特殊な海域であることから、環境対策には十分配慮しながら整備を行う必要がある。

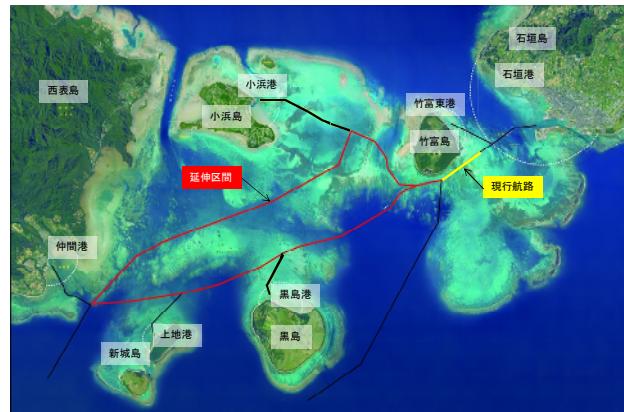


図-1 竹富南航路延伸整備計画図

2.工事前の取組について

(1) サンゴ移設

竹富南航路は、ルート選定において、極力自然環境に配慮しているが、一部のサンゴについては、航路浚渫区域上に存在してしまう。このような工事の影響を受けるサンゴについては、なるべく移設元から近場で現状の状態に近い環境を探し、サンゴのストレスを軽減すべく移設した。

石垣港湾事務所にて実施しているサンゴの移設方法は、「群体移設」と「群集移設」の2工法である。

・群体移設

岩盤等に固着しているサンゴを、ノミとハンマーを使用して採取し、移設適地に運搬後、水中ボンドにて岩盤に接着する。1つ1つの移設となることから個で表示。

・群集移設

海底の砂礫等に散乱しているサンゴをカゴに集約し

移設適地に運搬後、海底面に並べる。お互いのサンゴ同士が絡み合い、面的に群集が安定する。面的に表示することからm²で表示。

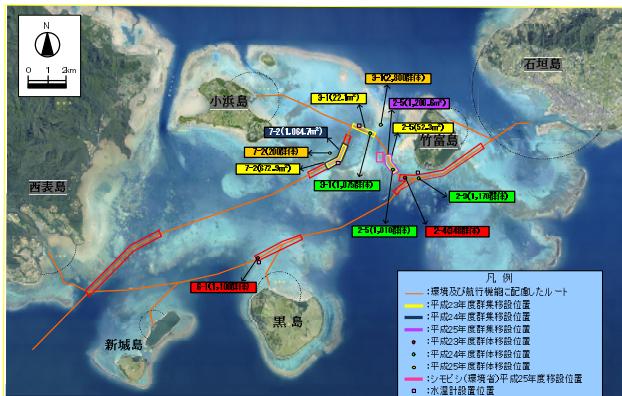


図-2 サンゴ移設実績



写真-1 平成 23 年度に移設したサンゴの状況

新たな取組として、石垣港湾事務所と環境省那覇自然環境事務所が連携し、航路の浚渫に伴い移設するサンゴをサンゴの群集の修復にも寄与する場所に移設した。また、移設したサンゴの成長促進を図るためにサンゴを試験的に千鳥格子状に配置した。

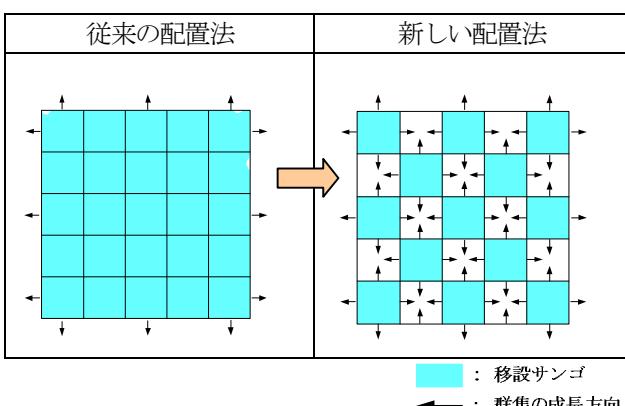


図-3 新たな配置法と群集の成長方向移設図

(2) サンゴモニタリング

移設後は、移設サンゴのみではなく、魚類や生物類等の自然環境の変化について経過を観測している

また、観察結果は有識者へ報告し、助言を頂きながら実施している。

以下に代表地点（移設先2-5）のモニタリング結果を記載する。

図-4・5・6の各項目において、移設前よりも高い数値となっており、サンゴの被度についても移設直後より若干の増加となっている。

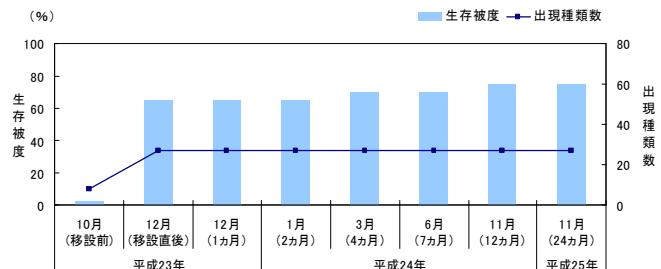


図-4 移設サンゴ群集の生存被度と種類数

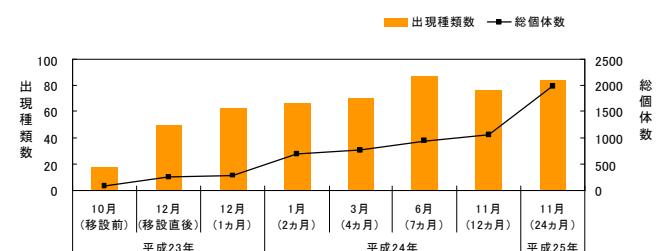


図-5 魚類の出現種類数と総個体数

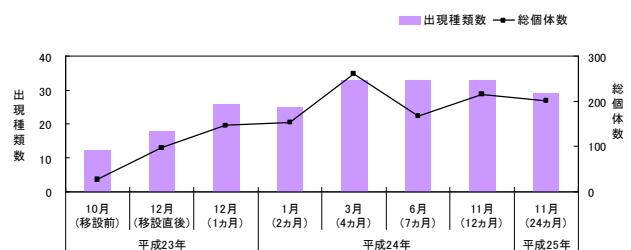


図-6 大型底生生物の出現種類数と総個体数

3. 工事中の取組について

(1) 浚渫工事

浚渫工事の環境対策については、周辺海域での漁業やもしく養殖業が盛んに営まれていることから、工事による濁り等の影響が無いように細心の対策を講じる必要がある。

具体的には、①浚渫工事での汚濁防止枠の設置、②浚渫区域に汚濁防止膜の設置、③汚濁防止枠内での濁水処理対策として沈殿処理システムを採用している。

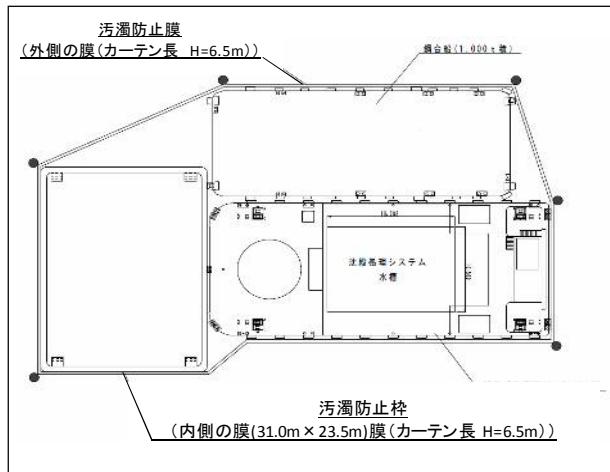


図-7 汚濁防止対策配置図

① 汚濁防止枠による対策

浚汚濁防止枠は、浚渫作業で生じる濁水を枠内にとどめるため、不陸によって生じる隙間からの濁水の漏洩を防止するため汚濁防止膜に不陸対策シートを取付けるとともに、膜と不陸対策シートをラップさせることにより不陸物との摩耗対策を行っている。

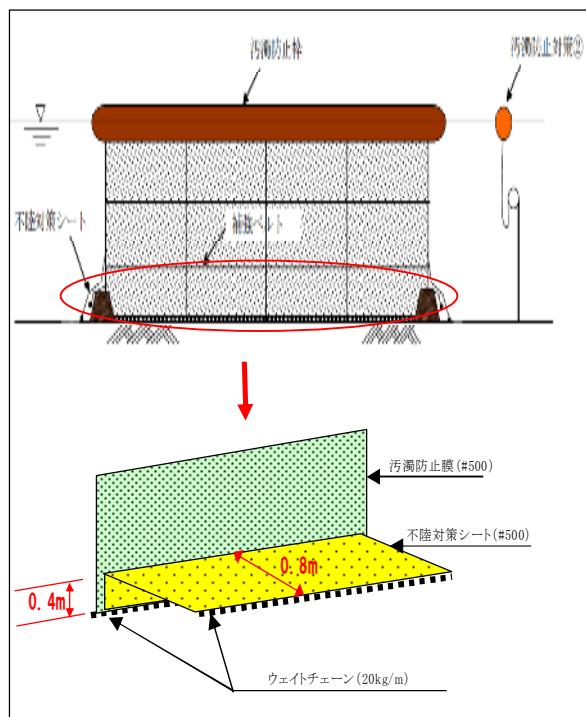


図-8 汚濁防止枠仕様図

② 汚濁防止膜による対策

汚濁防止膜は船団全体を巻き込むことで、船団周辺で生じる濁水の流出を防止する。

膜の下端には $50\text{kg}/\text{m}$ のウエイトチェーンを設置し、潮流による浮き上がりを防止した。

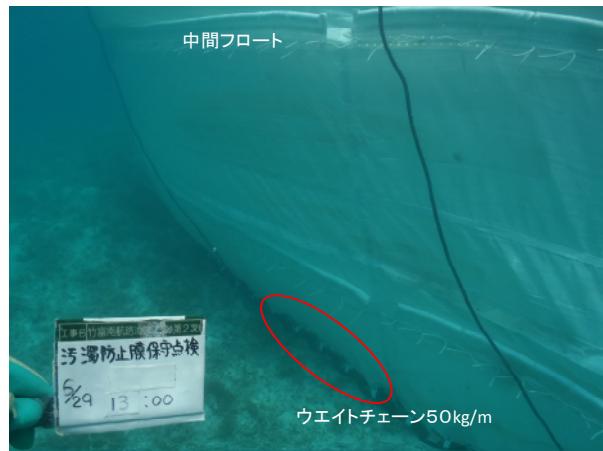


写真-2 汚濁防止膜仕様

また、中間フロートを設けることで、潮位に追随し、かつ海底に接触することを防ぎ、膜の損傷を防止している。

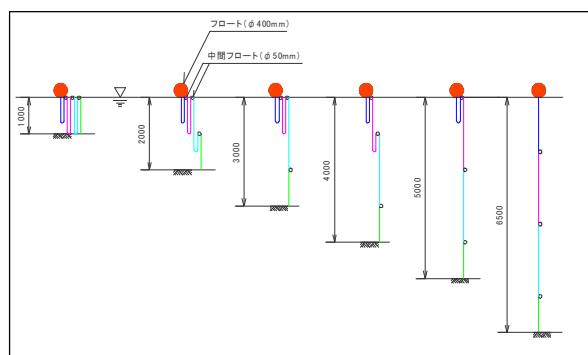


図-9 潮位差による損傷対策図

③沈殿処理システムによる対策

濁水処理として凝集剤を使った工法を行っている。水中ポンプで揚水した濁水を作業船（クレーン付台船）水槽注水時に凝集剤を添加し、浮泥沈降後に上水のみ汚濁防止枠内に戻す対策である。



写真-3 濁水システム水槽

新たな取組として土砂の汚濁防止枠の濁りが収束した段階で、枠の端部に積った土砂を水中ポンプで吸い上げた。

このため汚濁防止枠の巻上げ時（移動時）に、枠沿いに沈降した土粒子の再浮上によって発生する濁りを低減した。



写真-4 水中ポンプによる吸い上げ状況

(2) 浚渫工事における環境監視

①環境監視項目

浚渫工事時における環境監視調査について、以下のとおり実施している

調査名	調査項目	調査頻度	調査地点	調査目的
①汚濁防止対策効果確認調査	水の濁り	毎日	浚渫施工期間中の毎日。 ただし、工事休業日は除く。	【汚濁防止対策効果の確認】 【環境の監視】
	透明度（鉛直）			
	汚濁防止枠外			
	バッケグラウンド			
②環境モニタリング調査	水の濁り	毎月1回	浚渫域近傍点	【環境の監視】
	浮遊物質量（SS）			サンゴの生息環境として
	濁度			水質を調査
	透明度（鉛直）			
	海域	各1回	浚渫域近傍点	【環境の監視】
	生物			工事によるサンゴへの影響を監視
	SPS、藻類			
	浮泥堆積状況			
	海城	各1回	浚渫域近傍点	【環境の監視】
	生態系			工事によるサンゴ礁生態系に依存する生物への影響を監視
	底生生物			
	大型底生生物			
	魚類			

表-1 環境監視調査の概要

② 環境監視基準

工事中の環境監視基準については、図-15に示すとおり設定した。環境監視基準の適用にあたっては、近年、石西礁湖においては、白化やオニヒトデによりサンゴが劣化している現状を踏まえ、本事業以外の要因により環境が劣化する可能性にも十分留意した。

当該基準に適合しない場合には、濁りが収束するまで工事を一時中断し、原因究明も行っている。

調査項目	環境監視基準		備考
①汚濁防止対策効果確認調査	水の濁り	浮遊物質量（SS）	B.G.+2mg/L以下 水産用基準（バッケグラウンド濃度+2mg/L）に準拠。
	濁度		濁度についてはSSに換算し、監視基準と比較。
②環境モニタリング調査	海域生物	サンゴ 海藻草類	工事着手前（環境影響評価時及び直前）の状況等と比較して同程度の生息状況であること 海水温、オニヒトデ、病気の罹患等は対象外とするため、石西礁湖全域のサンゴの生息状況を踏まえ評価する。
	海城生態系 (生態系の構成要素)	底生生物 大型底生生物 魚類	工事着手前（環境影響評価時及び直前）の状況等と比較して同程度の生息状況であること 種類数や個体数（あるいは細胞数）に加え、主な出現種の確認状況を評価する。

表-2 環境監視基準の概要

③汚濁防止対策効果確認調査

汚濁防止対策の効果を確認するため、濁りの調査を行った。

汚濁防止枠周囲4地点については、濁りが流出していないかを監視し、汚濁防止枠内1地点については、船団移動判断を行うために実施した。

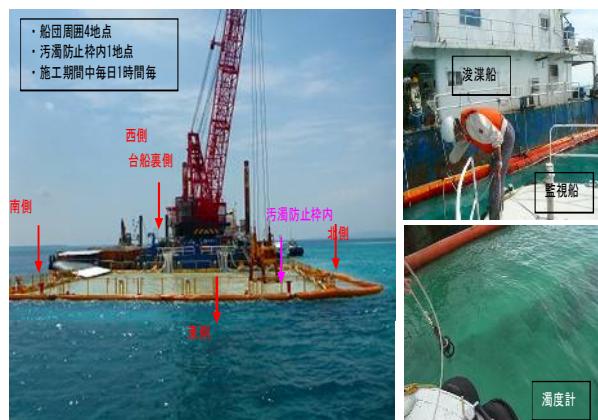


写真-5 汚濁防止対策効果確認調査イメージ

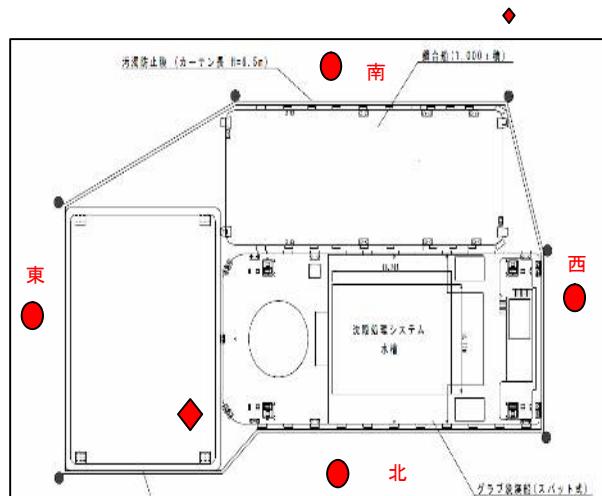


図-10 汚濁防止対策効果確認調査地点位置図

③ 調査結果

汚濁防止膜外 4 個所における観測は、平成 25 年度においては、浚渫中の 98 日間実施した。

施工において、超過時の平均値は全体で 3.9～4.9mg/L であり、浚渫作業基準評価値の平均（2.4～2.5mg/L）と比較すると、浚渫作業基準評価値 + 1.5～2.4mg/L の超過が多かった。

超過回数は、全体の約 1 割程度と少ない状況であった。

調査期日：平成25年5月29日～11月11日

調査日数		98		
超過回数	全体	214	/2,348	9.1%
	東側	69	/2,348	2.9%
	西側	45	/2,348	1.9%
	南側	69	/2,348	2.9%
	北側	31	/2,348	1.3%
浚渫中断時間		76時間55分		
浚渫時間		319時間43分		
観測結果		上層	中層	下層
SS換算値 (mg/L)	全体	0.9	0.9	1.0
	東側	0.8	0.9	1.0
	西側	0.9	1.0	1.0
	南側	0.8	0.9	0.9
	北側	0.9	0.9	0.9
SS換算値 (mg/L)	全体	3.9	4.4	4.9
	東側	4.3	4.7	4.5
	西側	3.5	4.1	4.5
	南側	4.1	4.4	5.4
	北側	3.5	3.9	5.4

表-3 施工期間中の水の濁り監視状況

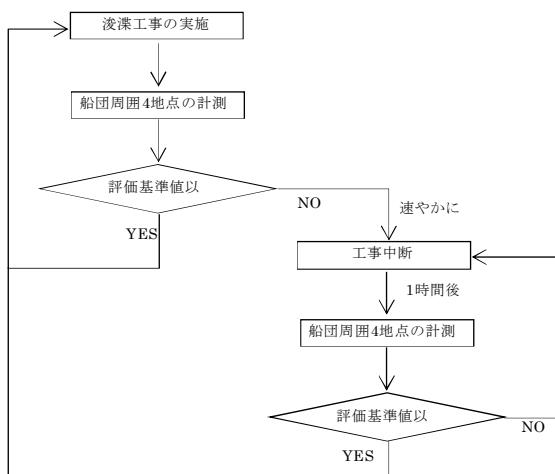


図-11 工事の実施と中断フロー

汚濁防止膜外の 4 地点の内 1 地点でも濁りが基準を超過した場合には、速やかに工事を中断し、濁りが沈静化するまで再開しなかった。工事中断を徹底した。

③ 汚超過状況例及びその要因

超過要因については、以下の 2 つの理由があることが考えられた。

(ア) 浚渫作業時に発生する濁り

汚濁防止枠のすぐ下流側で極めて生じる濁りが確認されることがあった。

ダイバーによる潜水確認をした結果、汚濁防止膜の着底は確認されたが、死サンゴの層より発生し濁りが汚濁防止枠外に流出していたことが分かった。これは、確認できた場合でも短時間で収束し、またその濁度も比較的低いものであった。

作業時に発生する濁りを示す事例として、平成25年9月27日の状況を表-5、写真-6に示した。

- ・枠No. 36 (浚渫時間 11:50～13:55)

- ・浚渫作業基準評価値：上層2.3mg/L、中層2.1mg/L、下層2.3mg/L

- ・工事中断時間：0時間

- ・満潮：13:21、干潮：17:51

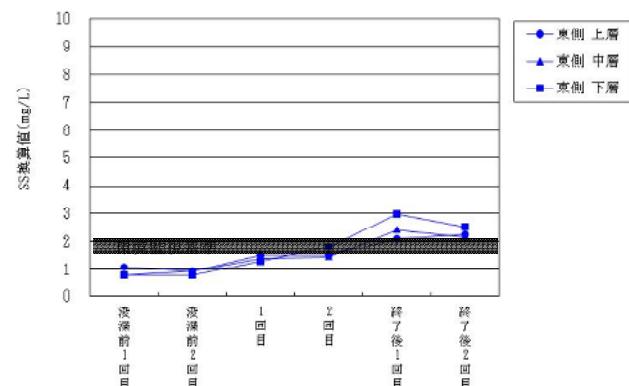


表-5 東側のSS換算値の変動状況

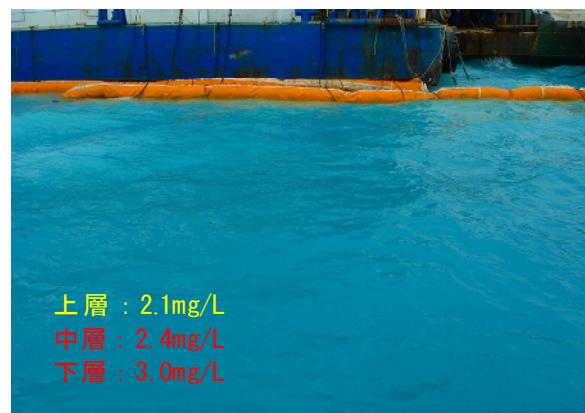


写真-6 浚渫終了後 1 回目観測（超過状況）

(イ) 浚渫後に沈降した土砂が汚濁防止膜外側で再浮上し発生した濁り

前日までに浚渫が完了した、海底もしくは汚濁防止枠沿いに沈降した土粒子が、海水の流れ等により、再浮遊し拡散していると考えられた。

事例として、平成25年6月26日の状況を表-6、図-12に示した。

- ・枠No. 24 (浚渫時間 16:46～18:55)

- ・浚渫作業基準評価値：上層2.7mg/L、中層2.6mg/L、下層2.6mg/L
- ・工事中断時間：13:00～16:50
- ・満潮：8:42、干潮：15:38

当日の午前中は高波浪であり、汚濁防止膜の巻上前から濁りが発生していた。濁りの発生が確認されたのは図-12に示す通り、浚渫船団の南～東側にかけての箇所からであった。なお、当日のバックグラウンド地点では上層0.7mg/L、中層0.6mg/L、下層0.6mg/Lであった。

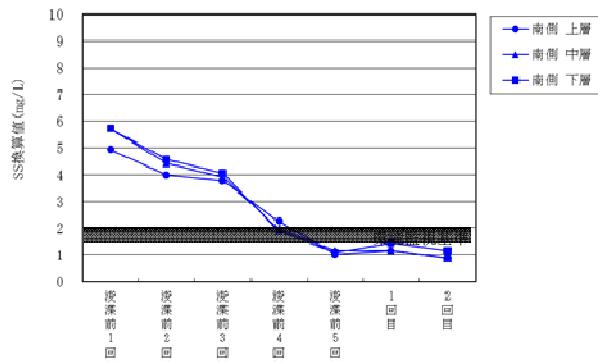


表-6 南側のSS換算値の変動状況

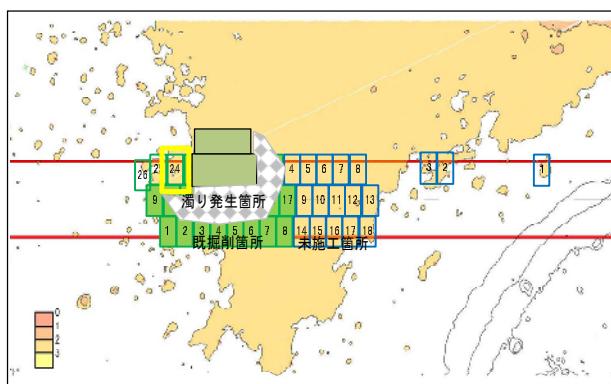


図-12 6月26日膜上げ前の濁りの状況

4. 工事後の取組について

(1) 移設サンゴ現地見学会

竹富南航路整備事業を広く一般の方々へ知って頂くため、移設したサンゴの見学会を通して事業内容の説明等を行っている。

見学会は、石垣各所で行われるサンゴウィーク（3月5日の周辺1週間）のイベントに併せて3日間、シュノーケリング方式にて実際に海に入り、移設したサンゴを確認する方法で行っている。



写真-7 事業内容説明の様子



写真-8 現地での見学会の様子

5. 今後の課題

(1) 移設サンゴについて

新たなサンゴ配置法については、移設後の群集安定化に向けたプロセスや隙間を空けて移設した効果についても着目し、また、少数の移設サンゴの部分死がみられたが、病気の可能性のほか、オニヒトデやシロレイシダマシ類等の食害生物もみられることから、特にこれらに着目してモニタリングを実施する必要がある。

(2) 今後の浚渫工事について

平成25年度までの浚渫工事において、濁り流出防止対策については、良好な結果を得られたが、施工箇所が比較的浅く平坦な箇所での施工であったため、今後予定される法面箇所については、施工箇所の地形に応じた濁り流出防止対策の検討が必要である。