(3) 調査時期・期間

埋立工事における浚渫工事等の濁りの発生が考えられる工事の実施期間中及び海上ヤードの撤去工事期間中においては、SS の採水分析は週 1 回、濁度の現場観測は毎日とする。

底質中の懸濁物質含有量（SPSS）の調査、並びに上記以外の工事期間中における調査は月 1 回とする。

また、工事開始前にもバックグラウンドを把握するため、月 1 回程度実施する。

(4) 調査方法

1) 濁度

(a) 現場観測

本調査では、SS を指標として工事による影響の判断基準を設定するが、基準を超過した場合には現場において即時的に工事による影響の検討を行う必要があることから、濁度の現場測定を基本とし、濁度の測定値から SS を換算して求めることとする。

濁度の現場測定については、調査船上から濁度計を用いて海面から海底面上 1m まで 1m 間隔で鉛直測定を行い、得られた濁度の観測値から予め作成した SS との関係式をもとに SS に換算し、後述する判断基準との比較を行う。

(b) 濁度（現場観測値）と SS（採水分析値）との関係式の作成

調査実施時に現場において濁度の測定値から SS を換算するため、濁度の測定値と SS の採水分析値との関係式を予め作成する。

当該海域においては、辺野古川河口や大浦湾奥部を除き、濁度は 1 度未満、SS は 1mg/L 未満と低濃度の範囲に限定されている（図-1.3.19、図-1.3.20）ため、関係式は、埋立工事実施前までに工事箇所周辺で採取した海水に底質等を混合することにより、低濃度から比較的高濃度までの複数の濁り濃度の海水試料を作成し、室内にて濁度の機器測定と SS の採水分析を行うことにより得られるデータをもとに、両者の関係式を作成するものとする。

また、この関係式は、調査実施後に新たに得られるデータを追加・更新することにより見直しを行うとともに、濁りの原因となる底質の性状や使用する濁度計によって異なる可能性があるため、以下に示すような段階ごとに作成することとする。

【濁度の現場観測値とSSの採水分析値との関係式を作成する時期】

・浚渫工事等の濁りの発生が考えられる工事の実施場所の移動に伴い、工事箇所の底質の性状が変わる可能性がある場合

・捨石に付着した土砂や埋立てに用いる土砂の性状が変わる可能性がある場合

・使用する濁度計が変わる場合

2）SS（採水分析）

濁度の現場観測値との関係式の精度管理のために行うものとし、既往の水質調査と同様に、バンドーン採水器を用いて試料を採取し、室内にてSSの分析試験（JIS K 0102-14.1による）を行う。

3）底質中の懸濁物質含有量（SPSS）

既往の底質調査と同様に、スミスマッキンタイヤ型採泥器を用いて表層泥を採取し、室内にてSPSSの分析試験（赤土防止対策の手引き(1991年)による）を行う。スミスマッキンタイヤ型採泥器による採泥が困難な調査地点においては、潜水士が採取機器を用いて試料を採取することとする。

4）その他の補足調査

濁度測定時に、海水の流れ（流向・流速）、水温及び塩分の観測を、船上からの観測が可能な機器により行うとともに、調査前日及び当日の天気、気温、風向、風速、雲量、潮汐状況、調査当日の調査地点周辺における状況等について記録する。

(5) 環境影響の程度が著しいと判断される状況に係る確認・対応の方法

1) 判断基準

(a) 設定の考え方

評価書においては、「海域の濁りが対照地点に比べてSS 2mg/L以上となる場合」を判断基準とし、対照地点を設定することを想定していた。ここでの対照地点とは、工事箇所の周囲の調査地点に対して、工事による濁りの影響が及ばない場所で、かつ地形、水深、海象条件等ができる限り同様の場所に設定することを想定したものである。

しかしながら、調査地点は工事箇所の周囲のみならず、サンゴ類の主たる分布域近隣等にも広く設定することとした（上記の(2)調査地点・範囲、図-1.3.25参照）ため、これらの地点とは別途、対照地点を設定することは難しい状況にあることから、対照地点は設定せず、既往の調査結果をもとに自然状態におけるSSのバックグラウンド値を設定し、バックグラウンド値に人為的に加えられるSSの許容範囲を判断基準とすることとする。

(b) 判断基準の設定

a) 工事箇所周囲の調査地点における基準

汚濁防止膜もしくはその開口部の外側の調査地点を対象に、評価書における予測結果を踏まえて基準を設定する。なお、汚濁防止膜の内側の調査地点については、発生源により近い位置での濁りの発生状況を把握することを目的として設定したものであるため、基準の設定及び工事による影響の検討は行わないこととする。

評価書におけるシミュレーションによる予測結果によれば、汚濁防止膜もしくはその開口部におけるSSの最大濃度は1年次10ヶ月目で2～3mg/L、4年次4ヶ月目では汚濁防止膜を追加展張した場合は3～4mg/Lと予測されている。

これらのことから、汚濁防止膜もしくはその開口部の外側における基準は、汚濁防止膜の追加展張を前提とした場合はバックグラウンド値+4mg/Lを基準とする。

b) サンゴ類及び海草藻場の主たる分布域近隣の調査地点における基準

評価書において、濁りによる影響の評価基準を既往知見等に基づいて「SS 2mg/L 以下であること」としていることを踏まえ、バックグラウンド値+2mg/L を基準とする。

c) 河川の河口付近の調査地点における基準

当該地点は陸域からの流入や波浪による底質の巻き上げに起因する濁りが発生状況を把握することを目的として設定したものであるため、基準の設定及び工事による影響の検討は行わない。

(c) バックグラウンド値の設定

当該海域における SS は 1mg/L 未満であると考えられることから、SS のバックグラウンド値には、埋立工事実施前に作成する濁度（現場観測値）と SS（採水分析値）との関係式に、現況における濁度の現場観測値をあてはめて得られる値を用いることとする。

なお、工事実施後は、事後調査の結果や降雨時おける陸域からの流入や波浪による底質の巻き上げによる濁りの発生状況等を踏まえて、必要に応じてバックグラウンド値を見直すこととする。

以上の結果をまとめて、表-1.3.2に示す。

なお、SPSS については、土砂による水の濁りの海底への堆積状況や、図-1.3.26に示す SPSS ランクに変化がないかどうかを確認することとする。

表-1.3.2　環境影響の程度が著しいと判断する基準の設定結果

区　分		考え方	判断基準
濁りの発生源となる工事箇所の周囲（●）	汚濁防止膜の外側もしくはその開口部の外側	サンゴ類や海草藻場の主たる分布域における濁りが SS 2mg/L を超える原因となる高濃度の濁りが発生していないかどうかを確認する。	評価書における予測結果を踏まえ、汚濁防止膜の追加展張を前提として、バックグラウンド値+4mg/L とする。
	汚濁防止膜の内側	発生源により近い位置での濁りの発生状況を把握するための調査地点であることから、基準の設定及び工事による影響の検討は行わない。	設定しない。
サンゴ類及び海草藻場の主たる分布域近隣（○）		評価書において濁りによる影響の評価基準とした SS 2mg/L を超える濁りが拡散していないかどうかを確認する。	評価書において、濁りによる影響の評価基準を既往知見等に基づいて「SS 2mg/L 以下であること」としていることを踏まえ、バックグラウンド値+2mg/L とする。
陸域からの流入や波浪による底質の巻き上げに起因する濁りが発生する河川の河口付近（●）		陸域からの流入や波浪による底質の巻き上げに起因する濁りが発生状況を把握するための調査地点であることから、基準の設定及び工事による影響の検討は行わない。	設定しない。

注）バックグラウンド値については、当該海域における SS は 1mg/L 未満であると考えられることから、SS のバックグラウンド値には、埋立工事実施前に作成する濁度（現場観測値）と SS（採水分析値）との関係式に、現況における濁度の現場観測値をあてはめて得られる値を用いることとする。

SPSS kg/m³ 下限	ランク	SPSS kg/m³ 上限	底質状況その他参考事項
	1	<0.4	水中で砂をかき混ぜてもほとんど濁らない。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
0.4≦	2	< 1	水中で砂をかき混ぜても懸濁物質の舞い上がりを確認しにくい。 白砂がひろがり生物活動はあまり見られない。
1 ≦	3	< 5	水中で砂をかき混ぜると懸濁物質の舞い上がりが確認できる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。
5 ≦	4	< 10	見た目ではわからないが、水中で砂をかき混ぜると懸濁物質で海が濁る。 生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる。透明度良好。
10 ≦	5a	< 30	注意して見ると、底質表層に懸濁物質の存在がわかる。 生き生きとしたサンゴ礁生態系のSPSS上限ランク。
30 ≦	5b	< 50	底質表層にホコリ状の懸濁物質がかぶさる。 透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が出始める。
50 ≦	6	<200	一見して赤土等の堆積がわかる。底質攪拌で赤土等が色濃く懸濁。 ランク6以上は、明らかに人為的な赤土等の流出による汚染があると判断。
200 ≦	7	<400	干潟では靴底の模様がくっきり。赤土等の堆積が著しいがまだ砂を確認できる。 樹枝状ミドリイシ類の大きな群体は見られず、塊状サンゴの出現割合増加。
400 ≦	8		立つと足がめり込む。見た目は泥そのもので砂を確認できない。 赤土汚染耐性のある塊状サンゴが砂漠のサボテンのように点在。

図-1.3.26　SPSS、SPSS ランクと対応する底質状況その他参考事項

資料：沖縄県赤土等流出防止対策基本計画（沖縄県、平成 25 年 9 月）

2）確認・対応の方法

(a) 追跡調査の実施

工事箇所周囲（汚濁防止膜外側）におけるSSがバックグラウンド値+4mg/L以上、もしくはサンゴ類及び海草藻場の主たる分布域近隣におけるSSがバックグラウンド値+2mg/L 以上となった場合には、まず、当該地点における海水の流れ、当該地点と工事箇所の中間付近での濁りの状況、河川の河口付近の調査地点における濁りの発生状況等を確認する（追跡調査①）。これらの追跡調査により、濁りが工事区域から発生したものではないと考えられた場合には、工事による影響ではないと判断する。

追跡調査①によって、濁りが工事による影響ではないと判断できなかった場合には、当該地点に戻って工事箇所により近い位置も含めた再調査を行うことにより、濁りの増加域が工事箇所を中心に広がっているものであるかどうかを把握する（追跡調査②）とともに、工事関係者に対して状況を伝え、緊急対策の検討を要請する。

以上の調査を通じて、濁りの増加が工事による影響ではないと判断できなかった場合には、翌日にも同様の手順で調査を行う（追跡調査③）こととする。

(b) 対策の検討（施工方法の見直し等）

上記の追跡調査において、工事の影響による可能性のある濁りの増加が翌日まで継続して確認された場合は、工事を一時中断し、施工方法の見直しや環境保全措置の改善を図ることとする。

以上の環境影響の判断の係る確認・対応フローを図-1.3.27に示す。

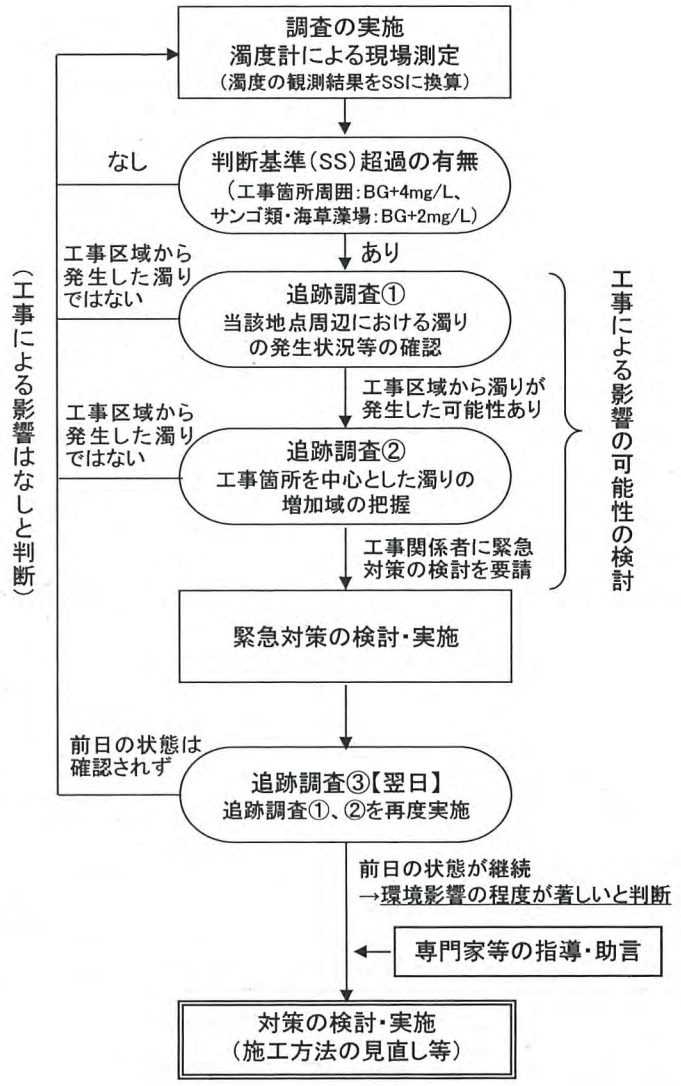


図-1.3.27　環境影響の判断に係る確認・対応フロー

【参考：評価書における工事中の土砂による水の濁りに係る事後調査に関する記載内容】

環境要素	事後調査を行うこととした理由	事後調査の項目及び手法					事後調査の結果により環境影響の程度が著しいことが明らかになった場合の対応の方針
		調査項目		調査地点・範囲	調査時期・期間 工事中	調査方法	
土砂による水の濁り（海域）	土砂による水の濁り（陸域）については、赤土等流出防止対策を講じるとする環境保全措置を予測の前提として検討した結果、濁水をSS 25mg/L以下にして放流することは可能であると予測したが、施工区域から流出する濁水のSS濃度の予測において、不確実性を伴うことから、濁水のSS濃度及び放流水質については事後調査を行い、その結果を踏まえて必要な措置を講じる。 また、海域の水の濁りについても、同様に事後調査として監視する。	埋立工事	浮遊物質量（SS）、濁度	埋立てに関する工事の施工区域の周辺 7 地点各 3 層程度	工事期間中、月 1 回。ただし、浚渫期間中は、浮遊物質量（SS）は週 1 回、濁度は毎日。	SS 濃度について、調査地点で採水後に室内分析。濁度は、調査地点で濁度計を用いて測定。	環境影響の程度が著しいと判断する基準 ・海域の濁りが対照地点に比べて SS 2mg/L 以上となる場合 これらの状況が生じた場合は、必要に応じて専門家等の指導・助言を受けて、施工方法の見直しや環境保全措置の改善を図る。
		海上ヤード撤去工事		撤去する海上ヤードの周辺 5 地点各 3 層程度	工事期間中、週 1 回、濁度は毎日。		

1.6 サンゴ類

(1) 調査項目

評価書においては、下記の項目を調査項目としている。

① 分布状況：サンゴ類の生育被度、生育状況、食害生物の出現状況等

② 移植サンゴの生息状況：消失するサンゴ群集の移植先での生息状況、成長度合

③ 幼サンゴの加入状況：幼サンゴの着床及び成長度合

(2) 調査地点・範囲

1) 評価書における予測結果

(a) 工事中の水の濁り、堆積による影響

・水の濁りの予測結果のうち、1年次10ヶ月目においては、評価基準としたSS2mg/L以上の濁りが、サンゴ類の生息範囲の一部でみられるが、注目すべきサンゴ群生の分布域及び比較的高被度の生息範囲には拡散しないものと予測された。しかし、4ヶ月目においては、SS 2mg/Lを上回る濃度が施工区域の南側に広範囲に広がり、辺野古地先及び大浦湾湾口部におけるサンゴ類の生息範囲の半分程度の範囲までSS 2mg/L 以上の濁りが拡散するものと予測された。このため、埋立区域の周辺に汚濁防止膜を追加展張し、濁りの拡散を防止する対策を講じることとした結果、濁りの拡散は当初計画と比べて低減し、SS 2mg/L 以上の濁りは注目すべきサンゴ群生の分布域及び比較的高被度の生息範囲には拡散しないものと予測された。

・濁りの堆積による影響について、堆積量をSPSS 値に換算した結果によると、サンゴ類の生息範囲においては工事中の濁りの堆積に伴うSPSS値の増加は小さいと予測されている。

・ケーソンを仮置き時に作業船が海上ヤード周辺でアンカーを設置する範囲内にサンゴ類が生息しているため、アンカー設置によりサンゴ類が影響を受ける可能性がある。

・ケーソンの仮置きに伴う潮流、底質及び海底地形の変化は小さく、海上ヤード周辺のサンゴ類の生息環境に与える変化は小さいと考えられる。

(b) 海面の消失に伴う影響

・施設等の存在に伴う海面の消失により、大浦湾側のサンゴ類の生息域が一部消失する。被度5%以上の群生地の消失面積は6.9haと予測されている。

・本調査海域のサンゴ類は、白化現象により分布範囲、被度が大きく低下しているが、条件が整えば今後は回復する可能性がある。このような生息ポテンシャル域のうち、大浦湾西側海域の約30haが施設等の存在に伴い消失すると予測されている。

(c) 海岸地形の変化に伴う影響

・事業実施区域周辺のサンゴ類の生息範囲においては、サンゴ類の生残に影響を及ぼすような高波浪の状況は施設等の存在時においても現況と変化がないと考えられる。また、成長に影響を与えるような代表波浪及び流れについても現況と大きな変化がなく、おおむねサンゴ類の成長にとって良好と考えられる範囲にある。同様に、波浪の変化に伴う浮遊砂の移動は、サンゴ類の生息範囲においては少ないこと、施設等の存在に伴う水温、塩分の変化がサンゴ類の生息環境に及ぼす変化は小さいことから、サンゴ類の生息環境に及ぼす変化は小さいものと考えられている。

・事業実施区域周辺は、平成10 年及びその後も断続的に発生した白化現象によりサンゴ類の生息範囲、被度が大きく減少し、サンゴ礁生態系の再生が望まれる海域である。このため、今後のサンゴ類の幼群体の加入状況について事後調査を実施し、幼群体の加入状況の結果を検討したのち、事業者が実行可能な環境保全措置の検討に努めていくこととするとしている。

2) 現況におけるサンゴ類の分布・生育状況

(a) ライン調査、スポット調査による分布状況調査結果

平成 19～24 年度には、80 測線（平成 19 年度のみ 29 測線、ただし、マンタ調査を実施）を対象としたライン調査と、ライン調査の結果を補完するための 128 地点におけるスポット調査を実施している。これらの既往調査結果に基づくサンゴ類の分布状況を図-1.6.1に示す。サンゴ類の分布域は、辺野古前面海域ではリーフ上からリーフ外縁部、大浦湾では湾口部、湾奥部及び湾東側であり、被度の高い箇所は辺野古前面海域では平島から南西約 1km の位置、辺野古漁港の沖合約 1.5km、大浦湾では湾口部、湾奥部及び湾東側にみられた。低被度域を含めた全体の分布範囲及び比較的被度が高い範囲は大きな変化はみられない。ただし、部分的には自然変動によるものと考えられる経年変化が考えられる。

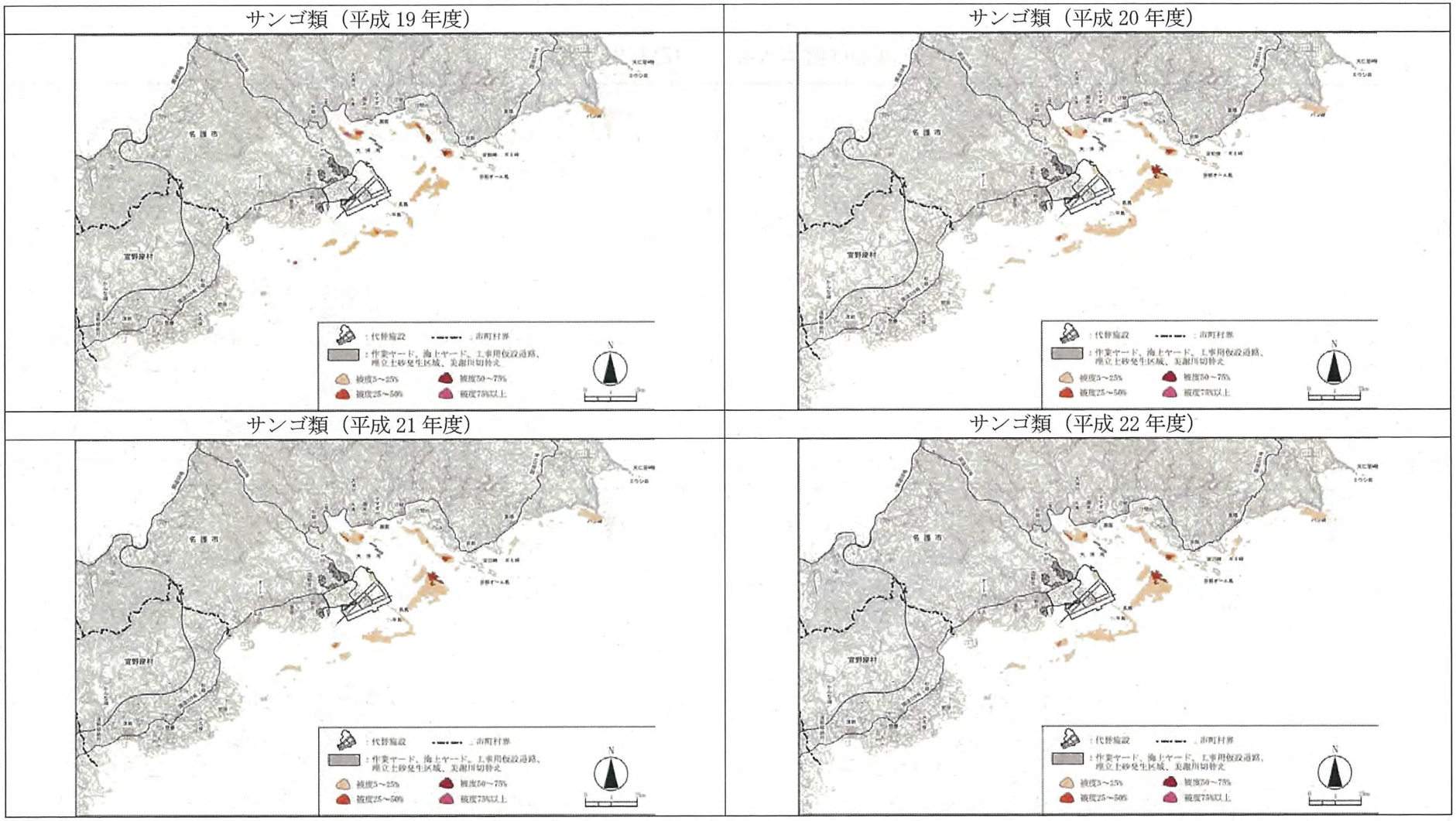
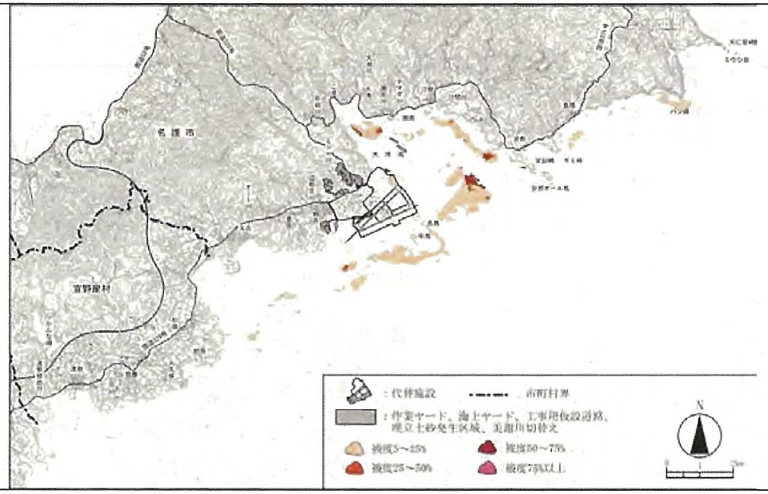
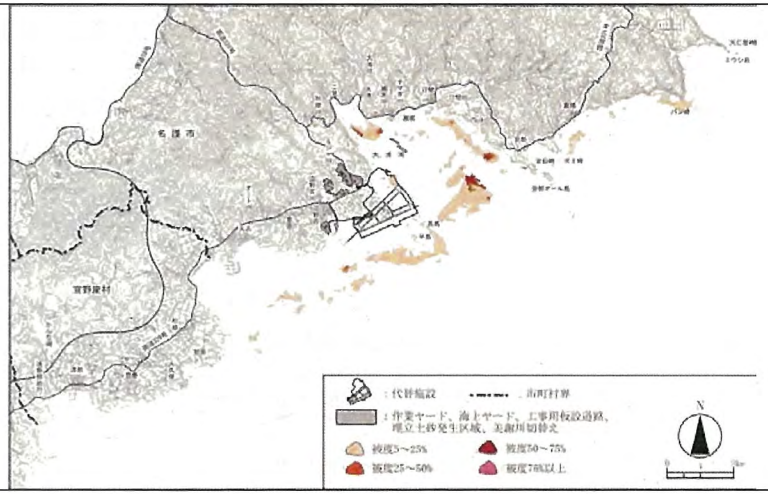


図-1.6.1(1)　　サンゴ類の分布

サンゴ類（平成 23 年度）



サンゴ類（平成 24 年度）



サンゴ類（平成 25 年度）

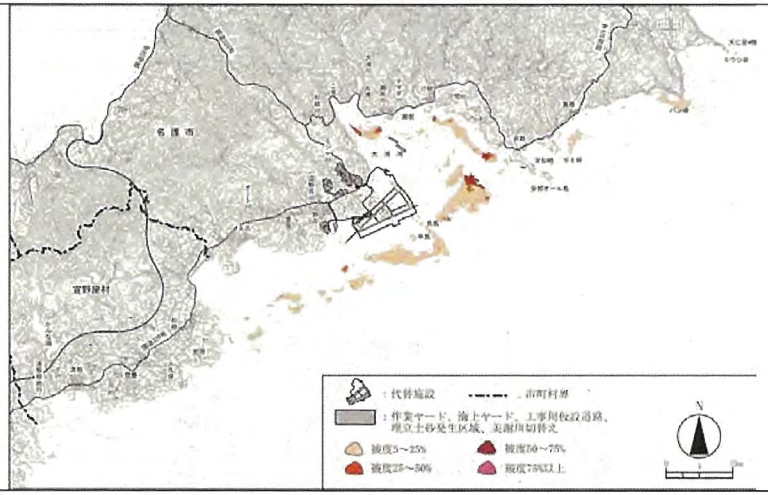


図-1.6.1(2)　　サンゴ類の分布

(b) スポット調査による詳細観察結果

平成 19～24 年度のサンゴ類調査では、128 地点においてライン調査の情報を保管する目的で対象とした地点におけるサンゴ類の被度及びサンゴ類の種類を判別した。さらに、図-1.6.2に示す 10 地点において、5m×5m の範囲のサンゴ類の分布をスケッチし、それぞれの地点内において、食害生物の分布や生育状況を詳細に観察している。

5m×5m の範囲の分布状況のスケッチの結果を図-1.6.3に示す。この結果によると St.122 の藻類の着生や、他の複数の地点において小さなサンゴ群体が出現・消失するなどの変化がみられるが、各地点とも、その場のサンゴ群落に大きな変化はみられていない。なお、各地点では個々のサンゴ群体の成長を測定するといったさらに詳細な観察も実施している。

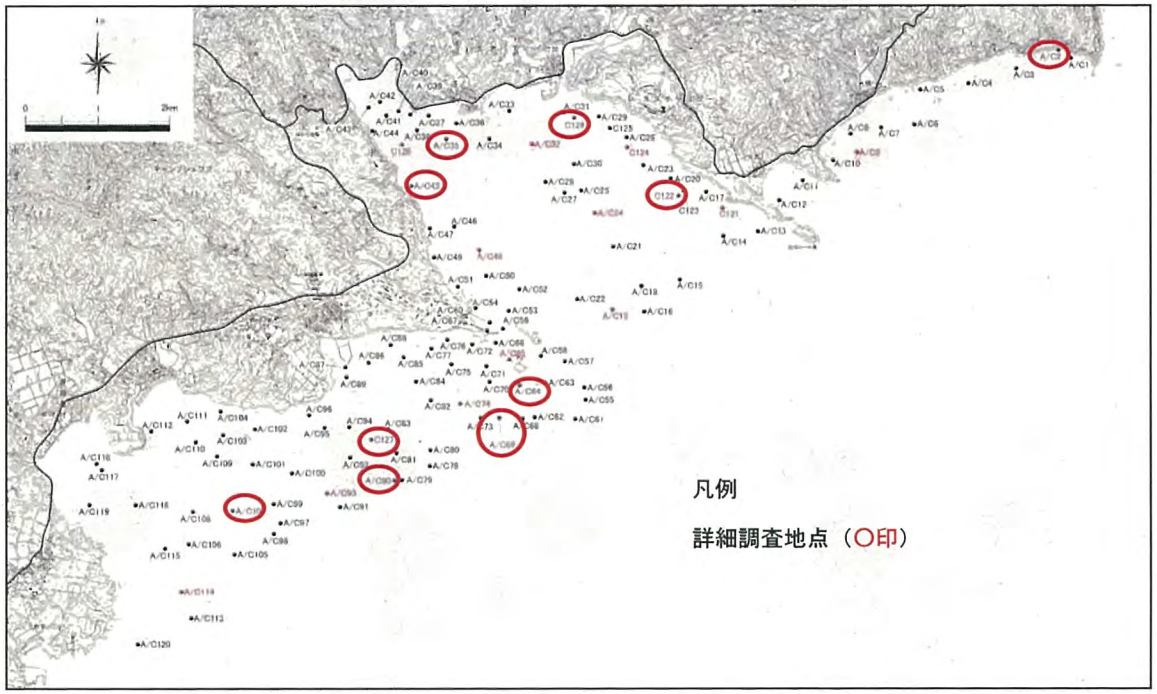


図-1.6.2　全スポット調査地点及び詳細観察地点（10 地点）