

## 6.14.2 予測

### 6.14.2.1 工事の実施

#### (1) 予測の概要

対象事業における工事の実施がサンゴ類に及ぼす影響の予測概要を表-6.14.2.1.1に示します。工事の実施がサンゴ類に及ぼす影響については、工事中の水の濁り及び海上ヤードでのケーソンの仮置きに伴う水象の変化及び砂の移動がサンゴ類の生息環境に及ぼす影響を予測しました。

表- 6.14.2.1.1 予測概要（工事の実施）

項目	内容
予測項目	工事の実施に伴うサンゴ類の生息環境に及ぼす影響
影響要因	護岸の工事 ・代替施設本体の護岸工事 ・辺野古地先水面作業ヤードの工事 ・海上ヤードの工事 ・工事中仮設道路の工事 埋立ての工事 ・代替施設本体の埋立ての工事 ・埋立土砂発生区域における土砂の採取 ・工事中仮設道路の工事 ・美謝川の切替え工事 造成等の施工による一時的な影響 ・代替施設本体における造成等の施工 ・進入灯の工事
予測地域	サンゴ類の生息特性を踏まえ、影響要因ごとに注目すべきサンゴ群生に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域としました。
予測対象時期	工事に伴う水の濁り及び海上ヤードでのケーソンの仮置きに伴う潮流、底質、海底地形の変化による影響が最大となり、サンゴ類に及ぼす影響が適切に予測できる時期としました。

#### (2) 予測方法

サンゴ類への影響予測は、調査結果に基づくサンゴ類の生息状況と、工事の実施による生息環境の改変の程度を踏まえて、既往知見等を参考に行いました。

### (3) 予測結果

#### 1) 水の濁り、堆積

水の濁りは水中の照度低下を引き起こし、褐虫藻の光合成を妨げてサンゴ類の栄養不足や成長阻害をもたらしたり、懸濁粒子の摩耗によりサンゴ類の組織に損傷を与えます。また、濁りの粒子がサンゴ類の上に堆積すると、サンゴ類がそれを除去しようとエネルギーを消費したり、堆積の程度によってはサンゴが埋没することもあります。

#### (a) 水の濁り

工事中の水の濁りは、「6.7 土砂による水の濁り」において SS 値で予測されています。このため、サンゴ類に対する水の濁りの評価基準は SS を指標項目として検討することとし、サンゴ類と濁り (SS) との関係に関する既往の知見、事業実施区域周辺のサンゴ類の生息範囲における濁り (SS) の現況、及び水の濁りに関する基準事例での SS 値を整理しました。

サンゴ類と水の濁りの影響に関して、那覇港での人工構造物上のサンゴ被度と生息環境について調査した結果 (山本ら、2002) によると、サンゴ類の成長に適した環境条件として、透明度が  $13.7 \pm 3.5\text{m}$  (平均値±標準偏差)、SS が  $1.2 \pm 0.5\text{mg/L}$  (平均値±標準偏差) としています。サンゴ類の成長に適した SS の上限値を (平均値) + (標準偏差) と考えると  $1.7\text{mg/L}$  となります。

次に、事業実施区域周辺のサンゴの生息範囲における水の濁りの現況について、平成 20 年度の水質調査の結果を表-6.14.2.1.2 に示しました。

平常時 (降雨の影響のない状況) においては、大浦湾奥部のサンゴ類生息域ではやや濁りが見られ、SS が最高で  $3\text{mg/L}$  程度となっていますが、その他の生息域では全般に透明度が 15m 以上、SS は  $1\text{mg/L}$  未満を示し、濁りの少ない状態を示しています。一方、降雨時においては、図-6.14.2.1.1 に示すように、多くの地点が SS  $1\text{mg/L}$  未満を示していますが、透明度がやや低下し SS が  $4\text{mg/L}$  程度まで上昇する地点がみられています。

また、海域における水の濁りの基準の事例として、水産用水基準 (日本水産資源保護協会、2006) では、「人為的に添加される懸濁物質 (SS) は  $2\text{mg/L}$  以下であること」と定めています。これは海藻類や魚介類に対する濁りの影響濃度に関する知見をもとに設定されたものですが、サンゴ類が生息する海域を含め、海上工事における工事中の濁りの環境監視基準として広く適用されています。

以上のようなサンゴ類と濁り (SS) に関する既往知見、事業実施区域周辺における濁り (SS) の現況、及び濁りの基準事例での SS 値より、サンゴ類に対する濁りの保全目標としては SS  $2\text{mg/L}$  を目安として考えることができると考えら

ます。そこで、工事中の水の濁りがサンゴ類に及ぼす影響は、「SS 2mg/L 以下であること」を評価基準として予測・評価します。

(資料)

山本秀一・高橋由浩・住田公資・林輝幸・杉浦則夫・前川孝昭 (2002). 人工構造物におけるサンゴ群集成長過程の解析, 海岸工学論文集, 49.

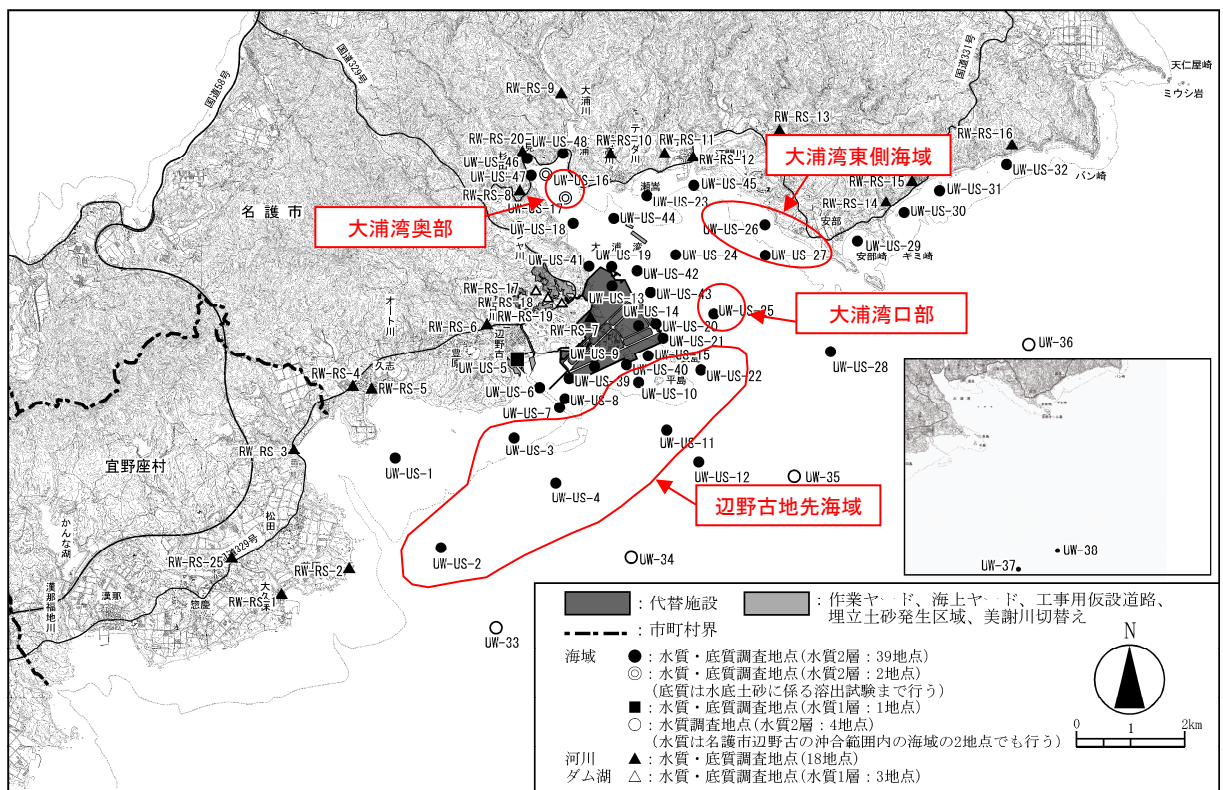
社団法人 日本水産資源保護協会 (2006). 水産用水基準 (2005 年版).

表-6. 14. 2. 1. 2 サンゴ類生息範囲における水の濁りの状況  
(平成 20 年度水質調査結果)

海域	地点	水深 (m)	平常時		降雨時	
			透明度 (m)	SS (mg/L)	透明度 (m)	SS (mg/L)
辺野古地先海域	US- 2	36.8	19.5 (14.5~32.0)	<1 (<1~<1)	14.8 (14.0~15.4)	<1 (<1~1)
	US- 3	3.2	水深以上	<1 (<1~<1)	水深以上	1.2 (<1~4)
	US- 4	25.1	19.0 (13.0~水深以上)	<1 (<1~<1)	16.0 (14.6~18.1)	<1 (<1~1)
	US-10	3.4	水深以上	<1 (<1~<1)	水深以上	<1 (<1~2)
	US-11	33.9	18.6 (12.5~22.0)	<1 (<1~<1)	17.7 (15.0~18.3)	<1 (<1~<1)
	US-22	33.6	18.3 (12.5~21.0)	<1 (<1~<1)	11.8 (7.2~15.0)	1.1 (<1~4)
大浦湾東側海域	US-26	3.4	水深以上	<1 (<1~<1)	水深以上	1.6 (<1~3)
	US-27	21.3	19.0 (13.2~水深以上)	<1 (<1~<1)	14.9 (11.7~水深以上)	<1 (<1~<1)
大浦湾口部	US-25	18.1	16.8 (15.9~水深以上)	<1 (<1~<1)	13.8 (10.0~水深以上)	<1 (<1~<1)
大浦湾奥部	US-17	3.7	水深以上	2 (<1~3)	水深以上	1.6 (<1~3)

注) 1. 水深は、平成 20 年度夏季と冬季の測定値の平均を示します。  
2. 透明度と SS は、平均値 (最小値~最大値) を示します。

【サンゴ類生息域周辺における水質調査地点】



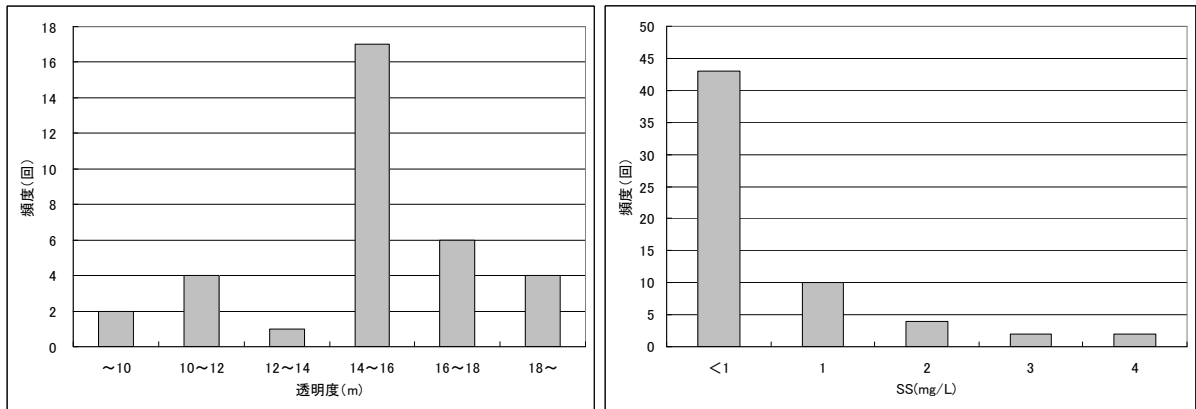


図-6.14.2.1.1 サンゴ類生息範囲における降雨時の濁りの観察頻度

工事中の濁りの拡散状況については「6.7 土砂による水の濁り」で予測しています。予測結果より、SS 発生量の多い施工時期 2 ケース（1 年次 10 ヶ月目、4 年次 4 ヶ月目）について、サンゴ類が生息する水深帯（第 1 層（0～2m 層）～第 4 層（6～10m 層））における濁りの拡散状況について、濁りの拡散が大きくなる傾向がみられる夏季の予測結果を図-6.14.2.1.2、図-6.14.2.1.3に示しました。

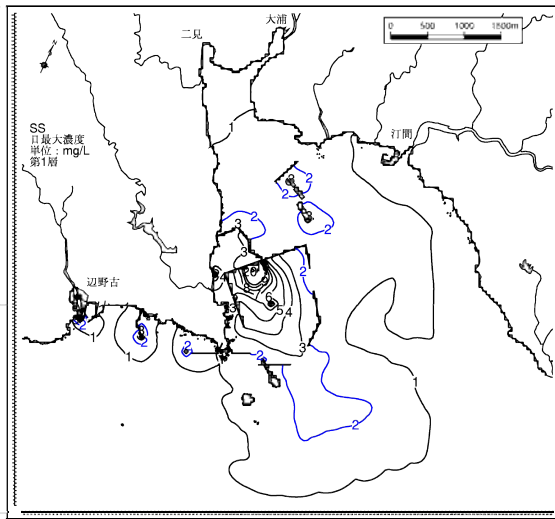
1 年次 10 ヶ月目においては、SS 2mg/L を上回る濃度は、長島の南側及び中干瀬の生息範囲の一部で見られますが、注目すべきサンゴ群生の分布域及び比較的高被度（被度 25%以上）の生息範囲には拡散しないものと予測されました。しかし、4 年次 4 ヶ月目においては、SS 2mg/L を上回る濃度は施工区域の南側に広範囲に広がり、辺野古地先及び大浦湾口部におけるサンゴ類の生息範囲の半分程度の範囲（約 60ha）まで SS 2mg/L 以上の濁りが拡散するものと予測されました。このため、4 年次 4 ヶ月目のような濁りの拡散はサンゴ類に影響を及ぼすおそれがあると考えられ、埋立区域の周辺に汚濁防止膜を追加展張し、濁りの拡散を防止する対策を講じることとしました。汚濁防止膜の追加展張を行った場合の濁りの拡散状況を図-6.14.2.1.4に示します。濁りの拡散は当初計画と比べて低減し、SS 2mg/L 以上の濁りは長島の南側及び中干瀬の生息範囲の一部（約 11ha）で見られますが、注目すべきサンゴ群生の分布域及び比較的高被度（被度 25%以上）の生息範囲には拡散しないものと予測されました。

また、海上ヤードの西側約 300m の地点に注目すべきサンゴ群生である塊状ハマサンゴ群生が分布していますが、海上ヤード西側に設置した汚濁防止膜の効果により、捨石工事（1 年次 10 ヶ月目）による濁りは汚濁防止膜の内側に留まり、SS 2mg/L 以上の濁りは塊状ハマサンゴ群生の生息範囲には拡散しないと考えられます。

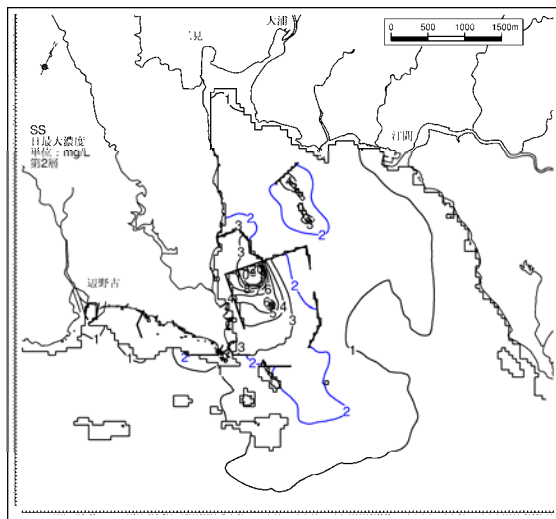
以上のように、濁りの拡散計算の結果によると、工事中はサンゴ類の生息範囲の一部において評価基準とした SS 2mg/L を超える濁りが拡散する可能性が予測されましたが、注目すべきサンゴ群生及び比較的高被度（被度 25%以上）の

生息範囲には SS 2mg/L を超える濁りは拡散しないと予測され、現況のサンゴ類の生息環境は保全されるものと推察されます。しかし、工事中は濁りの監視を行い、評価基準を上回る濁りがみられた場合は、施工方法の見直し等を行うなどの対策を講じることにより、サンゴ類の生息環境の保全に努めます。

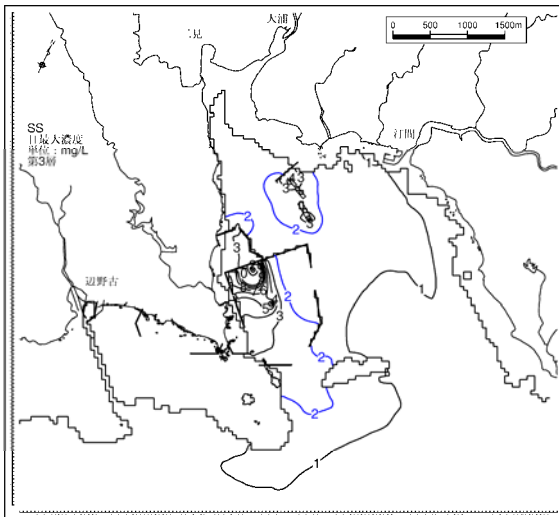
(第1層 (0~2m))



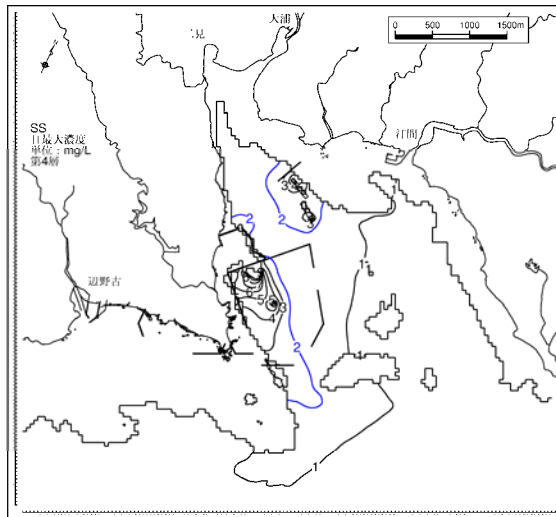
(第2層 (2~4m))



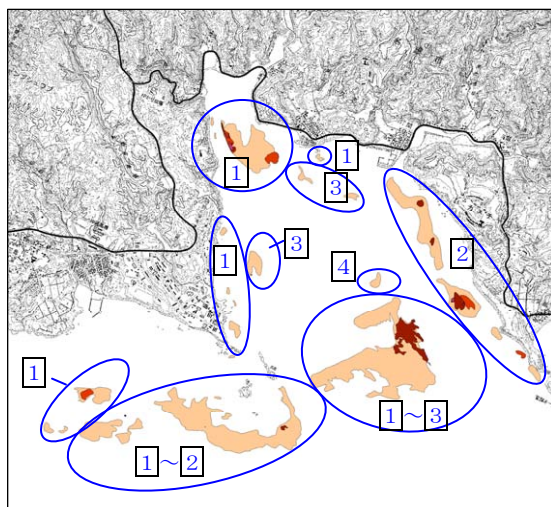
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

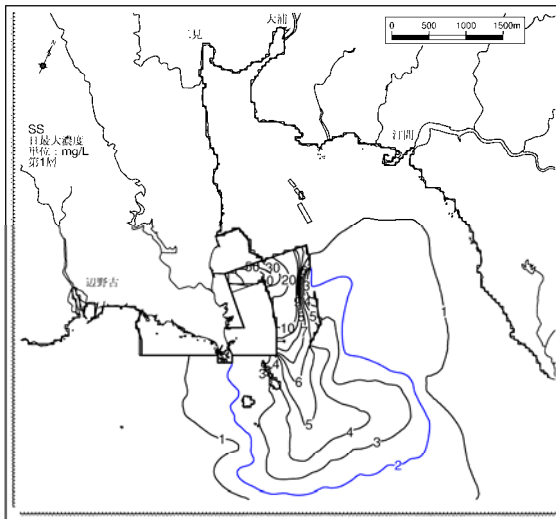
注) 図中の1~4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

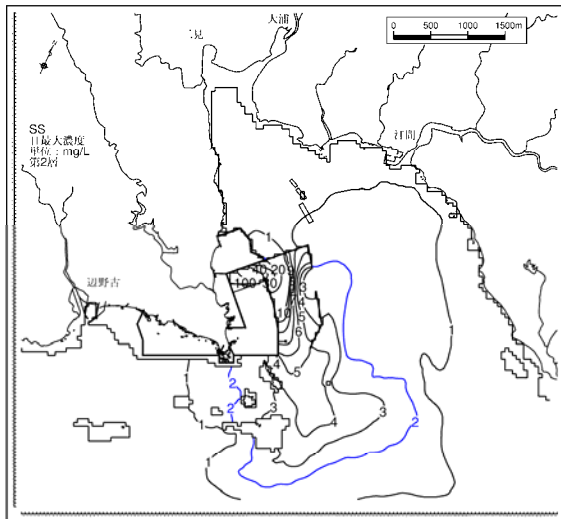
図-6.14.2.1.2 1年次10ヶ月目の濁りの拡散予測結果 (夏季・日最大値・SS濃度) とサンゴ類の生息範囲



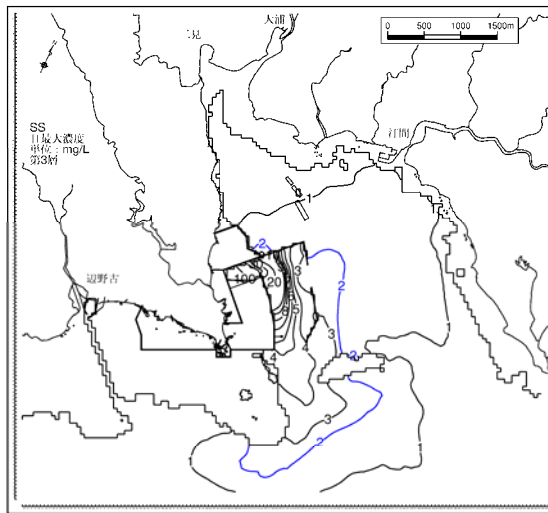
(第1層 (0~2m))



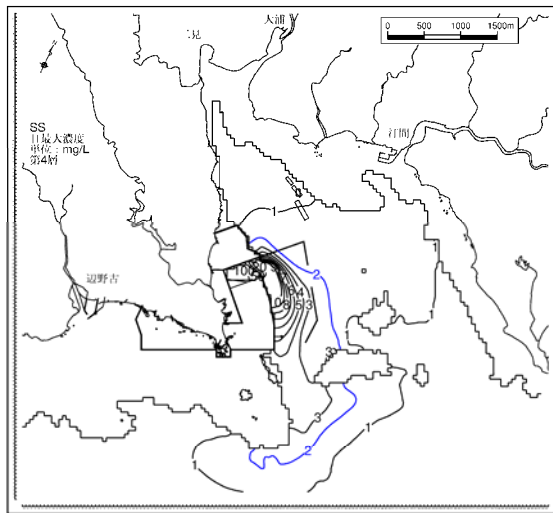
(第2層 (2~4m))



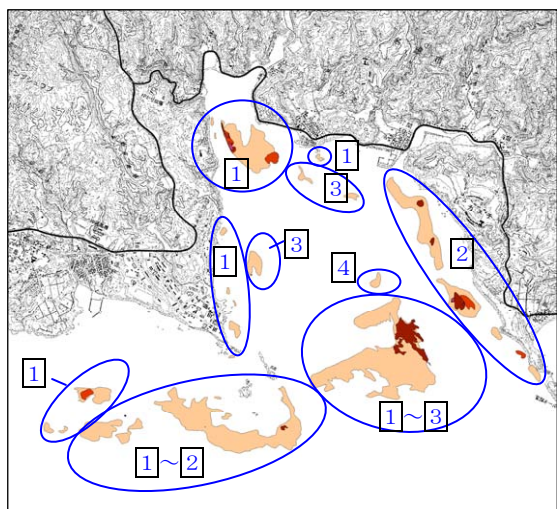
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

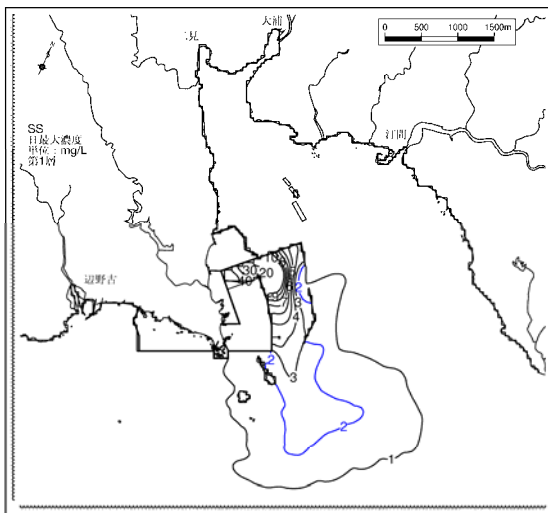
注) 図中の1~4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

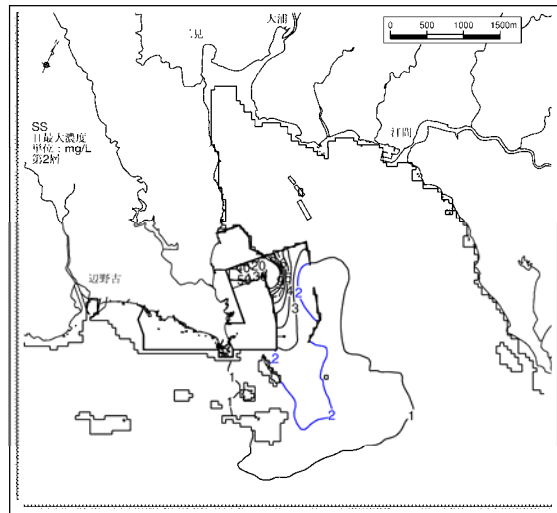
図-6.14.2.1.3 4年次4ヶ月目(当初計画)の濁りの拡散予測結果(夏季・日最大値・SS濃度)とサンゴ類の生息範囲



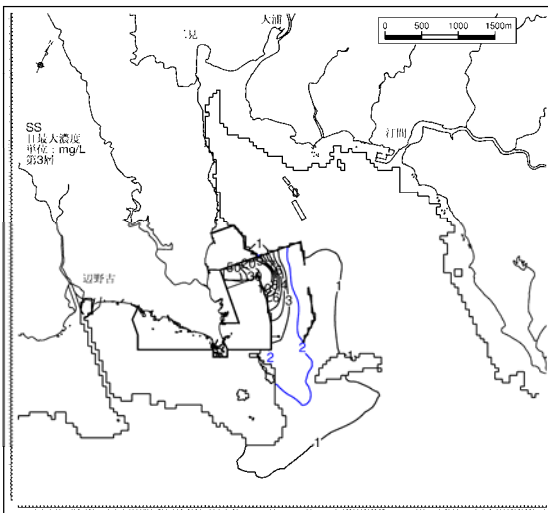
(第1層 (0~2m))



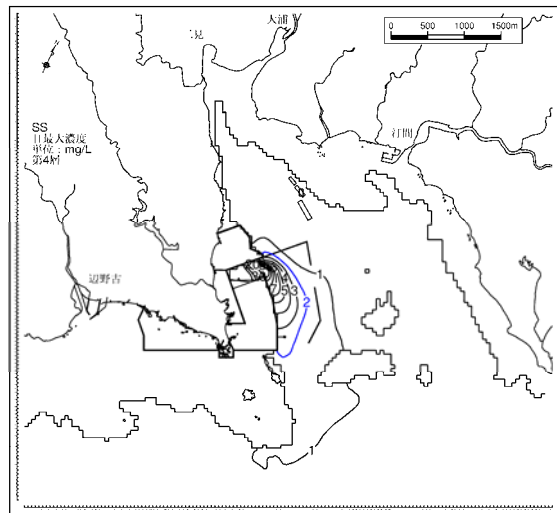
(第2層 (2~4m))



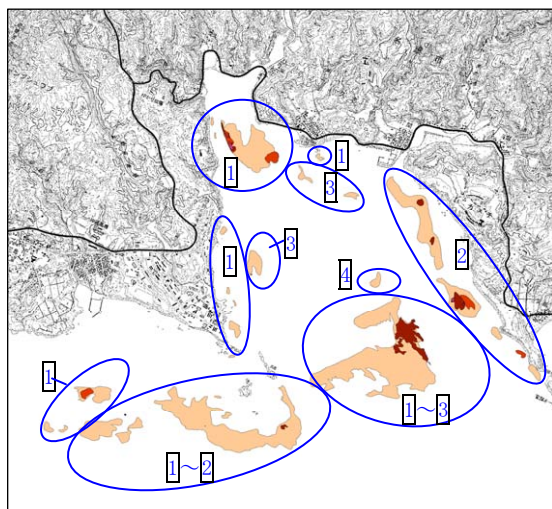
(第3層 (4~6m))



(第4層 (6~10m))



(サンゴ類の生息範囲)



- 被度5~25%
- 被度25~50%
- 被度50~75%
- 被度75%以上

注) 図中の1~4は、サンゴ類の生息水深層を示します。

- 1: 第1層 (0~2m)
- 2: 第2層 (2~4m)
- 3: 第3層 (4~6m)
- 4: 第4層 (6~10m)

図-6.14.2.1.4 4年次4ヶ月目(汚濁防止膜の追加展張後)の濁りの拡散予測結果(夏季・日最大値・SS濃度)とサンゴ類の生息範囲

(b) 濁りの堆積

沖縄県では海域における赤土堆積評価の標準的手法として、底質中懸濁物質含量簡易測定法が広く用いられており、この方法により測定される SPSS 値（底質中懸濁物質含有量）とサンゴ類の生息状況との関連性については表-6.14.2.1.3のように把握されています（金城ら、2005）。このため、工事の実施によるサンゴ類の濁りの堆積による影響については、SPSS 値を評価基準として予測・評価します。

SPSS 値による評価基準を設定するにあたり、事業実施区域周辺におけるサンゴ類生息範囲における SPSS 値の現況を整理し、表-6.14.2.1.4に示しました。SPSS 値を海域別の平均値で見ると、大浦湾東側海域が最も低く、次いで辺野古地先海域、大浦湾口部と続き、大浦湾奥部が最も高くなっています。これを、表-6.14.2.1.3に示した SPSS 値によるサンゴ類の生息状況のランク分けと対比しますと、大浦湾東側海域は「ランク 4（生き生きとしたサンゴ礁生態系が見られる）」、辺野古地先と大浦湾口部は「ランク 5a（生き生きとしたサンゴ礁生態系の SPSS 上限ランク）」、大浦湾奥部は「ランク 5b（透明度が悪くなりサンゴ被度に悪影響が出始める）」に相当し、大浦湾奥部を除き、事業実施区域周辺のサンゴ類の生息範囲は、赤土堆積の少ない良好な環境条件にあると考えられます。また、大浦湾奥部で赤土堆積がやや多い傾向がみられますが、大浦湾奥部には、赤土堆積環境に関して比較的幅広く適応できるとされるユビエダハマサンゴや塊状ハマサンゴ類が比較的高い被度で生息しており、事業実施区域周辺におけるサンゴ類の生息範囲における赤土の堆積環境は、表-6.14.2.1.3に示した SPSS 値とサンゴ類との関係とよく対応していると考えられます。

このため、サンゴ類に対する濁りの堆積の影響については、サンゴ類の生息範囲における SPSS 値が現況より大きな変化が生じないことを評価基準とし、予測・評価しました。

(資料)

金城孝一・比嘉榮三郎・上原睦男（2005）．赤土堆積状況とサンゴに及ぼす影響について，沖縄県衛生環境研究所報，第 39 号．

表-6. 14. 2. 1. 3 SPSS 値とサンゴ類の生息状況との関係

SPSS kg/m <sup>2</sup>			底質状況, その他参考事項
下限	ランク	上限	
	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。

(資料) 金城孝一・比嘉榮三郎・上原睦男 (2005). 赤土堆積状況とサンゴに及ぼす影響について, 沖縄県衛生環境研究所報, 第 39 号.

表-6. 14. 2. 1. 4 サンゴ類生息範囲における SPSS 値の状況

海域	調査地点	水深 (m)	SPSS (kg/m <sup>2</sup> )				平均値 (最小値~最大値)	ランク
			平成 19 年度		平成 20 年度			
			夏季	冬季	夏季	冬季		
辺野古地先海域	US- 2	36.8	7.9	7.4	12.3	10.5	15.7 (2.2~110)	5a
	US- 3	3.2	18.5	18.2	9.0	5.3		
	US- 4	25.1	6.4	8.2	11.4	12.5		
	US-10	3.4	2.8	2.2	2.2	3.9		
	US-11	33.9	13.9	7.6	4.8	6.9		
	US-22	33.6	110	59.0	15.4	20.2		
大浦湾東側海域	US-26	3.4	7.9	12.1	6.6	6.6	9.0 (5.3~15.3)	4
	US-27	21.3	9.9	15.3	5.3	8		
大浦湾口部	US-25	18.1	35	22.1	19.3	18.8	23.8 (18.8~35)	5a
大浦湾奥部	US-17	3.7	8.4	8.3	41.6	66.5	31.2 (8.3~66.5)	5b

注) 1. 調査年月日は下記のとおり。

平成 19 年度 夏季: 平成 19 年 8 月 30 日、9 月 1 日 冬季: 平成 20 年 2 月 11 日

平成 20 年度 夏季: 平成 20 年 7 月 23 日 冬季: 平成 20 年 12 月 9 日

2. 水深は、平成 20 年度夏季と冬季の測定値の平均を示します。

3. SPSS のランクは、平成 19、20 年度の測定値の平均値をもとにランク付けを行いました。

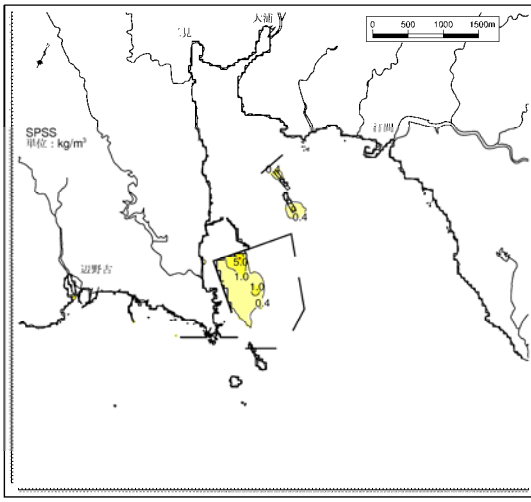
工事中の濁りの堆積状況については「6.7 土砂による水の濁り」において予測しています。この予測では、SPSS が対象とする赤土等の懸濁物質と同じ粒径の土砂（シルト・粘土分）の堆積状況を予測しているため、予測結果から得られる単位面積あたりの堆積量（kg/m<sup>2</sup>）を工事に伴う SPSS の増加分とみなすことができると考えられます。そこで、SS 発生量の多い施工時期（1 年次 10 ヶ月目、4 年次 4 ヶ月目）における夏季と冬季の 1 ヶ月当たりの最大堆積量、及び全工事期間での最大堆積量の予測結果より、堆積量を SPSS 値に換算した結果を図-6.14.2.1.5、図-6.14.2.1.6に示しました。

堆積量を SPSS 値に換算した結果によると、1 年次 10 ヶ月目及び 4 年次 4 ヶ月目の 1 ヶ月当たりの SPSS 値の増加は、サンゴ類の生息範囲では小さく 0.4kg/m<sup>3</sup>以下と予測されました。また、全工事期間での SPSS 値の増加は、大浦湾西側の水深の深い海域を中心にみられますが、サンゴ類の生息範囲における増加は小さく 0.4kg/m<sup>3</sup>以下と予測されました。

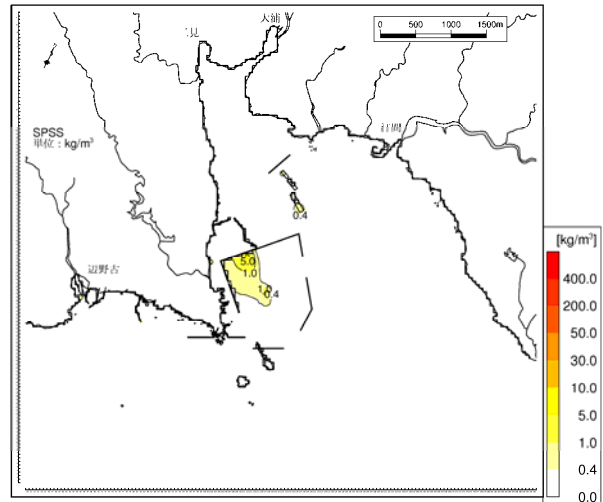
また、海上ヤードの西側約 300m の地点に分布する塊状ハマサンゴ群生に対しても、海上ヤード西側に設置した汚濁防止膜の効果により濁りの堆積は防止され、分布域における SPSS 値の増加は小さいと推定されます。

以上のように、濁りの堆積状況を 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、サンゴ類の現況の生息環境は維持されると推察されます。

・1年次10ヶ月目

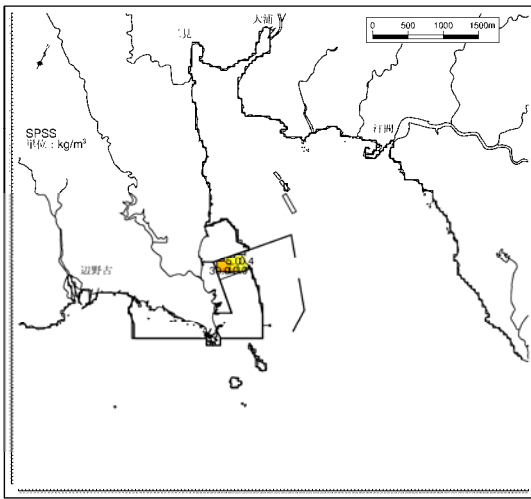


(夏季)

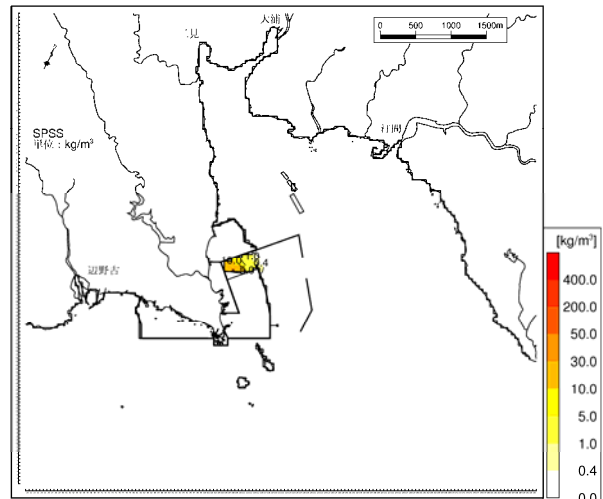


(冬季)

・4年次4ヶ月目 (汚濁防止膜の追加展張後)

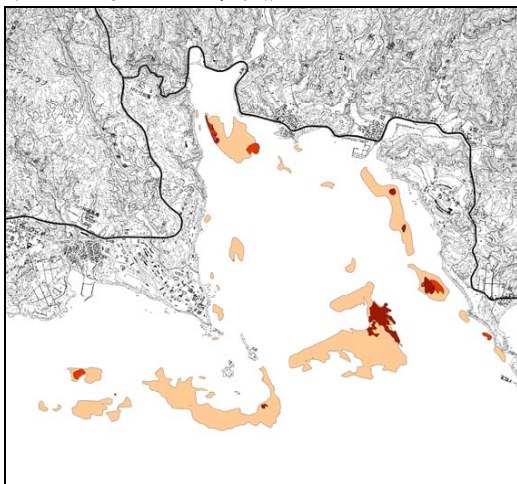


(夏季)



(冬季)

(サンゴ類の生息範囲)







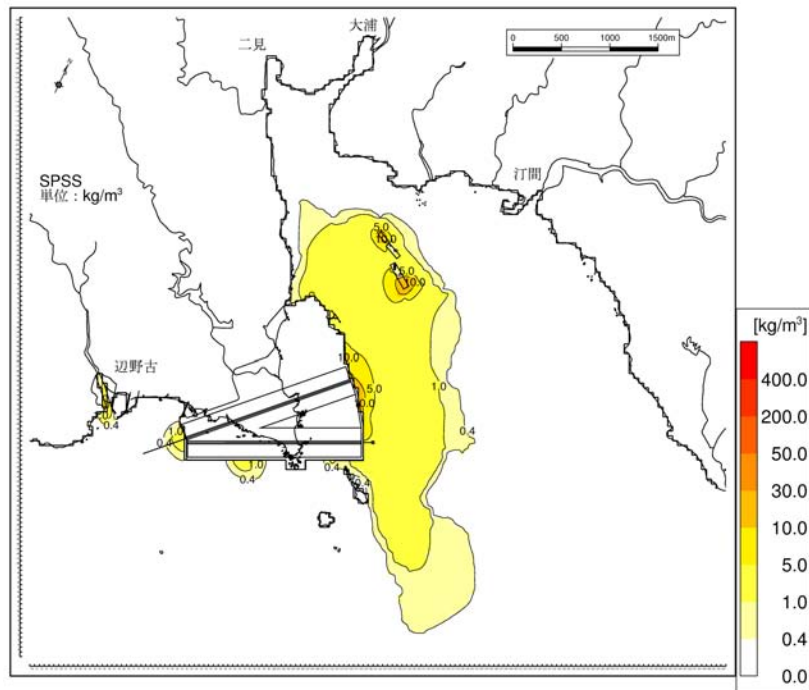
-  被度5~25%
-  被度25~50%
-  被度50~75%
-  被度75%以上

図-6.14.2.1.5 工事に伴う1ヶ月当たりのSPSS (増加分) の予測結果とサンゴ類の生息範囲

・全工事期間



(サンゴ類の生息範囲)

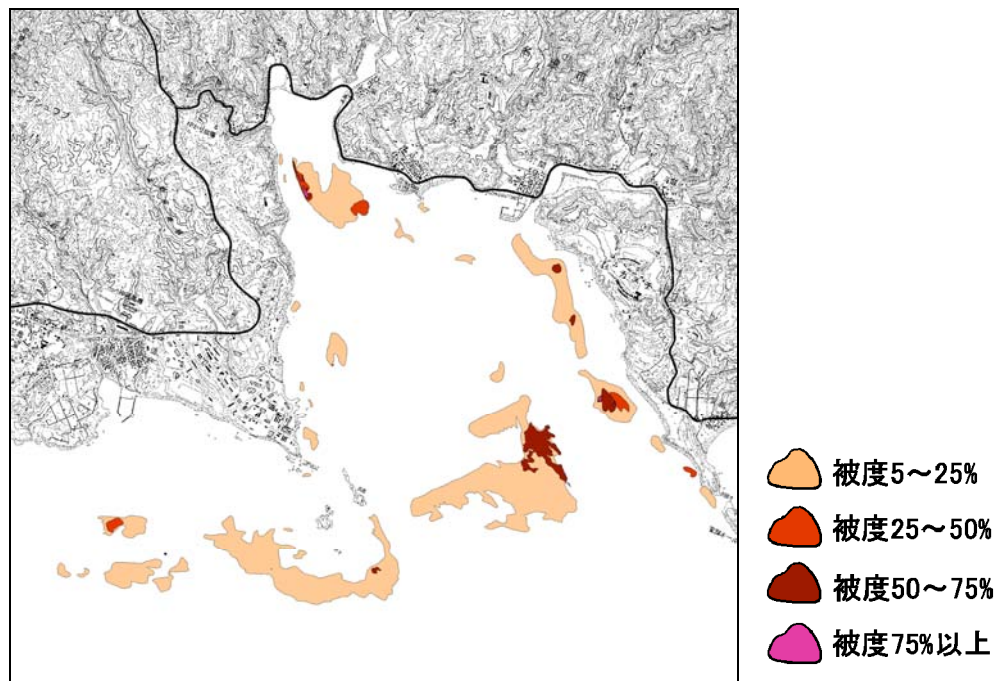


図-6.14.2.1.6 全工事期間での SPSS (増加分) の予測結果とサンゴ類の生息範囲



## 2) ケーソンの仮置きに伴う影響

大浦湾中央海域付近の海底に海上ヤードを設置し、1年次3ヶ月目から4年次10ヶ月目までの間、製作済みケーソンの仮置きを行います。

海上ヤードにケーソンを仮置きする際の影響について、ケーソン設置時の作業船のアンカー設置がサンゴ類に及ぼす影響、及びケーソンの存在による周辺の流れの変化や高波浪時の海底土砂の舞い上がりによる浮遊砂がサンゴ類に及ぼす影響を検討しました。

ケーソンの仮置きにおいては、作業船は海上ヤード周辺にアンカーを設置して作業を行います。アンカーを設置する範囲は、図-6.14.2.1.7のように計画されています。これによると、海上ヤード西側に分布する注目すべきサンゴ群生である塊状ハマサンゴ群生に対しては、アンカー設置の影響はないと考えられますが、海上ヤードの北側に生息するサンゴ類はアンカーの設置区域に含まれ、影響を受ける可能性があります。そのため、作業船がアンカーを設置する際には、事前にサンゴ類の生息状況を調査し、サンゴ類が生息している場所に目印のブイを設置するなどの方法によりサンゴ類の生息範囲へのアンカー設置をできる限り回避し、影響を低減化するよう配慮します。

また、ケーソンの存在により周辺の流れが変化したり、大きな波浪が到達した時に海底の土砂が舞い上がり浮遊砂が移動するとサンゴ類に影響を及ぼす可能性があります。

海上ヤードにおけるケーソンの仮置きに伴う流れの変化、及び砂の移動がサンゴ類の影響については、海上ヤードの使用面積が最大となる2年次3ヶ月目における恒流（平均流）の変化、及び高い波浪が到達した際のシールズの変化の予測結果をもとに検討しました。

はじめに、ケーソン仮置き時における海上ヤード周辺の恒流（平均流）の変化を図-6.14.2.1.8、図-6.14.2.1.9に示しました。これによると、海上ヤード周辺では、流れは仮置ケーソンを回り込むような流れに変化するとともに、流速が低下しますが、仮置ケーソンにより流れが停滞するような変化は生じないと考えられます。

また、砂の移動の影響について、高い波浪が到達した際のシールズ数の変化をみると、図-6.14.2.1.10に示したように、高波浪時（四季を通じて毎月発生するレベルの高波浪）では大きな変化はみられませんが、年最大波浪時（毎年少なくとも1回発生する程度の高波浪）には海上ヤードの北側のサンゴ類の生息範囲においてシールズ数が減少すると予測しています。ただし、シールズ数の減少は、底質を安定させる傾向となるため、ケーソンの仮置きにより海底の土砂が舞い上がり浮遊砂が移動する可能性は小さいと考えられます。



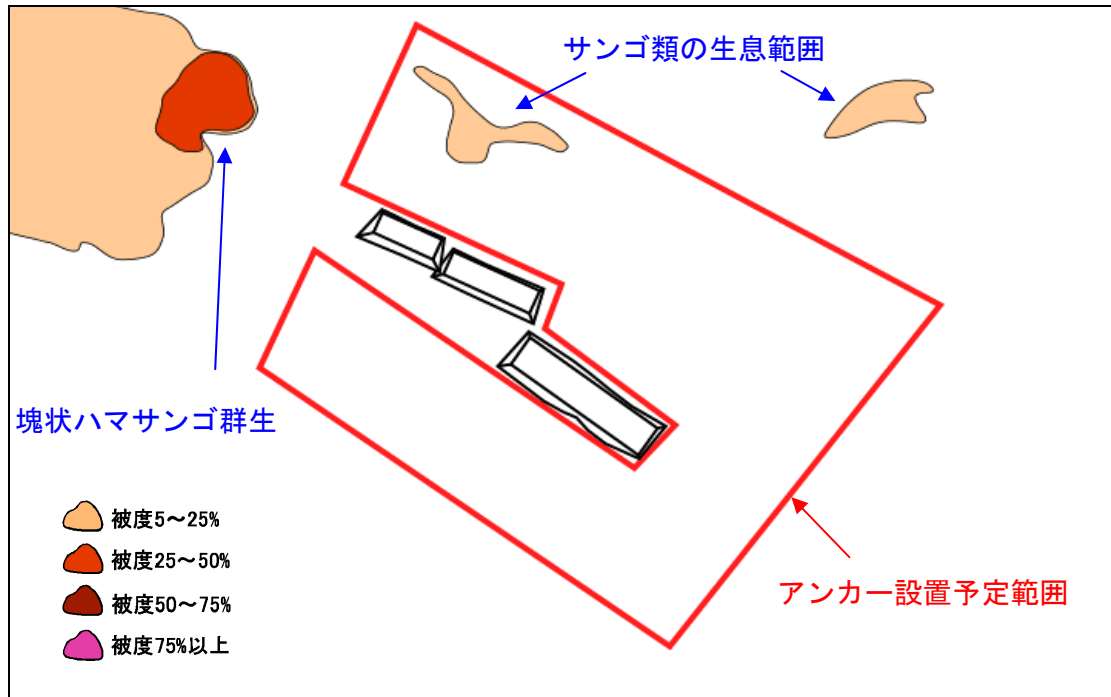
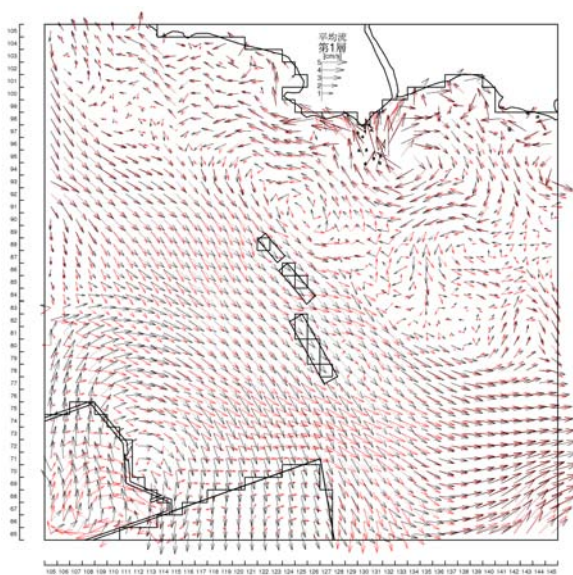
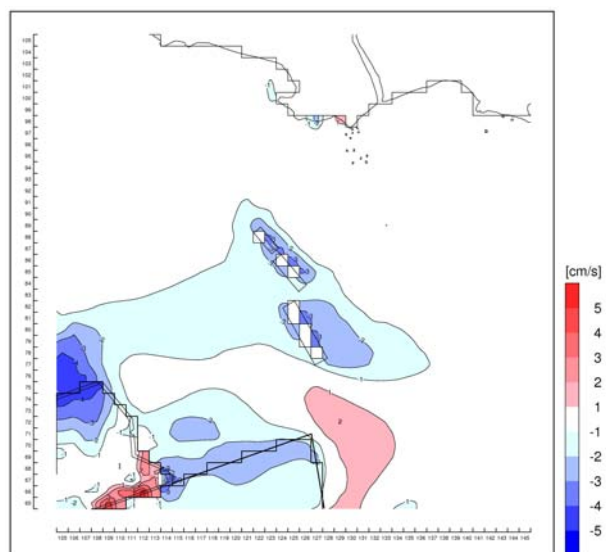


図-6.14.2.1.7 ケーソン仮置きにおける作業船のアンカー設置予定範囲とサンゴ類の生息範囲

(第1層 (0~2m))

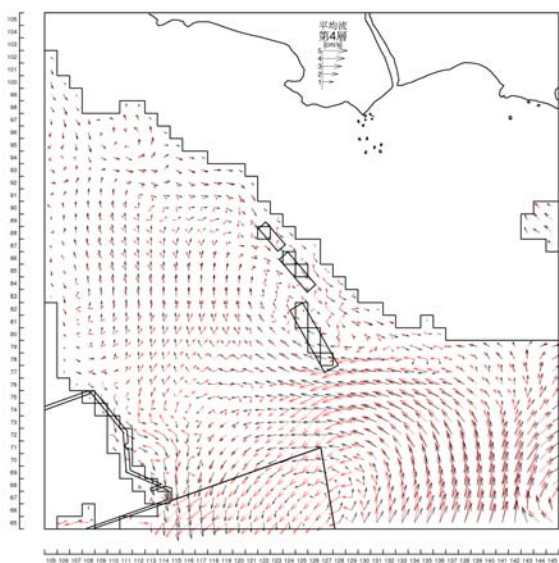


(流速ベクトルの変化)

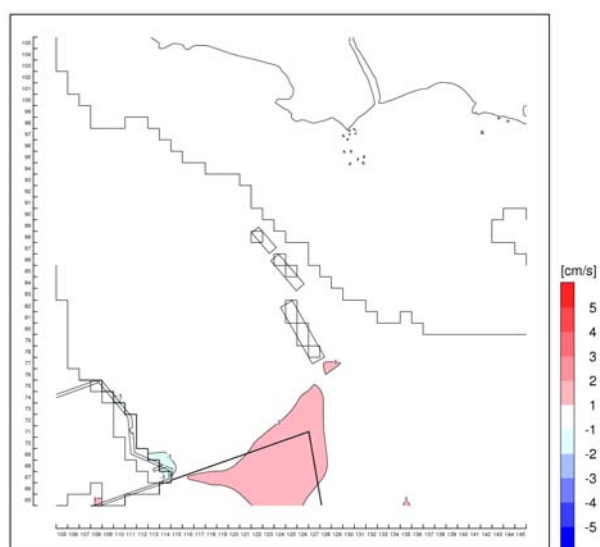


(流速絶対値の変化)

(第4層 (6~10m))



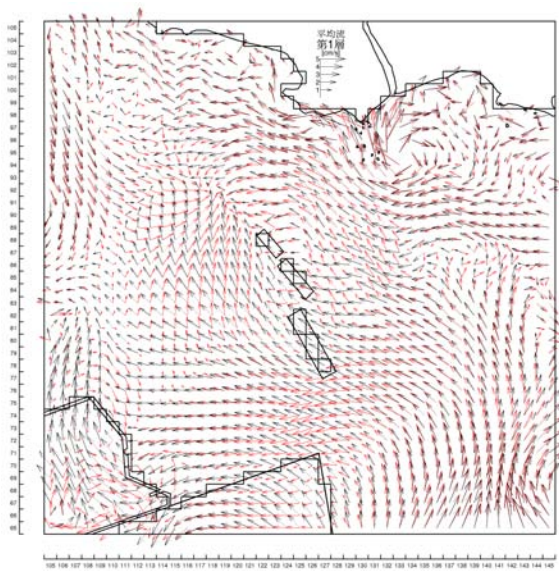
(流速ベクトルの変化)



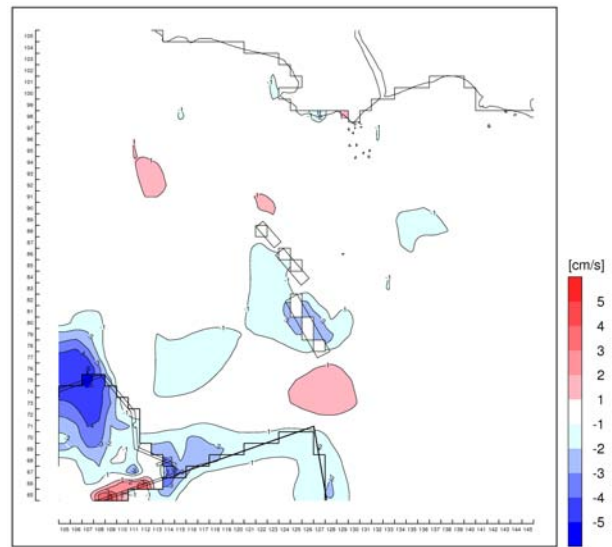
(流速絶対値の変化)

図-6.14.2.1.8 海上ヤード周辺の恒流 (平均流) の変化 (夏季)

(第1層 (0~2m))

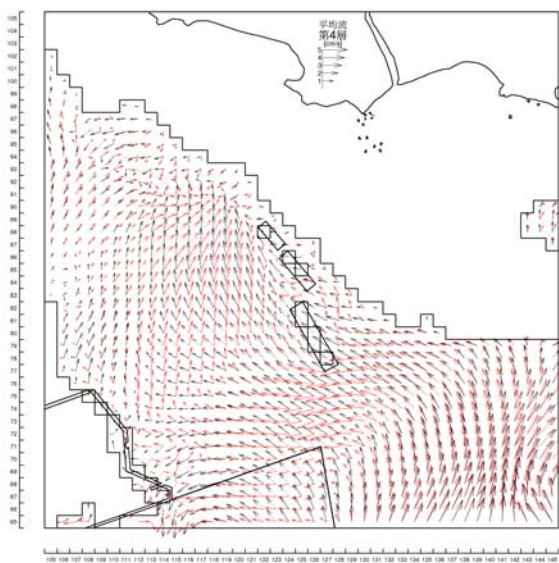


(流速ベクトルの変化)

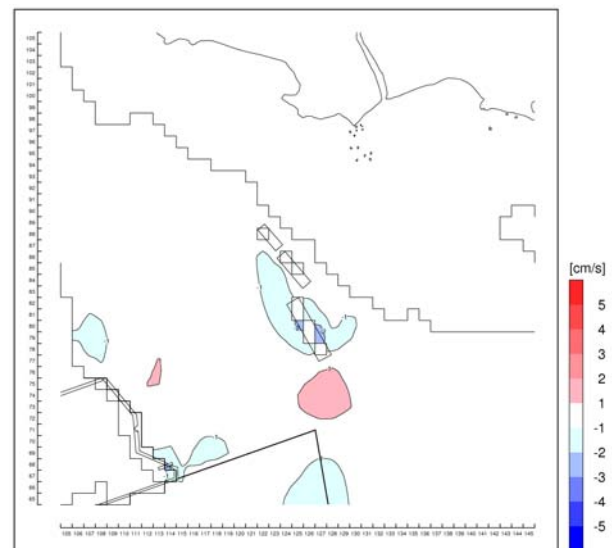


(流速絶対値の変化)

(第4層 (6~10m))



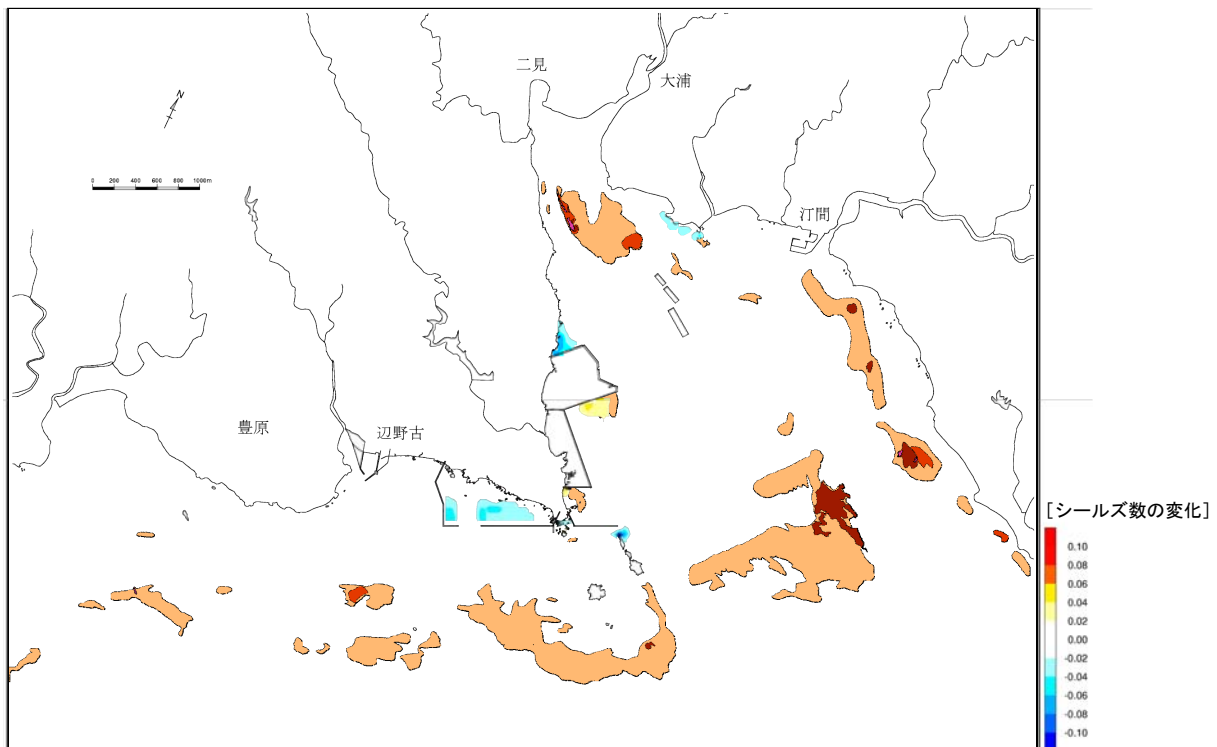
(流速ベクトルの変化)



(流速絶対値の変化)

図-6.14.2.1.9 海上ヤード周辺の恒流 (平均流) の変化 (冬季)

(高波浪)



(年最大波浪)

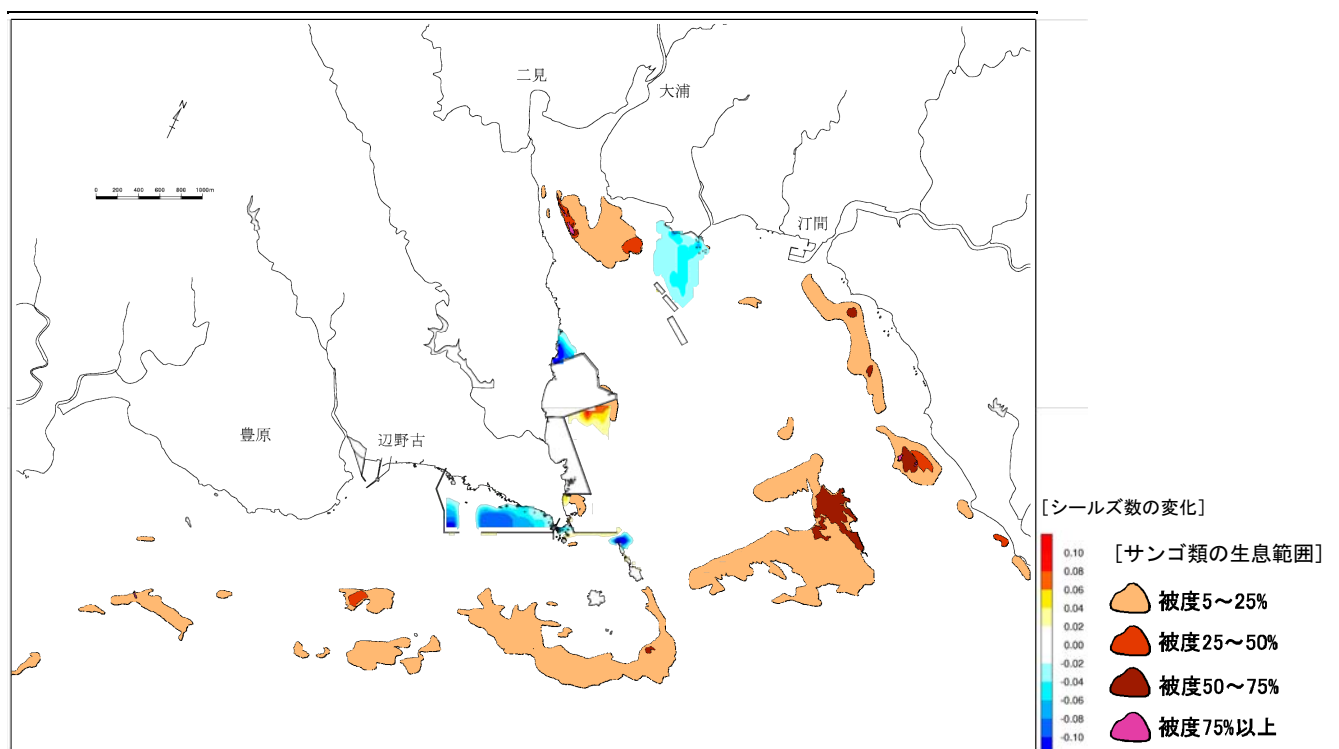


図-6.14.2.1.10 ケーソン仮置き時のシールズ数の変化とサンゴ類の生息範囲

- 注) 1. 高波浪：四季を通じて毎月発生しうるレベルの高波浪（沖波波高：2.6m程度）  
 2. 年最大波浪：毎年少なくとも1回発生する程度の高波浪（沖波波高：4.7m程度）

## 6.14.2.2 存在・供用時

### (1) 予測の概要

対象事業による施設等の存在及び供用がサンゴ類に及ぼす影響の予測概要を表-6.14.2.2.1に示します。

施設等の存在及び供用時にサンゴ類に及ぼす影響については、施設等の存在に伴う海面の消失、海岸地形の変化に伴う環境変化、及び飛行場施設からの排水による影響を予測しました。

表-6.14.2.2.1 予測概要（施設等の存在及び供用）

項目	内容
予測項目	施設等の存在・供用時のサンゴ類の生息環境に及ぼす影響
影響要因	埋立地の存在 ・代替施設の存在 ・切替え後の美謝川の存在 ・辺野古地先水面作業ヤードの存在 飛行場及びその施設の存在 飛行場の施設の供用
予測地域	サンゴ類の生息特性を踏まえ、影響要因ごとに注目すべきサンゴ群生に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域としました。
予測対象時期	施設等の存在及び供用時の影響要因による環境変化が最大となり、サンゴ類に及ぼす影響が適切に予測できる時期としました。

### (2) 予測方法

サンゴ類への影響予測は、調査結果に基づくサンゴ類の生息状況と、施設等の存在及び供用による生息環境の改変の程度を踏まえて、既往知見等を参考に行いました。

### (3) 予測結果

#### 1) 海面の消失による影響

施設等の存在に伴い、図-6.14.2.2.1に示すように大浦湾西側海域のサンゴ類生息域の一部が消失します。

施設等の存在に伴う被度 5%以上のサンゴ類の消失面積は表-6.14.2.2.2に示したとおり、辺野古前面海域では消失する生息域はなく、大浦湾側で 6.9ha の生息域が消失すること（大浦湾の現況のサンゴ類生息範囲に対する消失率は 3.5%）となります。

また、代替施設周辺のサンゴ類は図-6.14.2.2.2に示したように、消失するサンゴ類の被度は、全般に 5～25%であり、注目されるサンゴ群生はみられていませんが、ハマサンゴ属やキクメイシ属などのサンゴ類が生息しており、それらは埋立てに伴い消失することになるため、可能な限り工事施工区域外の同様な環境条件の場所に移植し、その後、生息状況について事後調査を実施します。

また、本調査海域におけるサンゴ類は、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分布範囲、被度が大きく低下していますが、本調査海域の流動環境や透明度などの水質条件は良好であるため、条件を整えば今後は回復する可能性があると考えられます。今後サンゴ類が回復する可能性のある場所を生息ポテンシャル域として、地形条件と波浪条件から検討しました。ポテンシャル域の地形条件としては礁斜面（水深 40m 程度以浅）であること、波浪条件としてはサンゴ類の生残に影響が少ない波浪条件（年最大波浪の波高が 3～4m 程度以下）である場所とすると、図-6.14.2.2.3に示したような範囲がサンゴ類の生息ポテンシャル域になると考えられます。

これらの範囲のうち、大浦湾西側海域の事業実施区域周辺の海底斜面は、サンゴ類の死骸が瓦礫になっているのが確認されており、サンゴ類が生息できる潜在的な生息域の一つと考えられます。このため、施設等の存在に伴いサンゴ類が生息できるポテンシャルのある場所が消失し、消失面積は約 30ha になると考えられます。その影響を少しでも軽減するため、代替施設のケーソンや消波ブロック等の表面に凹凸加工等を施し、サンゴ類が着生しやすいように工夫をするような環境保全措置を講じることとします。



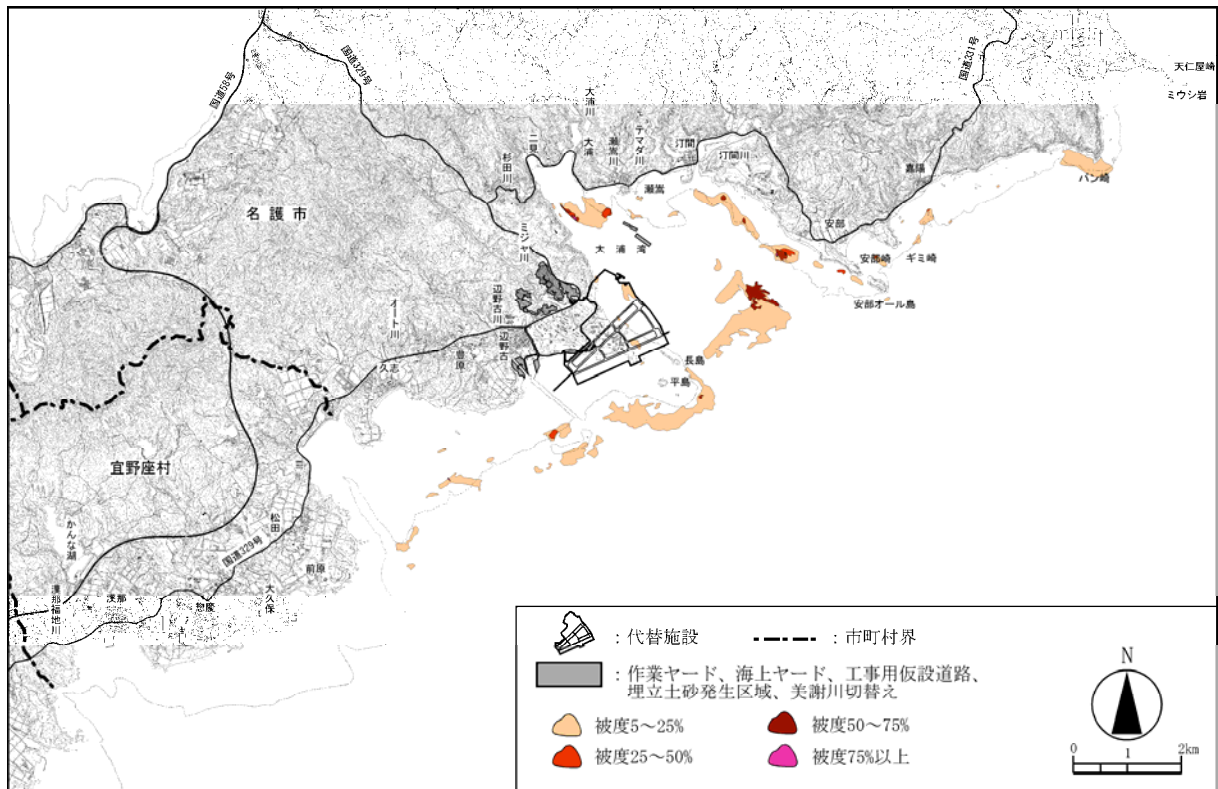


図-6.14.2.2.1 事業実施区域周辺におけるサンゴ類の生息範囲（平成20年度）

表-6.14.2.2.2 サンゴ類の生息範囲の消失面積、消失率

被度区分	現況面積 (ha)			消失面積 (ha)			消失率 (%)		
	辺野古前面	大浦湾	安部～嘉陽	辺野古前面	大浦湾	安部～嘉陽	辺野古前面	大浦湾	安部～嘉陽
5～25%	91.6	174.7	33.7	0.0	6.9	0.0	0.0	3.9	0.0
25～50%	1.6	6.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
50～75%	0.0	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
75%以上	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	93.2	197.8	33.9	0.0	6.9	0.0	0.0	3.5	0.0



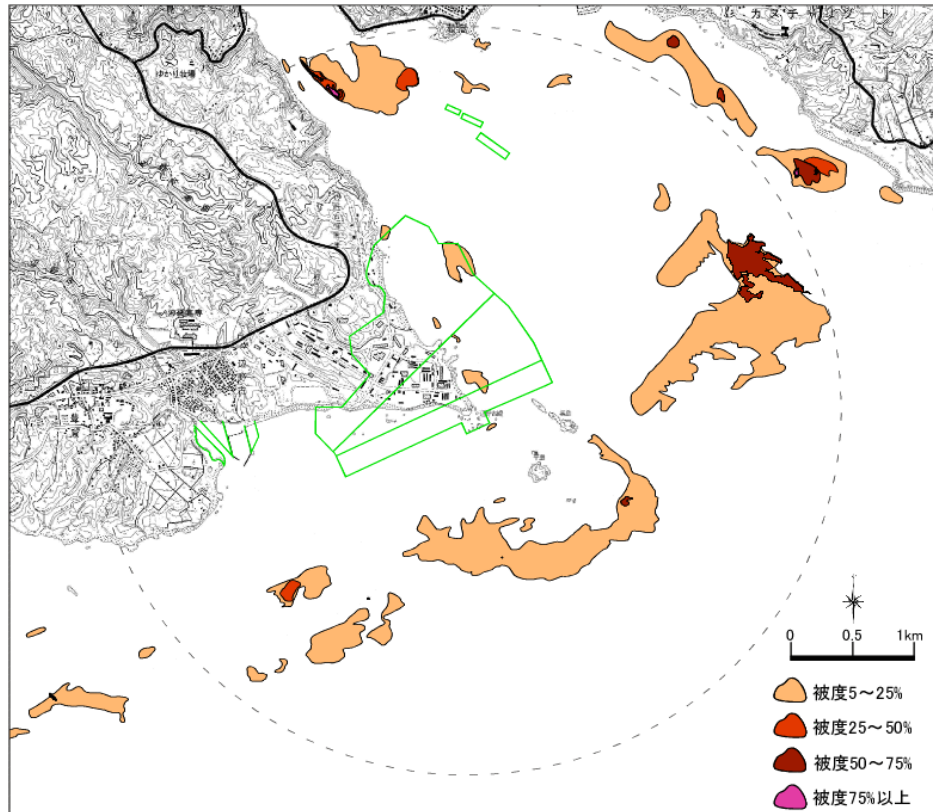


図-6.14.2.2.2 代替施設周辺のサンゴ類の生息範囲（平成20年度）

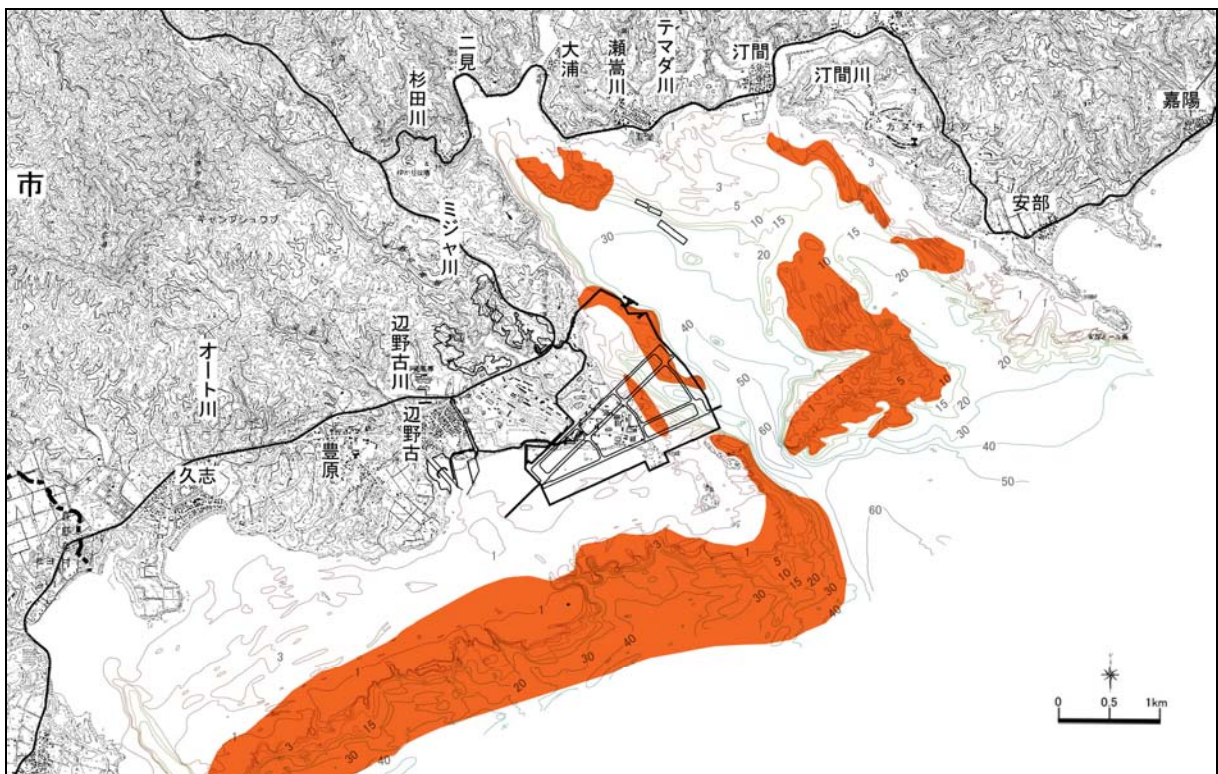


図-6.14.2.2.3 事業実施区域周辺におけるサンゴ類の生息ポテンシャル域

## 2) 海岸地形の変化に伴う環境変化による影響

### (a) 波浪・流れの変化

サンゴ類にとって強い波浪や流れはサンゴ類の着生や成長を阻害し生残に影響を及ぼすとともに、海水が滞留して水質が悪化するとサンゴ類の成長を阻害します。

流れや波浪はサンゴ類の成長と生残に関わり、成長にとっては浮遊する餌生物や光合成に必要な物質との遭遇から恒常的な流動や波浪環境が重要と考えられ、生残にとっては台風時のようなイベント的な大きな波浪による減耗が影響すると考えられています。

はじめに、サンゴ類の生残に影響を及ぼすと考えられる大きな波浪について、事業実施区域周辺でのサンゴ類の生息範囲（図-6.14.2.2.4参照）において、毎年少なくとも1回発生する程度の高波浪（「年最大波浪」という）の波高分布を、波浪計算の結果をもとに図-6.14.2.2.5に示しました。サンゴ類の生息範囲での年最大波浪の波高は、大浦湾内は全般に3m以下であるのに対して、辺野古地先のリーフ上や大浦湾口部の中干瀬の南側のサンゴ類生息範囲では3~4m程度となっています。

次に、サンゴ類の成長に影響を及ぼす波浪環境としては、各季節の平均的な波浪条件が重要と考えられることから、夏季と冬季の平均的な波浪（「代表波浪」という）の状況を整理しました。波浪計算の結果より、サンゴ類の生息範囲における夏季と冬季における代表波浪の波高分布を図-6.14.2.2.6に示しました。サンゴ類の生息範囲での代表波浪の波高は、大浦湾の東側海域や湾奥部のサンゴ類の生息範囲では0.2~0.4m程度となっているのに対して、辺野古地先のリーフ上や大浦湾口部の中干瀬のサンゴ類生息範囲では0.5~0.8m程度の波高を示しています。

また、成長に影響すると考えられる流れの状況について、現地調査結果による夏季と冬季における表層（海面下2~6m程度）の状況をみると、辺野古地先のリーフ上は5~10cm/sの出現頻度が高く、岸に平行に東西方向に流れる傾向がみられています。また、長島と辺野古崎では、夏季には南北方向の往復流、冬季には大浦湾内に流入する流れが卓越し、季節により流れの傾向は異なりますが、夏季、冬季ともに、最強時には10cm/s以上の流速で辺野古崎と長島の間を抜けて流れている状況がみられています。また、大浦湾の東側海域では、夏季は岸に沿って往復する流れ、冬季は湾奥方向に流入する流れが卓越し、流れの傾向は季節によって異なりますが、最強時には10cm/s以上の流れがみられています。

このようにサンゴ類の成長に及ぼす波浪及び流れの状況について、事業実施区域周辺における波浪及び流れの状況を整理すると、ユビエダハマサンゴ群生

が優占する内湾的な環境特性を示す大浦湾奥部を除き、辺野古地先や大浦湾口部のような外海に面するサンゴ類の生息範囲においては、生残に影響を及ぼす大きな波浪の条件は、年最大波浪の波高で 3～4m 程度と考えられます。また、成長に対して重要である平均的な波浪条件については、夏季と冬季の代表波浪の状況より波高 0.5～0.8m 程度と推察されます。大浦湾東側海域のサンゴ類の生息範囲では代表波浪の波高がやや小さい傾向がみられますが、流れが良好でありサンゴ類の成長に適した流動環境を形成していると考えられます。

サンゴ類の成長や生残について、沖縄県慶良間列島の阿嘉島における調査の結果によると、年最大波浪の波高が 3.0m 以上来襲する海岸は、サンゴ類の生残が低いとされています（青田ら、2004）。また、サンゴ類の成長について、阿嘉島では、有義波高のエネルギー平均波（各季節の代表波浪に相当する）の波高が 0.5～0.8m 程度の環境がサンゴの成長にとって良好と考えられています（青田ら、2004）。また、潮流の流速の範囲とサンゴ類の成長との関係は明確ではありませんが、岸側に向かって流速の大きい潮流が流入する場所ではサンゴ礁の幅が広がっている場所がみられ、流速の大きい潮流が海岸に流入することが幼生の新規加入やサンゴ類の成長を促し、サンゴ礁の幅の違いにつながっている可能性が指摘されています（柴田ら、2007）。このような知見は、事業実施区域周辺におけるサンゴ類の生息範囲における流動環境条件とも一致していると考えられます。

このため、施設等の存在による波浪の変化及び流れの変化がサンゴ類に及ぼす影響を予測評価するにあたっては、事業実施区域周辺における流動環境の現況を踏まえて、表-6.14.2.2.3に示すような評価基準を設定し、サンゴ類への影響を予測しました。

表-6.14.2.2.3 波浪・流れの変化がサンゴ類に及ぼす影響の評価基準

項目	波浪・流れの変化の評価基準
生 残	年最大波浪の波高が 3～4m を超えると生残が低下する。
成 長	夏季や冬季の代表波浪の波高が 0.5～0.8m 程度の環境が成長にとって良好となる。
	沖側から岸側に向かって流速の大きな潮流が流入する環境が成長にとって良好となる。

施設等の存在による波浪の変化及び流れの変化については「6.9 水象」で予測しています。

はじめに、サンゴ類の生残に及ぼす波浪環境の変化について、施設等の存在に伴う事業実施区域周辺における年最大波浪の変化を図-6.14.2.2.7に示しました。これによると、施設等の存在により代替施設本体の南側傾斜堤護岸前面

及び海上ヤード周辺で波高の増加、北側傾斜堤護岸前面で波高の減少がみられますが、サンゴ類の生息範囲においては生残に影響を及ぼすような高い波浪（波高3～4m以上）が新たに発生するような現象はみられていません。

次に、サンゴの成長に及ぼす波浪環境の変化について、施設等の存在に伴う夏季と冬季の代表波浪の変化を図-6.14.2.1.8に示しました。これによると、各季節における代表波浪は、施設等の存在により代替施設本体の南側傾斜堤護岸前面で波高の増加、北側傾斜堤護岸前面で波高の減少がみられますが、サンゴ類の生息範囲においては波高の変化がなく、良好な成長の指標となる波高の範囲にあると考えられます。

また、潮流の変化について、サンゴ類が生息する水深層（第1層～第4層）の夏季と冬季における下げ潮時と上げ潮時の流れの変化を図-6.14.2.2.9～図-6.14.2.2.12に示しました。

下げ潮時、上げ潮時ともに、代替施設本体の南側護岸沿い及び東側護岸沿いで流速が減少する傾向がみられ、その周辺で流速が増加する区域がみられています。これは、沖合側と大浦湾内を往き来する流れが代替施設の存在によって阻害されることによると考えられます。この区域周辺の流れは、海浜流の影響を強く受けているため、図-6.14.2.2.13、図-6.14.2.2.14に示した恒流（平均流）においてその変化が顕著にみられ、辺野古崎と長島との間を抜けて大浦湾内に流入していた流れは阻害され、南側護岸と長島の周辺域において流速が減少する傾向がみられています。しかし、辺野古地先のリーフ上や中干瀬のサンゴ類の生息範囲は流速減少域の沖側にあたり、施設等の存在時においても、沖側から流れが入り込んでくると考えられます、

以上のように、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ます。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り、現況のサンゴ類の流動環境は維持されるものと推察されます。

また、事業実施区域周辺においては、地形条件や波浪条件から判断して、図-6.14.2.2.3に示すような範囲が今後サンゴ類の回復する可能性のある生息ポテンシャル域と考えられました。これらの範囲に対する施設等の存在時における流れや波浪の変化に伴う生息ポテンシャルの変化を検討しました。図-6.14.2.2.15に施設等の存在時における代替施設周辺の波浪の変化を示します。サンゴ類の生残に影響を及ぼすような高い波浪（年最大波浪）の変化をみると、施設等の存在に伴う波高の変化は小さく、生息ポテンシャル域において生残に

影響を及ぼすような波浪が新たに発生する傾向はみられず、波浪が低減することにより新たなポテンシャル域が形成される可能性もないと考えられます。

一方、成長にとって重要な平均的な波浪（代表波浪）の変化をみると、夏季、冬季ともに、生息ポテンシャル域においてはほとんど変化はみられませんが、代替施設と長島との間で増加する傾向がみられます。また、流れについて、恒流（平均流）の流速分布の変化（図-6.14.2.2.16、図-6.14.2.2.17参照）をみると、辺野古崎と長島との間を抜けて大浦湾に流入していた流れが阻害され、辺野古崎と長島の周辺域において流速が減少する傾向がみられますが、代替施設と長島との間は流速が増加する傾向がみられます。代替施設と長島との間は、沖側から岸側に向かった流れが流入する場所となっており、その海域での流速の増加及び波高の増加は、サンゴ類の成長にとって好条件となり、生息のポテンシャルを高める可能性があると考えられます。一方、大浦湾西側海域の代替施設東側護岸沿いに残存する潜在的な生息域では波高及び流速がやや減少すると考えられ、生息ポテンシャルは低下する可能性があると考えられます（図-6.14.2.2.18参照）。

（資料）

青田 徹・綿貫 啓・柴田早苗・熊谷 航・灘岡和夫・三井 順・岩尾研二・谷口洋基・大森 信. (2004). サンゴ礁形成要因としてのサンゴの成長量に与える物理環境の影響. 海岸工学論文集 51.

柴田 早苗・青田 徹・三井 順・綿貫 啓・熊谷 航・灘岡和夫・谷口洋基. (2007). 阿嘉島周囲におけるサンゴの成長に及ぼす波浪と流れの効果. みどりいし 18.



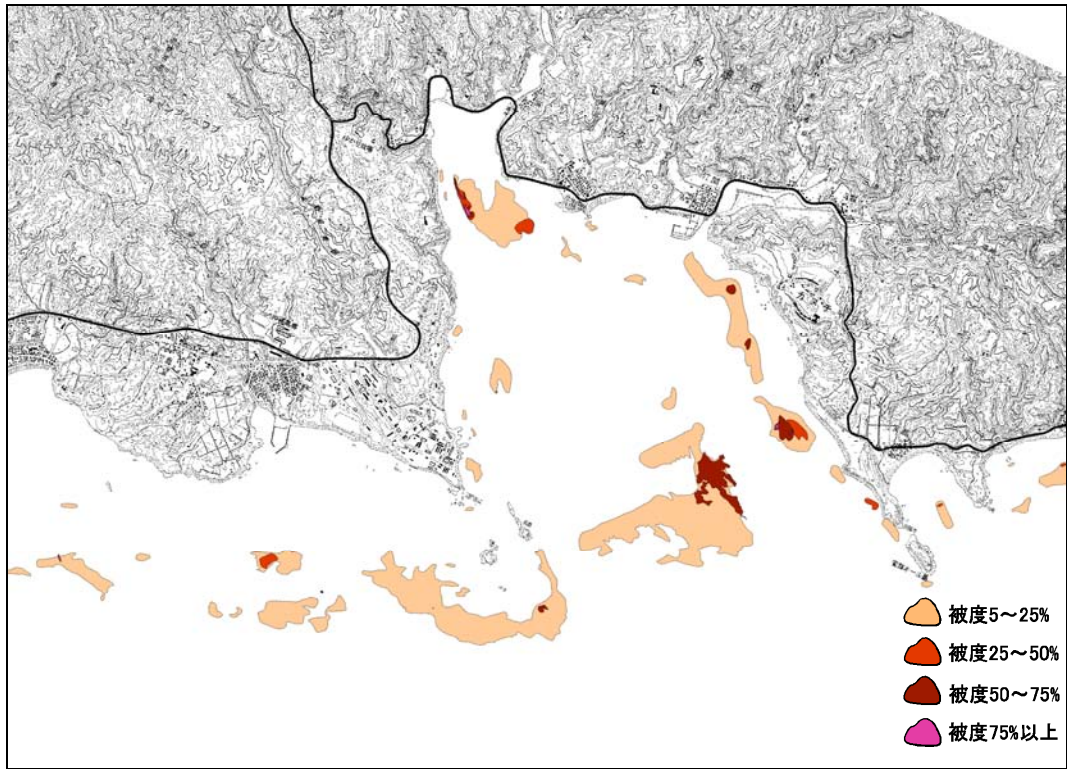


図-6.14.2.2.4 サンゴ類の生息範囲

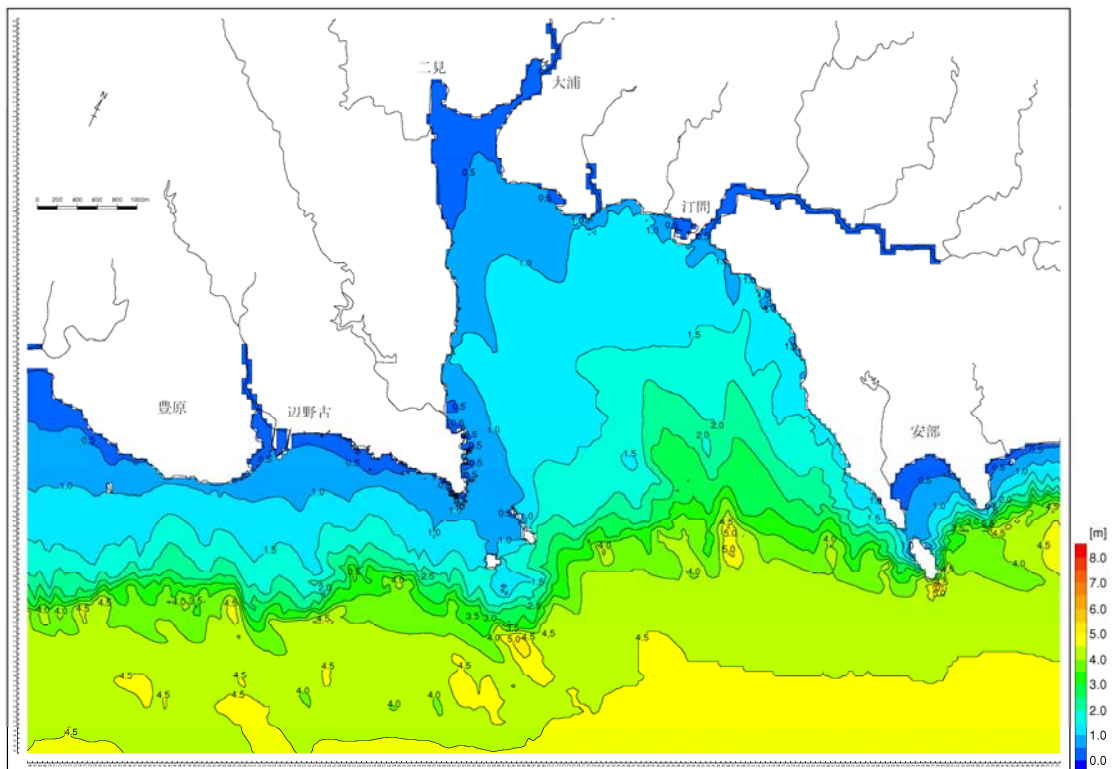
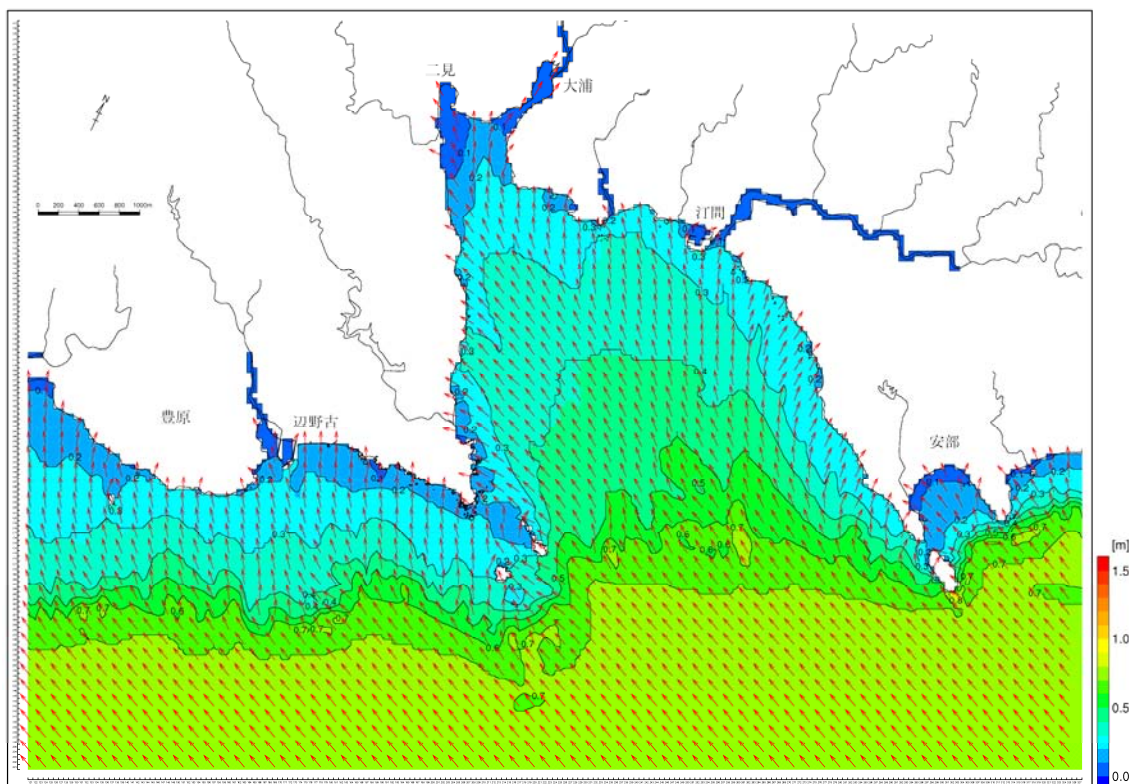


図-6.14.2.2.5 年最大波浪の現況（波高分布、潮位条件：HWL）

(夏季)



(冬季)

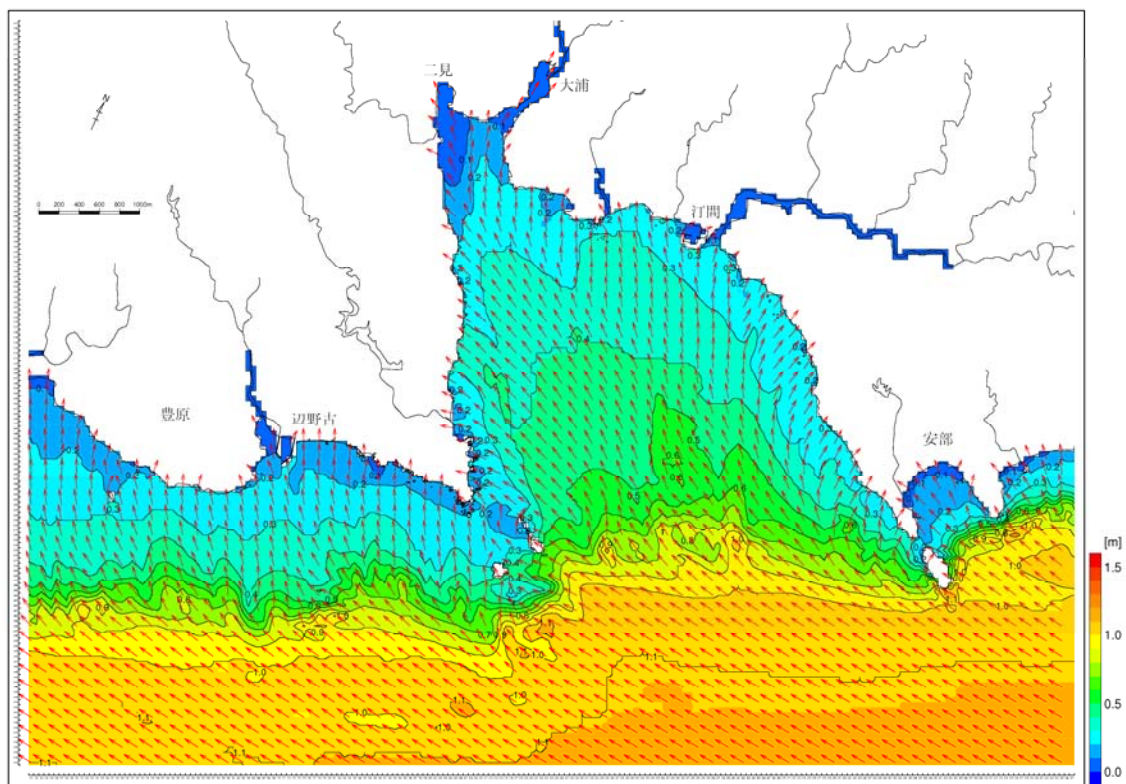


図-6.14.2.2.6 代表波浪の現況（波高分布、潮位条件：HWL）

注）図中の矢印は波向を示します。