

第13回 那覇空港滑走路増設事業環境監視委員会

第12回委員会の指摘事項と対応方針

令和2年2月10日

内閣府沖縄総合事務局

国土交通省大阪航空局

●事後調査及び環境監視調査の結果について（第12回委員会・資料3について）

項目	委員意見	対応方針(赤字は委員会で明確に回答していなかった内容や補足)
海域生物 生息・生育環境 (底質)	閉鎖性海域の水底質の調査結果をみると、増設滑走路と瀬長島との間の干満による海水交換の変化により滞留時間が長くなり、水底質に影響を与えていた可能性がある。海水交換について評価書時に予測していると思うが、シミュレーション結果と現状における水底質の変化を比較し、解析してはどうか。水質については陸域からの影響も考えられるため、降水後に調査を実施してはどうか。	護岸概成後、陸域からの影響としては、伊良波排水路からの流入が主なものであると考えている。その他の要因や解析方法については、ご意見を踏まえ検討していく。 環境影響評価書において、滑走路の存在によって、海水交換が変化し、滞留時間が長くなると予測していた（p資料1-6, 7）。それにより閉鎖性海域の水質（COD, T-N, T-P）は、若干濃度上昇がみられるものの、環境基準を満足し、底質は、粒度組成が細粒化する可能性があると予測していた（p資料1-18～19）。 調査結果をみると、潮流については、予測結果と概ね同様の流況となっていた（p資料3-77）。水質は現段階で濃度上昇傾向等の大きな変化はみられておらず、底質は、St. 4で変化がみられているものの、閉鎖性海域における他の地点では、粒度組成の細粒化や堆積傾向は確認されていない。St. 4については、底生動物の出現状況と合わせて、今後も注視していくこととする（p資料1-18～25）。 また、伊良波排水路から閉鎖性海域への降雨後の濁水流入状況については、水質監視調査の中で確認している。
	グラフ等で調査結果を示すだけでなく、解析のプロセス等も示していただけだと理解が深まるかと思う。	解析のプロセス等について、海域生物と生息・生育環境との関連を整理する際には、評価書における影響フロー図等も用いて、表現を工夫する（p資料1-24、p資料3-104～106）。
海域生物 生息・生育環境 (底質)	P100まとめの底質について、St. 8についての記述が抜け落ちているので追記するように。St. 2, 8は地形も窪地で類似しており、同様に注視していく必要がある。	委員会資料をホームページで公表する際には表現を修正した。

項目	委員意見	対応方針(赤字は委員会で明確に回答していなかった内容や補足)
海域生物 生息・生育環境 (底質)	同じ粒径だが異なる性質の底質が積もった可能性は無いか。	現地で採取した底質の色については、写真で記録をしており、目視で確認する限り大きな変化はみられていない。ただし、何由来かどうかを判別できるような詳細な分析は行っていないが、ボックスカルバートも通水してまだ一年程度であるため、引き続き注視していく。
	同じ粒径であっても、由来別で底質の色等も異なっている可能性がある。調べる項目を増やすと違う結果となるかもしれない。工事の影響を検討する上で、どのような調査が必要なのか意見があれば頂戴したい。	底質の外観観察結果の経年変化 については、p 資料 1-26 に示すとおり、St. 4 を除いて大きな変化がみられておらず、異なる性質の底質が積もったとは考えていない。しかし、St. 4 については、灰白等の比較的明るい色から灰オリーブ等の比較的黒い色に変化しており、底質の粒度組成も変化がみられていることから、底生動物の出現状況と合わせて、今後も注視していくこととする。
	底質が何由来であるか判別するような分析について、研究レベルではあるが、有機物由来かどうかは安定同位体比を、土砂由来かどうかは炭酸カルシウム量を、地下水が出てきているかどうかはラドンを測定すればわかる。	表現を工夫する。 本編の表 については、自然石部とコンクリート部で確認された種の違いがわかるよう修正した。(p 資料 3 本編 42-43)
付着生物	付着生物について自然石部とコンクリート部において、出現種の組成やサイズに違いはあるのか。詳細な結果を記載してほしい。	詳細な状況を確認し、報告する。 平成 26 年度試験群 については 5 群体を計測しており、そのうちの最大であった 1 群体の長径が白化後の部分死により 68mm (移植 18 ヶ月後) から 43mm (移植 24 ヶ月後) となつたため、平均長径が減少した。 平成 27 年度試験群 については 1 群体のみの計測であり、横ばいであった。 平成 28 年度試験群 については、移植 1 ヶ月後まで 10 群体を計測していたが、台風の影響により、移植 3 ヶ月後には最大長径をもつ 2 群体を含む 5 群体が流出した。残つた 5 群体のうち 2 群体についても破損が生じたため、平均長径は減少した。
有性生殖 移植試験	有性生殖移植について、ハナヤサイサンゴ科の平均長径が減少していたり横ばいだったりするのはなぜか。	今後解析方法も含め検討する。 サンゴ類 定点調査結果をもとに、いくつかの多様度指数について検討した。工事前と工事中で大きな変化はみられておらず、工事による影響はないと考えられる。(p 資料 1-28~29))
サンゴ類	工事前後でのサンゴ類の多様度指数を出してほしい。	

項目	委員意見	対応方針(赤字は委員会で明確に回答していなかった内容や補足)
潮流	潮流について、予測との比較だけでなく、滑走路ができる前後の実測値との比較を行ってはどうか。また、調査結果について平均流との比較を行っているが、時系列変化等もう少し詳細な情報も踏まえて、解析を行ってほしい。	今回の潮流調査結果が予測結果と概ね同様の流況となっていたことから、今後、評価書時のシミュレーション結果と海域生物の変化の関連等を整理していくこととする。また、実測値との比較については今後検討する。 アセス時の調査と今回調査について、調査結果の比較を行った（p 資料 3-77～78）。また、時系列変化については、p 資料 3 本編 241-250 に示すとおりである。

●海域生物の順応的管理（海草藻場・カサノリ類）について（第12回委員会・資料4について）

項目	委員意見	対応方針(赤字は委員会で明確に回答していなかった内容や補足)
海域生物の順応的管理 (海草藻場)	面積と被度を考慮した指標である海草量で比較すると閉鎖性海域での減り方が対照区に比べて大きく、個人的には注意レベルに入っている可能性があると思う。また、P24 表5 の要因について、具体的に閉鎖性海域で藻場が減少した場所がその条件に当てはまっているのか検討してほしい。	閉鎖性海域、改変区域西側、対照区の変動については、海草量による比較を行った（p 資料3-66）。海草量の変動をみると、台風や葉枯れによる影響はいずれの海域でもみられており、現段階ではどの海域も平成23, 24年度と同程度の海草量となっていた。 今後の調査においては、閉鎖性海域で藻場が減少した場所が、砂面変動（底質変化）、生物の生息孔やその周辺のマウンド状に土が盛り上がった地形、葉枯れ（干出）、底質性状の変化による影響があつたかどうかという観点も踏まえ、調査を行うこととする。
	導き出した検討結果については、文章だけで説明するのではなく、参考資料に掲載しているグラフ等のデータも示しながら説明すれば有用な意見がでてくるのではないか。表現を工夫してほしい。	定型的ではなく資料3本編の参照ページも示しながら説明する。
	小型海草について、地下茎は表層近くにしかなく、台風等で一遍に飛んでしまうものや、すぐ生えてくるものもあるため、種別に表現してはどうか。また、波浪による浸食がどのように広がっていくのか、どのような藻類が葉上に付着しているのか等、もう少し詳細な情報も踏まえて検討してはどうか。	地下茎を観察する際には、種ごとの違いも留意する。 葉上の付着藻類は珪藻類が多いと考えているが、適宜確認する。
	P65 等沖合護岸がないときは沖からの外力が一様だったため閉鎖性海域の環境が一様だったが、増設滑走路の存在により底質に働く力が不均一になった可能性があり、それが海草の分布にも影響を与えているようにも考えられる。流速や波浪の空間分布についても併せて検討してほしい。	評価書においては、埋立地の存在により、閉鎖性海域では波浪の影響をほとんど受けなくなるという予測をしていた。また、流速については、瀬長島と滑走路の間や大嶺崎南側で流速が大きくなり、瀬長島北側の深場あたりでは、流速が小さくなると予測していた（p 資料1-8～17）。ご指摘のとおり、外力の変化が海草の分布に影響を与えている可能性もあるものの、閉鎖性海域の海草藻場分布域周辺の底質については、大きな変化はみられていないことから、今後も注視していくこととする。

項目	委員意見	対応方針(赤字は委員会で明確に回答していなかった内容や補足)
海域生物の 順応的管理 (海草藻場)	p 1 2 「海草藻場の分布域の『コア』として機能」しており、「コア」が維持されているから「『安全レベル』にあると考えられる」という結論に至っているが、この「機能」という言葉が持つ意味・根拠は、結論に至る過程で重要であり、委員会内で同じ認識とすべきであるので整理が必要である。	亜熱帯域の海草藻場が地下茎の伸長によって維持されていると書かれた文献はないものの、これまでの調査結果を踏まえてこのような表現とした。 過年度から現在に至る全調査回次で確認されているエリアの藻場について、当該海域の海草藻場の維持においてコアな役割を果たしていると推察される。したがって、「機能」ではなく「役割」と修正する。
	種によって機能は異なってくるため、機能について議論をするのであれば、どの種を保全すべきか等の議論も必要になる。	海草藻場の分布調査では種ごとの分布状況を把握していない。 過年度の状況については、海草藻場底質調査において、大型海草と小型海草の有無を記録している (p 資料 1-30)。
	種ごとの分布状況を示してはどうか。	

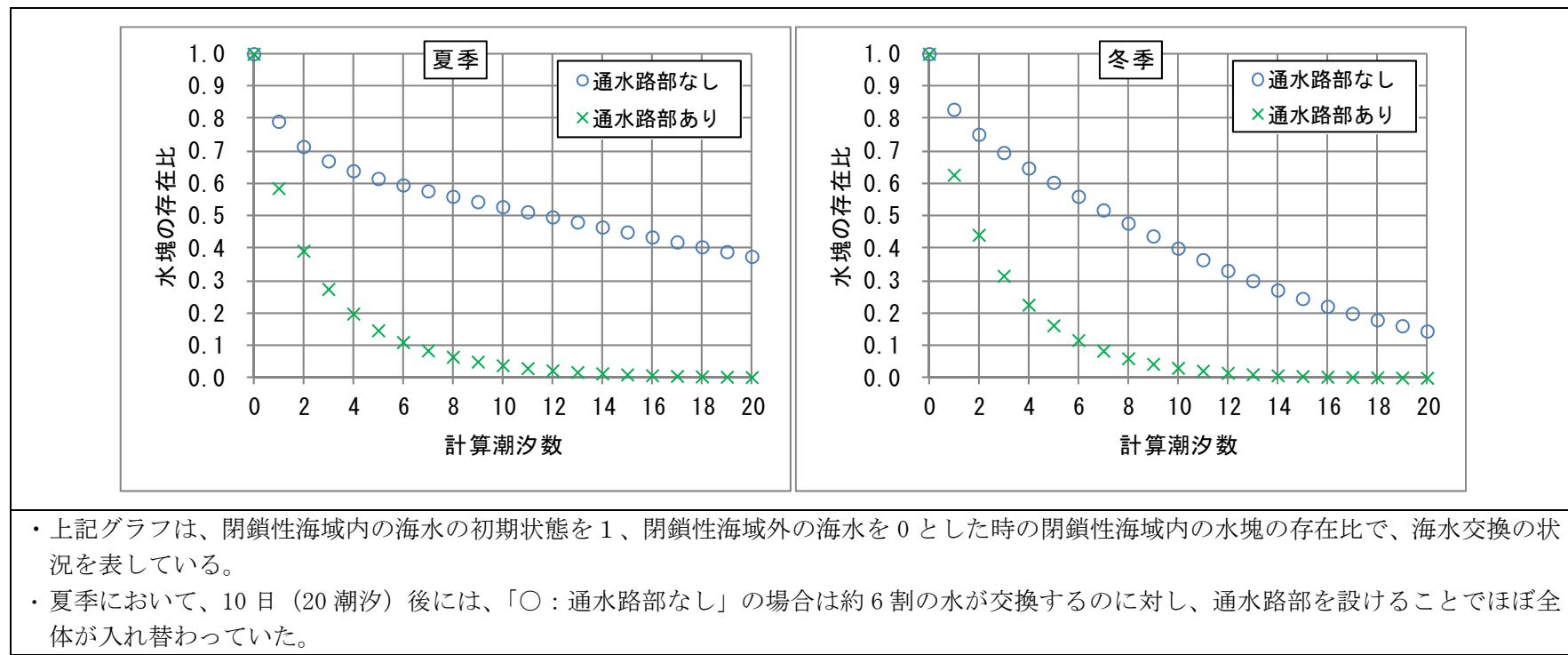
【参考資料 1】環境影響評価時の潮流・水質シミュレーション結果との比較

(1)海水交換について

環境影響評価時の予測結果のうち、閉鎖性海域の水塊の存在比(平均濃度)の時間変化は図 1、海水交換への効果は図 2 に示すとおりである。

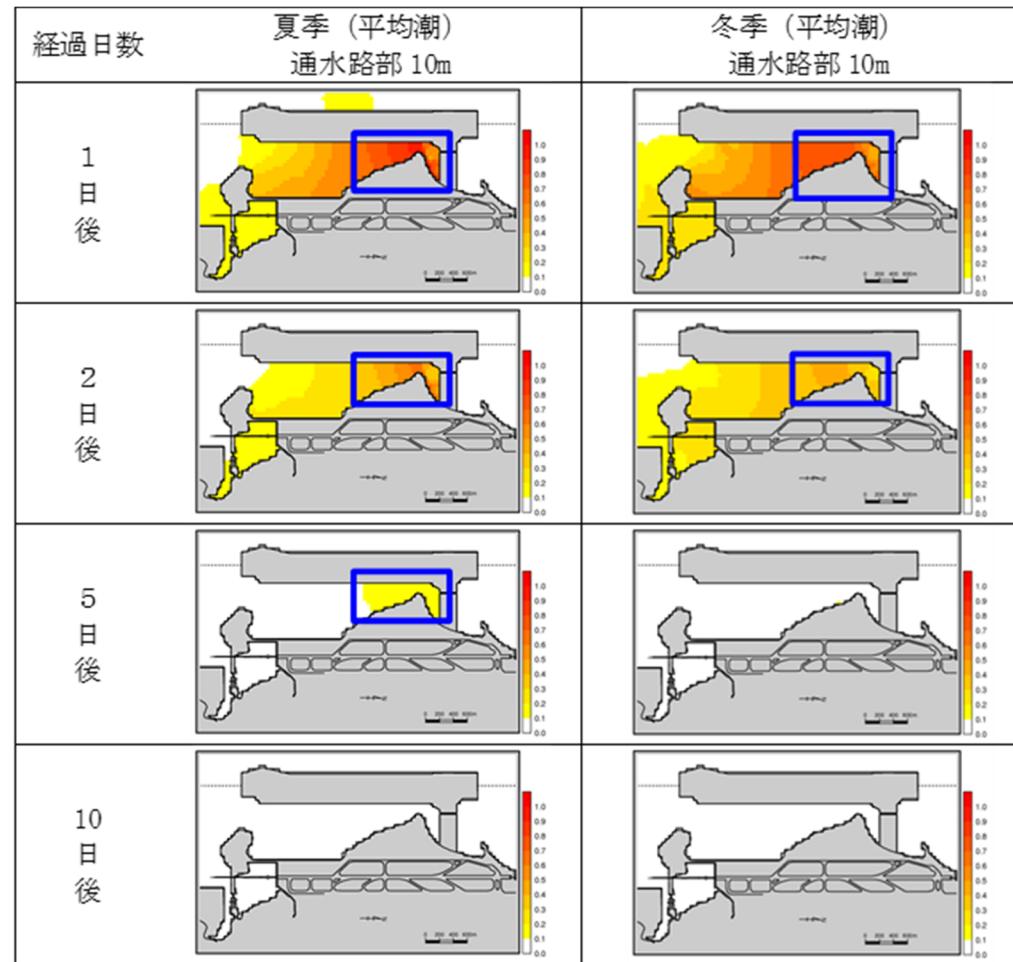
評価書では、海水交換の状況として、連絡誘導路の通水路部の有無による閉鎖性海域内の水塊の存在比を比較しており、通水路部ありでは 10 潮汐（5 日間）でほぼすべての水が入れ替わっていた。

また、閉鎖性海域の外側の水との交換の程度の分布状況をみると、青枠で示した大嶺崎周辺では、埋立地の存在によって、海水交換に時間がかかると予測されていた。事業実施前には海水の滞留がなかったものと考えられることから、平成 28 年度夏季の護岸概成以降、大嶺崎周辺では事業実施前と比較して、海水の滞留や細粒分の堆積が起こりやすくなっている可能性がある。



注：潮汐条件は平均潮。1 潮汐は 12 時間である。

図 1 閉鎖性海域の水塊の存在比(平均濃度)の時間変化



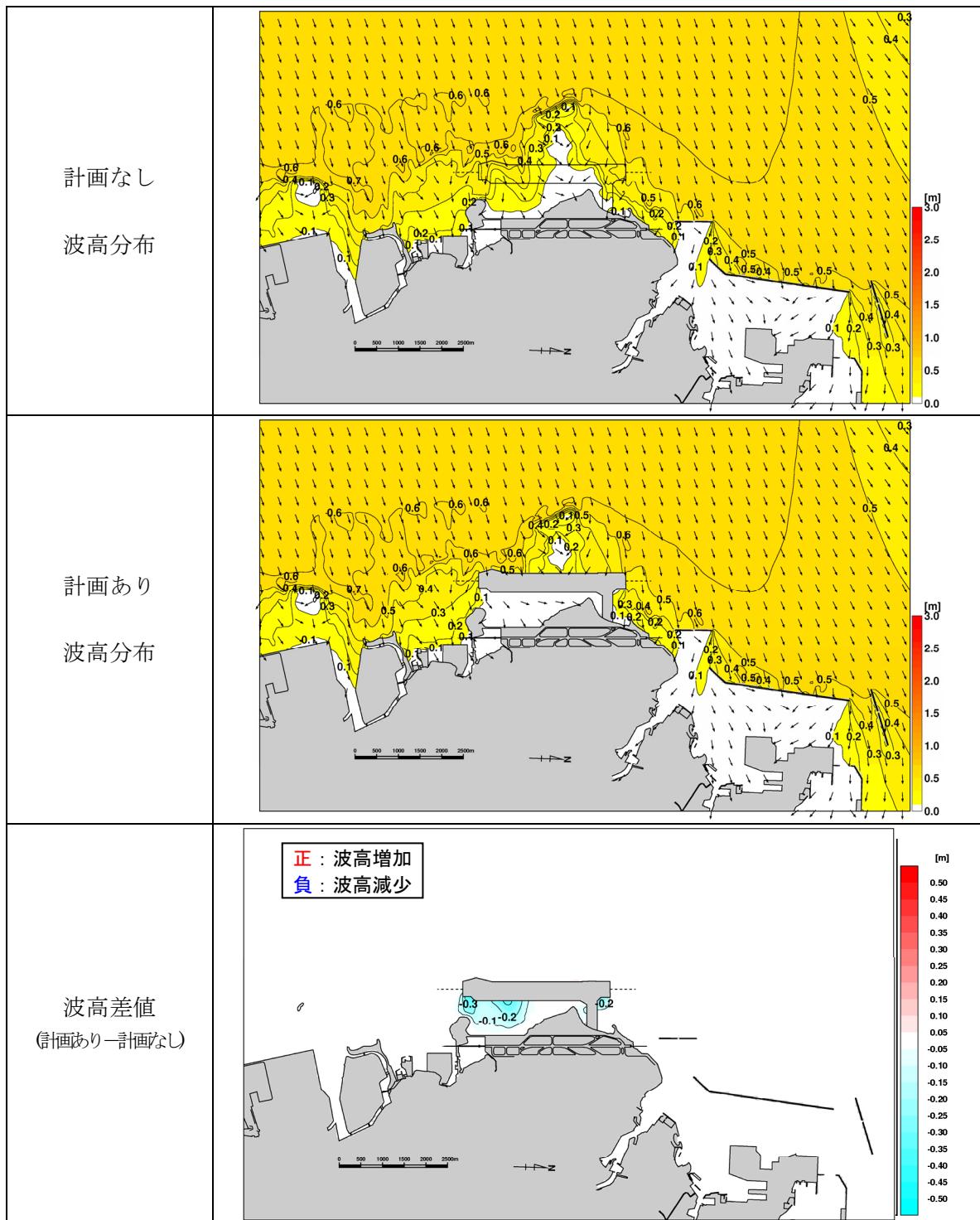
注：上図は、閉鎖性海域内の水塊の存在比を各計算格子で鉛直平均した値であり、閉鎖性海域の外側の水との交換の程度を表している。

図 2 海水交換への効果

(2)潮流の予測結果と事後調査結果について

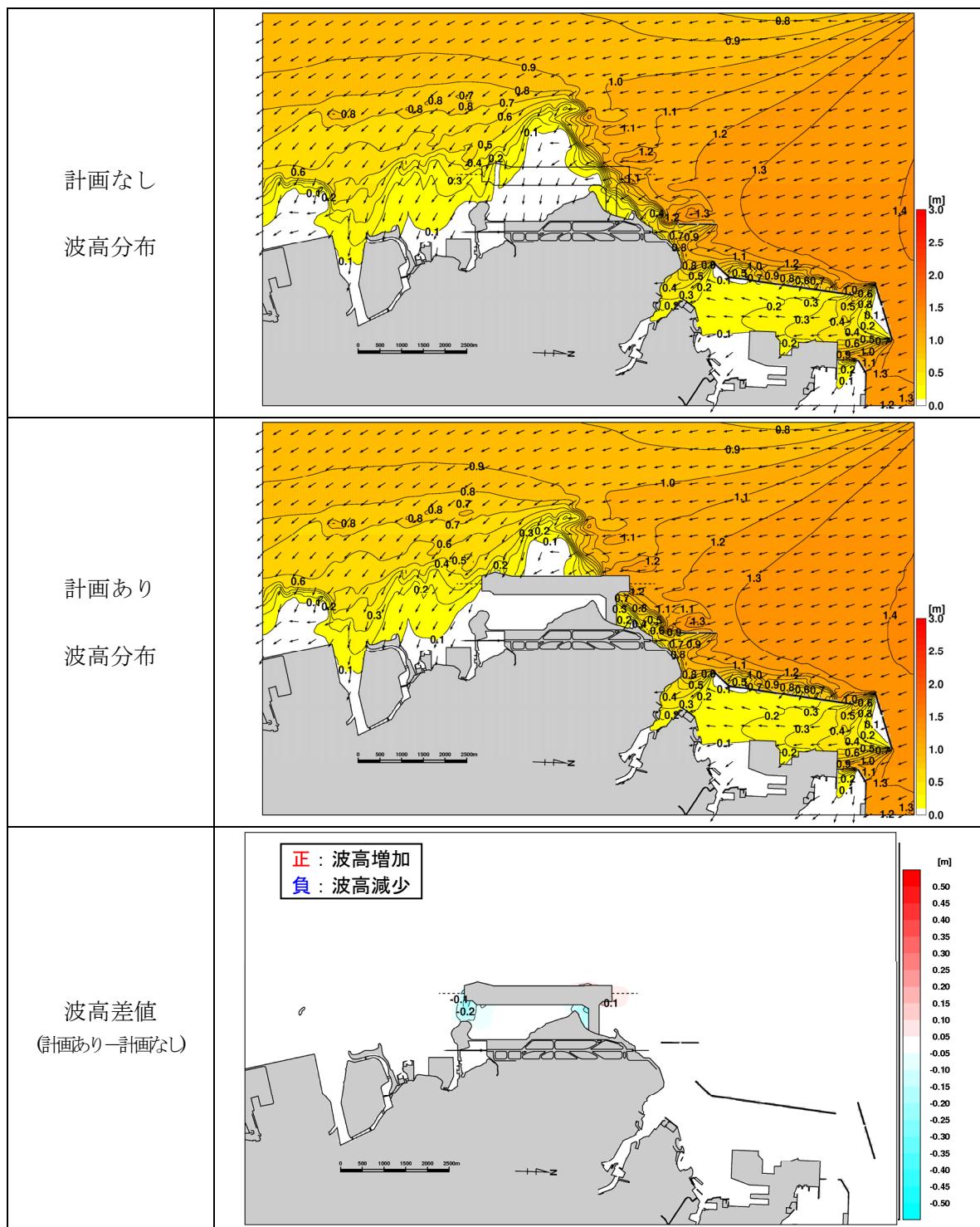
1) 環境影響評価時の波浪・潮流シミュレーション結果について

埋立地の存在により、閉鎖性海域では波浪の影響をほとんど受けなくなるという予測をしていた。また、流速については、瀬長島と滑走路の間や大嶺崎南側で流速が大きくなり、瀬長島北側の深場あたりでは、流速が小さくなると予測していた。



注：矢印は波向を意味する

図 3 波高分布（夏季、平常時、平均大潮潮、平均潮位 (MSL)）
(冲波条件　波高 : 0.64m、周期 : 6.2s、波向 : WSW)



注：矢印は波向を意味する

図 4 波高分布（冬季、平常時、平均大潮潮、平均潮位 (MSL)）
(冲波条件 波高 : 1.41m、周期 : 7.0s、波向 : NNW)

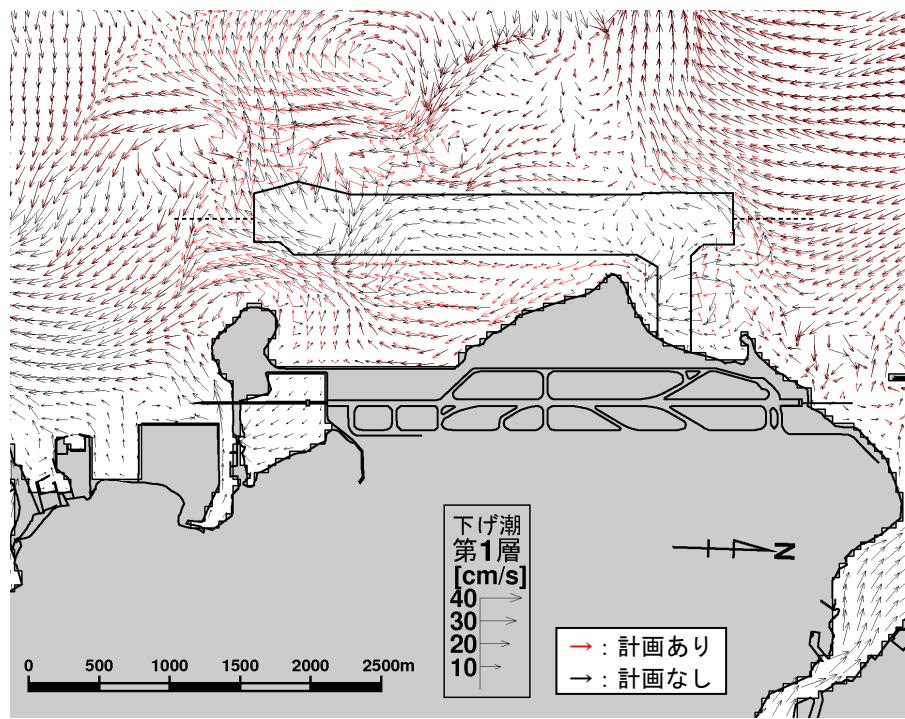


図 5 将来流速ベクトル（夏季, 平常時, 大潮, 下げ潮時, 第 1 層）

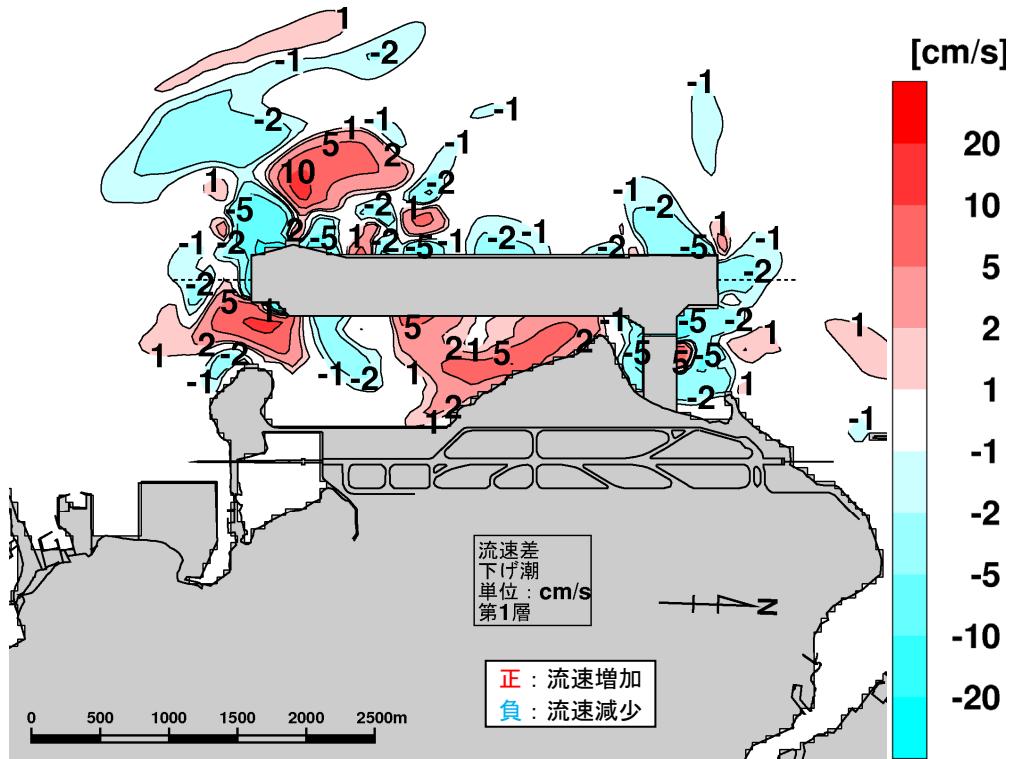


図 6 将来流速変化（夏季, 平常時, 大潮, 下げ潮時, 第 1 層）計画あり－なし

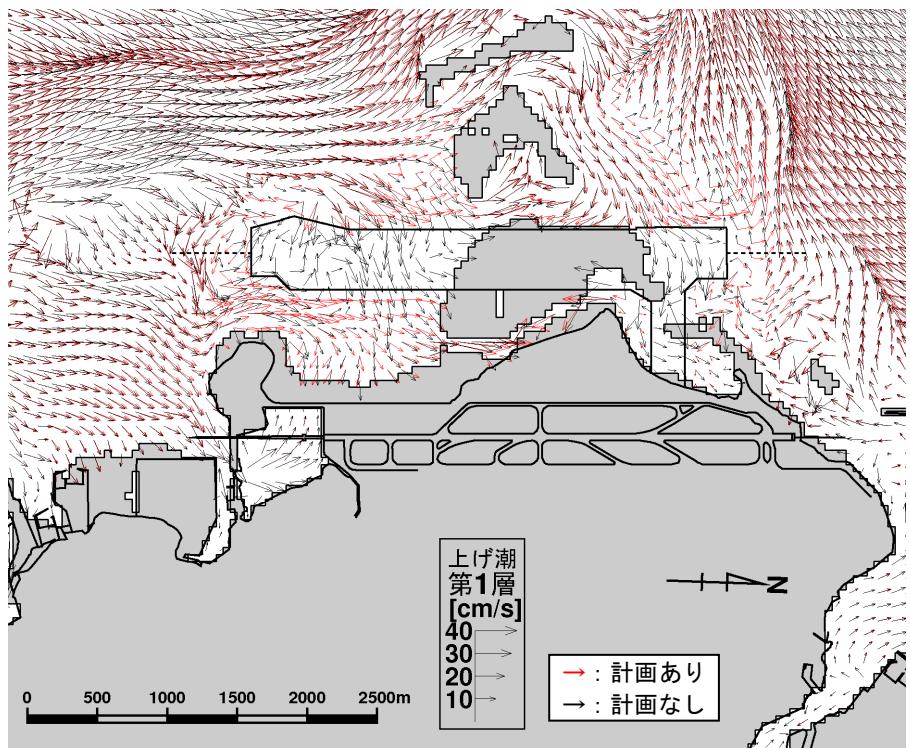


図 7 将来流速ベクトル（夏季, 平常時, 大潮, 上げ潮時, 第 1 層）

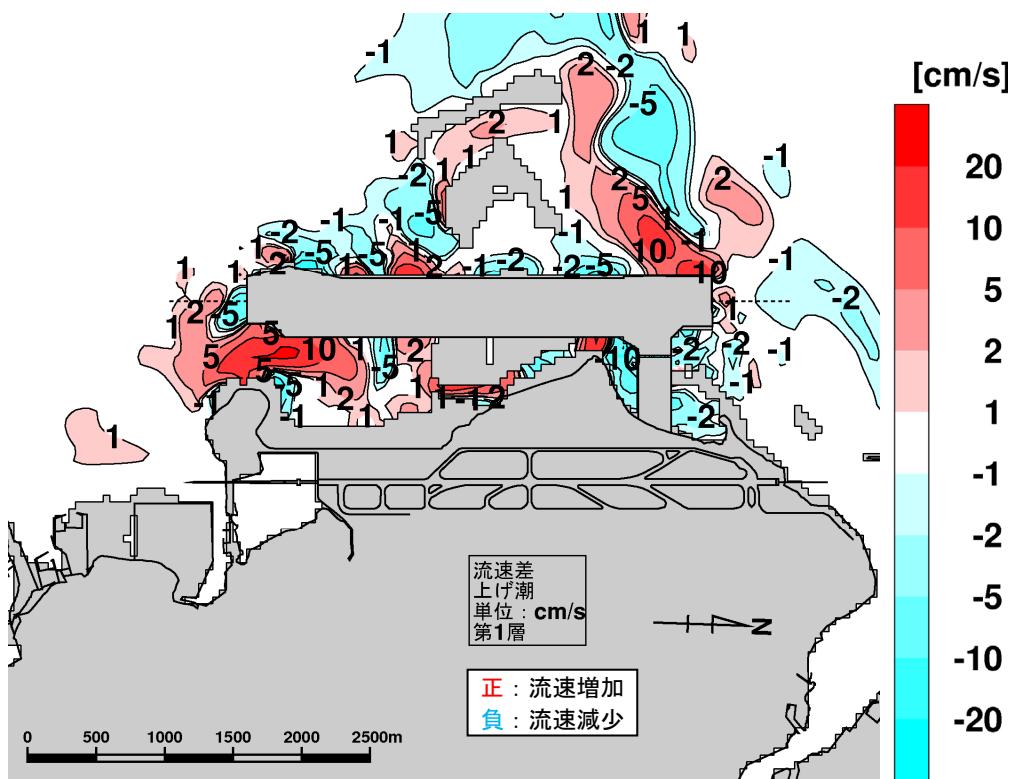


図 8 将来流速変化（夏季, 平常時, 大潮, 上げ潮時, 第 1 層）計画あり－なし

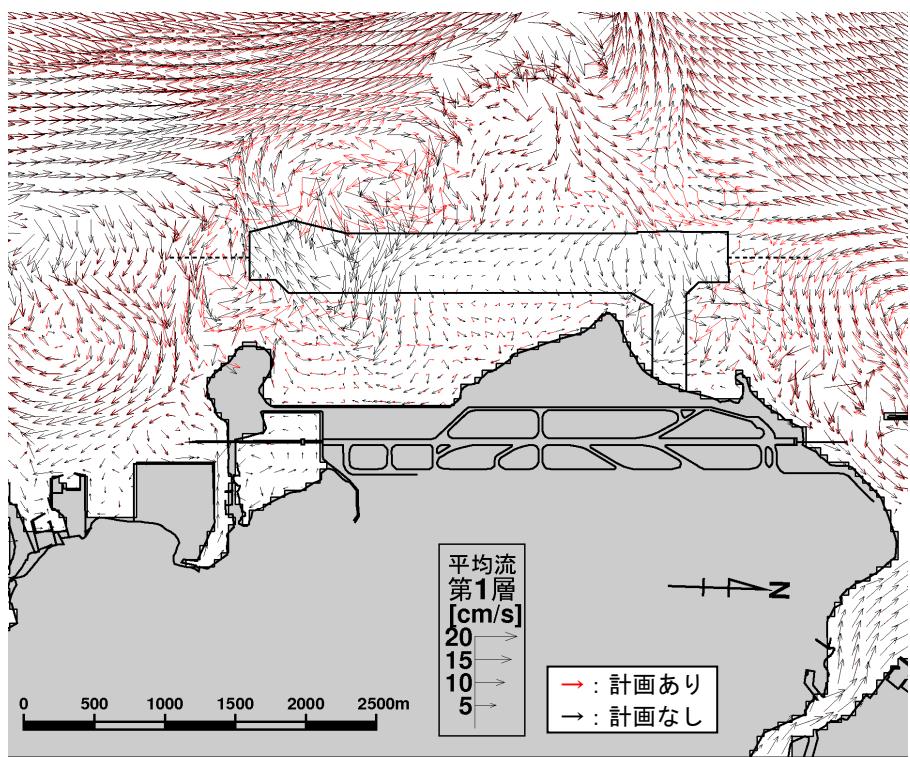


図 9 将来流速ベクトル (夏季, 平常時, 大潮, 平均流, 第1層)

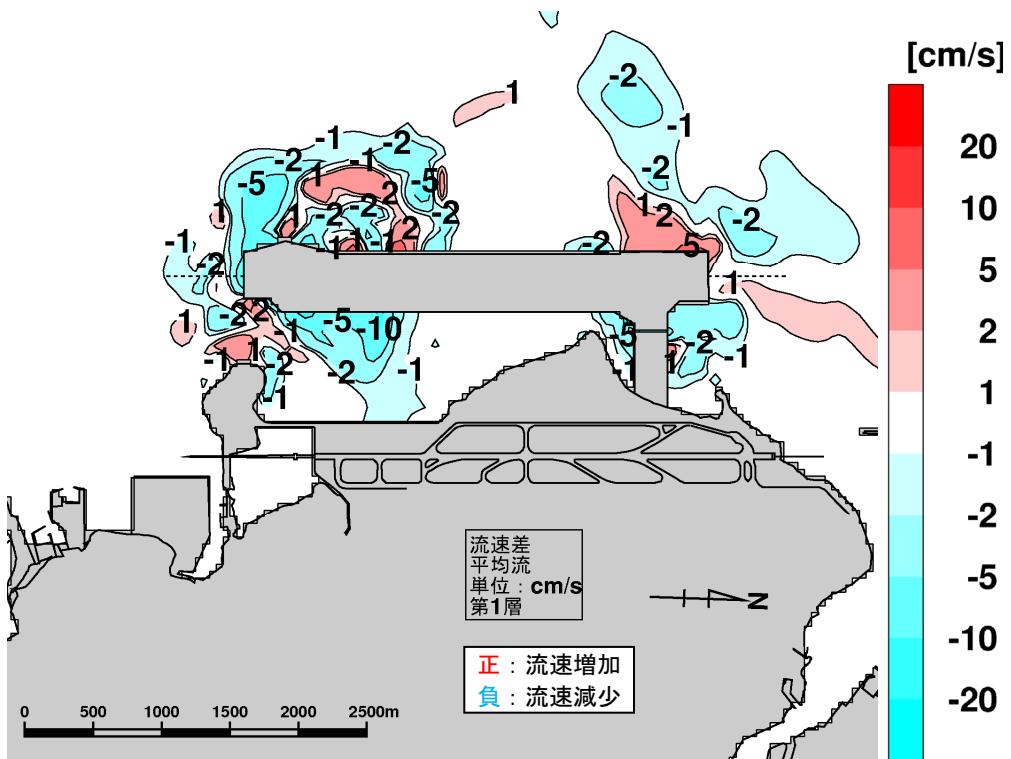


図 10 将来流速変化 (夏季, 平常時, 大潮, 平均流, 第1層) 計画ありーなし

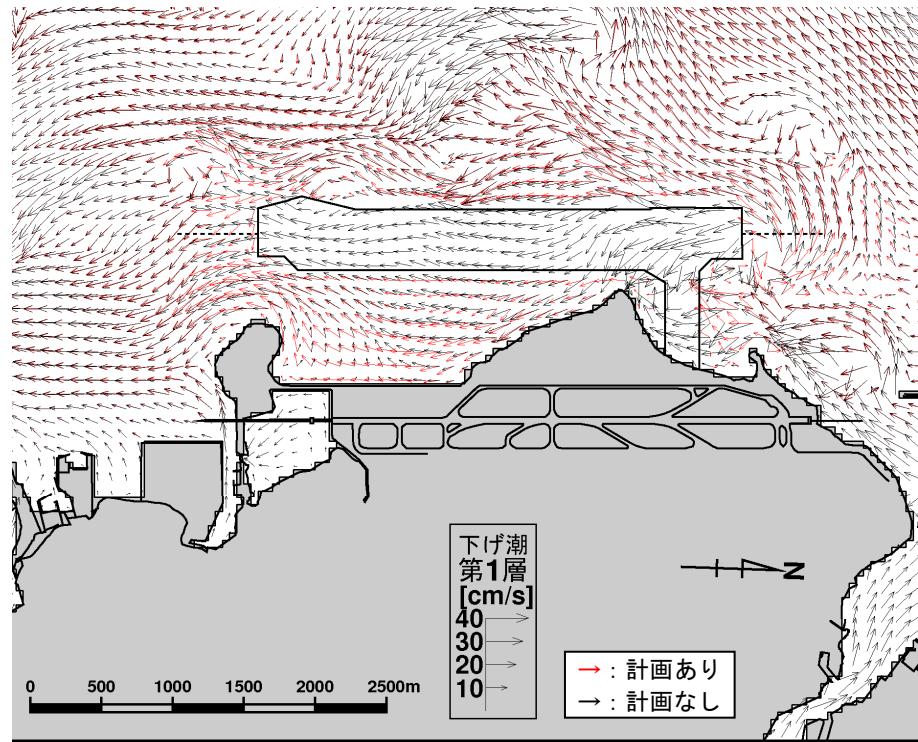


図 11 将来流速ベクトル (冬季, 平常時, 大潮, 下げ潮時, 第 1 層)

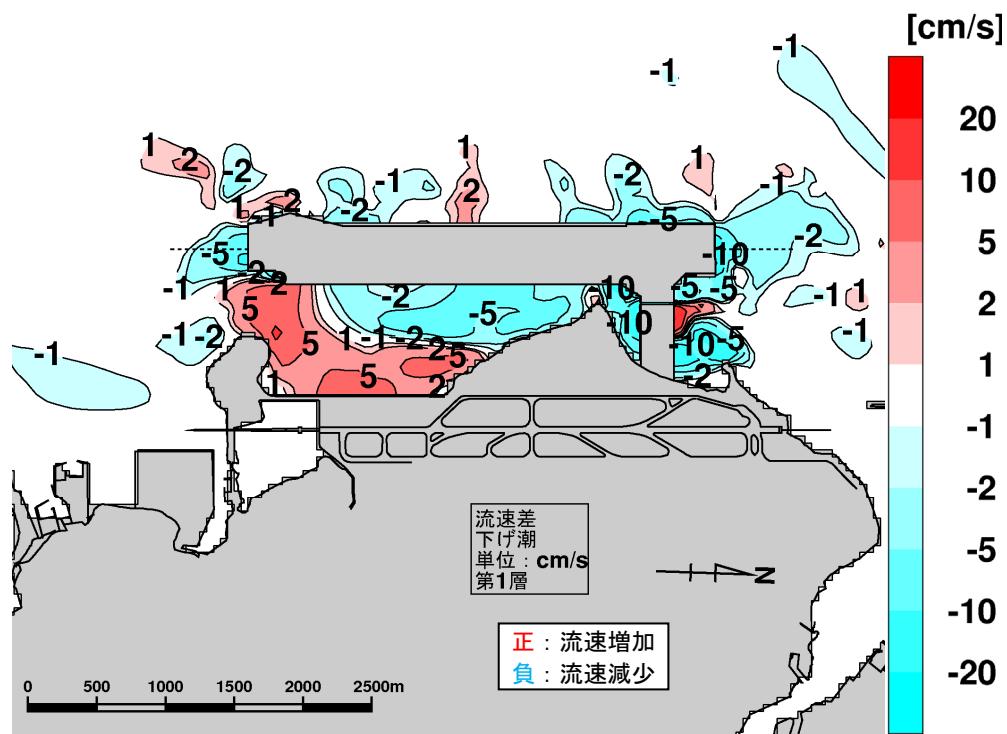


図 12 将来流速変化 (冬季, 平常時, 大潮, 下げ潮時, 第 1 層) 計画ありーなし

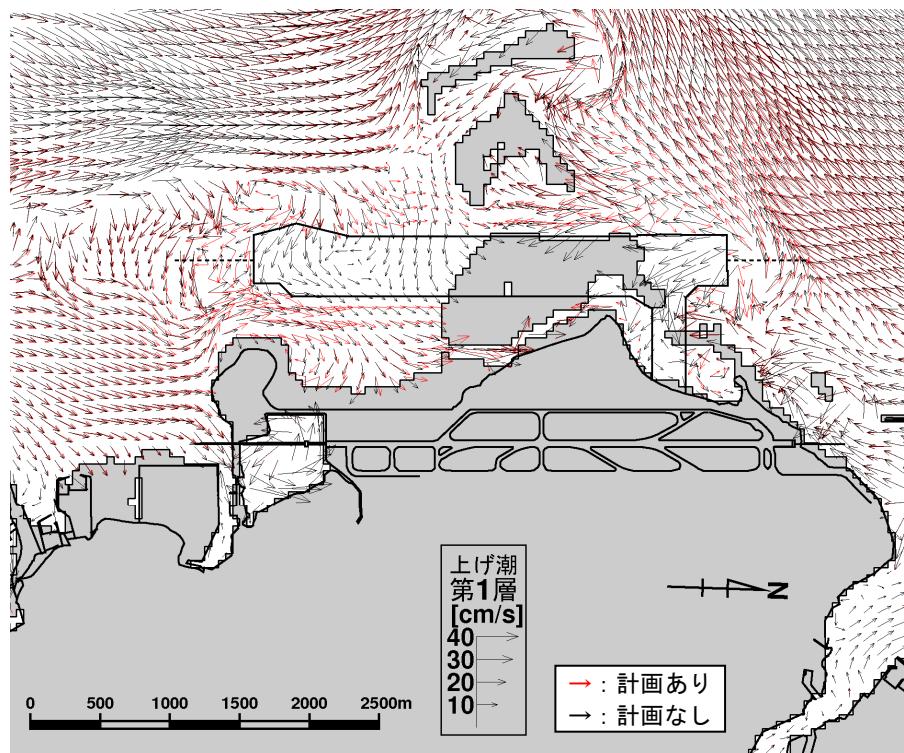


図 13 将来流速ベクトル（冬季、平常時、大潮、上げ潮時、第 1 層）

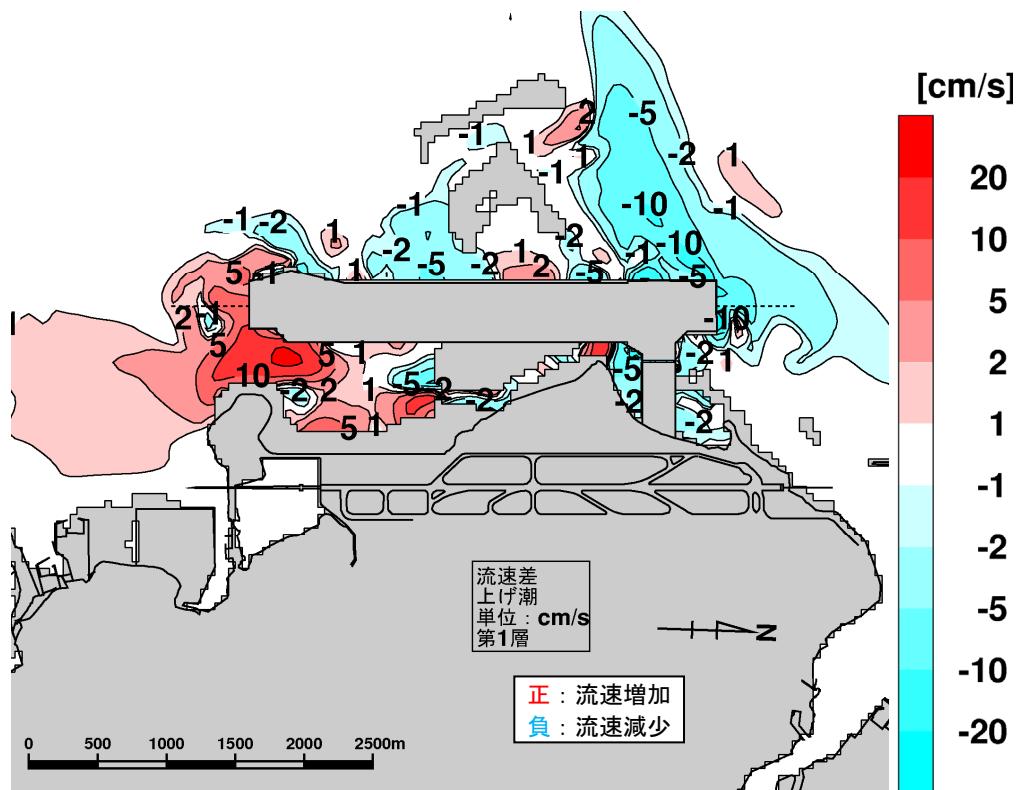


図 14 将来流速変化（冬季、平常時、大潮、上げ潮時、第 1 層）計画あり－なし

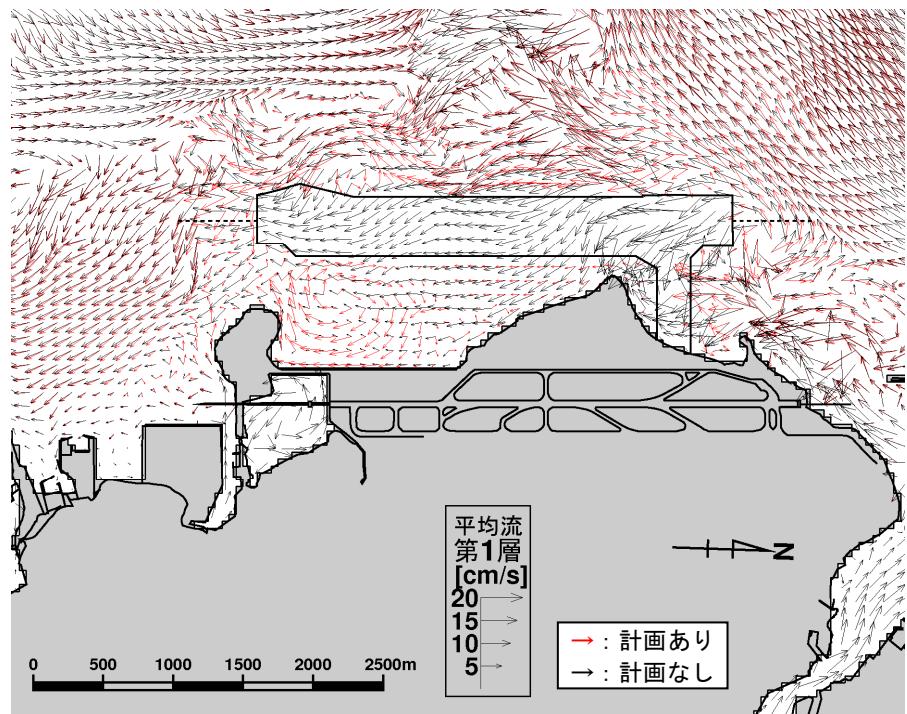


図 15 将来流速ベクトル（冬季, 平常時, 大潮, 平均流, 第1層）

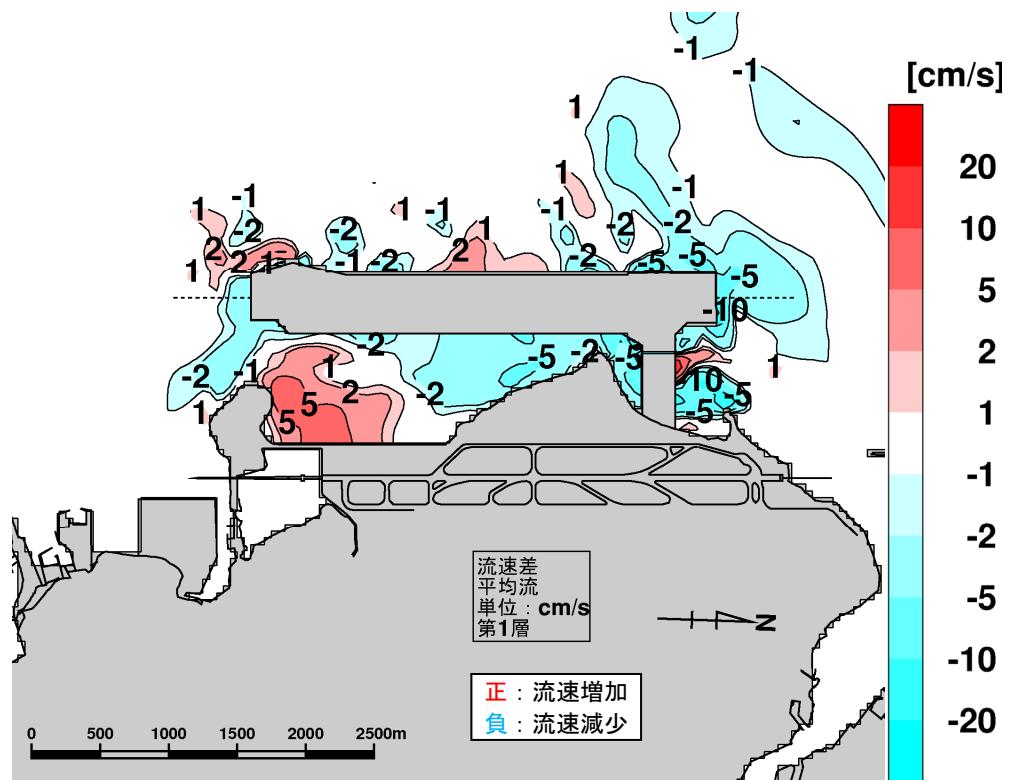


図 16 将来流速変化（冬季, 平常時, 大潮, 平均流, 第1層）計画あり－なし

2) 環境影響評価時の底質予測結果について

底質の予測結果では、閉鎖性海域内における波浪と潮流の両者を総合した底質の予測を行うため、潮流予測結果より求めたシールズ数と高波浪時の波浪予測結果より求めたシールズ数の結果の重ね合わせを行った。

なお、潮流予測結果より求めたシールズ数は、平均的な波浪場を考慮した海浜流を含む流速から計算しており、高波浪時の波浪予測結果より求めたシールズ数は波浪条件が異なった状態を計算したものである。

図 17 に示すとおり、現況では波浪の外力が支配的であったが、埋立区域が存在することで波浪の外力が及ばなくなるため、現況よりも底質は安定すると考えられる。

閉鎖性海域の底質を代表させた 0.325mm の結果をみると、閉鎖性海域内で底質に作用する力は波浪よりも潮流が支配的となると考えられ、大嶺崎の南側の沿岸で砂の移動（粗粒化）が懸念される場所が一部にみられている。また、細砂の下限値である 0.075mm の結果をみると、0.05 以上のシールズ数は、瀬長島と埋立区域間から瀬長島の北側の砂質干潟まで分布し、大嶺崎の南側の沿岸にも分布している。このことは、埋立区域の存在によって波浪の外力は弱まり、底質に作用する力は現況と比べて小さくなるものの、瀬長島と埋立区域間から瀬長島の北側の砂質干潟の範囲や大嶺崎の南側の沿岸では、埋立区域の存在時でも粒径の小さな底質を移動させる力が作用することを表している。しかし、閉鎖性海域の底質は砂質であり、シルト・粘土分含有量（0.075mm 未満）は四季平均で 1～3% と低いことから、底質の粒度組成に及ぼす影響は極めて小さいと考えられる。

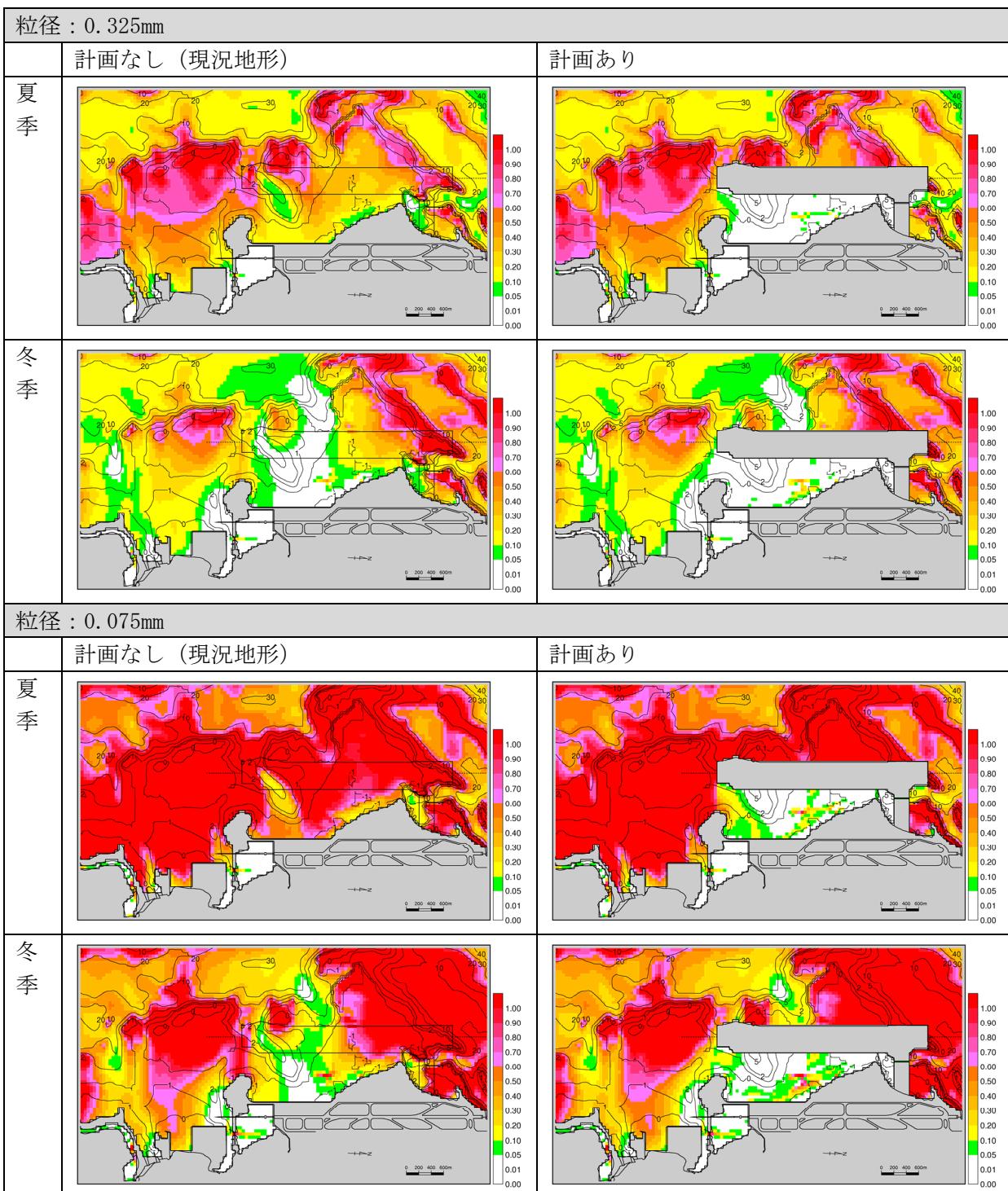


図 17 波浪（高波浪時）及び潮流（大潮期）から求めたシールズ数の分布の重ね合わせ

(3) 水質・底質の予測結果と事後調査結果について

表 1 (1) 水質及び底質の予測結果と事後調査結果の比較（水質）

項目	評価書時の予測結果	事後調査結果
水質	<p>工事の実施 (水の濁り)</p> <ul style="list-style-type: none"> 工事による水の濁り (SS) について、SS の発生量が最大となる 3 年次 5 ヶ月目と、海域生物の生息・生育場付近において施工が行われる時期の 1 年次 11 ヶ月目の 2 ケースで実施した。水産用水基準^{注 1}より、SS 濃度が 2mg/L 以上の拡散状況に着目すると、いずれの時期も、施工場所において局所的な範囲に拡散すると予測した。 	<ul style="list-style-type: none"> 水質調査結果の SS について、陸域影響が大きいと考えられる St. 7, 9, 10 を除く地点で、工事前と工事中の結果を比較すると、一時的に水産用水基準の 2mg/L を超過した地点がみられるものの、工事中に上昇傾向はみられておらず、施工場所における局所的な影響であったと考えられる。
	<p>存在・供用時 (水の汚れ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 土地又は工作物の存在及び供用に伴う水の汚れへの影響をみるとため、埋立地及び飛行場が存在し、飛行場の施設の供用が定常状態である時期を予測対象とした。閉鎖性海域における、項目ごとの予測結果を下記に示す。 COD 濃度の変化は ±0.1mg/L 未満である。 T-N は、夏季に 0.01～0.03mg/L、冬季に 0.01～0.05mg/L の濃度上昇がみられ、T-P は、夏季に 0.001～0.002mg/L、冬季に 0.001～0.003mg/L の濃度上昇がみられるものの、参考として環境基準^{注 2}と比較すると、いずれも環境基準を満足した。 	<ul style="list-style-type: none"> 水質の予測対象時期については、埋立地及び飛行場が存在し、飛行場の施設の供用が定常状態であり、適切に予測できる時期としている。 水質調査結果 (COD, T-N, T-P) については、工事前と比較して、一時的な変化はみられているものの、上昇傾向等の大きな変化はみられていない。

注：1. 「水産用水基準第 7 版(2012 年版)」(平成 25 年 1 月、社団法人日本水産資源保護協会) に、「人為的に加えられる懸濁物質は 2mg/L 以下であること。」と示されている。

2. 当該海域は環境基準の類型指定は受けていないが、COD は A 類型(2mg/L 以下)、窒素及びリンは I 類型 (窒素 0.2mg/L、リン 0.02mg/L) を準用した。

表 1 (2) 水質及び底質の予測結果と事後調査結果の比較（底質）

項目		評価書時の予測結果	事後調査結果
底質	工事の実施	<ul style="list-style-type: none"> 水の濁り発生時期における堆積厚の予測を行った。 工事の実施に伴って発生する濁りにより、工事の施工場所において局所的な範囲に細粒土砂が堆積すると予測した。 埋立区域の護岸の造成が進むことで、埋立区域の南側の水深が深くなっている場所や連絡誘導路と大嶺崎の間の水域は閉鎖性が強まり、波浪の影響をほとんど受けなくなるため、底質の粒度組成は細粒化する可能性があると予測した。 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂の堆積が予測されていた範囲に位置している、St. 2, 8 の底質調査結果について、工事前と工事中を比較すると、St. 2 の SPSS は平成 28 年度冬季から平成 29 年度秋季まで汚濁防止膜の内側にあった影響で、平成 29 年度冬季から平成 30 年度冬季まで高かったが、令和元年度には工事前の変動範囲内であり、粒度組成大きな変化はみられていない。St. 8 の SPSS 及び粒度組成は大きな変化はみられていない。
	存在・供用時	<ul style="list-style-type: none"> 埋立地及び飛行場が存在する時期を対象として実施した潮流及び高波浪時のシミュレーション結果を用いて、シールズ数の分布の変化を把握し、その結果から定性的に底質の粒度組成を予測した。 新たに形成される閉鎖性海域において、底質に作用する外力の変化により、長期的には底質（粒度組成）に影響を及ぼす可能性は否定できないものの、現況の底質（シルト・粘土分含有量が 1~3%と低い砂質）と波浪や潮流の外力変化及び水質変化の予測結果を踏まえると、埋立地の存在による底質（粒度組成）への影響は極めて小さいと予測した。（詳細な予測結果については、資料 1p18~19 に示すとおりである） 	<ul style="list-style-type: none"> 底質の予測対象時期については、埋立地及び飛行場が存在し、適切に予測できる時期としている。 閉鎖性海域の地点の粒度組成をみると、平成 29 年度以降、St. 4 では、若干シルト・粘土分が増加したものの、その他の地点については、工事前と比較して大きな変化はみられていない。 St. 4 については、底質の変化と関連する調査項目として、マクロベントスで、オニノツノガイ科やウスヒザラガイ科により、個体数の増加がみられており、底生動物の出現状況も踏まえ、今後も注視していくこととする。

1) 水質調査結果

平成 22 年度冬季から令和元年度夏季までの水質調査結果について、工事（平成 25 年度冬季）前後に、変化がみられているか検討した。

水質調査結果の SS について、陸域影響が大きいと考えられる St. 7, 9, 10 を除く地点で、工事前と工事中の結果を比較すると、一時的に水産用基準の 2mg/L を超過した地点がみられるものの、工事中に上昇傾向はみられておらず、施工場所における局所的な影響であったと考えられる。



図 19 水質調査地点

表 2 比較に用いた調査結果 (SS)

調査時期	調査年度
工事前	平成 22 年度冬季 平成 23 年度春季・夏季・秋季 平成 25 年度夏季・冬季
工事中	平成 26~30 年度春季から冬季 令和元年度春季・夏季

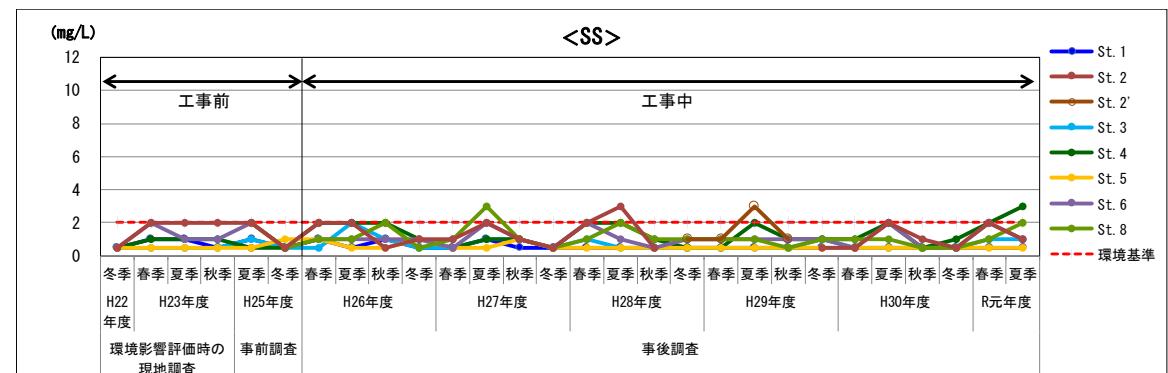
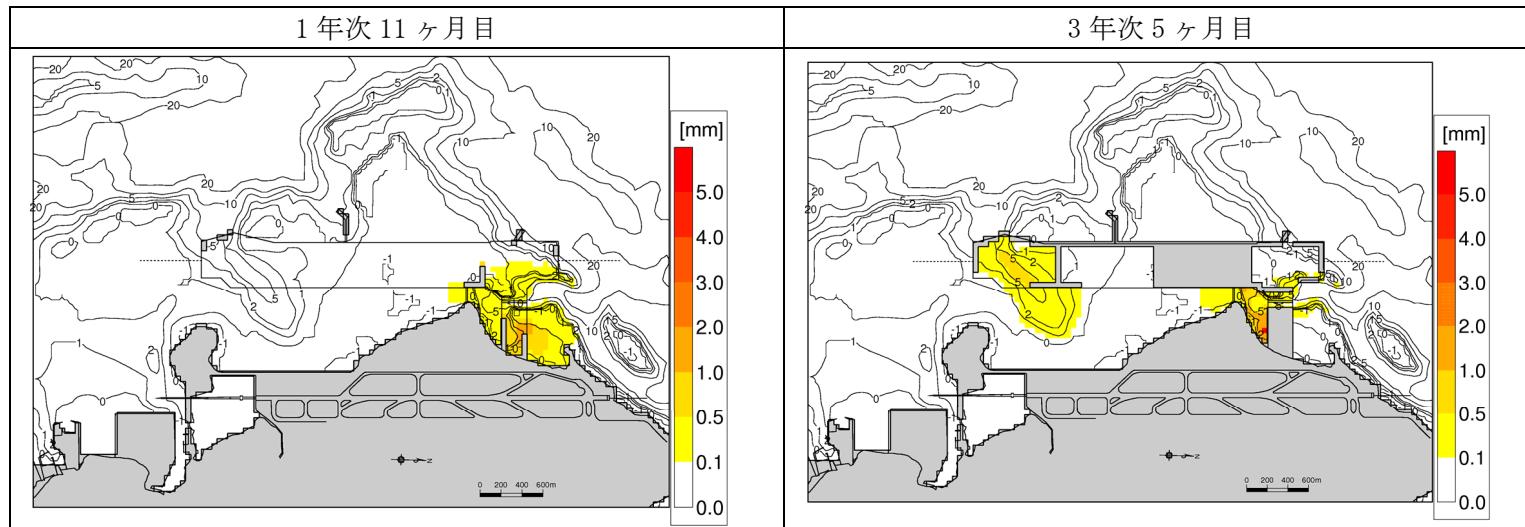


図 18 水質の経年変化 (SS)

白 紙

2) 底質調査結果

土砂の堆積が予測されていた範囲に位置している、St. 2, 8 の底質調査結果について、工事前と工事中を比較すると、St. 2 の SPSS は平成 28 年度冬季から平成 29 年度秋季まで汚濁防止膜の内側にあった影響で、平成 29 年度冬季から平成 30 年度冬季まで高かったが、令和元年度には工事前の変動範囲内であり、粒度組成大きな変化はみられていない。St. 8 の SPSS 及び粒度組成は大きな変化はみられていない。



注1：図中の等値線は、基準面(D.L.)からの水深を表示した。

2：堆積厚については、予測結果が1日当りの結果で得られることから、1年次11ヶ月目、3年次5ヶ月目の施工条件が1ヶ月継続すると仮定して30倍(30日)した数値を示した。

3：堆積状況は、夏季及び冬季に共通してみられることから、夏季の結果のみを示す。

図 20 工事中の SS の堆積厚

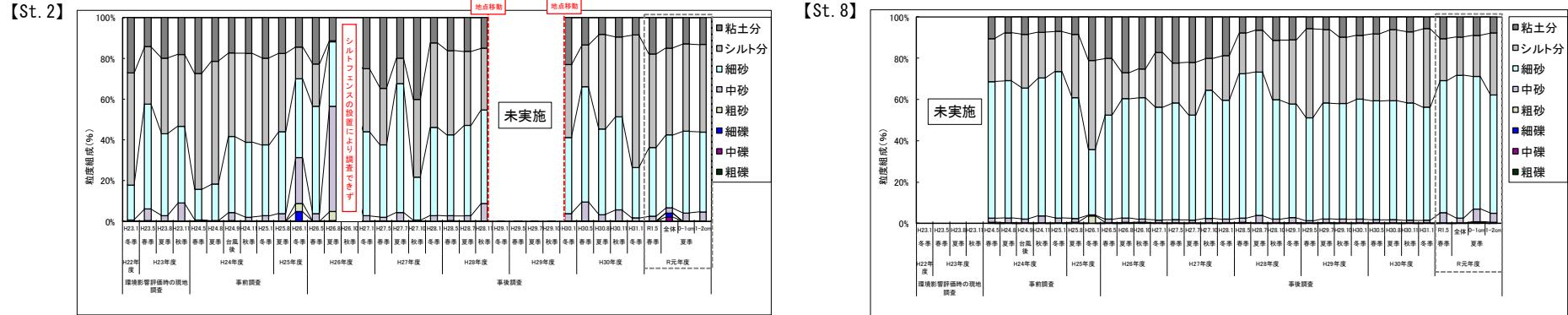


図 21 粒度組成 (St. 2, St. 8)

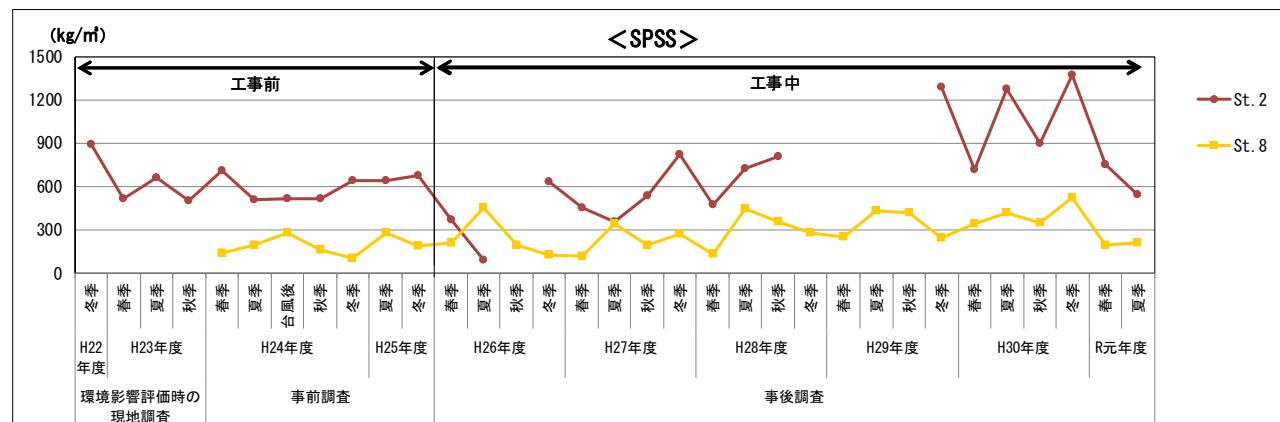


図 22 底質の経年変化 (SPSS)

資料 1p8, 9 に示すとおり、大嶺崎周辺では、埋立地の存在によって、海水交換に時間がかかると予測されていた。また、底質については、資料 1p33, 34 に示すとおり、埋立区域が存在することで波浪の外力が及ばなくなるため、現況よりも底質は安定すると予測されていた。これらの予測結果から、海域生物への影響として、「閉鎖性海域では、波浪が遮蔽されることにより、長期的には細粒分が堆積し、砂泥質や泥質を好む底生動物へと生物相が変化する可能性がある」と予測していた。

大嶺崎周辺の St. 4 及び B15 における底質及び底生動物の出現状況は図 24 及び図 25 に示すとおりである。

St. 4 について、底質のシルト・粘土分が工事前と比較して多く、底生動物（マクロベントス）の個体数が、春季・夏季に工事前の変動範囲を上回った。底生動物（マクロベントス）は、これまでオニノツノガイ科が多かったが、令和元年度春季・夏季には、ウスピザラガイ科も多く確認された。St. 4 のように変化がみられている地点については、粒度組成等底質の変動と併せて今後も注視していくこととする。

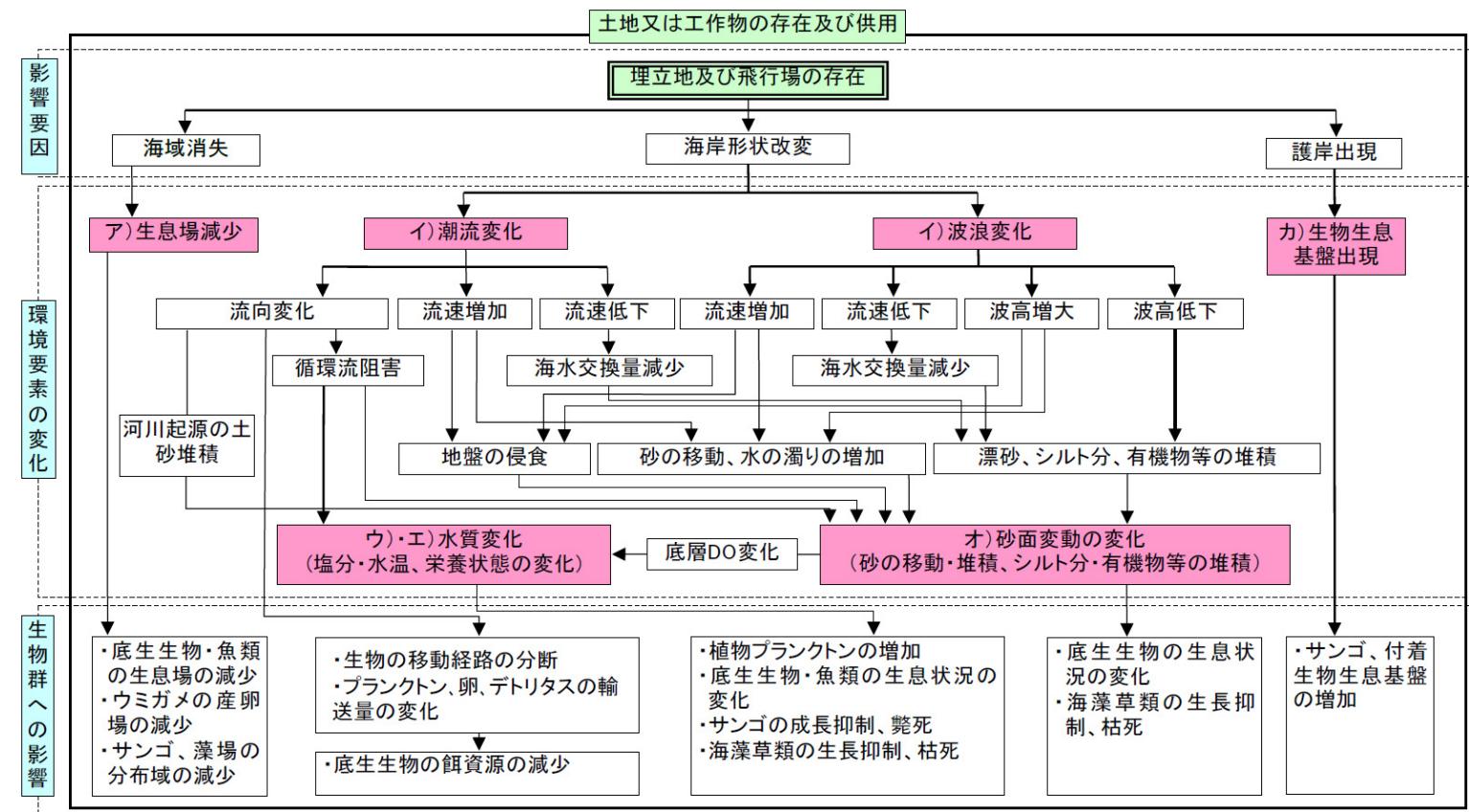


図 23 環境影響評価書時に想定された影響フロー図（海域生物、施設の存在）

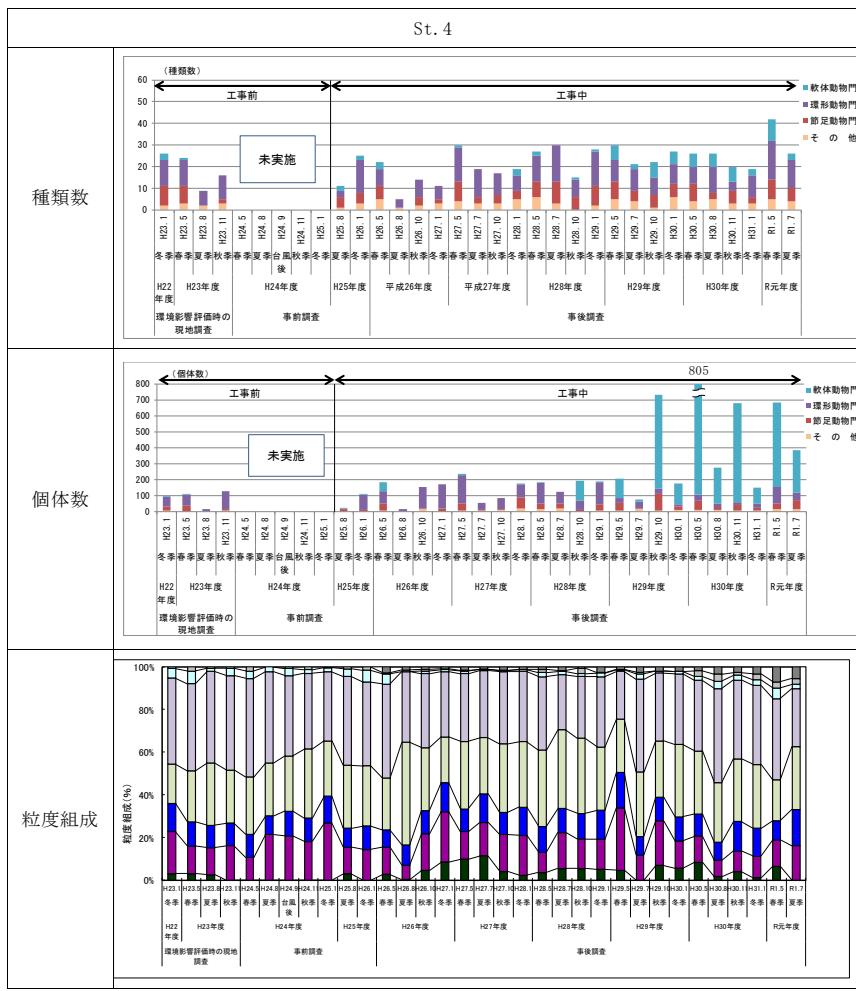


図 24 マクロベントス分類群別出現種類数・個体数及び粒度組成の経年変化 (St. 4)

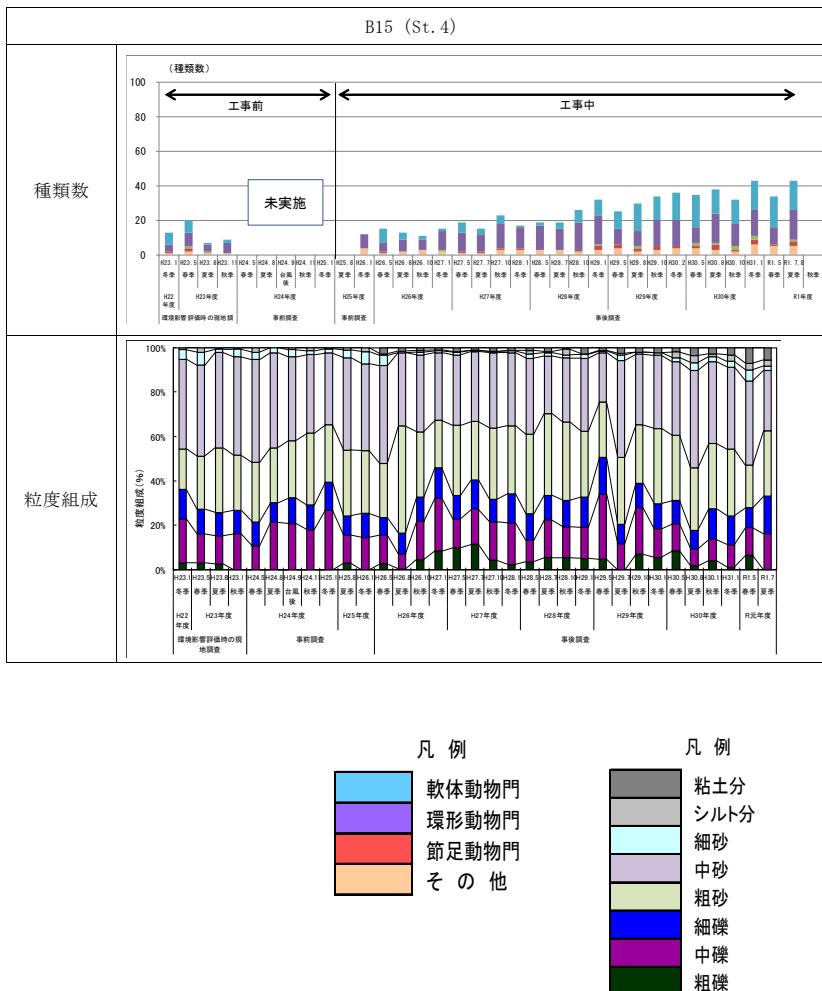


図 25 メガロベントス分類群別出現種類数と粒度組成の
経年変化 (B15)

【参考資料2】底質の外観（色相）の経年変化について

		St.2	St.4	St.8	St.6	St.7
環境影響評価時 の現地調査	H22冬季	灰	灰白	-	浅黄	灰
	H23春季	灰	灰白	-	オリーブ黄	暗緑灰
	H23夏季	灰	灰白	-	灰オーブ ⁺	灰
	H23秋季	オリーブ黒	オリーブ黄	-	灰オーブ	灰オーブ
事前調査	H24春季	オリーブ黒	灰白	-	灰黄	灰黄
	H24夏季	オリーブ黒	灰白	-	灰黄	黒褐
	台風後	黄灰	灰白	-	灰黄	オリーブ黒
	H24秋季	黄灰	灰黄	-	にぶい黄	灰黄
	H24冬季	灰	灰黄	-	にぶい黄	灰黄
	H25夏季	灰	灰黄	黄灰	灰黄	黄灰
	H25冬季	灰	灰白	灰白	灰オーブ	黒
事後調査	H26春季	黄灰	淡黄	オリーブ灰	オリーブ黄	緑黒
	H26夏季	オリーブ灰	淡黄	オリーブ灰	黄	緑灰
	H26秋季	-	淡黄	暗灰	灰黄	オリーブ黒
	H26冬季	灰	灰白	灰	灰	暗オリーブ ⁺
	H27春季	灰	灰白	灰白	灰白	暗オリーブ ⁺
	H27夏季	灰オーブ	浅黄	灰	灰オーブ	暗灰黄
	H27秋季	暗オリーブ灰	灰白	暗オリーブ灰	灰オーブ	暗灰黄
	H27冬季	暗オリーブ灰	灰白	灰	灰白	黄灰
	H28春季	灰オーブ	灰オーブ	灰オーブ	オリーブ灰	灰黄
	H28夏季	灰オーブ	灰オーブ	灰オーブ	灰白	暗緑灰
	H28秋季	灰	灰オーブ	灰	灰	オリーブ黒
	H28冬季	-	灰オーブ	灰	灰オーブ	にぶい黄
	H29春季	-	灰オーブ	灰	黄オーブ	にぶい黄
	H29夏季	-	灰	灰	灰オーブ	オリーブ ⁺
	H29秋季	-	灰オーブ	灰オーブ	灰オーブ	オリーブ ⁺
	H29冬季	灰	灰	灰	灰オーブ	オリーブ ⁺
	H30春季	灰	灰	灰	灰オーブ	オリーブ ⁺
	H30夏季	灰	灰	灰	灰オーブ	オリーブ ⁺
	H30秋季	灰	灰	灰	灰	オリーブ ⁺
	H30冬季	灰	灰	灰オーブ	灰	オリーブ ⁺
	R1春季	灰黄	灰オーブ	灰オーブ	灰オーブ	灰
	R1夏季	暗灰黄	オリーブ黒	灰オーブ	浅黄	灰

外観の主な例：

カラー	項目
黒	黒
オリーブ黒	オリーブ黒
オリーブ黒	オリーブ黒
オリーブ黒	オリーブ黒
灰	灰
灰	灰
灰	灰
灰	灰
暗赤褐	暗赤褐
褐灰	褐灰
灰褐	灰褐
綠黒	綠黒
暗緑灰	暗緑灰
暗緑灰	暗緑灰
綠灰	綠灰
綠灰	綠灰
暗オリーブ ⁺ 灰	暗オリーブ ⁺ 灰
オリーブ ⁺ 灰	オリーブ ⁺ 灰
暗オリーブ ⁺	暗オリーブ ⁺
暗オリーブ ⁺	暗オリーブ ⁺
暗灰黄	暗灰黄
暗灰黄	暗灰黄
黄灰	黄灰
黄灰	黄灰
灰黃	灰黃
にぶい黄	にぶい黄
にぶい黄	にぶい黄
オリーブ ⁺	オリーブ ⁺
灰白	灰白
灰白	灰白
浅黄	浅黄
浅黄	浅黄
黄	黄
黄	黄
黄	黄
淡黄	淡黄
淡黄	淡黄

白 紙

【参考資料3】サンゴ類定点調査における多様度指数の変化について

サンゴ類定点調査（5m×5m コドラーート）結果から、多様度指数を算出した。算出にあたっては、サンゴ類は個体数ではなく被度として把握しているため、5m×5m コドラーート内で確認されたサンゴ類の種類数及び被度を使用した。

なお、被度 5%未満（調査結果では「+」と表示）については、2.5 に換算した。

多様度指数は、種数、シャノン・ウィーバー指数(Shannon-Wiener Div.)、シンプソン指数(Simpson Div.)、最優占種占有率の逆数(inverse relative dominance)の4種類とした。

それぞれの指標について、地点ごとの経年変化をみると、C4 については工事前と工事中で値が異なるものの、地点移動によるものであり、工事による影響ではないと考えられる。その他の地点では、工事前と工事中で大きな変化はみられなかった。

種数

$$D = S$$

シャノン・ウィーバー指数

$$D = \exp \left(- \sum_{i=1}^S \log (Pi) \right)$$

シンプソン指数

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S Pi^2$$

最優占種占有率の逆数

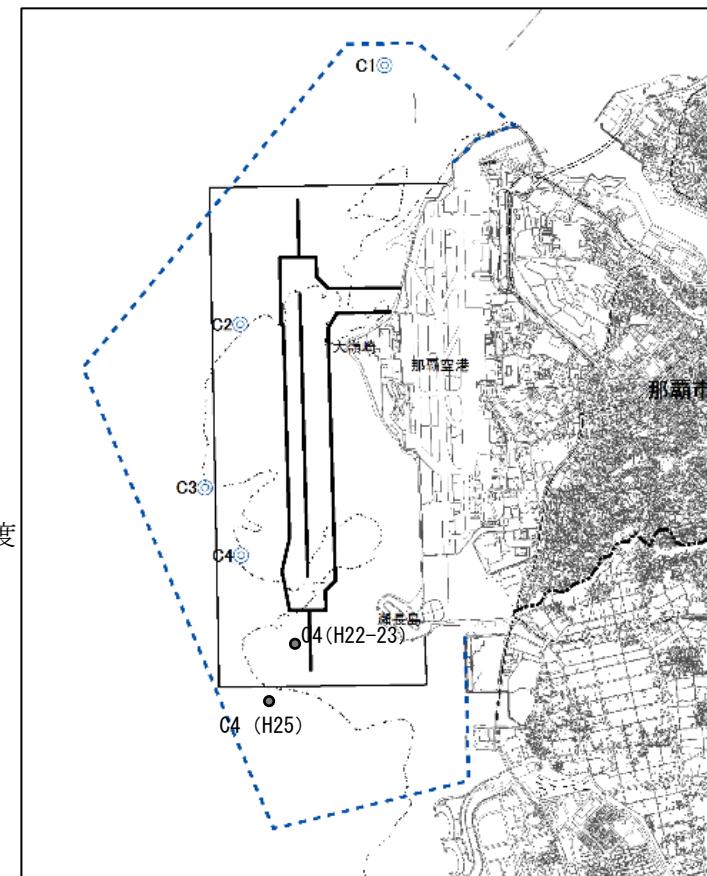
$$D = \frac{1}{P1}$$

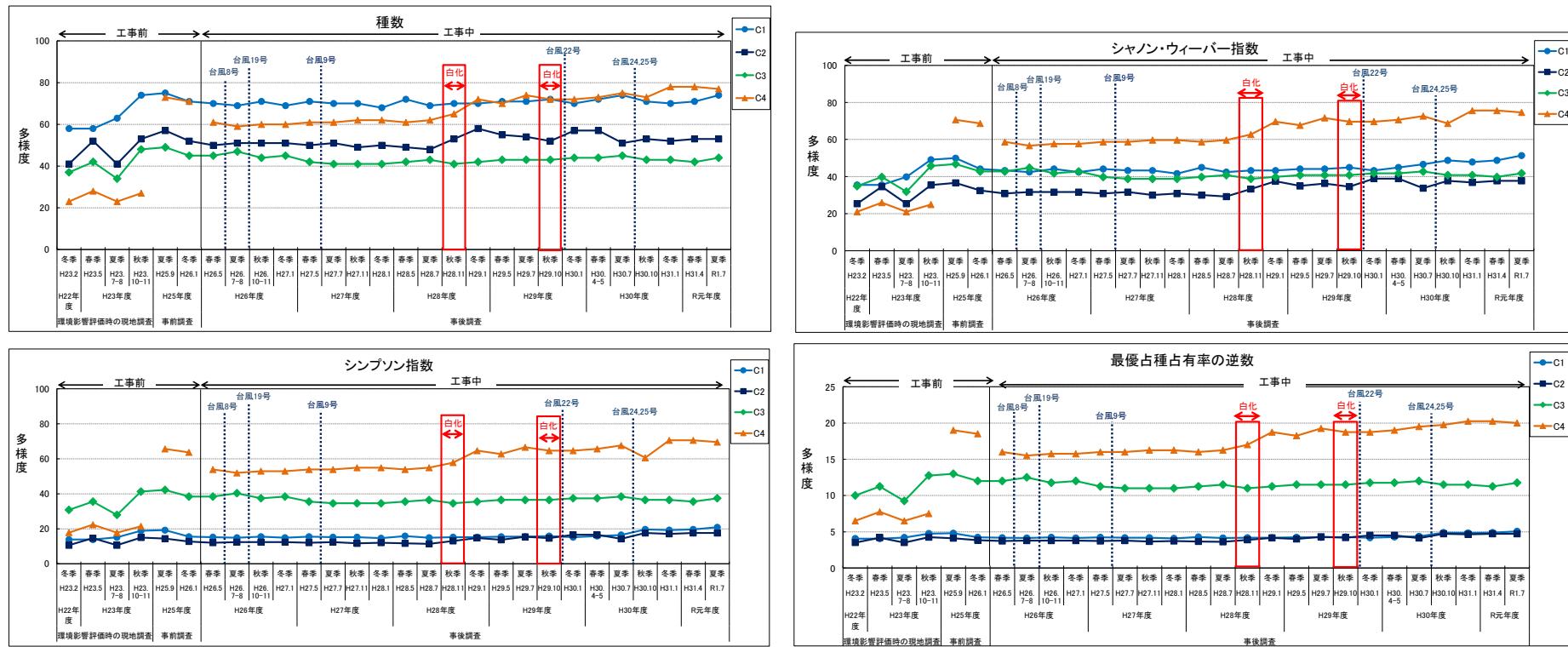
S : 種数

Pi : 群集を構成する種を多い順に並べて i 番目種の被度/コドラーート内サンゴ被度

出典：国立研究開発法人 水産研究・教育機構 日本海区水産研究所ホームページ

「多様度指数の計算」(<http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/gunshu/tayodo.html>)





注) 1. C4 の平成 23 年 10 月以前のデータは、平成 22~23 年度に沖縄総合事務局が実施した本調査地点近傍の C8 の結果を示す。

注) 2. 平成 26 年 5 月調査時に C4 が汚濁防止膜内に位置したため、汚濁防止膜外の近傍域に地点を移動した。

注) 3. 地点を移動した箇所は線をつなげず示している。

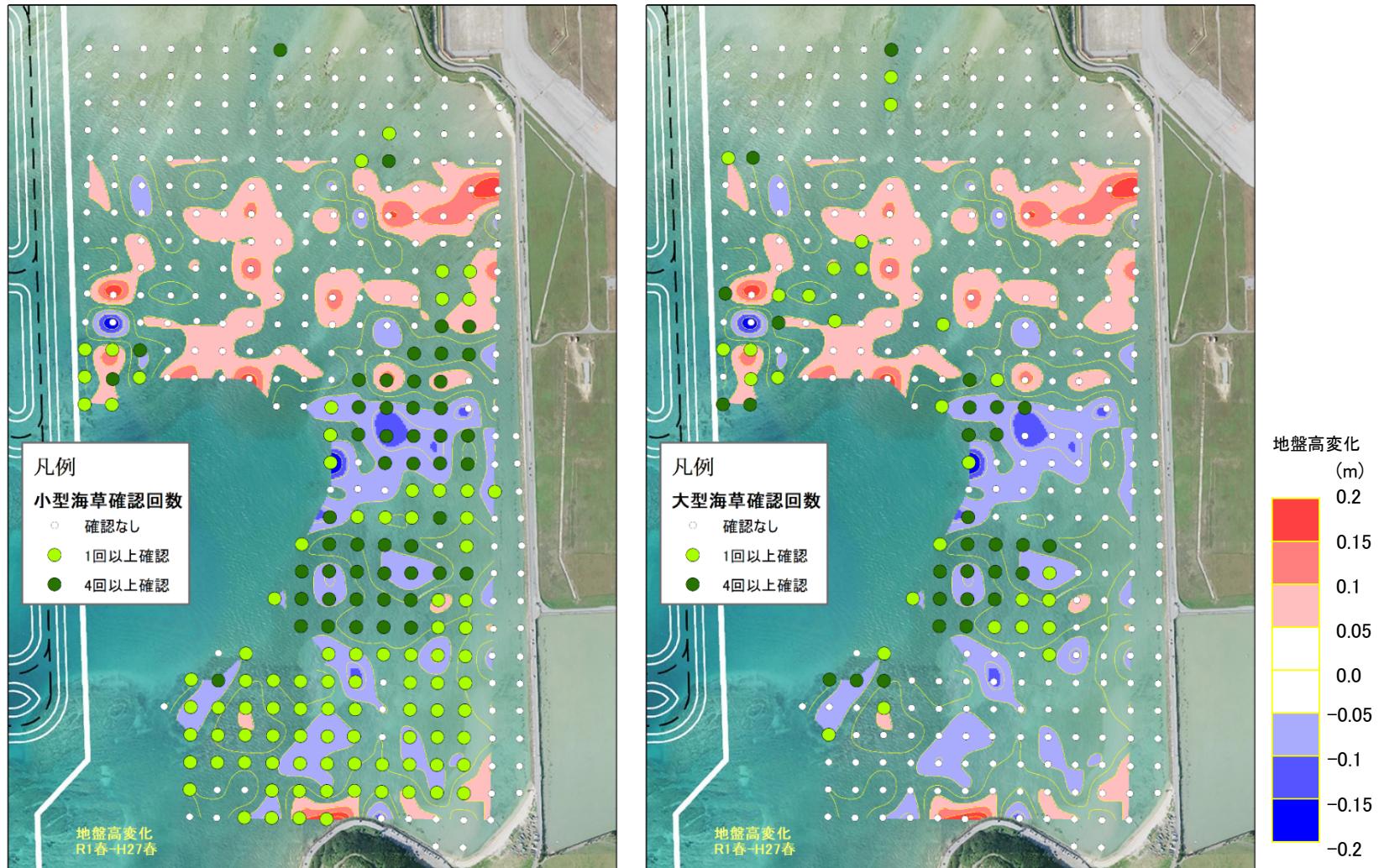
注) 4. 那覇に接近し最大瞬間風速 35m/s 以上を記録した台風を示す。

図 26 サンゴ類定点調査 多様度指数

【参考資料4】海草藻場底質調査における大型海草と小型海草の分布状況について

小型海草については、これまでの7回の調査において、1回以上確認された地点は、調査範囲の中央から南東部多く、平成27, 28年度に確認され、平成29年度に消失、その後確認されていない。4回以上確認された地点は、調査範囲の中央に多かった。

大型海草については、瀬長島北側の深場の縁辺部で多く確認されており、1回以上確認された地点と4回以上確認された地点の分布状況に大きな差はみられなかった。



注：大型海草は、リュウキュウスガモ、リュウキュウアマモ、ボウバアマモ、ベニアマモを対象とした。

小型海草は、コアマモ、マツバウミジクサ、ウミジグサ、ウミヒルモ類を対象とした。