

令和6年度
塩屋湾水質改善事業業務

報告書

令和7年6月

大宜味村 企画観光課

目 次

1 業務概要	1-1
1.1 業務目的.....	1-1
1.2 業務項目.....	1-1
1.3 業務構成.....	1-2
1.4 業務工程.....	1-3
1.5 各業務項目の実施概要.....	1-3
2 業務内容	2-1
2.1 水質予測モデル及び赤土拡散予測モデルの構築.....	2-1
2.1.1 予測モデルの設定	2-2
2.1.2 現況再現計算	2-27
2.2 水質予測及び赤土拡散予測ケースの検討・設定.....	2-44
2.2.1 湾内対策	2-44
2.2.2 水質予測条件	2-44
2.2.3 赤土拡散予測条件	2-46
2.3 水質予測及び赤土等拡散予測計算.....	2-50
2.3.1 水質予測計算	2-50
2.3.2 赤土等拡散予測結果	2-69
2.4 水質改善及び赤土等影響低減技術効果の検討・評価.....	2-101
2.4.1 水質予測計算	2-101
2.4.2 赤土等拡散予測計算	2-103
2.5 塩屋湾水環境改善計画の策定.....	2-112
2.5.1 湾内改善対策の基本設計	2-112
2.5.2 周辺陸域調査計画	2-119
2.5.3 水質改善及び赤土影響低減モニタリング計画	2-132
2.6 その他必要事項.....	2-149
2.6.1 打合せ・協議	2-149
2.6.2 委員会開催支援	2-150
2.6.3 報告書のとりまとめ	2-156

1 業務概要

1.1 業務目的

塩屋湾は、沖縄八景の一つにも選定され、緑の山に囲まれ静かな入り江が広がる風光明媚な景勝地である。また、塩屋湾沿岸の集落で受け継がれている塩屋湾のウングミ（海神祭）は、国の重要無形民俗文化財にも指定されているなど、塩屋湾は大宜味村民にとっての貴重な財産である。

この塩屋湾に関しては、令和5年5月に「塩屋湾周辺利活用推進事業」の一環として、塩屋湾一帯の優れた資源を活かした魅力ある広域的な観光・レクリエーション拠点と共に水産業の発展拠点の形成に向けた「塩屋湾周辺利活用推進基本構想」（以下、「基本構想」という。）が策定されたところである。この基本構想の基本コンセプト及び基本方針の達成に向けては、環境再生が重要な事項と位置付けられ、まずは、現状で決して良好とは言えない塩屋湾の水環境の再生に取り組む必要性が認識されている。これを受けて令和5年度からは「塩屋湾水環境再生事業」が開始され、塩屋湾の汚濁メカニズムの把握や改善方法の方向性が明らかになった。

本業務は、令和5年度に引き続き、その成果を活かし、水環境再生（塩屋湾水環境改善計画等）の具体策等を検討することを目的とする。

1.2 業務項目

業務項目は表 1-1 に示すとおりである。

表 1-1 業務項目一覧表

業 務 項 目	単位	数量
水質予測モデル及び赤土拡散予測モデルの構築		
予測モデルの設定	式	1
現況再現計算	式	1
水質予測及び赤土拡散予測計算ケースの検討・設定	式	1
水質予測及び赤土等拡散予測計算		
水質予測計算	式	1
赤土等拡散予測計算	式	1
水質改善及び赤土等影響低減技術効果の検討・評価	式	1
塩屋湾水環境改善計画の策定		
湾内改善対策の基本設計	式	1
周辺陸域対策計画	式	1
水質改善及び赤土影響低減モニタリング計画	式	1
その他必要事項		
打合せ	回	4
委員会等開催支援	回	3
報告書のとりまとめ	式	1

1.3 業務構成

本業務の構成は下記のフローの通りである。

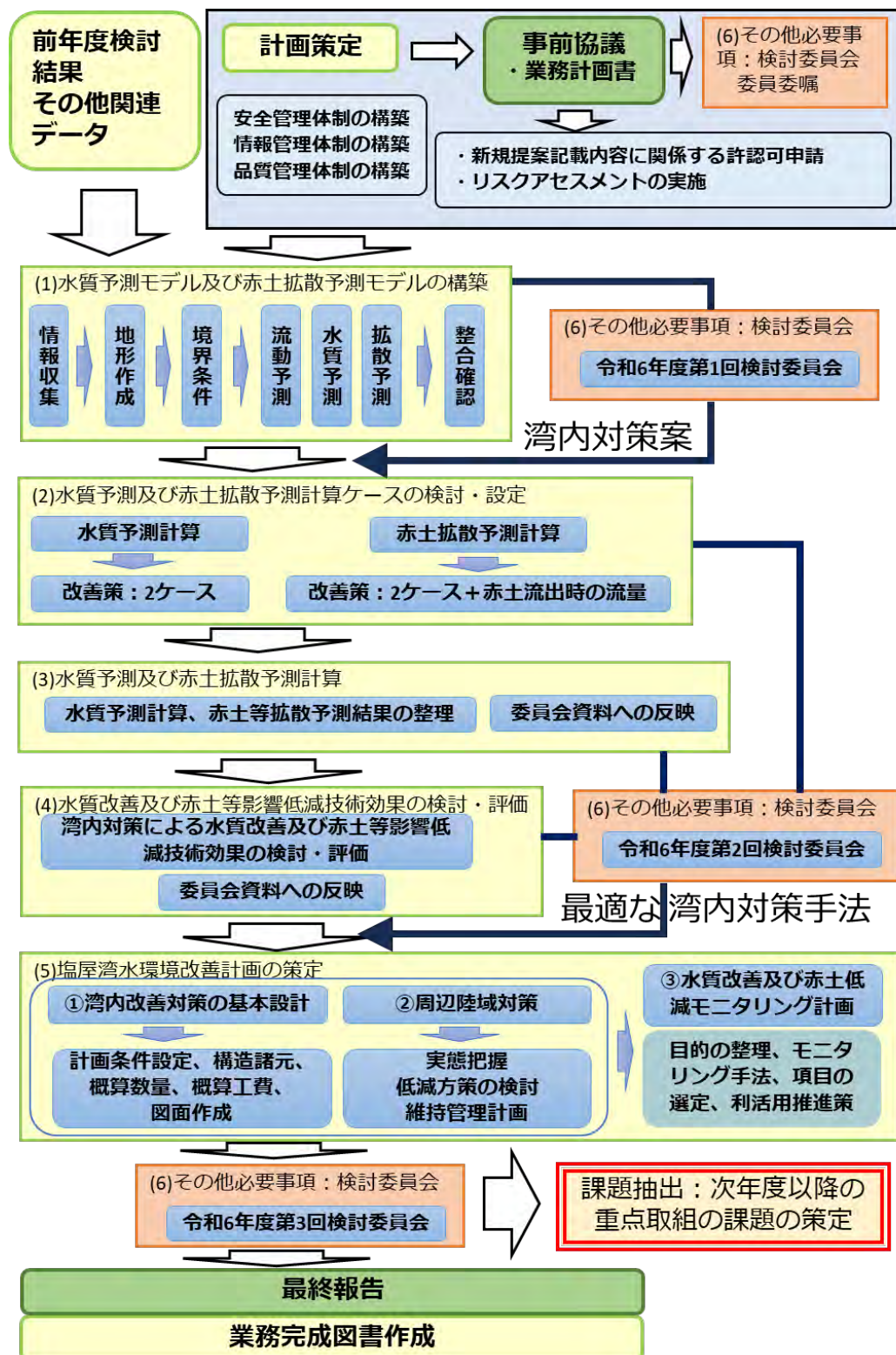


図 1-1 業務構成フロー

1.4 業務工程

本業務の業務工程は表 1-2 に示すとおりである。

表 1-2 業務工程表

検 討 項 目	令和6年度						令和7年度			備 考
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
計画準備										
業務計画作成	—									業務開始：令和6年10月中旬
(1) 水質予測モデル及び赤土拡散予測モデルの構築										
① 予測モデルの設定		—								
② 現況再現計算		—	—							
(2) 水質予測及び赤土拡散予測計算ケースの検討・設定										
検討ケースの検討・予測条件等の設定		—	—							
(3) 水質予測及び赤土等拡散予測計算										
① 水質予測計算			—	—	—					2ケース
② 赤土等拡散予測計算			—	—	—					3ケース
(4) 水質改善及び赤土等影響低減技術効果の検討・評価										
水質改善及び赤土等影響低減技術効果の検討・評価					—	—				
(5) 塩屋湾水環境改善計画の策定										
① 湾内改善対策の基本設計			—	—	—	—	—	—	—	【新規1】水深・底質調査（1月ごろ）
② 周辺陸域対策計画			—	—	—	—	—	—	—	【新規2】出水時拡散状況確認（11月ごろ）
③ 水質改善及び赤土影響低減モニタリング計画						—	—	—	—	
(6) その他必要事項										
打合せ	●	●			●		●		●	キックオフ+4回程度の打合せ
委員会等開催支援		委員支援	第1回委員会		第2回委員会		第3回委員会			
報告書のとりまとめ								—	—	履行期間：令和7年6月27日

1.5 各業務項目の実施概要

各業務項目の実施概要は以下の通りである。

1) 水質予測モデル及び赤土拡散予測モデルの構築

① 予測モデルの設定

予測モデルとして、海岸線を精度よく再現できる三角形格子ならびに水深の凹凸を表現するのに適した σ 座標系を有するモデル（DHI 社 MIKE シリーズ）を選定した。予測に必要な境界条件として、周辺の気象・海象条件、公共用水域水質調査結果等を基に、風況、降雨、河川、潮位、波浪、大気、水質、底質の条件を設定した。

② 現況再現計算

過年度調査データを基に塩屋湾内の流況や水質調査結果との比較を行い、概ね整合のとれる境界条件が設定されていることを確認した。赤土拡散については、LQ 式を用いて推定した SS を与えて計算を実施し、概ねドローン撮影結果の状況を再現していることを確認した。

2) 水質予測及び赤土拡散予測計算ケースの検討・設定

湾内対策として、掘削案（DL-0.8m が掘削下限）を設定し、現況再現で実施したケースと合わせた 2 パターンを設定した。水質予測条件については、成層が発達しやすい夏季と成層が安定している冬季の 2 ケースを設定した。赤土等拡散予

測については、出水時期として梅雨時期と台風時期、赤土流入が落ち着くが季節風による擾乱が発達しやすい冬季の3ケースを設定した。

3) 水質予測及び赤土等拡散予測計算

① 水質予測計算

現況再現計算と同一の期間・条件を用いて、対策実施後の水質予測シミュレーションを夏季・冬季それぞれ実施した。対策実施前後を比較すると貧酸素水塊が発生している湾中央部までは効果がみられないが、宮城橋（白浜地区）周辺では水質改善効果が期待できるという結果が得られた。

② 赤土等拡散予測計算

梅雨時期、台風時期、冬季に関して赤土等拡散予測を実施した。河川からの浮遊物質濃度 SS (mg/L) が拡散する様子を掘削前・後の表層と底層で可視化した。また、各予測期間における最大 SS 濃度の分布を整理し、現状及び対策実施後の SS 拡散状況における結果を取りまとめた。

4) 水質改善及び赤土等影響低減技術効果の検討・評価

宮城橋掘削による水質改善効果は白浜地区周辺に限られるが、貧酸素発生状況などの調査データが不足しているので、貧酸素水塊の状況を確認してから改めて検証することが課題として挙げられる。掘削箇所では、湾内水の流出量が増えることで、出水時の赤土等排出効果があることが確認された。冬季は湾外で底泥巻き上げや底質移動が顕著になり、巻き上がった濁り成分が湾内に流入しやすい状況である。掘削することで白浜地区周辺に海域由来の砂質系土砂が溜まりやすくなる傾向があるが、粒度分布が大きくなることで、再懸濁抑制効果も期待される。

5) 塩屋湾水環境改善計画の策定

① 湾内改善対策の基本設計

宮城橋周辺の掘削を湾内改善対策として計画条件を設定した。宮城橋工事図面より掘削幅、掘削深度を設定し、概算土木数量および概算工事費を算定した。

② 周辺陸域対策計画

周辺陸域対策としては、湾内対策に加えて周辺の農地等からの赤土等の流入低減も同時に進める必要があるが、検討委員会より、大工又川合流後の水質の数値が厳しいことが指摘された。これらの水質悪化要因解明のために陸域負荷（大工又川とイーシ川）の把握を目的とした現地調査を計画した。

③ 水質改善及び赤土影響低減モニタリング計画

モニタリング計画は、湾内対策実施前と実施後の 2 回に分けて実施する。特に実施後 1 年目まではなるべく多くの項目を調査するのに対し、2 年目以降は項目や実施時期を絞る計画とした。調査項目は、水質、溶存酸素調査、水温塩分調査、流向・流速調査、水位調査、SS 調査、水質・底質の分析、SPSS/SPRS 調査、セジメントトラップ、ボーリング調査、生物調査とした。

6) その他必要事項

① 打合せ

本業務の打合せは、令和 6 年 10 月 23 日（業務着手時）、令和 6 年 12 月 3 日（第 1 回委員会前）、令和 7 年 2 月 17 日（第 2 回委員会前）、令和 7 年 4 月 16 日（第 3 回委員会前）、令和 7 年 6 月 * 日（成果物、報告書内容の協議）の計 5 回実施した。

② 委員会開催支援

検討委員会は第 1 回：令和 6 年 12 月 11 日（委員委嘱、実施計画書の確認、湾内対策案とシミュレーション検討条件案）、第 2 回：令和 7 年 3 月 7 日（シミュレーション検討結果、水環境改善計画案）、第 3 回：令和 7 年 5 月 6 日（水環境改善計画案、その他（今後のスケジュール））の計 3 回開催した。

また、各検討委員会の前には、検討委員会の内容を事前協議する庁内検討会を開催した。

③ 報告書のとりまとめ

以上の内容を本報告書に取りまとめた。

2 業務内容

2.1 水質予測モデル及び赤土拡散予測モデルの構築

令和 5 年度事業における水質予測モデル及び赤土拡散予測モデルの検討結果に記されている表 2.1-1、表 2.1-2 を満足する予測モデルを採用し、現地調査結果及び公開されている既存データを用いてシミュレーションモデルを設定・構築した。

表 2.1-1 赤土等の拡散解析で設定及び検討が望まれる事項

項目	設定および検討が望まれる事項
流れ	塩屋湾内の潮流や河川水流を再現するモデルであること
地形	狭い湾口部や岸近くの急勾配な地形を考慮できる条件
赤土等	流入する赤土等を複数の粒径帯で解析できること

表 2.1-2 貧酸素化の水質解析で設定及び検討が望まれる事項

項目	設定および検討が望まれる事項
構成要素	浮遊系（水質）のみを考慮
留意点	溶存酸素の反応式に設定する底質による酸素消費速度関数には、底質の有機物濃度が考慮できること

モデルは DHI 社（デンマーク水理環境研究所）の MIKE3 を採用した。本モデルでは表 2.1-3 に示す特徴を有しており、表 2.1-1、表 2.1-2 の要求事項を十分に再現できると判断した。

表 2.1-3 採用モデルの特徴

項目	特徴および利点
流れ	非構造格子により潮流が流入出する塩屋大橋・宮城橋付近の格子を小さくすることで詳細に海水交換の把握が可能。
地形	非構造格子により塩屋湾内の地形に沿った格子を作成することで実際の地形に近い状況を再現できる。 鉛直方向に σ 座標系を採用することにより海底地形を平滑に表現することが出来、狭い湾口部や急峻な地形を再現できる。
赤土等	赤土（流入土砂）の粒径ごとに土量や沈降速度を与えることが出来、湾内の堆積量や湾外への流出量の計算が可能。
水質	水質（浮遊系）及び底層での酸素消費を考慮した計算が可能。 夏季の貧酸素水塊の再現及び対策工による貧酸素解消効果の計算が可能。

2.1.1 予測モデルの設定

MIKE には幾つかの Module があり、それらを組み合わせることで様々な水環境のシミュレーションが可能である。本検討で利用した Module を以下に記す。

Hydrodynamic Module：流体力学モデル

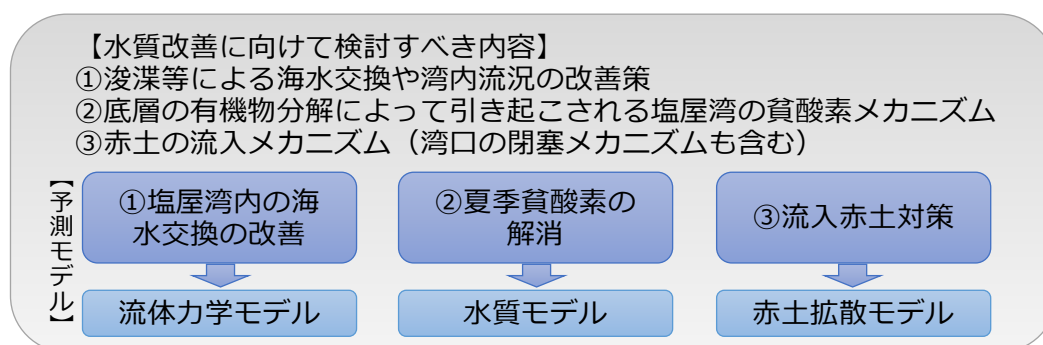
設定条件に従って結果として生じる流れと塩分、温度の分布を計算

MIKE ECO Lab：水質（生態系）モデル

種々のテンプレートが標準でサポートされており水質・富栄養化等の現象を計算

Mud Transport Module：赤土拡散（泥水輸送）モデル

流体力学モデルで得られた流動条件に基づいて、物質の輸送を計算



本検討で取り扱う水質モデルでの予測計算は低次生態系モデルが組み込まれたテンプレートを使用しシミュレーションを実施した。

1) 計算範囲及び計算格子

計算範囲は図 2.1.1-1 に示す範囲とし、計算格子は非構造（三角形）格子とした。

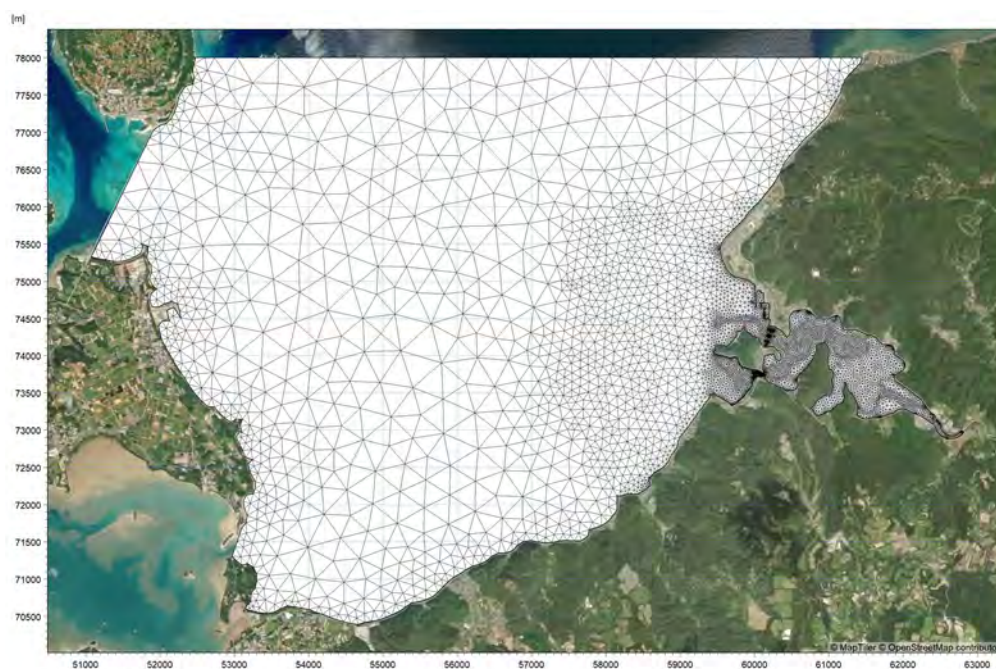


図 2.1.1-1 計算範囲・計算格子

2) 海底地形

塩屋湾外の海底地形は海底地形デジタルデータ M7020 Ver2.1 沖縄本島海域（日本水路協会）を使用した。

湾内の海底地形は令和 5 年度の地形測量結果及び令和 7 年 1 月に実施した地形測量結果を使用した。令和 7 年 1 月に実施した地形測量結果を図 2.1.1-2 に示す。

上記の水深データを計算領域に反映させた水深図を図 2.1.1-3、図 2.1.1-4 に示す。湾内の最大水深は 15m を超え、10m 程度の水深帯が広がっているが、宮城橋周辺は水深 0m より浅いのが特徴である。

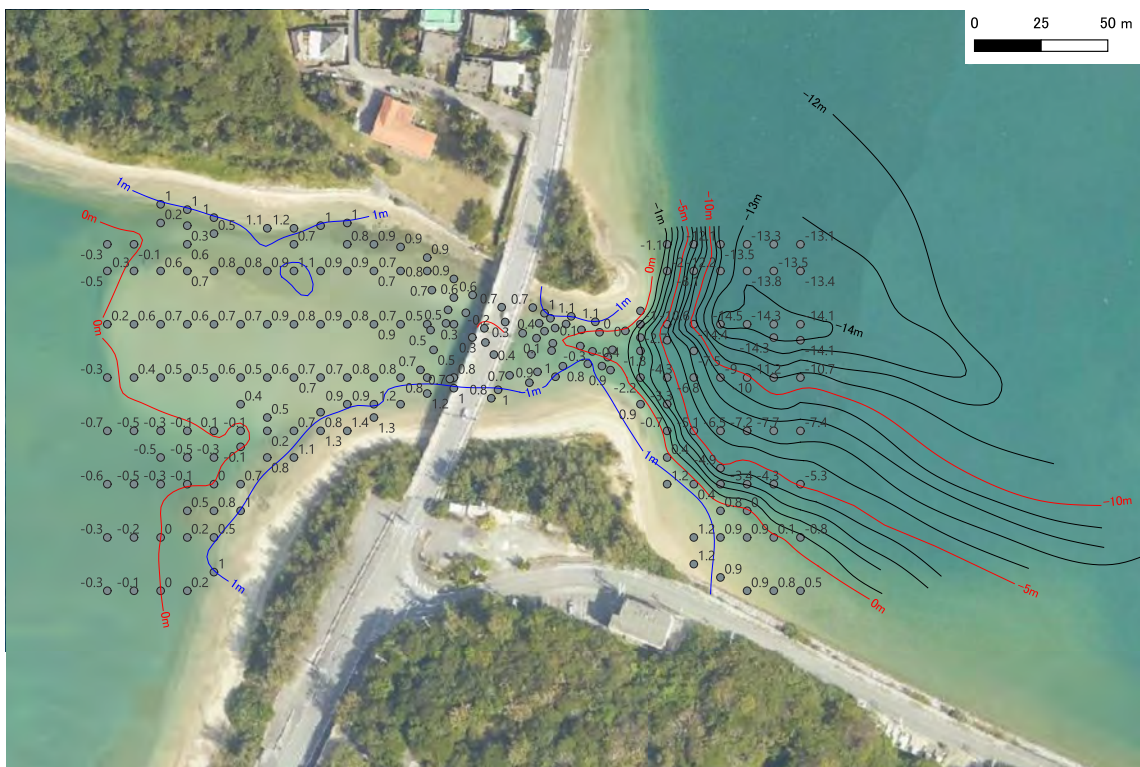


図 2.1.1-2 宮城橋周辺水深図

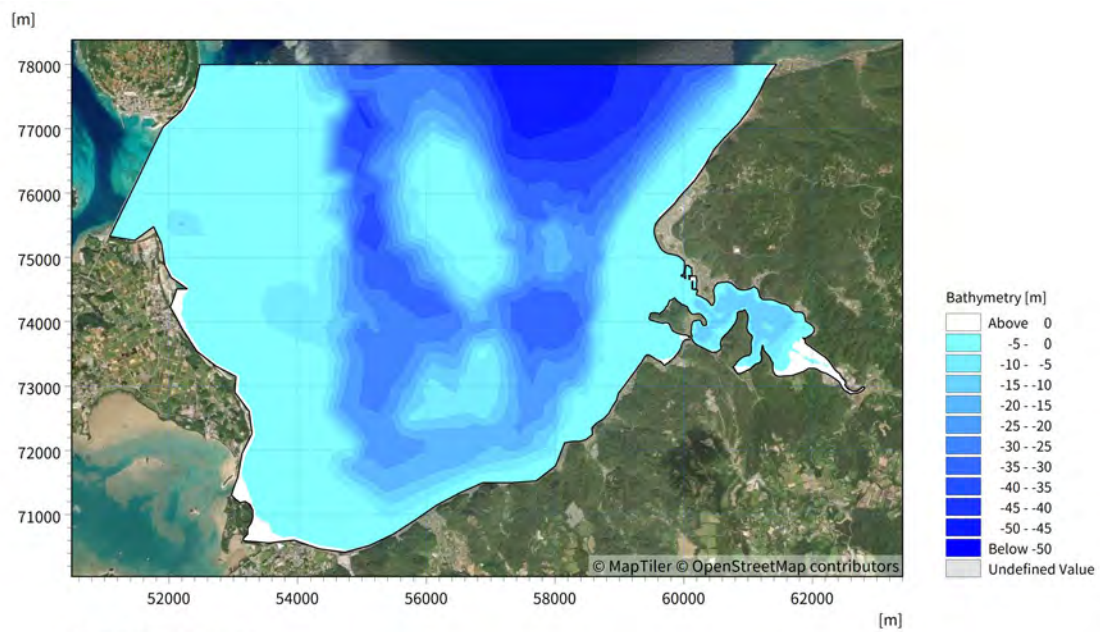


図 2.1.1-3 水深図（計算範囲全体）

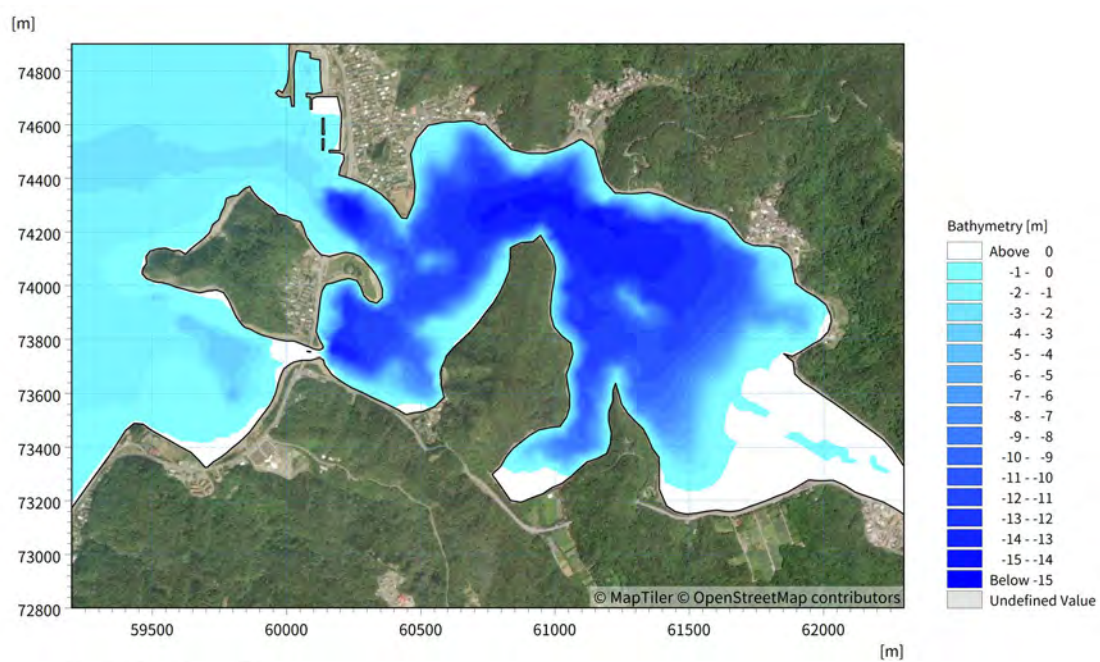


図 2.1.1-4 水深図（塩屋湾周辺）

3) モデル入力条件

モデルに入力する条件は表 2.1.1-1 に示すデータを収集、整理した。

表 2.1.1-1 モデル入力条件データ一覧

項目	データ名	主な発行機関	発行年
風況	メソ客観解析データ (GPV)	気象業務支援センター	※
降雨	解析雨量	気象業務支援センター	※
河川流量	流域雨量指数 (1km メッシュ)	気象業務支援センター	※
	水文水質データベース 水位・流量 大工又橋、大保ダム	国土交通省	※
潮位	日本沿岸潮汐調和定数表 辺土名	海上保安庁	平成4年2月
波浪	ナウファス 那覇港	国土交通省港湾局	※
水質	水門水質データベース 水質・底質 大工又川合流後、湾中央部、基1、基2、大保ダム	国土交通省	※
	公共用水域水質調査結果 田港橋、 大工又橋、大保ダム 内海北水路南端	沖縄県	※
底質 (赤土堆積量)	赤土等流出防止海域モニタリング調 査結果	沖縄県	※

※予測シミュレーション期間に合致するデータを収集

表 2.1.1-2 考慮する入力条件

	流体力学モデル	生態系モデル	赤土拡散モデル
風況			○
降雨	○ (夏季のみ)	○ (夏季のみ)	△ (出水期として流量に反映)
河川流量	○	○	○
潮位	○	○	○
波浪			○
大気	○	○	
水質		○	
底質 (赤土堆積量)			○

使用したデータの整理結果を以下に示す。

a. 風況

風向風速が得られるアメダス観測点としては那覇もしくは名護地点があるが、那覇は東、名護は南西方向に開けた観測地点であるため、湾の開口方向が異なる塩屋湾においては、地形等の影響により風況が若干異なると予想される。風況としては、気象庁が提供している局地数値モデル GPV (LFM、2km メッシュ) を用いて、風向風速の分布として与えた。なお、風況については、冬季季節風や台風の際の波浪応力の増加に寄与し、その際の底質巻き上げ応力に起因すると考えられることから、赤土拡散モデルにのみ反映している。

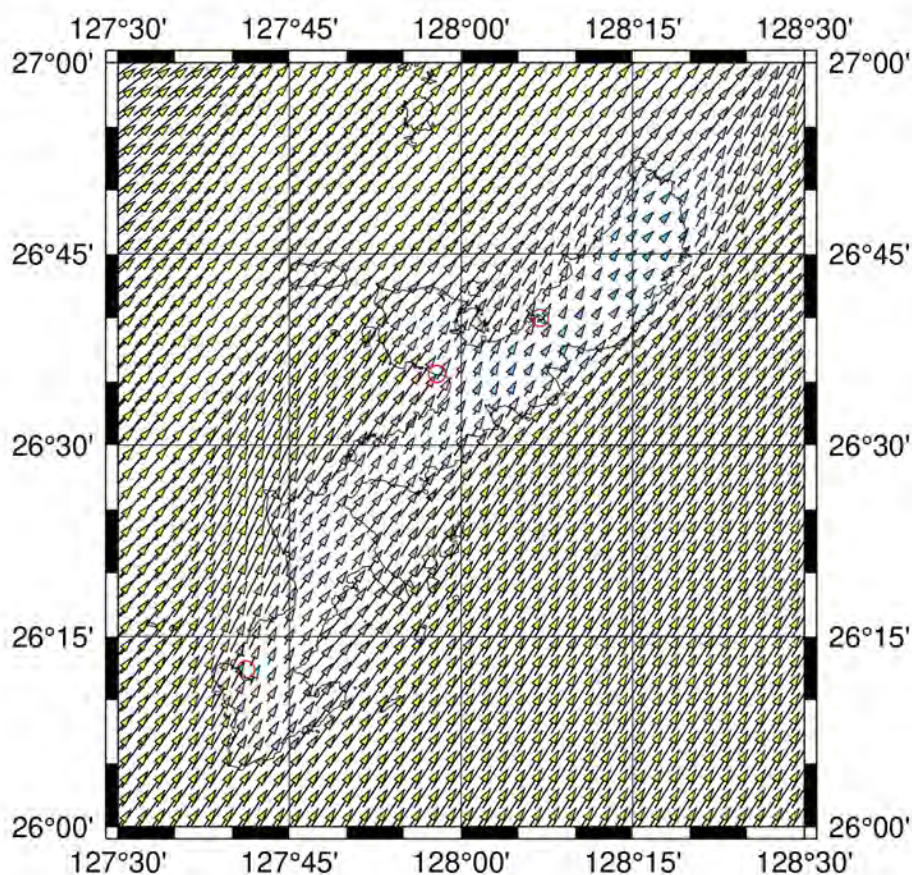


図 2.1.1-5 LFM 風況分布 (2024 年 6 月 15 日 9 時)

b. 降雨

塩屋湾中心位置における解析雨量の時系列を示す。降雨は夏季のみ考慮する。

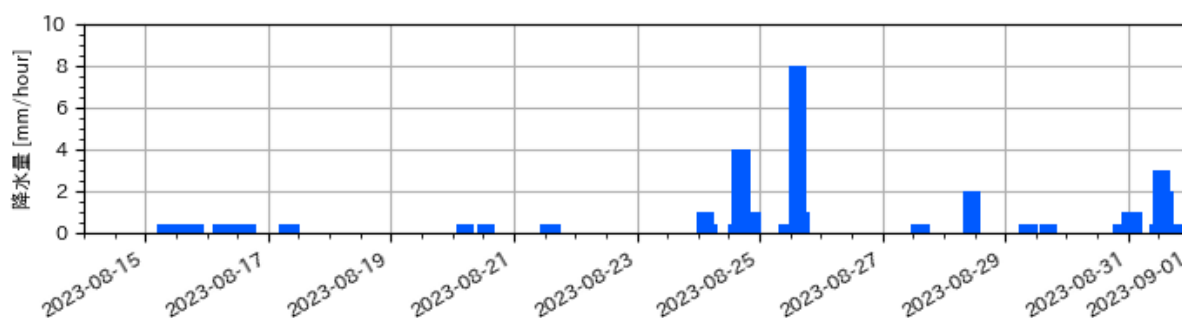


図 2.1.1-6 降水量

c. 河川流量

a) 大工又川

水文水質データベースの大工又橋の水位観測結果から HQ 曲線（水位流量曲線、図 2.1.1-7）を作成し、令和 5 年度調査の大保川の流量計測結果との相関式から得られる補正係数（=1.0131、図 2.1.1-8）を掛けることで大工又川の流量を推定し時系列データを作成した。

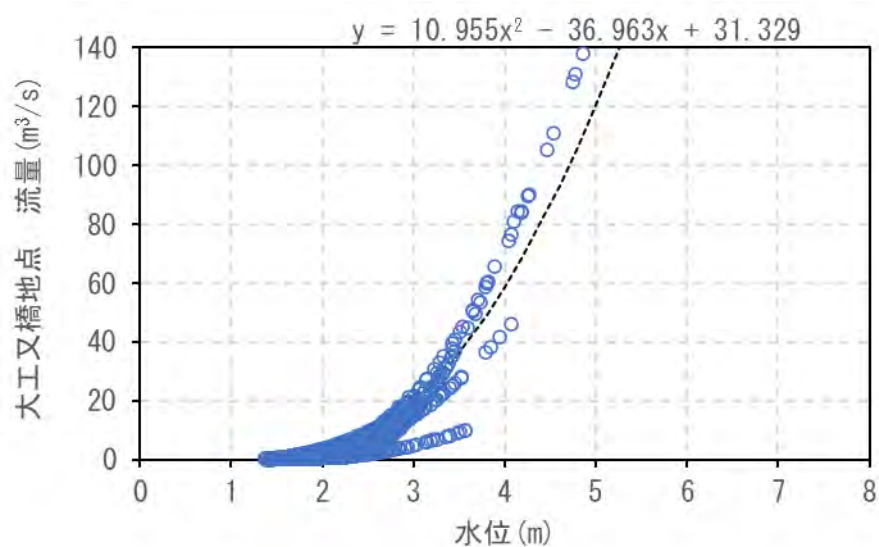


図 2.1.1-7 HQ 曲線

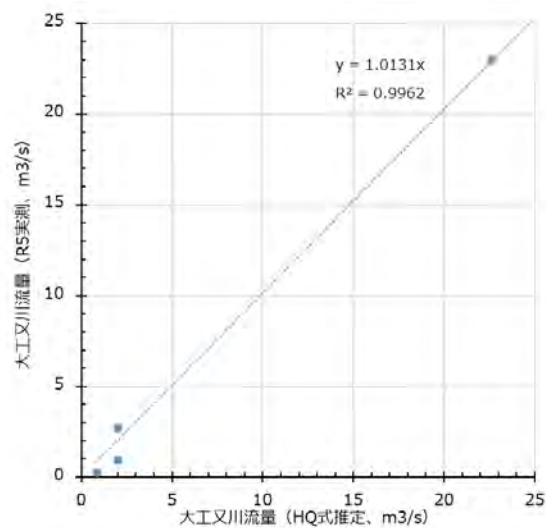


図 2.1.1-8 令和 5 年度調査結果と HQ 式による推定値の比較



図 2.1.1-9 大工又川流量時系列の推定

b) 大保川

大保川の流量は大保ダムの放水量が令和 5 年度業務で実施した赤土を含む汚染源等流域環境調査結果（以降、令和 5 年度調査データ）と近い値を示していたが、HQ 式流量と令和 5 年度調査データと比較できる数が少ないため、HQ 式の流量を反映した。

表 2.1.1-3 大保川の出水時調査結果流量と大保ダム放水量

日付	$Q(m^3/s)$		
	観測値	水文水質データベース	
	R19 地点 大保川本川	大保ダム 放水量	大保川流量 (HQ 曲線から推定)
2023 年 8 月 22 日、23 日	—	1.17	0.85
2024 年 5 月 13 日	—	0.53	2.02
2024 年 6 月 3 日	—	0.57	2.02
2024 年 6 月 12 日	4.7	4.7	22.64

c) その他河川

令和 5 年度調査データから流量の大きな大工又川流量を基準に近似式を作成し、その他河川の流量に変換した。R1～R17 排水路については表 2.1.1-4 の流量で代表させた。

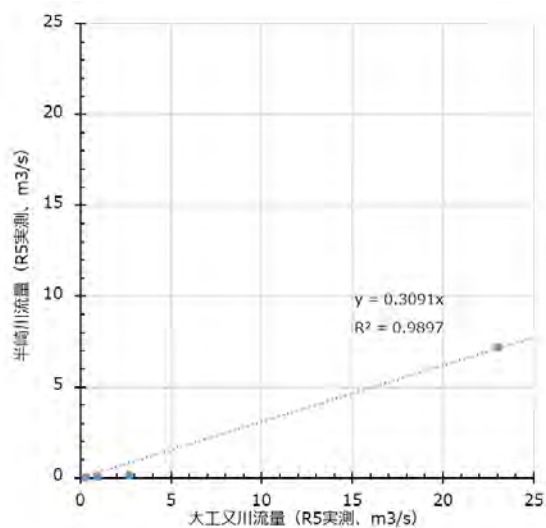


図 2.1.1-10 半崎川、渡海川

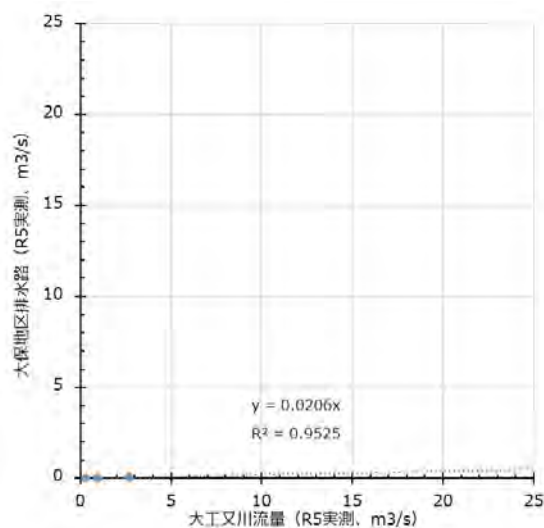


図 2.1.1-11 大保地区排水路、その他河川

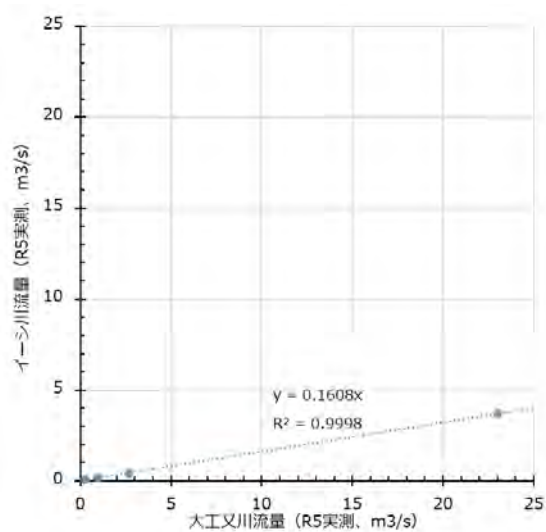


図 2.1.1-12 イーシ川

表 2.1.1-4 境界位置の流量算定式

地点	流量式	地点	流量式
大工又川	$1.031 \times \text{HQ 式流量}$	R7	$0.0077 \times \text{大工又川流量}$
渡海川	$0.361 \times \text{大工又川流量}$	R8	$0.0072 \times \text{大工又川流量}$
半崎川	渡海川流量	R9	$0.0807 \times \text{大工又川流量}$
大保地区排水路	$0.0206 \times \text{大工又川流量}$	R10	$0.0062 \times \text{大工又川流量} - 0.0022$
イーシ川	$0.1608 \times \text{大工又川流量}$	R11	R10 地点流量
大保川	HQ 式流量	R12	大保地区排水路流量
R4	$0.034 \times \text{大工又川流量}$	R13	大保地区排水路流量
R5	$0.0171 \times \text{大工又川流量}$	R17	R5 地点流量
R6	$0.0312 \times \text{大工又川流量}$	※流量の単位は m ³ /s	



図 2.1.1-13 モデル上の河川位置（令和 5 年度赤土を含む汚染源等流域環境調査地点参考）

図 2.1.1-14、図 2.1.1-15 は各河川の推定流量の時系列を積み上げ棒グラフで表したものである。夏季は台風等の影響により河川からの流量が多く、冬季は降水量が少ないため流量が少ない条件として図 2.1.1-13 の境界に与えた。

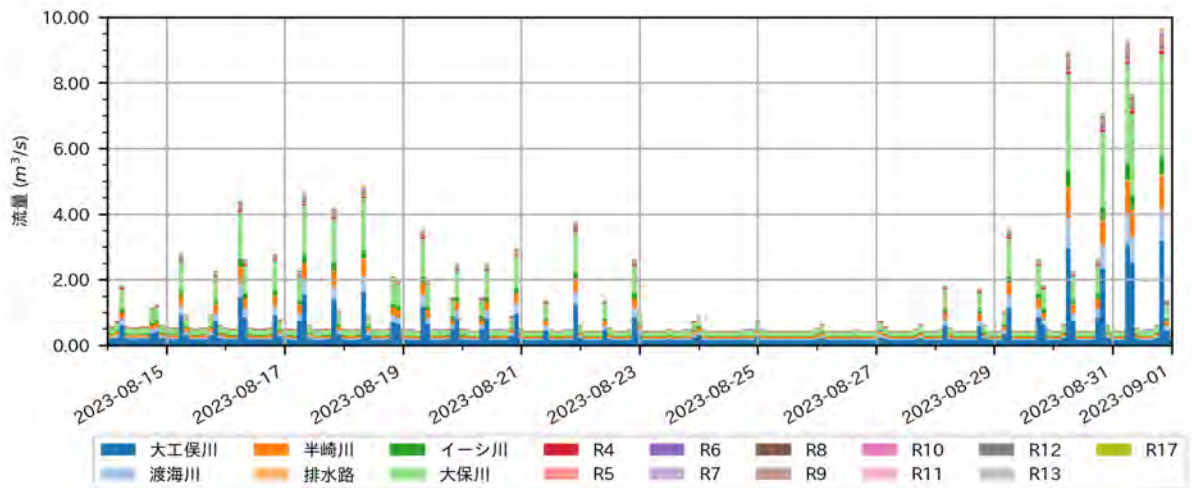


図 2.1.1-14 2023 年 8 月 14 日から 8 月 31 日の河川流量

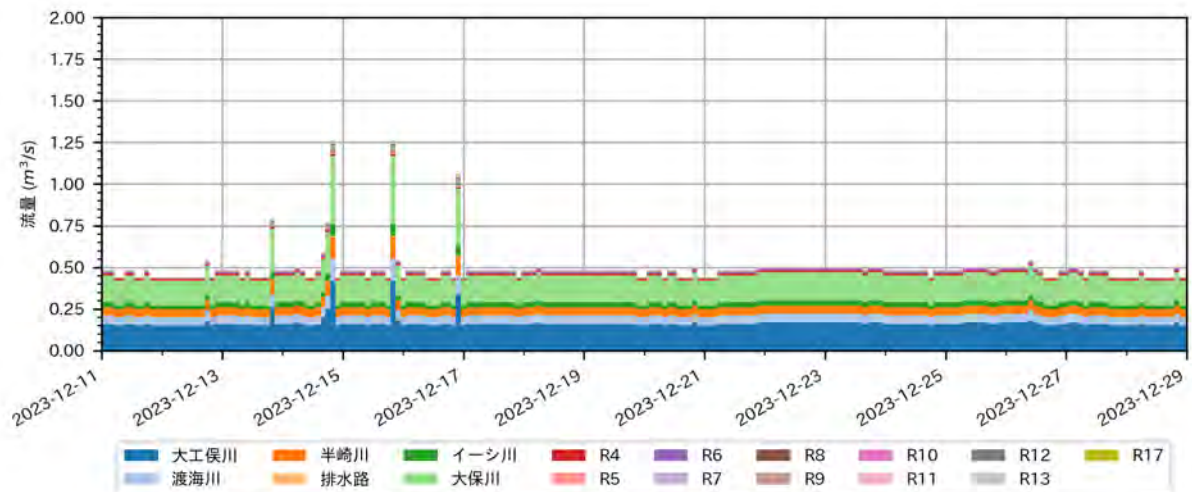


図 2.1.1-15 2023 年 12 月 11 日から 12 月 28 日の河川流量

d. 潮位

潮位は日本沿岸潮汐定数表（海上保安庁：平成 4 年 2 月）より辺士名の主要 4 分潮の調和定数から潮汐データを作成し開境界に設定した。

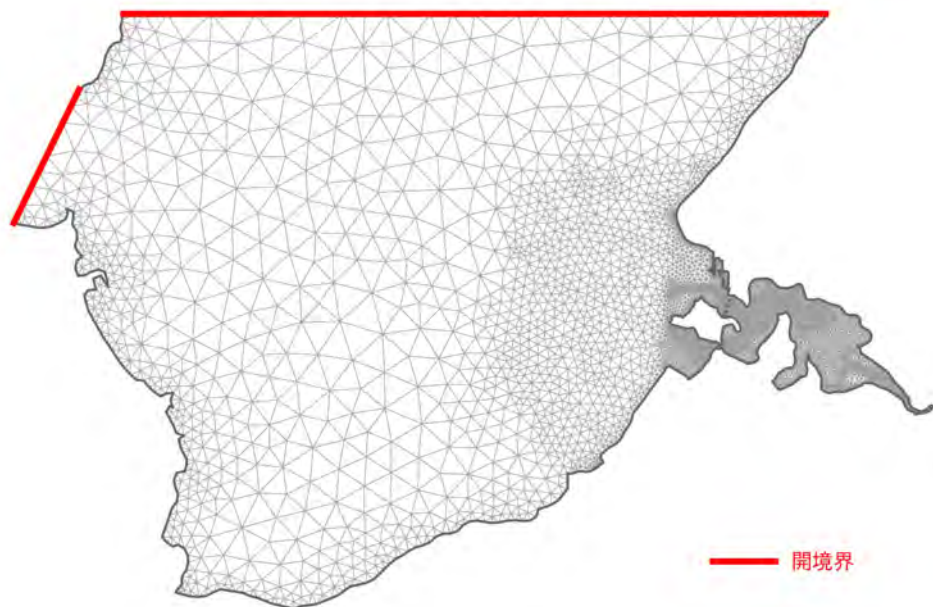


図 2.1.1-16 開境界位置

表 2.1.1-5 辺土名の調和定数

分潮名	振幅 (m)	遅角 (°)	分潮名	振幅 (m)	遅角 (°)
M2	0.501	193.5	K1	0.150	188.3
S2	0.216	221.1	O1	0.186	208.7

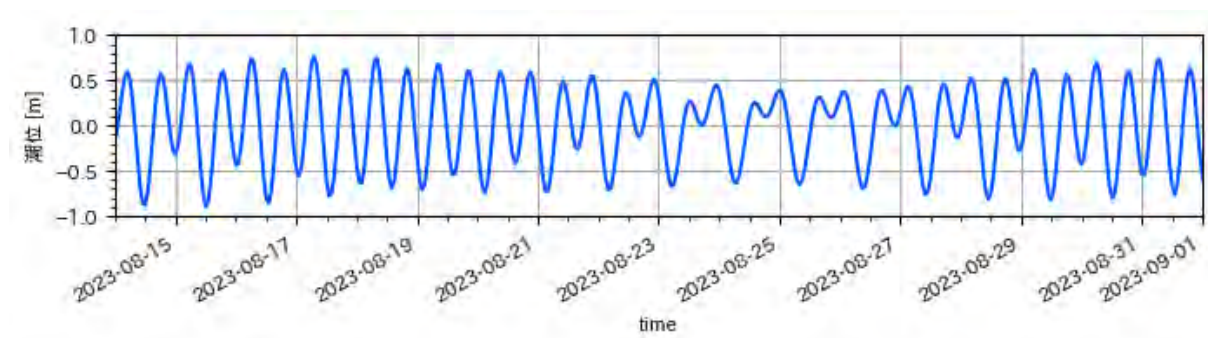


図 2.1.1-17 2023 年 8 月 14 日から 8 月 31 日の潮位

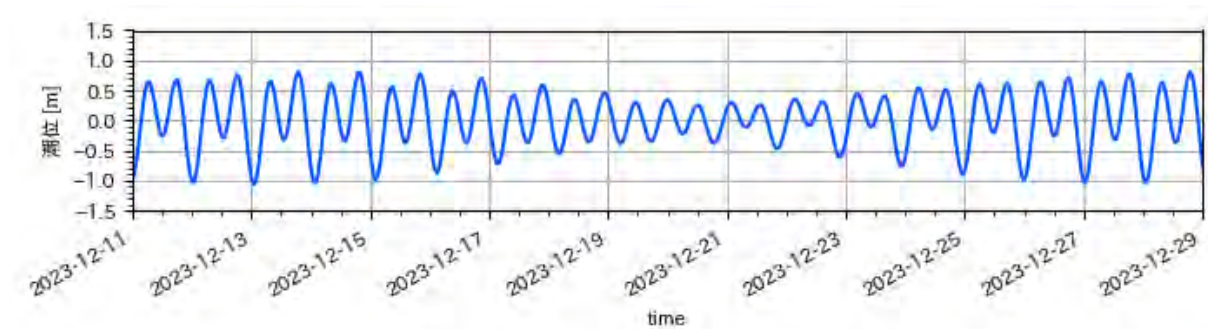


図 2.1.1-18 2023 年 12 月 11 日から 12 月 28 日の潮位

e. 波浪

波浪については、リーフ外縁のような急峻な地形によって発生する海浜流（波浪応力の空間勾配により生じる流れ）を再現するために用いるため、潮汐とは別に作用させた。図 2.1.1-16 に示した開境界位置にナウファス那覇地点の有義波高ならびに有義波周期、波向き、波数を作用させ、図 2.1.1-5 の LFM 風況を波の駆動力として反映した。MIKE21SW モジュールを用いて波浪推算（計算例として図 2.1.1-19、図 2.1.1-20）を実施し、海浜流の駆動力となるラジエーションストレス分布（図 2.1.1-21）を計算した。

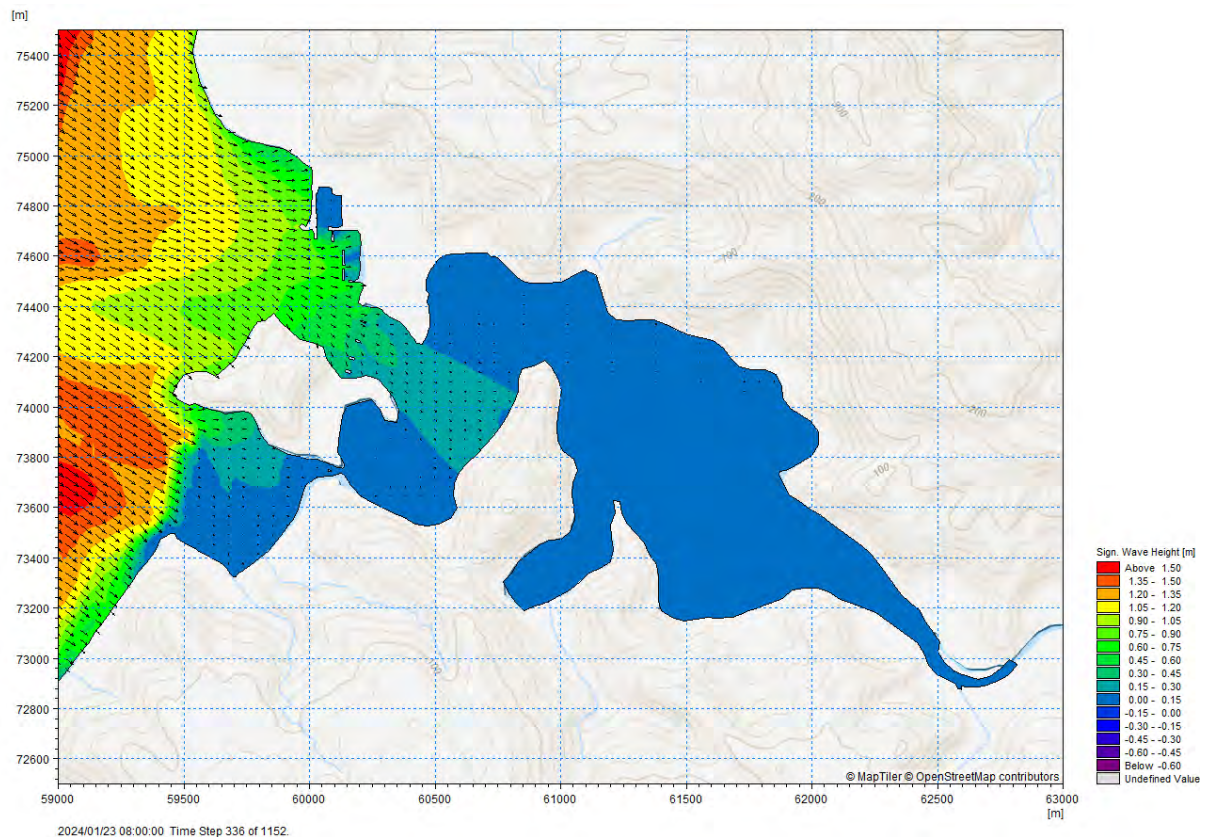


図 2.1.1-19 有義波高分布の一例

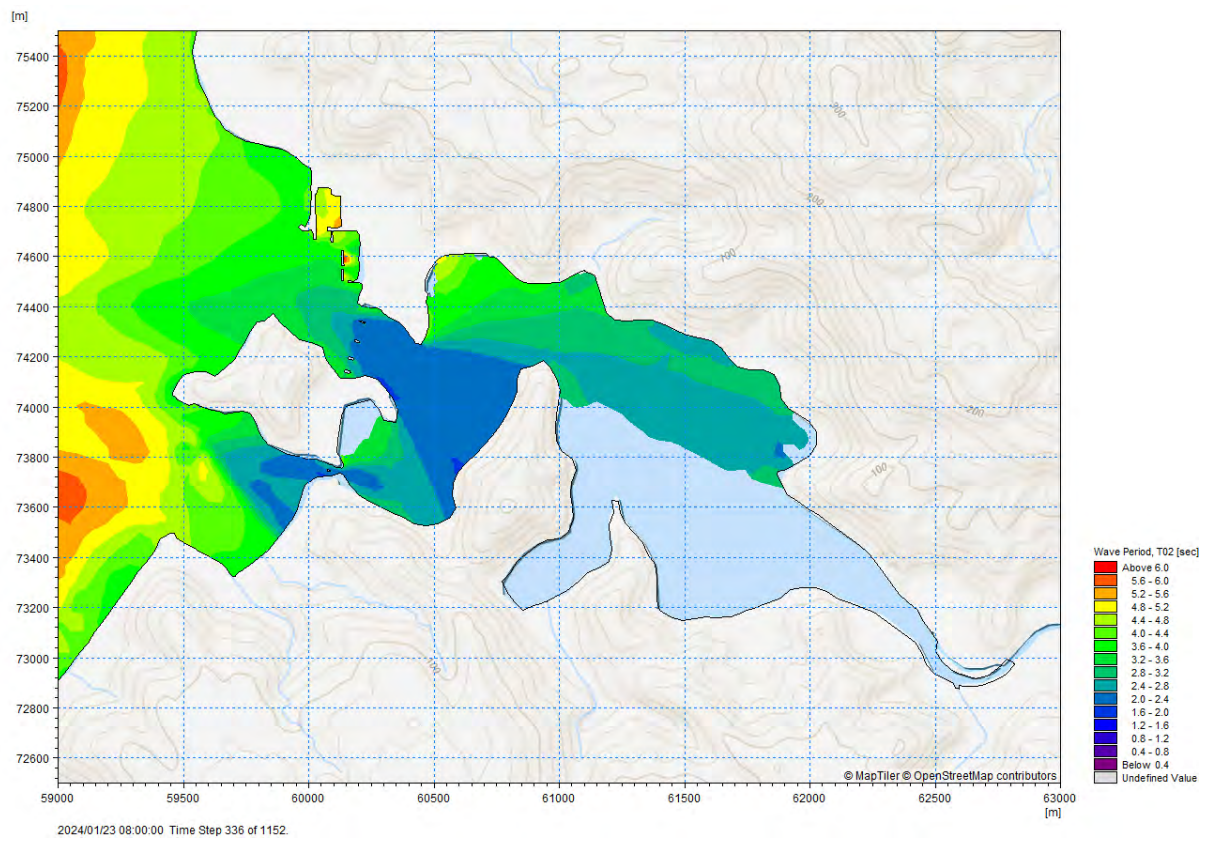
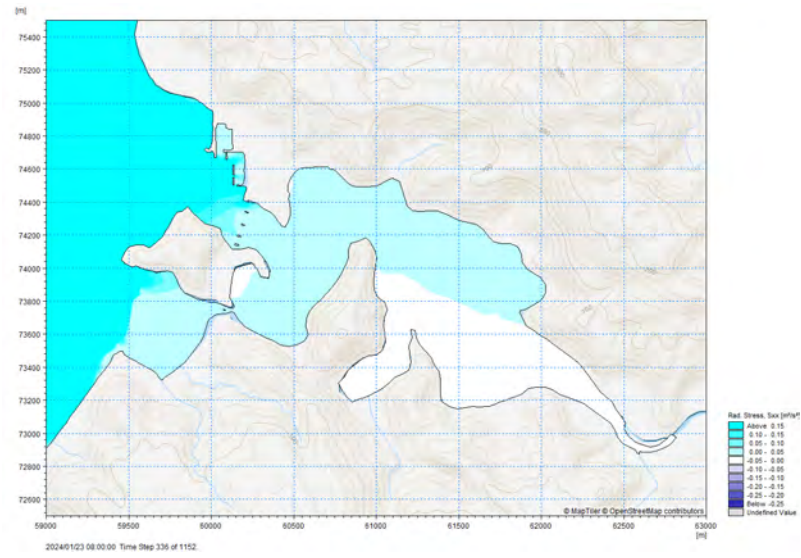
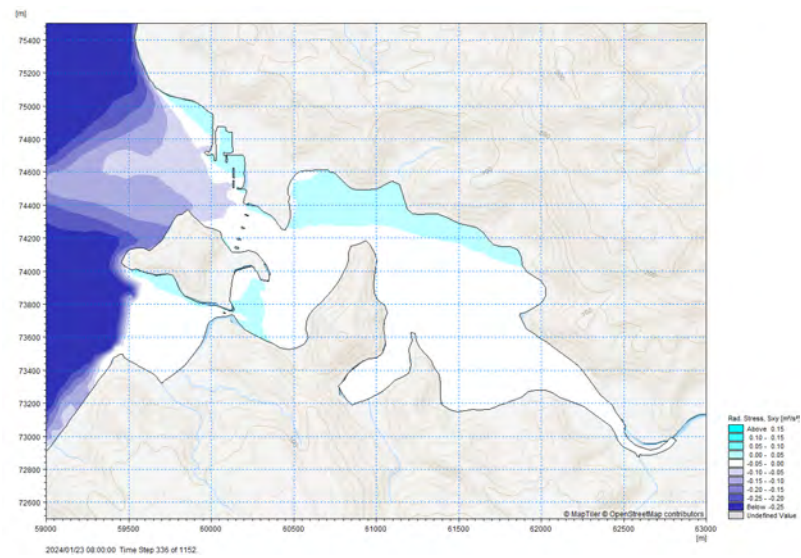


図 2.1.1-20 有義波周期分布の一例

Sxx



Sxy



Syy

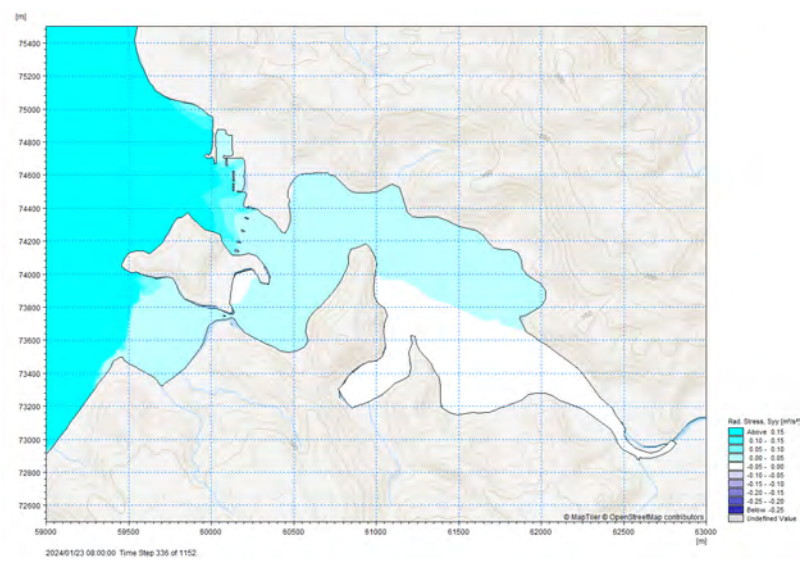


図 2.1.1-21 ラジエーションストレス分布の一例

f. 大気

大気との熱交換に関する条件は、気温・相対湿度は気象庁ホームページで公開されている名護の毎時データを用いた。日射量は名護で計測されていないため那覇の毎時データを使用した。その他のパラメータに関しては表 2.1.1-6 に示す値を用いた。

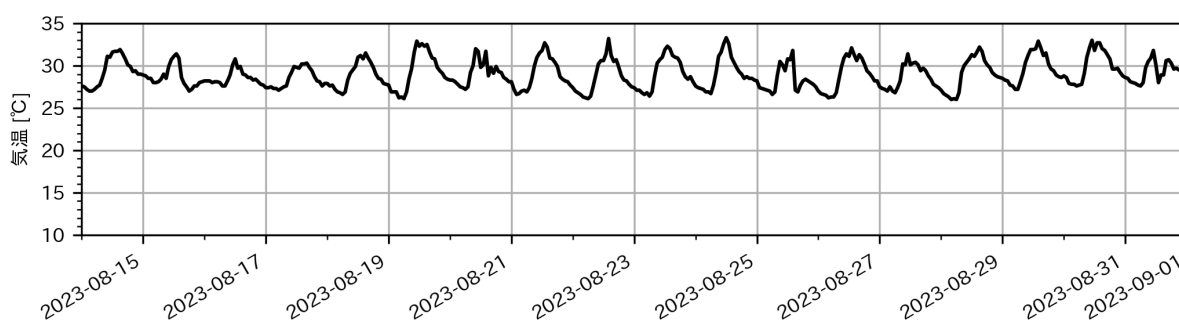


図 2.1.1-22 2023 年 8 月 14 日から 8 月 31 日の気温

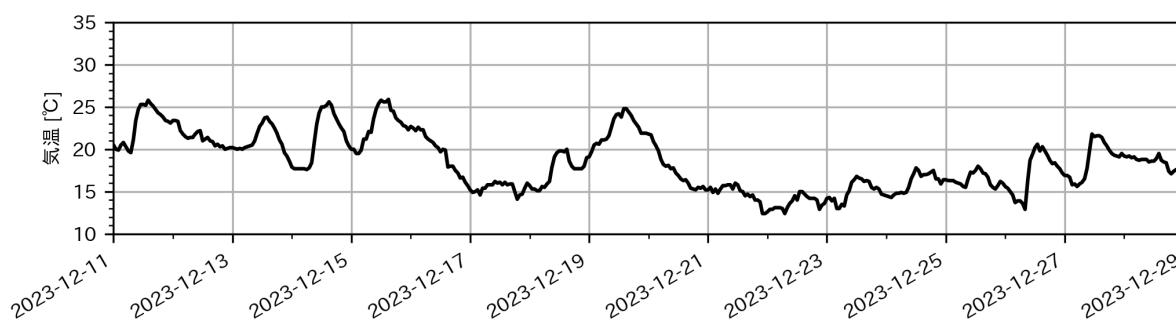


図 2.1.1-23 2023 年 12 月 11 日から 12 月 28 日の気温

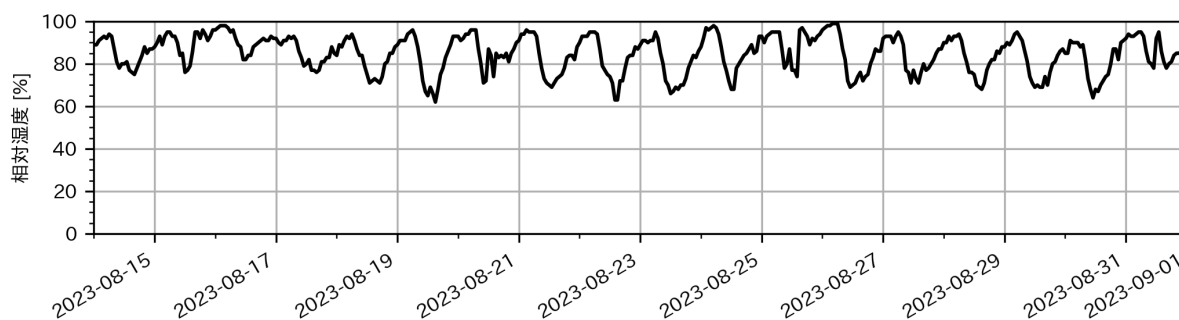


図 2.1.1-24 2023 年 8 月 14 日から 8 月 31 日の相対湿度

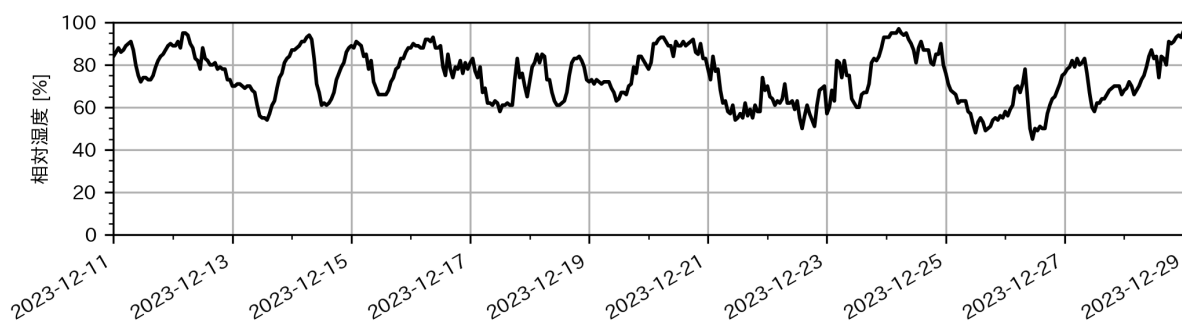


図 2.1.1-25 2023 年 12 月 11 日から 12 月 28 日の相対湿度

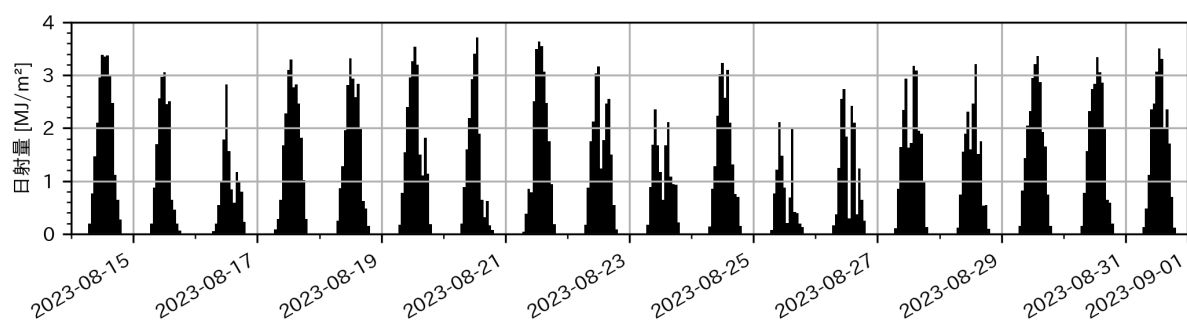


図 2.1.1-26 2023 年 8 月 14 日から 8 月 31 日の日射量

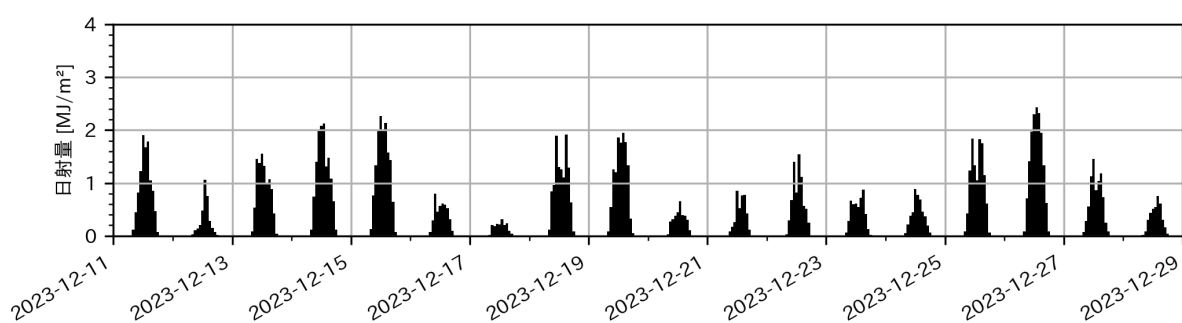


図 2.1.1-27 2023 年 12 月 11 日から 12 月 28 日の日射量

表 2.1.1-6 大気との熱交換定数

項目	設定、設定値	備考
【Latent heat】		
Constant in Dalton's law	0.5	Default
Wind coefficient in Dalton's law	0.9	Default
Critical wind speed	2 m/s	Default
【Sensible heat】		
Transfer coefficient for heating	0.0011	Default
Transfer coefficient for cooling	0.0011	Default
Critical wind speed	2 m/s	Default
【Short wave radiation】	Specified solar radiation	
Beta in Beer's law	0.73	脚注 ¹
Light extinction coefficient	0.347 /m	脚注 ²
【Long wave radiation】	Empirical	
【Ground heat】	Include ground heat	
Displacement below ground	1 m	Default
Thermal conductivity	1.65 W/m/°C	Default
Ground temperature	15 °C	Default

g. 水質

a) 水温・塩分

(a) 初期条件

水温の初期値は水文水質データベースの湾中央部の平均値を計算範囲全域に適用した。夏は令和5年7～9月、冬は令和5年11・12月の観測結果の平均値を上層・中層・下層に分けて与えた。水門水質データベースでは塩分が観測されていないため湾中央部に近い令和5年度の観測値（図 2.1.1-30 の地点③）を用いた。令和5年度流況・水底質サンプリング地点を図 2.1.1-29、図 2.1.1-30 に示す。

表 2.1.1-7 水温・塩分の初期値

項目	夏	冬
水温	上層：30.8°C 中層：29.2°C 下層：27.5°C	上層：23.8°C 中層：23.8°C 下層：23.9°C
塩分	上層：31.7psu 中層：33.4psu 下層：33.4psu	上層：33.3psu 中層：33.5psu 下層：34.4psu

¹ 二瓶泰雄ほか：現地観測に基づくマングローブ域の水温・放射環境に関する研究

² 令和5年度四季調査結果より透明度から設定

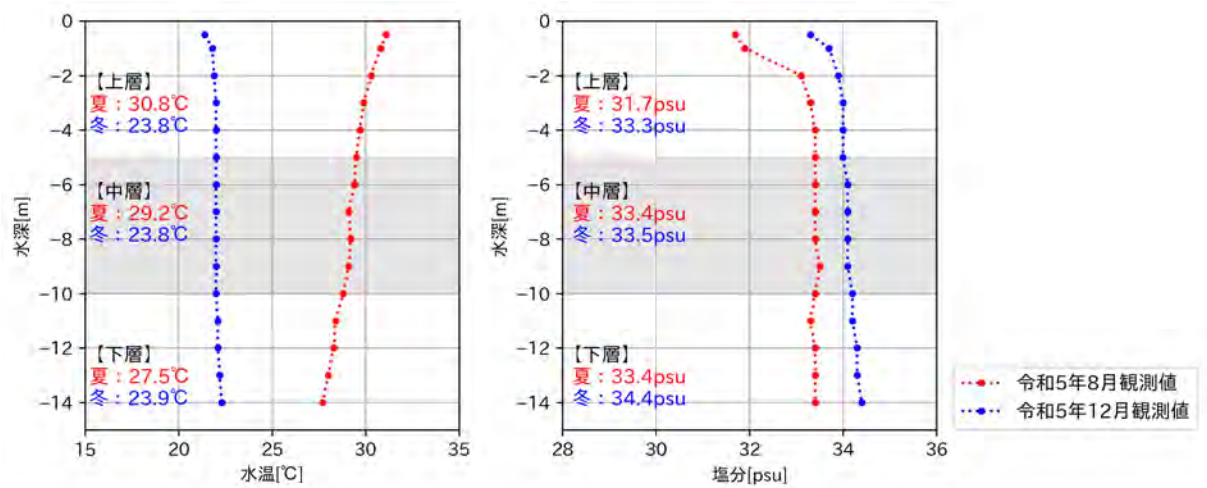


図 2.1.1-28 初期水温・塩分の鉛直分布



図 2.1.1-29 令和 5 年度流況調査地点



図 2.1.1-30 令和 5 年度水底質観測及びサンプリング地点

(b) 境界条件

河川水温は、水文水質データベースの大工又川合流後で計測されている気温と水温から回帰式を作成し、最寄り観測所である名護の1時間ごとの気温から河川水温の時系列データを作成した。河川水温は計算対象とする河川全て同じ時系列データを与えた。塩分はゼロとした。

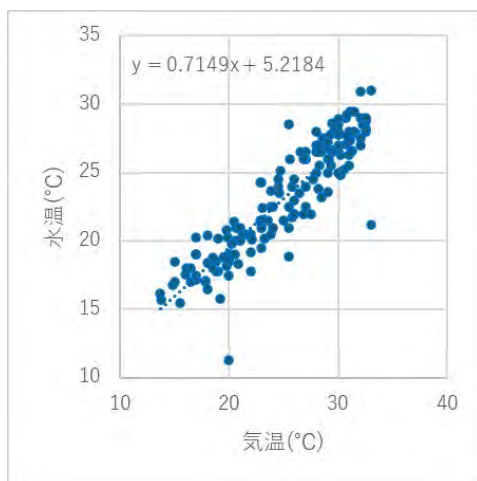


図 2.1.1-31 大工又川合流後地点で観測された気温と水温

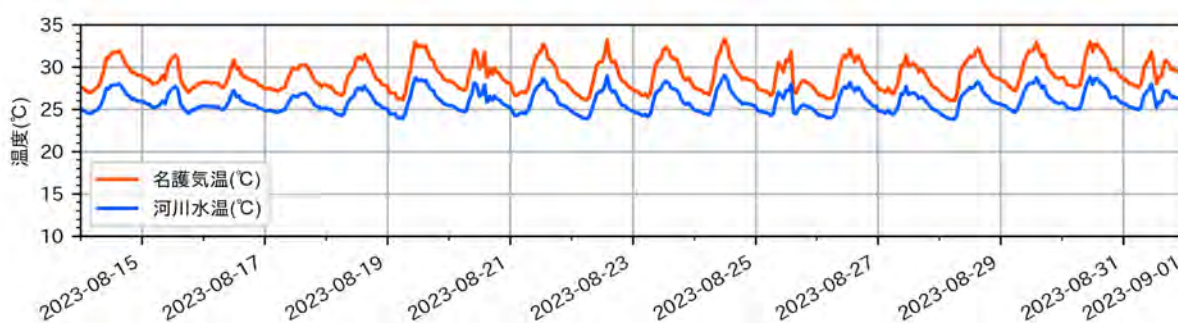


図 2.1.1-32 2023 年 8 月 14 日から 8 月 31 日の気温と推定河川水温

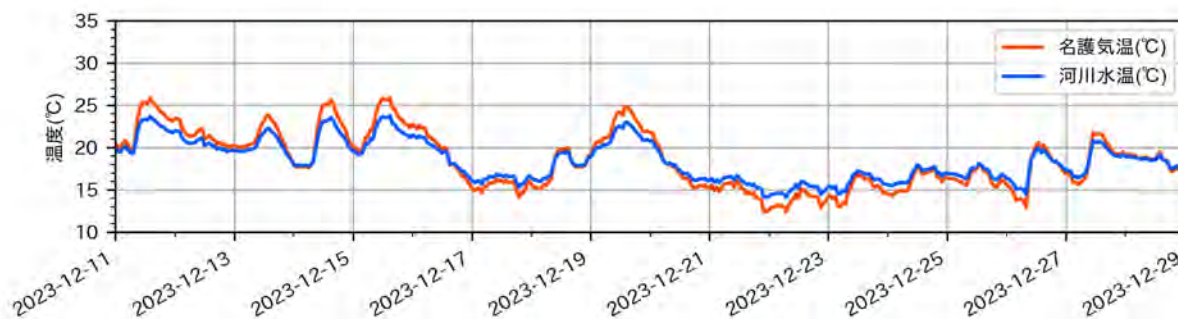


図 2.1.1-33 2023 年 12 月 11 日から 12 月 28 日の気温と推定河川水温

開境界での水温は塩屋湾外付近での観測が行われていないため、沖縄県水質測定結果の内海北水路南端の夏季・冬季それぞれの平均値を使用した。塩分は計測されていないため令和5年度観測値（図 2.1.1-30 の地点①）を用いた。



図 2.1.1-34 沖縄県水質測定位置

表 2.1.1-8 開境界における水温・塩分

項目	夏	冬
水温	29.9℃	21.0℃
塩分	33.5psu	34.6psu

b) 水質項目

(a) 初期条件

初期値は水文水質データベースの湾中央部の平均値を計算範囲全域に適用した。夏は令和5年7～9月、冬は令和5年11・12月の観測結果の平均値を水温・塩分と同様上層・中層・下層に分けて与えた。

表 2.1.1-9 水質の初期値

項目	夏	冬
クロロフィル <i>a</i>	上層：1.5 μ g 中層：0.5 μ g 下層：1.1 μ g	上層：0.7 μ g 中層：0.8 μ g 下層：0.5 μ g
無機態窒素	上層：0.027mg/L 中層：0.031mg/L 下層：0.049mg/L	上層：0.021mg/L 中層：0.021mg/L 下層：0.021mg/L
無機態リン	上層：0.0030mg/L 中層：0.0027mg/L 下層：0.0027mg/L	上層：0.0020mg/L 中層：0.0025mg/L 下層：0.0030mg/L
全窒素	上層：0.16mg/L 中層：0.16mg/L 下層：0.18mg/L	上層：0.13mg/L 中層：0.14mg/L 下層：0.13mg/L
全リン	上層：0.016mg/L 中層：0.011mg/L 下層：0.019mg/L	上層：0.013mg/L 中層：0.011mg/L 下層：0.012mg/L
溶存酸素	上層：6.7mg/L 中層：7.0mg/L 下層：3.7mg/L	上層：7.2mg/L 中層：6.9mg/L 下層：6.5mg/L

その他の入力項目については、クロロフィル *a* の期間平均値を基に以下に示した式から設定した。

$$(\text{植物プランクトン態炭素：} PC) = 35 \times (\text{クロロフィル } a)$$

$$(\text{植物プランクトン態窒素：} PN) = 0.14 \times PC$$

$$(\text{植物プランクトン態リン：} PP) = 0.02 \times PC$$

$$(\text{デトリタス態炭素：} DC) = 2 \times DN$$

$$(\text{デトリタス態窒素：} DN) = (\text{全窒素}) - (\text{無機態窒素}) - PN$$

$$(\text{デトリタス態リン：} DP) = (\text{全リン}) - (\text{無機態リン}) - PP$$

$$(\text{動物プランクトン態炭素：} ZC) = 0.1 \times PC$$

(b) 境界条件

河川における水質の値は、令和 5 年度赤土を含む汚染源等流域環境調査の流量と全窒素、全リンから回帰式（LQ 式）を作成し推定した。河川流量の時系列データを回帰式に与えることで全窒素、全リンの時系列データを作成し河川境界に与えた。

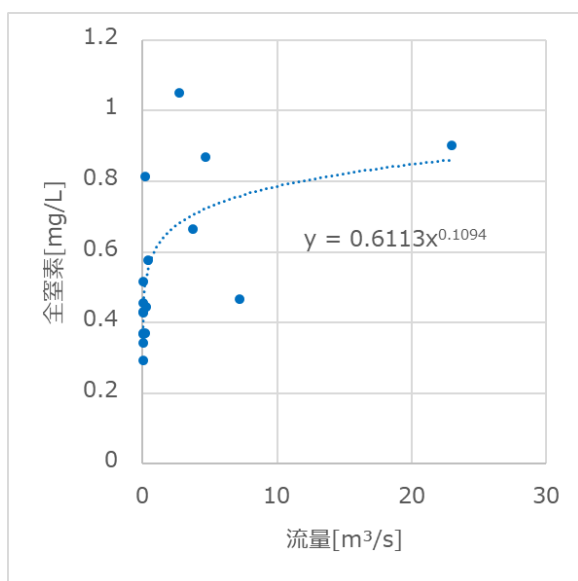


図 2.1.1-35 流量と全窒素

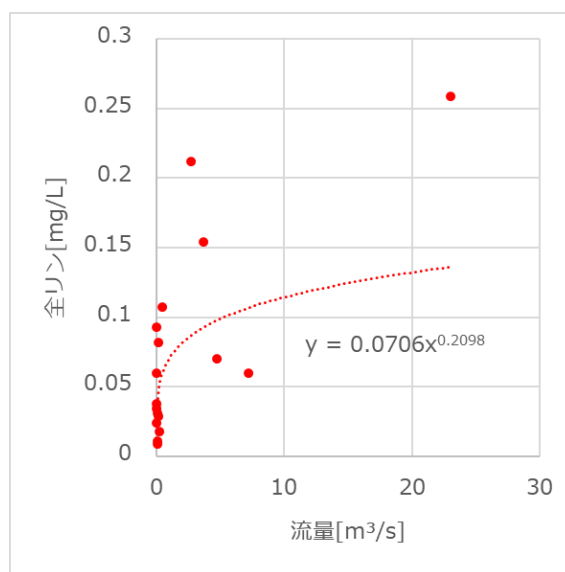


図 2.1.1-36 流量と全リン

モデルに入力する項目は無機態窒素・リンおよびデトリタス態窒素・リンのため、上記で算定した全窒素、全リンに一定の比率を掛けそれぞれの時系列データを作成した。比率は水文水質データベースの大工俣川合流後の全期間平均値を基に設定した。

	全窒素に対する 無機態窒素の比率	全リンに対する 無機態リンの比率
大工俣川合流後	0.74 (74%)	0.74 (74%)

酸素濃度は各時季の平均気温と塩分ゼロという条件から飽和酸素濃度を計算し一定値として与えた。

開境界における水質の値は、沖縄県水質測定結果の羽地内海北水路南端の平均値を設定した。塩分は計測されていないため令和5年度観測値（図 2.1.1-30 の地点①）を用いた。溶存酸素は夏、冬それぞれの平均値で与え、その他の項目については全期間平均値とした。河川境界値と同様全窒素および全リンに占める無機態窒素・リンの比率を令和5年度観測値（図 2.1.1-30 の地点①）から仮定して与えた。

表 2.1.1-10 水質の開境界における境界値

項目	夏	冬	全期間
溶存酸素	6.8	7.9	—
全窒素	(0.138mg/L)	(0.131mg/L)	0.134mg/L
全リン	(0.0123mg/L)	(0.0116mg/L)	0.0112mg/L

	全窒素に対する 無機態窒素の比率	全リンに対する 無機態リンの比率
令和 5 年度地点①観測値	0.29 (29%)	0.78 (78%)

クロロフィル *a* は気象庁ホームページで公開されている海洋気象観測船による定期海洋観測結果を参考に 0.3 μ g/L と仮定した。その他の入力項目は初期条件同様クロロフィル *a* の値からそれぞれ設定した。

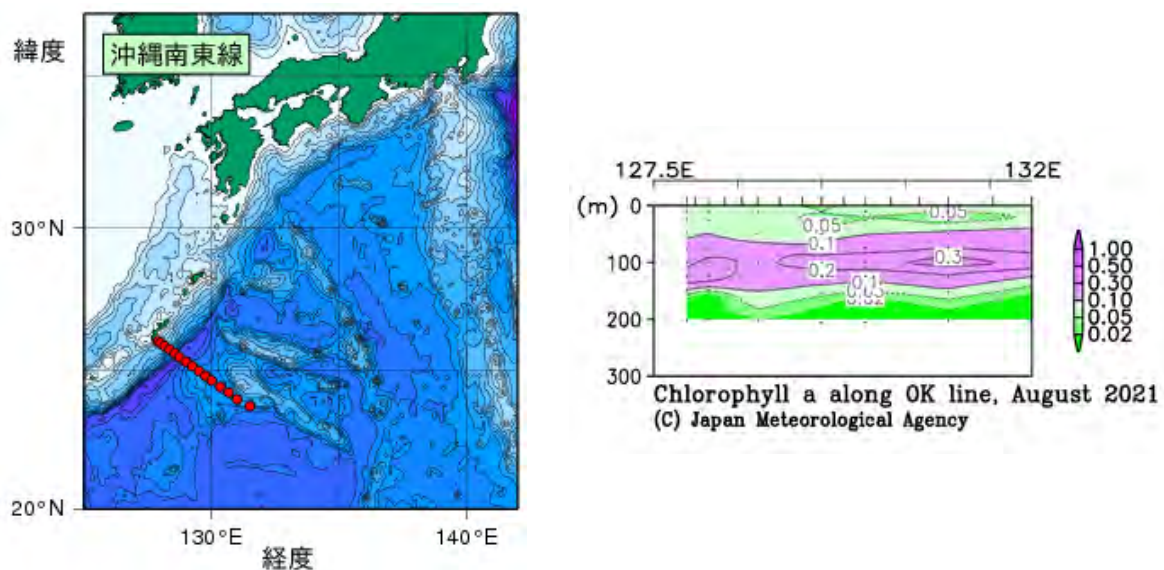


図 2.1.1-37 海洋気象観測船による定期海洋観測結果（2021 年夏季）

c) 化学的酸素要求量

使用したシミュレーションソフトの MIKE3 では化学的酸素要求量（COD）が計算されないため、令和 5 年度に計測された全有機炭素（TOC）と COD の関係より COD の値を算定した。

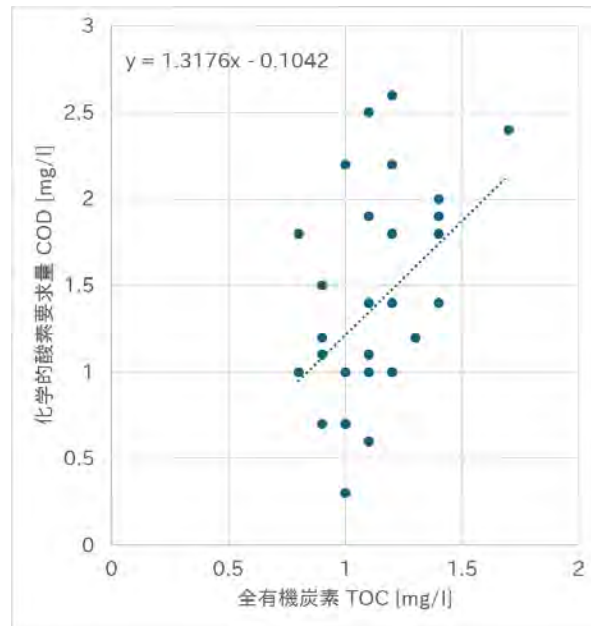


図 2.1.1-38

$$(COD) = 1.3176 \times (TOC) - 0.1042$$

h. 底質

令和 5 年度に実施された湾内底質の分布調査では湾の中央部にシルト粘土層、塩屋港沖と大保川河口では砂礫が多い分布であった。底質については、湾の水深に応じて分布が変化していると考えられるが、ここでは、底質の巻き上げの初期条件として平均的な分布を想定して与えた。令和 5 年度調査結果と提供資料である H30 塩屋港海岸（白浜地区）環境調査業務委託報告書（平成 31 年 2 月、沖縄県土木建築部北部土木事務所）の底質調査結果を平均した粒度組成を与えた（図 2.1.1-39）。

また、河川から流入する濁水の粒度組成は流入する土粒子径に応じて沈降速度が変わり、重い粒子は輸送途中の河道内に堆積していくと推測される。比嘉ら³（1998）の調査結果より、大宜味村に該当する河川の粒度分布を平均するとシルト粘土成分が 90%以上を占め、これらの平均化した粘土・シルト・細砂の粒度組成を河川境界から与えることとした（図 2.1.1-40）。

³ 比嘉榮三郎・満本裕彰・仲宗根一哉・大見謝辰男：県内各種土壌等の侵食特性について、沖縄県衛生環境研究所所報、第 32 号、1998

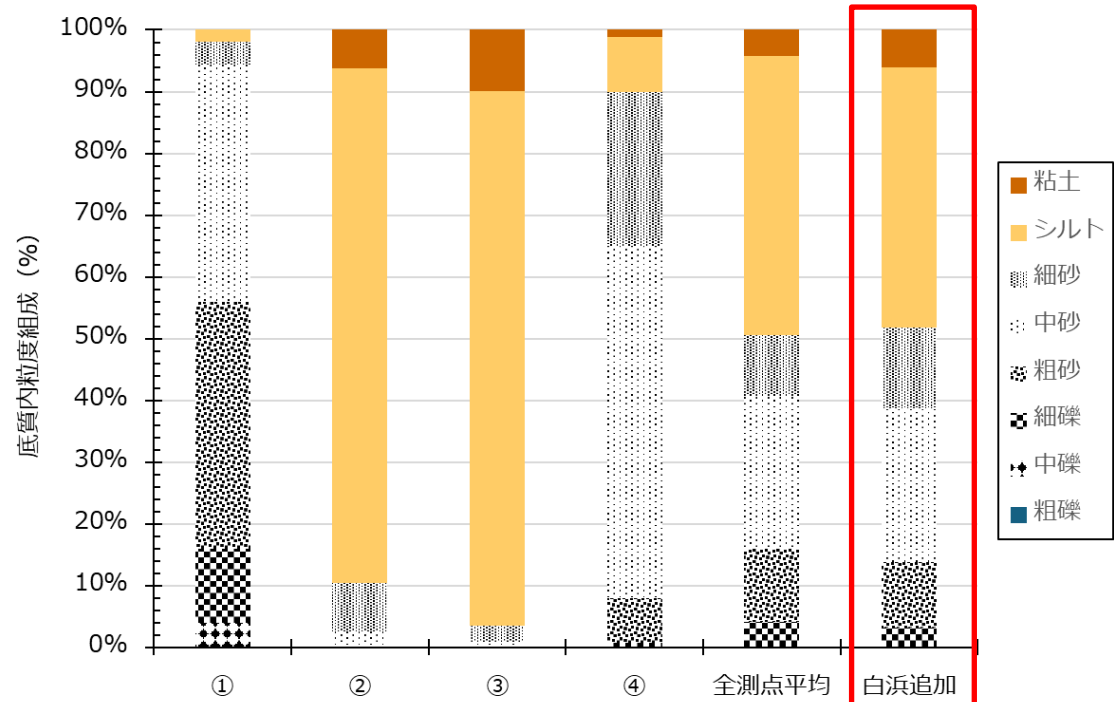


図 2.1.1-39 湾内底質の粒度組成

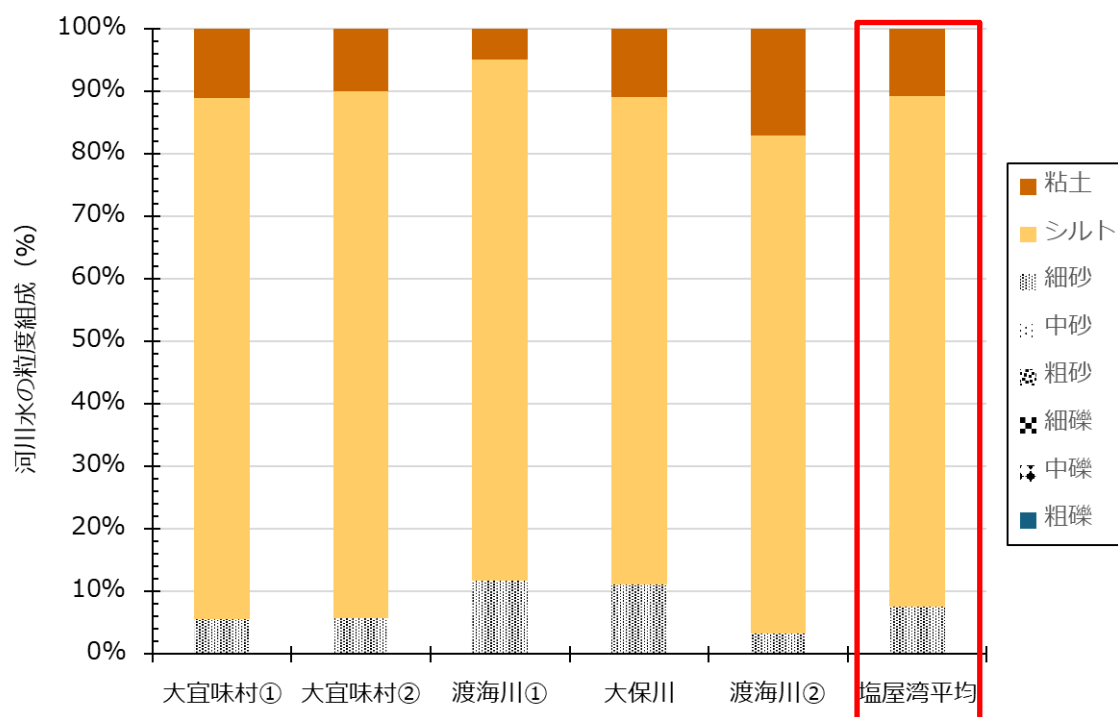


図 2.1.1-40 河川水に含まれる土粒子の粒度組成

2.1.2 現況再現計算

1) 現況再現計算の基本条件

現況再現計算期間は令和 5 年度夏季及び冬季調査の流況観測期間とし、前 2 日を助走期間とした。

表 2.1.2-1 現況再現計算期間

季節	シミュレーション期間	流況観測期間 (観測サンプリング年月日)
夏季	助走期間：令和 5 年 8 月 14 日～8 月 15 日 計算期間：令和 5 年 8 月 16 日～8 月 31 日	令和 5 年 8 月 16 日～8 月 31 日 (8 月 24 日)
冬季	助走期間：令和 5 年 12 月 11 日～12 月 12 日 計算期間：令和 5 年 12 月 13 日～12 月 28 日	令和 5 年 12 月 13 日～12 月 28 日 (12 月 13 日、12 月 14 日)

鉛直方向は σ 座標全 8 層とし、夏季における底層での貧酸素水塊の状況再現・確認を目的に海底付近の層厚が薄くなるように設定した。

現況再現計算で考慮する外力は潮汐場のみとし計算を実施した。

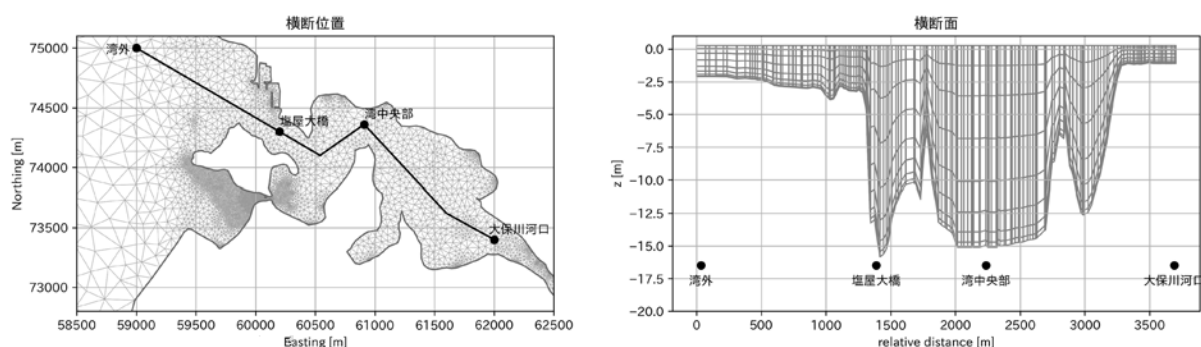


図 2.1.2-1 湾内の計算格子（左：水平方向、右：鉛直方向）

2) 現況再現計算

作成した流体力学モデルが実際の塩屋湾の環境（流速・水温・塩分）を再現しているか、令和 5 年度の調査結果と比較し再現性を確認する。シミュレーション期間は表 2.1.2-1 に示す期間で実施した。

再現性が確認された流体力学モデルを基に水質シミュレーションを実施し、令和 5 年度の調査結果と比較し水質シミュレーションモデルの再現性を確認した。比較する水質項目は溶存酸素（DO）、化学的酸素要求量（COD）、全窒素（T-N）、全リン（T-P）とした。

表 2.1.2-2 計算諸元

項目	設定	備考
流体力学モデル		
基礎方程式	Shallow Water Equations	
密度	Function of temperature and salinity	
水平渦動粘性	Smagorinsky formulation	
鉛直渦動粘性	Two-equation turbulence model	
底面粗度高さ	0.046m	
タイムステップ	0.01～30s	
移動境界	あり (Drying depth:0.005m、Wetting depth:0.1m)	
降雨	あり	夏季のみ
河川流量	17 か所 (排水路からの流入も含む)	
潮位	辺土名の潮位 (潮汐流を再現)	
大気	あり	
初期条件	流速：0m/s、潮位変動：0m 水温・塩分：夏季・冬季の平均値を設定	
水質モデル		
初期条件	夏季・冬季項目ごとに平均値を設定	

(1) 流速、水温、塩分

a. 夏季

a) 流速

各観測地点における流速ベクトルの大きさ、向きと令和5年度調査結果（平均大潮期流況）と比較した。上げ潮に転じると湾内へ向かう流れ、下げ潮になると湾外へ向けた流れといった湾内の流れ場を再現できた。

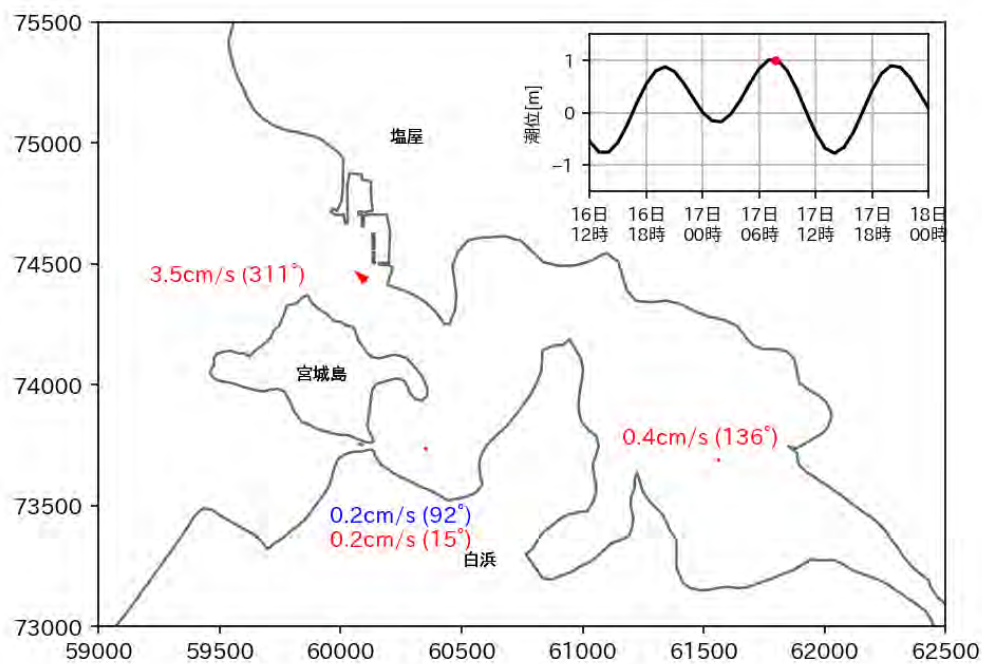


図 2.1.2-2 シミュレーション結果（満潮時）

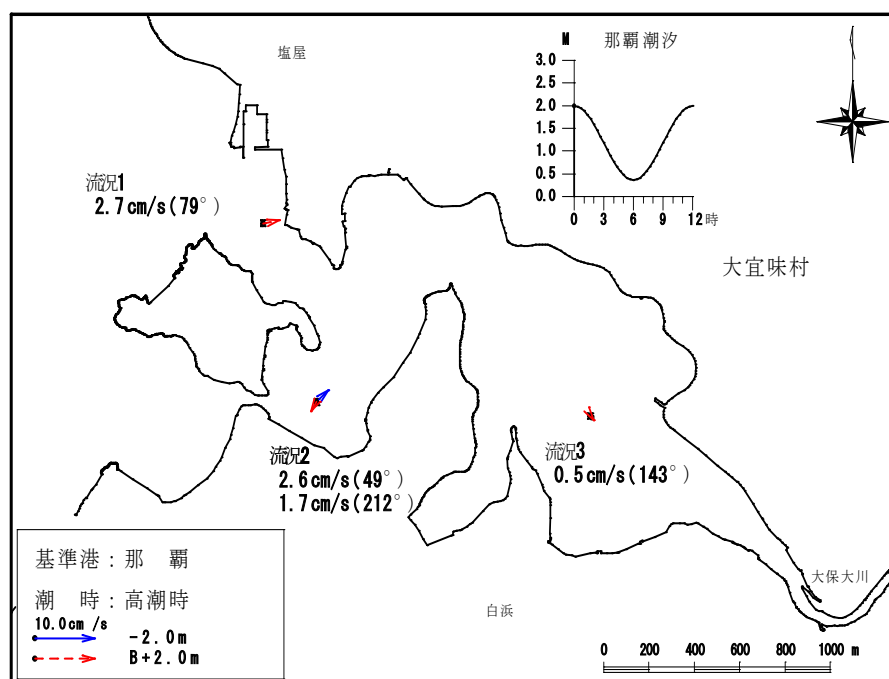


図 2.1.2-3 調査結果：平均大潮期流況（満潮時）

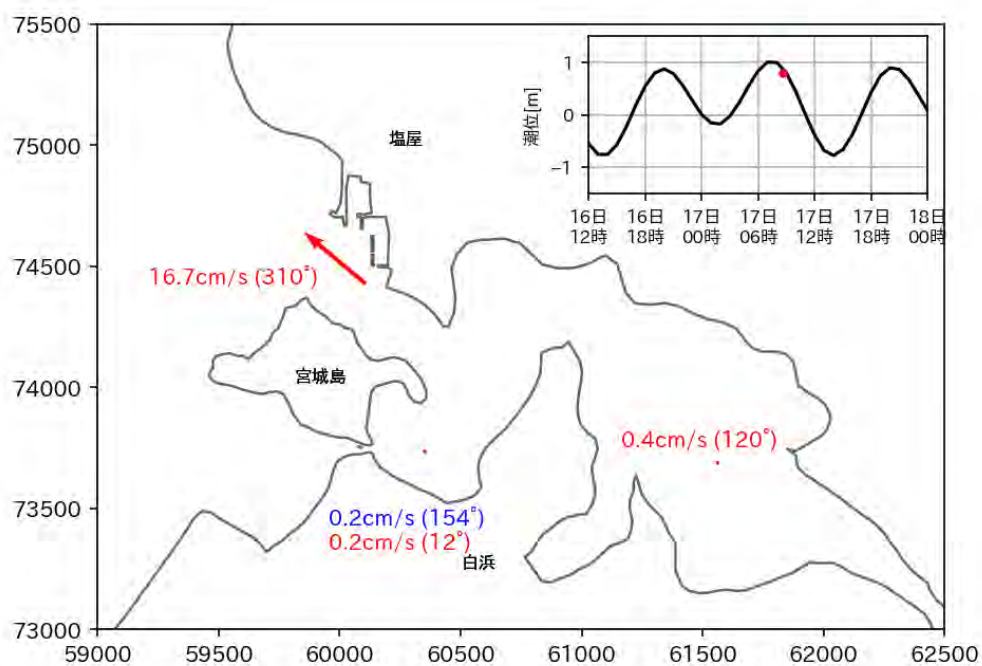


図 2.1.2-4 シミュレーション結果（下げ潮となった1時間後）

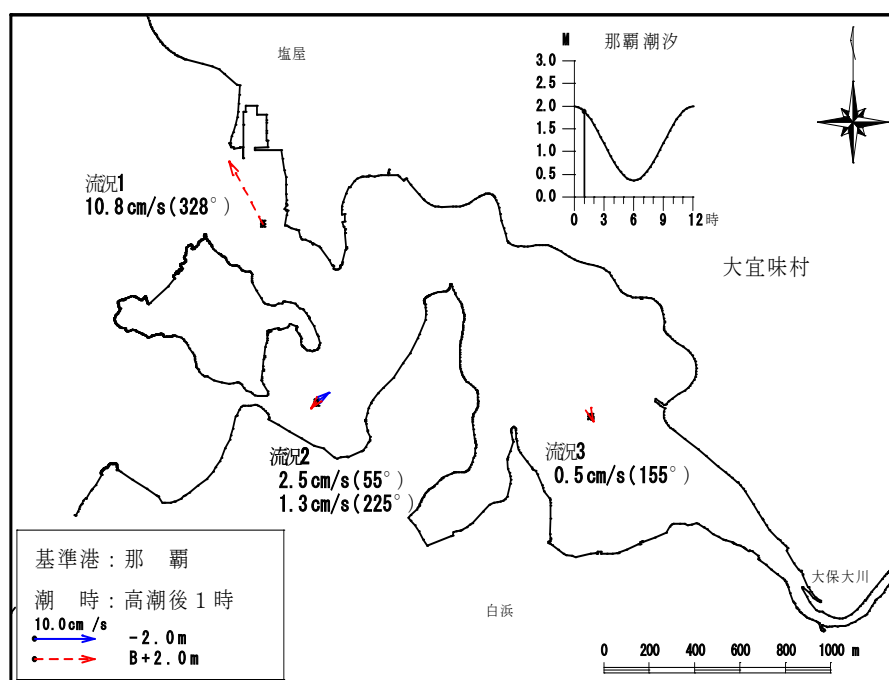


図 2.1.2-5 調査結果：平均大潮期流況（下げ潮となった1時間後）

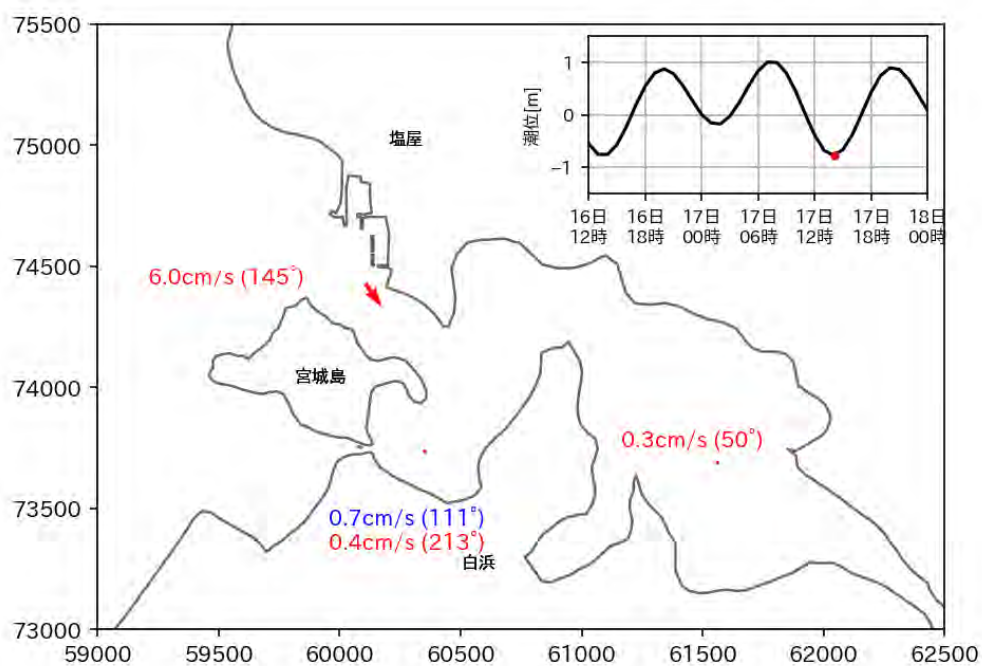


図 2.1.2-6 シミュレーション結果（干潮時）

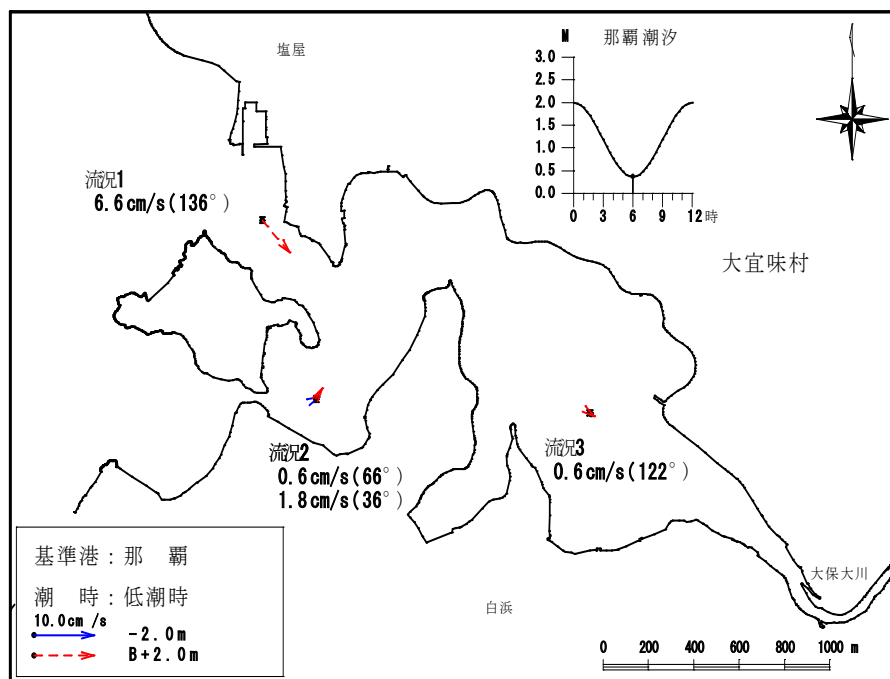


図 2.1.2-7 調査結果：平均大潮期流況（干潮時）

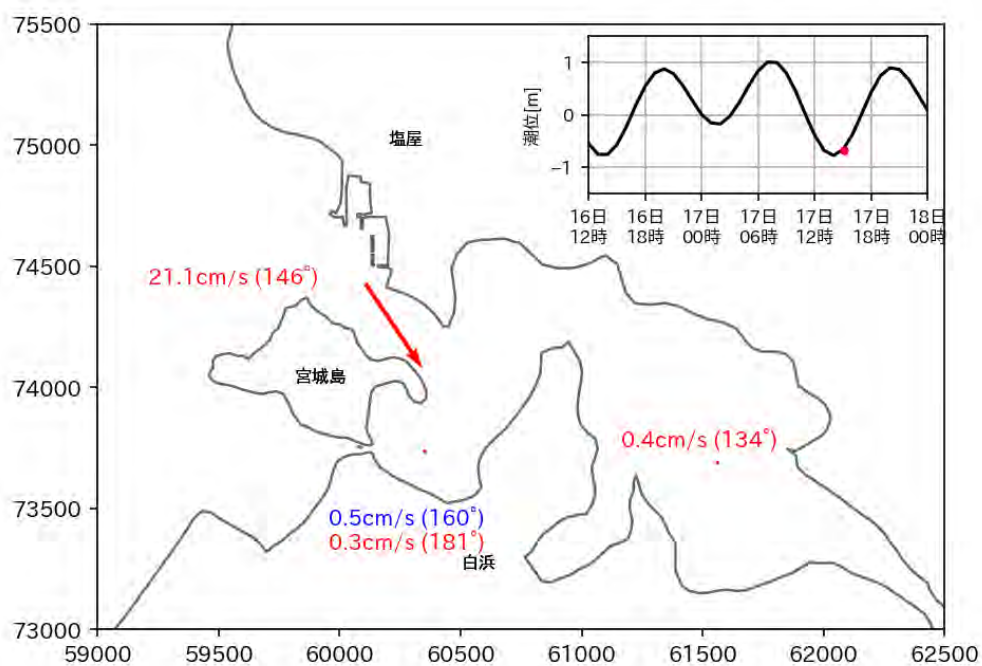


図 2.1.2-8 シミュレーション結果（上げ潮となった1時間後）

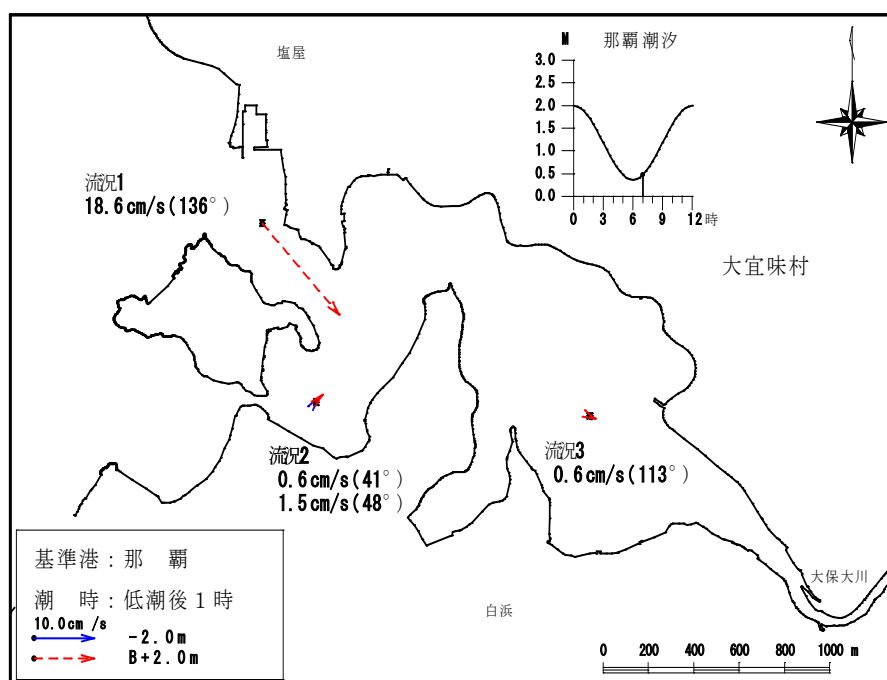


図 2.1.2-9 調査結果：平均大潮期流況（上げ潮となった1時間後）

b) 水温、塩分

水温、塩分は令和5年度の調査地点4点における同時刻付近の鉛直分布を比較した。水温はシミュレーション結果がやや過大に評価する傾向はあるが、概ね鉛直分布が再現されている。塩分は大保川河口に近い地点④で低塩分となっはいるが、表層で低塩分、中層から底層にかけて高塩分といった密度構造が再現できている。地点④での低塩分化は河川流量の設定が過大であったことが考えられるが、貧酸素水塊が発生している地点③の分布を再現できていることからこの再現結果モデルを基に水質シミュレーションを実施する。

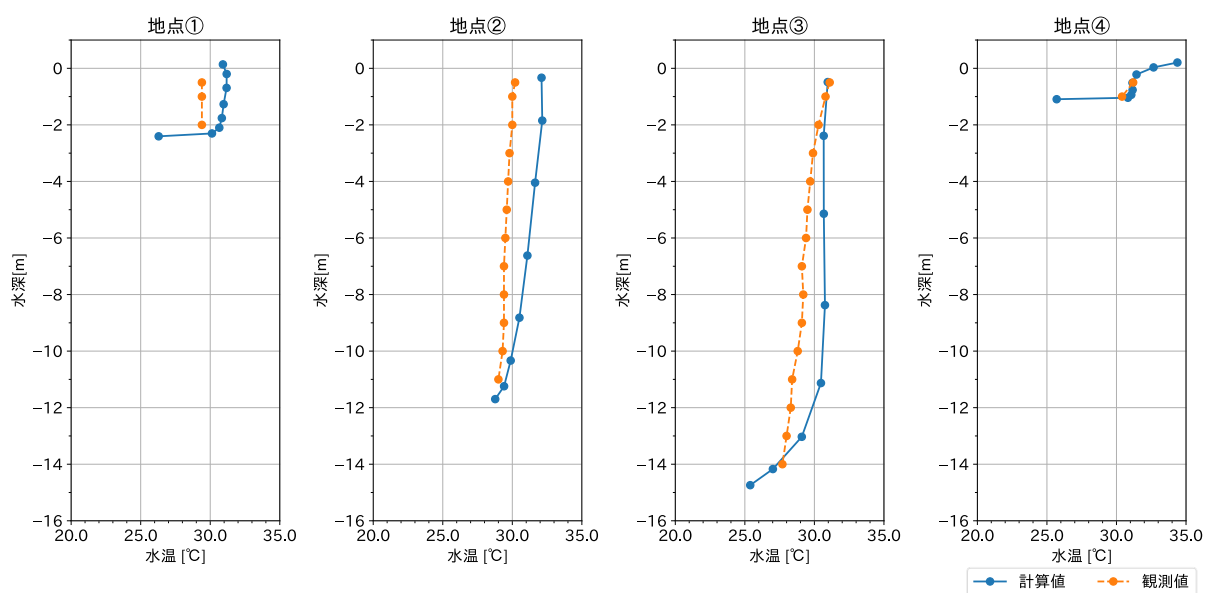


図 2.1.2-10 水温分布

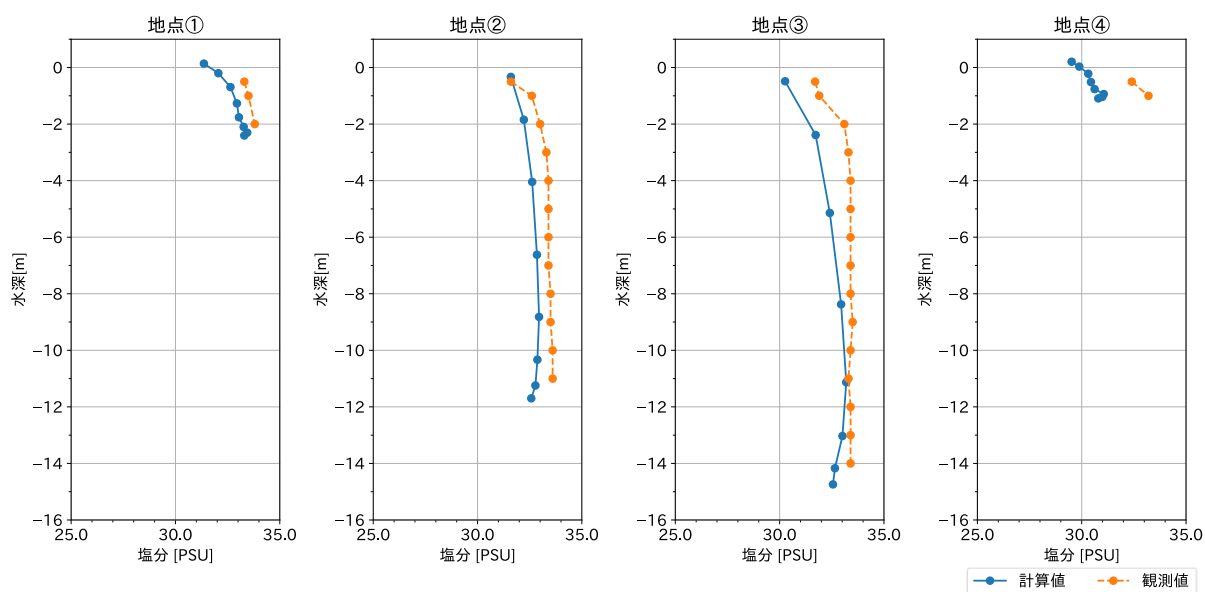


図 2.1.2-11 塩分分布

b. 冬季

a) 流速

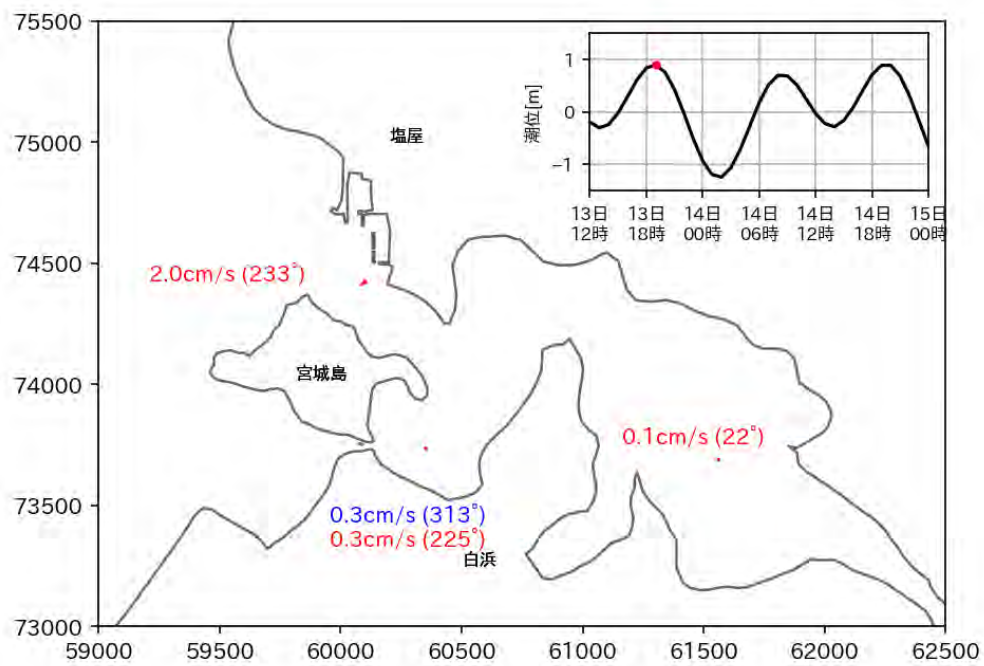


図 2.1.2-12 シミュレーション結果（満潮時）

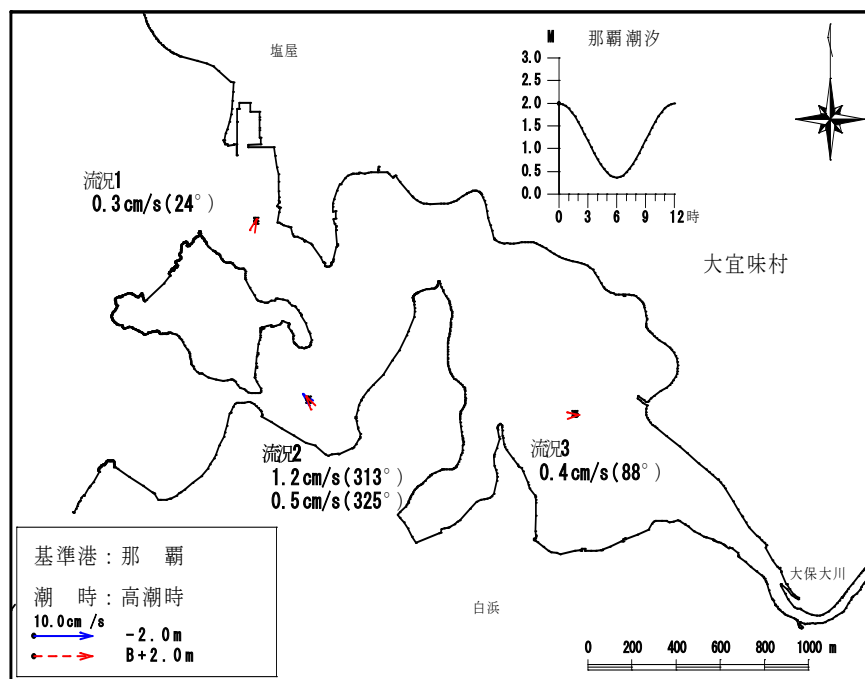


図 2.1.2-13 平均大潮期流況（満潮時）

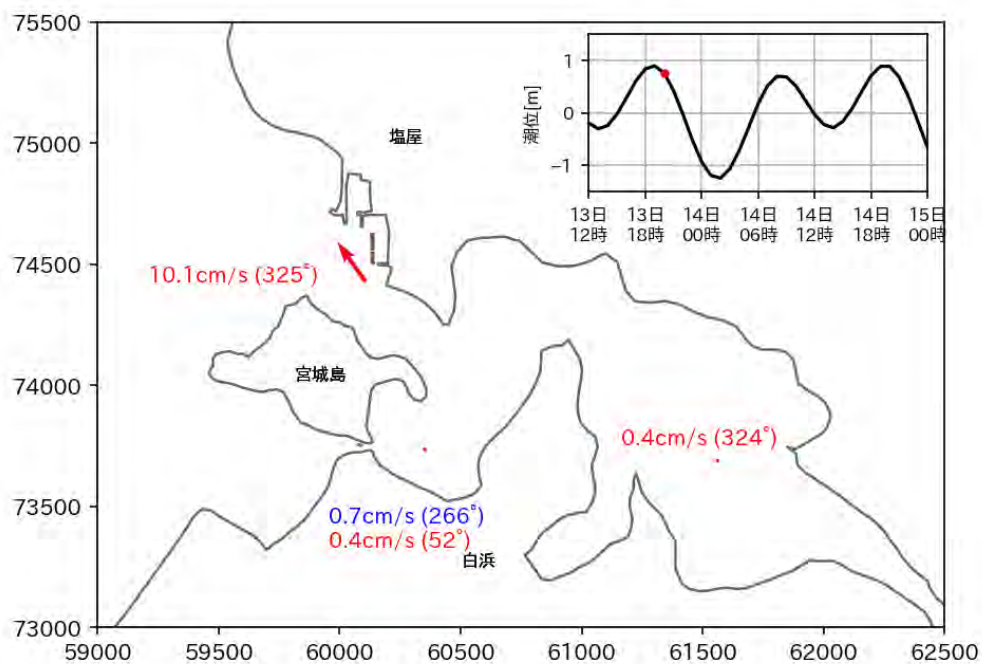


図 2.1.2-14 シミュレーション結果（下げ潮となった1時間後）

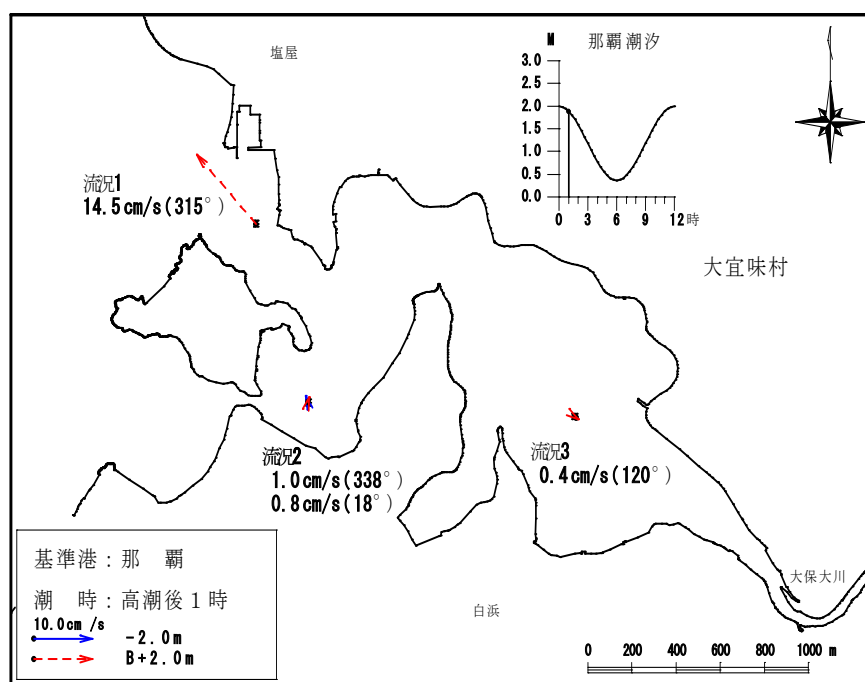


図 2.1.2-15 平均大潮期流況（下げ潮となった1時間後）

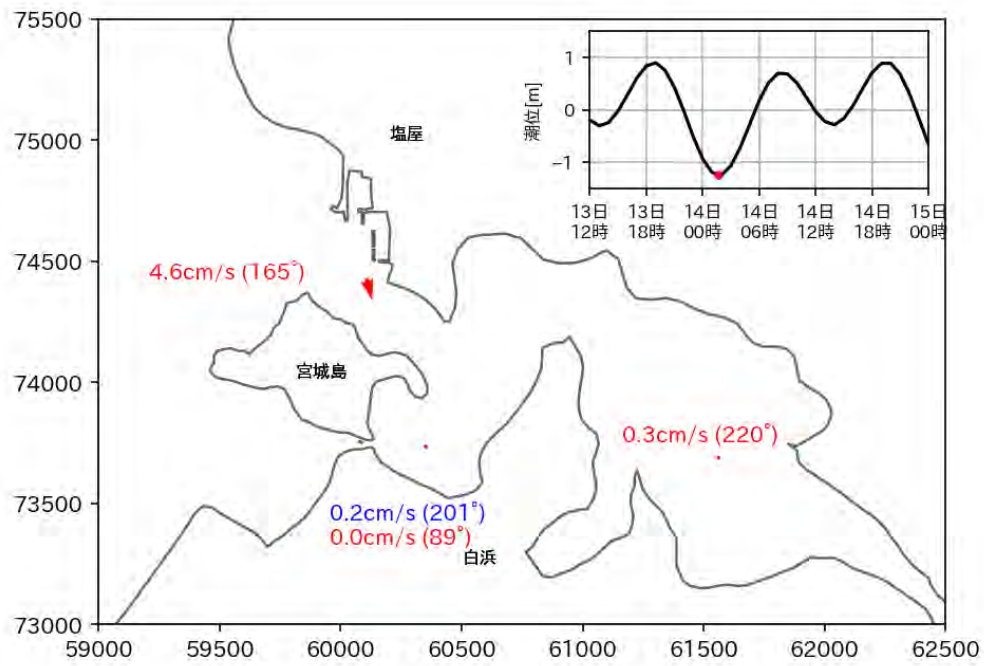


図 2.1.2-16 シミュレーション結果（干潮時）

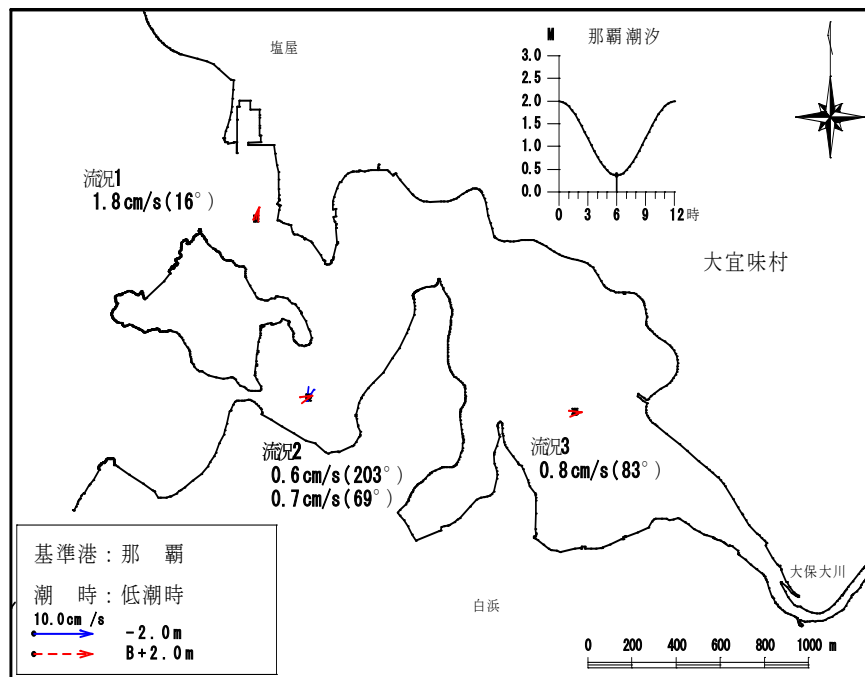


図 2.1.2-17 平均大潮期流況（干潮時）

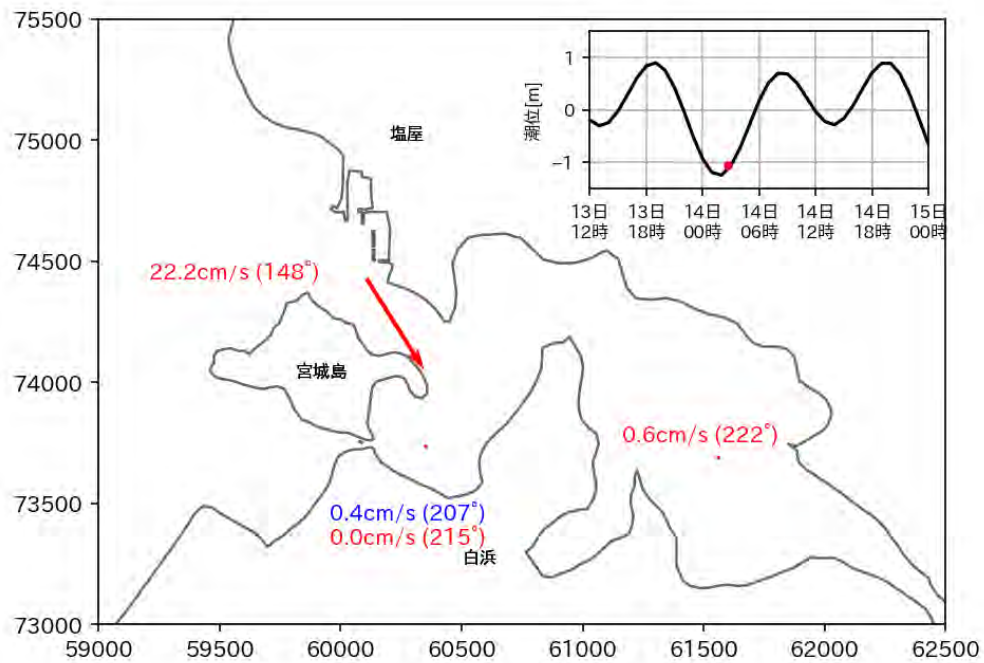


図 2.1.2-18 シミュレーション結果（上げ潮となった1時間後）

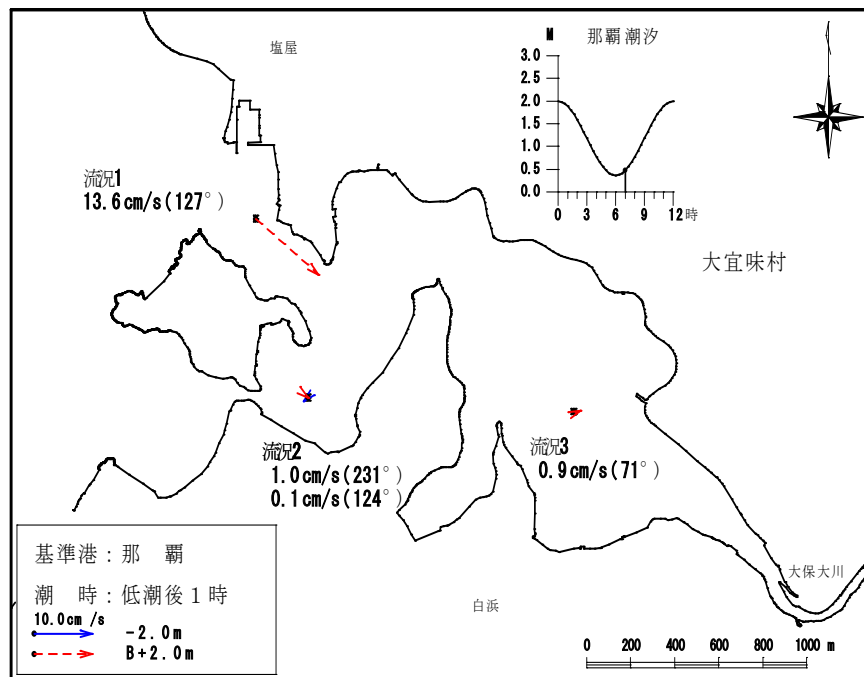


図 2.1.2-19 平均大潮期流況（上げ潮となった1時間後）

b) 水温、塩分

水温は概ね現況を再現できている。塩分は夏季同様、大保川河口に近い地点④で低塩分となっているが、地点①、②、③の鉛直分布は良く再現されている。冬季においても密度が軽く低塩分である河川水の影響が見られ河川流量の推定が過大であったために表層の低塩分化が進行したものと考えられる。湾奥であり河口に近い地点④の密度分布には課題が残るが、この流動モデルを用いて水質シミュレーションを実施する。

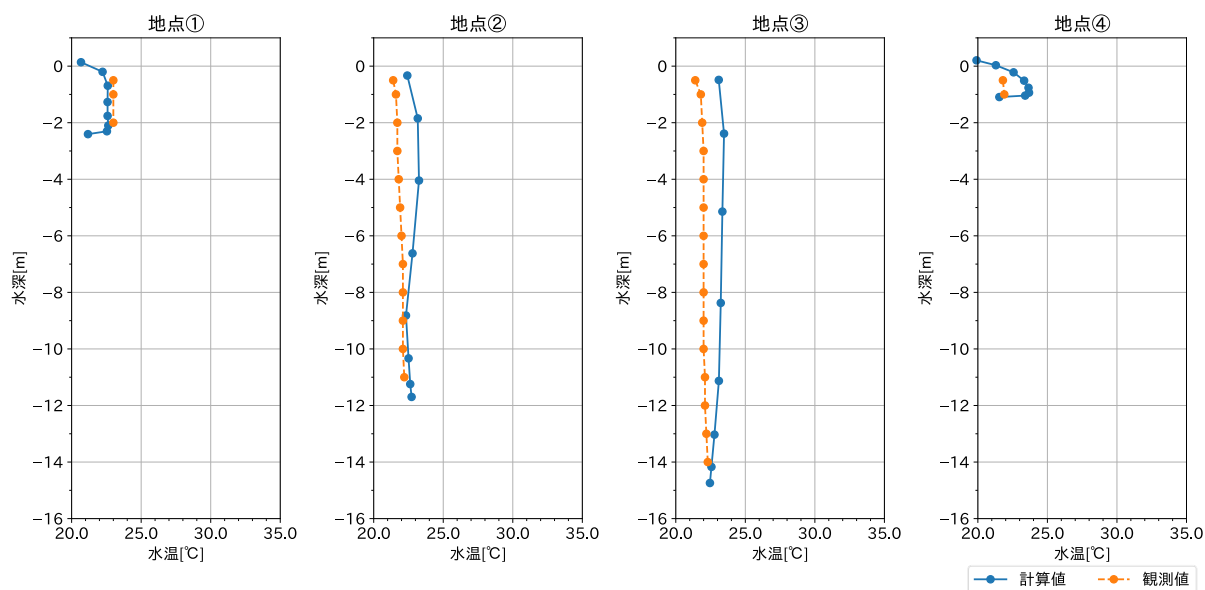


図 2.1.2-20 水温分布

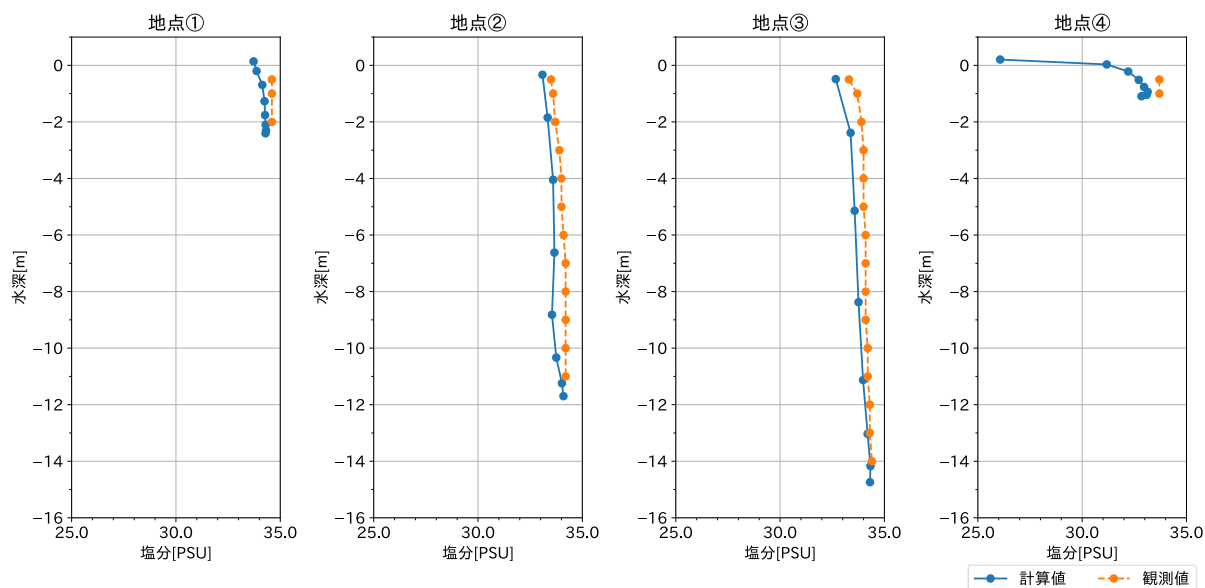


図 2.1.2-21 塩分分布

3) 水質

水質調査地点①～④地点での鉛直分布がシミュレーションで再現されているか確認した。図中の灰色に塗りつぶした範囲は基準値外であることを表す。

a. 夏季

a) 溶存酸素 : DO

溶存酸素はシミュレーションによる計算値と観測値は似た傾向を示しており、地点②の底層では貧酸素状態ではなく、地点③のみ低い溶存酸素濃度となっている状況を良く再現できている。

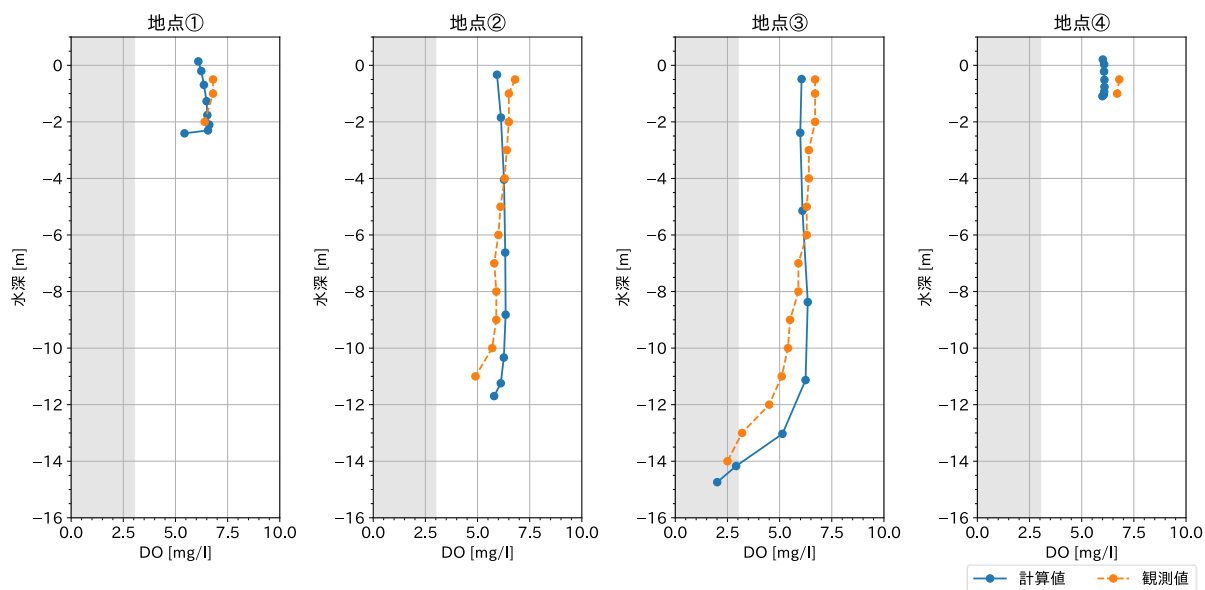


図 2.1.2-22 溶存酸素分布

b) 化学的酸素要求量 : COD

化学的酸素要求量は再現性が良くない。シミュレーション結果から全有機炭素を計算し COD を算定しているが、観測値である TOC と COD のバラツキが大きいことによりシミュレーション結果の COD が現地状況を再現できなかったと考えられる。計算値・観測値ともに COD の値はほぼ全地点で目標値をクリアしてはいるが、地点③の下層における高い COD を再現できていないことは課題である。

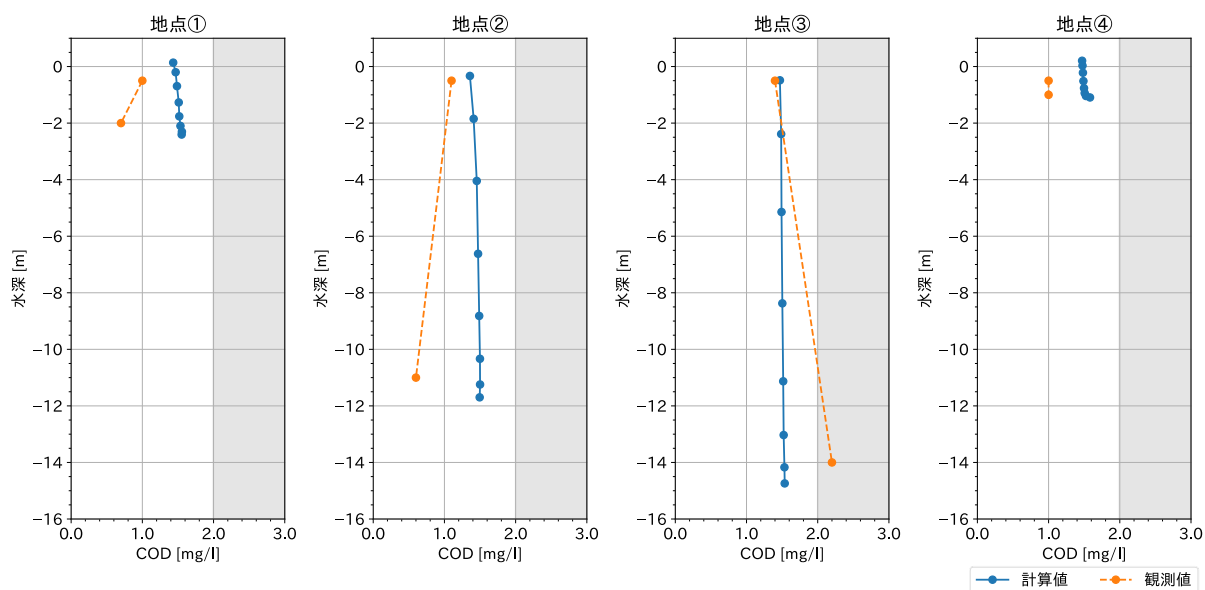


図 2.1.2-23 化学的酸素要求量分布

c) 全窒素 : T-N

全窒素は観測値に対して大きな値となつてはいるが、現環境に近い鉛直分布を再現できている。地点③下層における全窒素の値が高い濃度となっているが、地点③で貧酸素状態になったため底泥から栄養塩が溶出し高濃度に推移しているものと考えられる。地点③下層の観測値は海底から 1m 上方での計測結果であり、シミュレーション結果の最下層と単純には比較ができないが、観測当時の地点③最下層でも栄養塩の溶出が発生していると予想される。

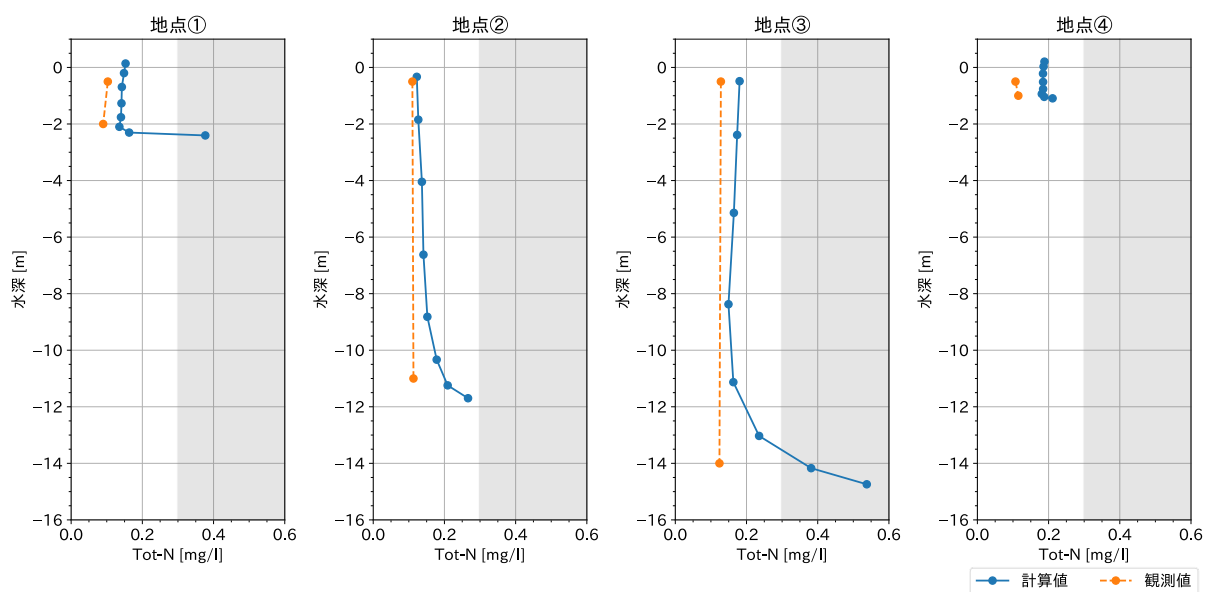


図 2.1.2-24 全窒素分布

d) 全リン : T-P

全リンは、全窒素同様シミュレーション結果が大きな値となっているが、現環境を再現できている。地点③の下層での高濃度の全リンは全窒素同様、貧酸素化に伴う栄養塩の流出に起因するものである。

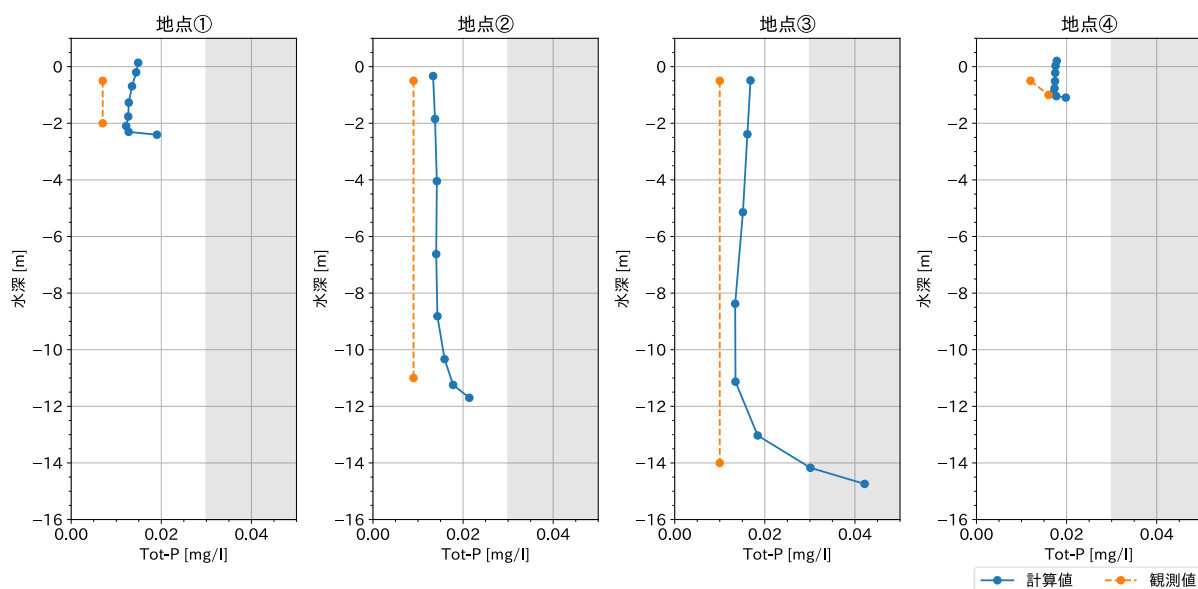


図 2.1.2-25 全リン分布

b. 冬季

a) 溶存酸素 : DO

冬季における溶存酸素分布は現環境をよく再現できている。

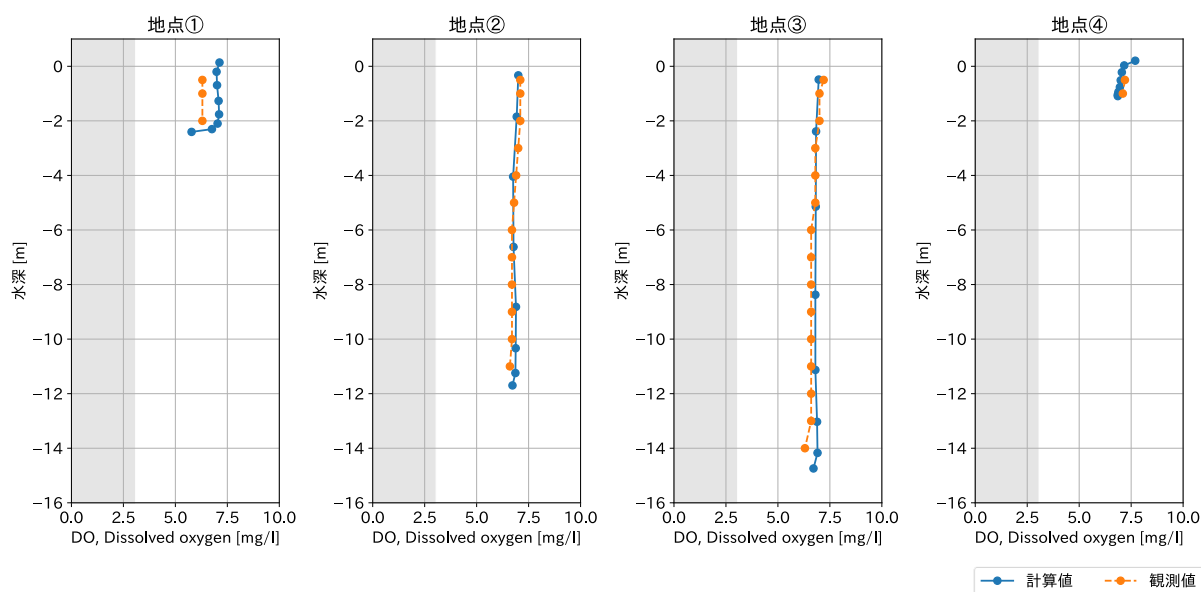


図 2.1.2-26 溶存酸素分布

b) 化学的酸素要求量：COD

化学的酸素要求量は夏季と同様、再現性が良くない。COD の再現性に課題はあるが、いずれの結果も基準値以内であり目標をクリアしている。

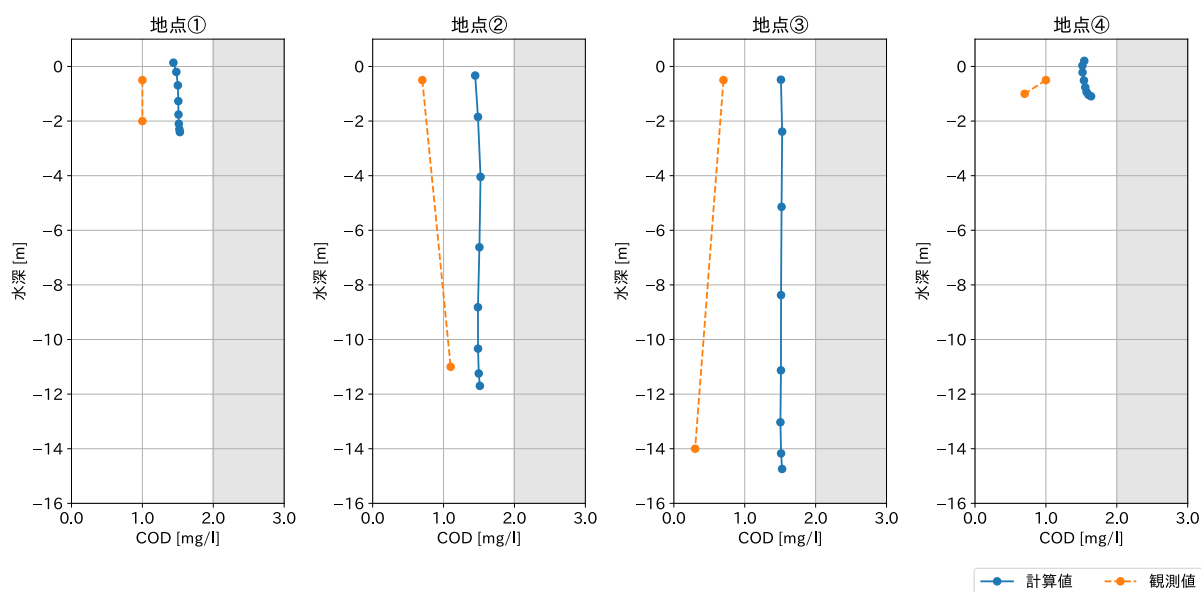


図 2.1.2-27 化学的酸素要求量分布

c) 全窒素：T-N

全窒素は現環境をよく再現できている。

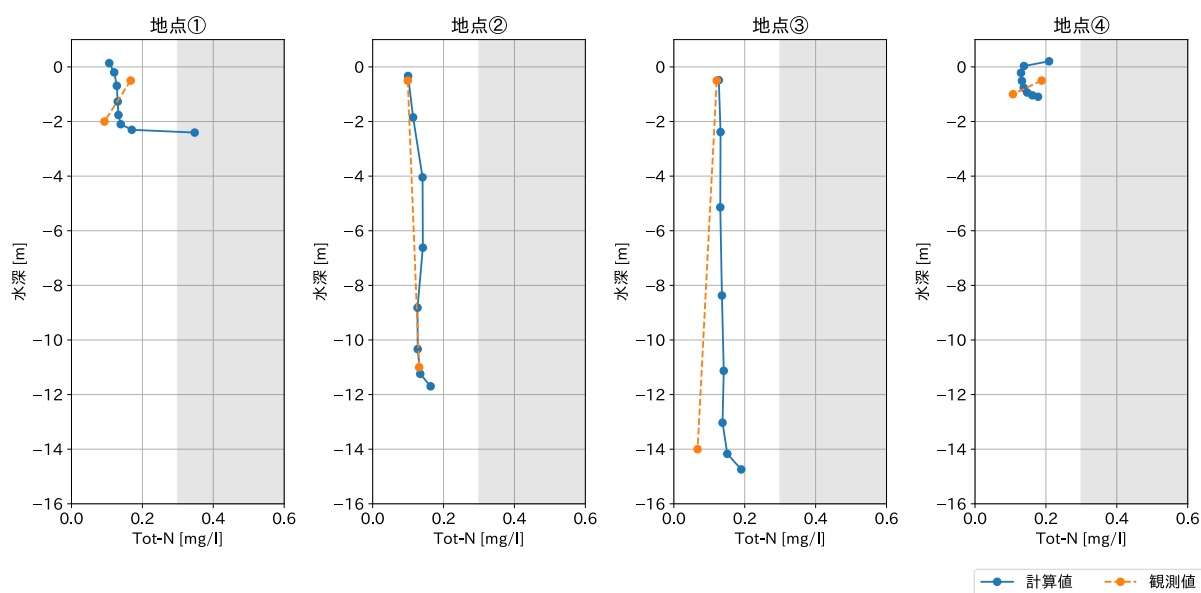


図 2.1.2-28 全窒素分布

d) 全リン : T-P

全リンは観測値の地点①、④の上層で高い濃度を示しており、過年度報告書では「水深が浅いことから、波浪等による底泥の撒き上がりが要因として推定され、湾外地点①の冬季上層、湾内最奥部の地点④の上層で高い値が検出されている。やはり、水深が浅い両地点では、底泥の撒き上がりの影響を受けやすいものと推測される」と考察されている。本シミュレーションでは風を与えていないこと、底泥からの撒き上がりを考慮していないために、シミュレーション結果が過小になったと考えられる。しかし、水質改善の対象としている地点②、③はシミュレーション結果と観測値はよく一致しており、再現できているといえる。

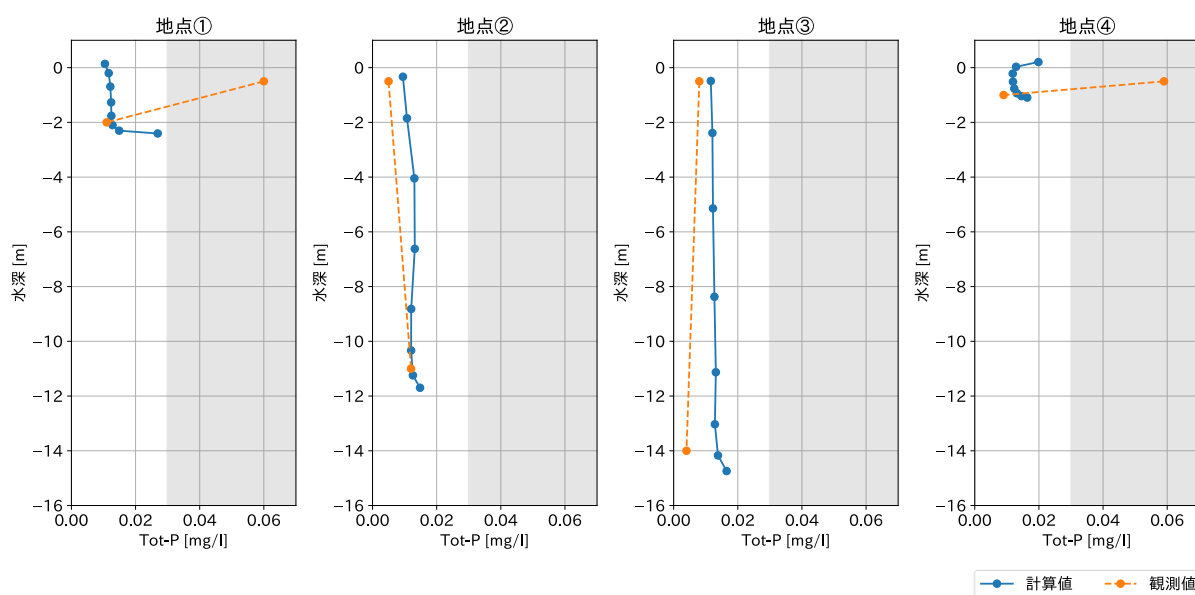


図 2.1.2-29 全リン分布

2.2 水質予測及び赤土拡散予測ケースの検討・設定

2.2.1 湾内対策

改善策前後の水質及び赤土拡散状況を比較し改善効果を検証するために、現況再現で実施した内容（現状）と検討委員会で議論されて決定される改善策の2パターンで実施した。

改善策については予めから意見として挙げられていた宮城橋周辺の掘削を湾内対策とすることが委員会にて決定された。

令和6年1月30日に実施した測量結果より、宮城橋付近はDL+0～0.5m、海側にDL+0.5～1.0mの浅い水深帯（潮位差は1.1mのため、満潮時に0.5m冠水する程度）である。小型漁船の喫水は0.5～1m程度必要であり、航行に支障ないよう余裕深さを1m確保する必要があることから、掘削深度が2mとなるように津波地区のDL-2m帯と白浜地区のDL-2m帯を繋ぐ形状を候補とした。しかし、DL-2.0mまで掘削してしまうと宮城橋橋脚の安定性が損なわれる可能性があるため宮城橋直下はDL-0.8mを掘削の下限值として地形を作成した。

2.2.2 水質予測条件

1) 予測対象時期

水質悪化の要因とされる夏季の貧酸素水塊の発生は、上下層間の密度差により上層から酸素が供給（拡散）されない環境（≒鉛直混合するような流れが発達していないとき）で、底泥の有機物の分解に伴う溶存酸素が消費されることにより発生するため、成層（上下層間の密度差）が発達しやすい夏季を想定した。

従って、水質予測は貧酸素が発生している夏季ならびに貧酸素が解消し比較的水質が安定していると予想される冬季の2ケースを設定した。

2) 予測対象期間

予測対象期間は現況再現計算で用いた期間と同一とした。

3) 予測条件

予測条件は現況再現計算で用いた条件と同一とした。

現況再現計算を実施した生態系モデルを用いて、仮に予測対象期間の気象条件の下で宮城橋が掘削されていた場合、どういった水質の変化が起こりうるのかをシミュレーションする。

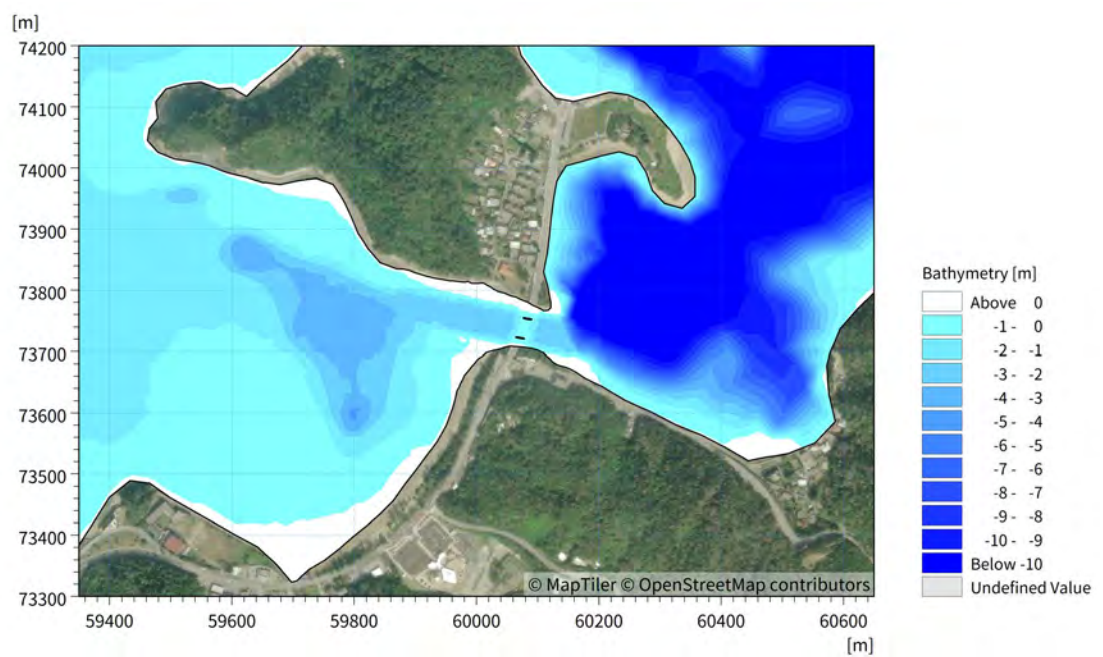
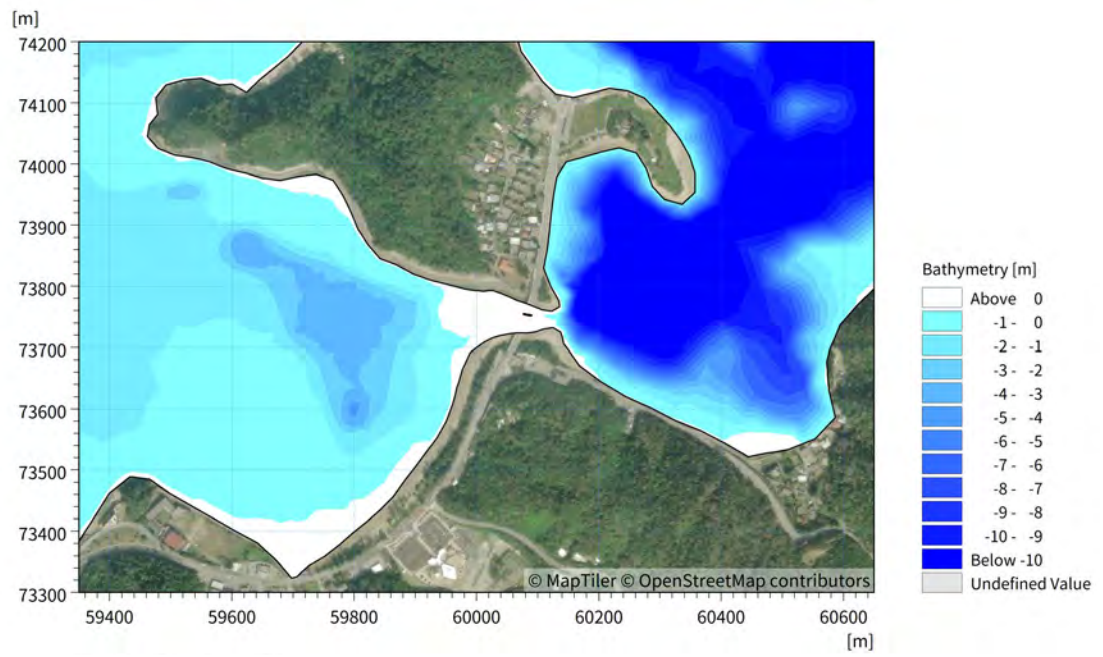


図 2.2.2-1 対策前後地形（上：掘削前、下：掘削後）

2.2.3 赤土拡散予測条件

1) 予測対象時期

赤土等の流入拡散は梅雨や台風のような出水時に集中して発生することから、必ずしも夏季の貧酸素時期に同時に発生するとは限らない。

冬季は、貧酸素の発生も赤土の流入も弱まる時期と想定できるため、対策工による海水交換量の評価を実施するには適した時期と想定される。

赤土拡散予測は出水時期として梅雨時期と台風時期ならびに赤土流入が落ち着く冬季の3ケースを想定した。

2) 予測対象期間

2023年1月～2024年10月※までの河川流量の経時変化（図 2-2）、浮遊物質濃度の経時変化（図 2-3）を示す。これらの期間内においては、流量が著しく増加する期間があり、期間①は2023年台風6号の際の出水、期間②は梅雨前線の停滞による出水である。11月から4月ごろにかけては、大きな出水もなく、河川から流入するSSも小さいことが確認される。

なお、冬季については赤土等の流入については落ち着く時期であるが、季節風によって塩屋湾外の波浪が強まる時期である。ナウファス那覇地点の波高の経時変化を参考に、1m以上の波高が継続して作用する期間として2024/1/21～2024/1/29を設定した。

従って、赤土等拡散予測については表 2-1 に示す期間を予測対象期間として設定した。

※2024年11月7日から10日かけても沖縄本島北部の線状降水帯による記録的大雨災害があったが、第1回委員会での審議直前であったため、統計データによる算定時期を2024年10月までとしている。

表 2.2.3-1 予測対象期間

予測対象時期	予測開始時刻	予測終了時刻
梅雨時期	2024年6月12日0:00:00	2024年6月24日0:00:00
台風時期	2023年8月1日6:00:00	2023年8月10日0:00:00
冬季	2024年1月21日0:00:00	2024年1月29日0:00:00

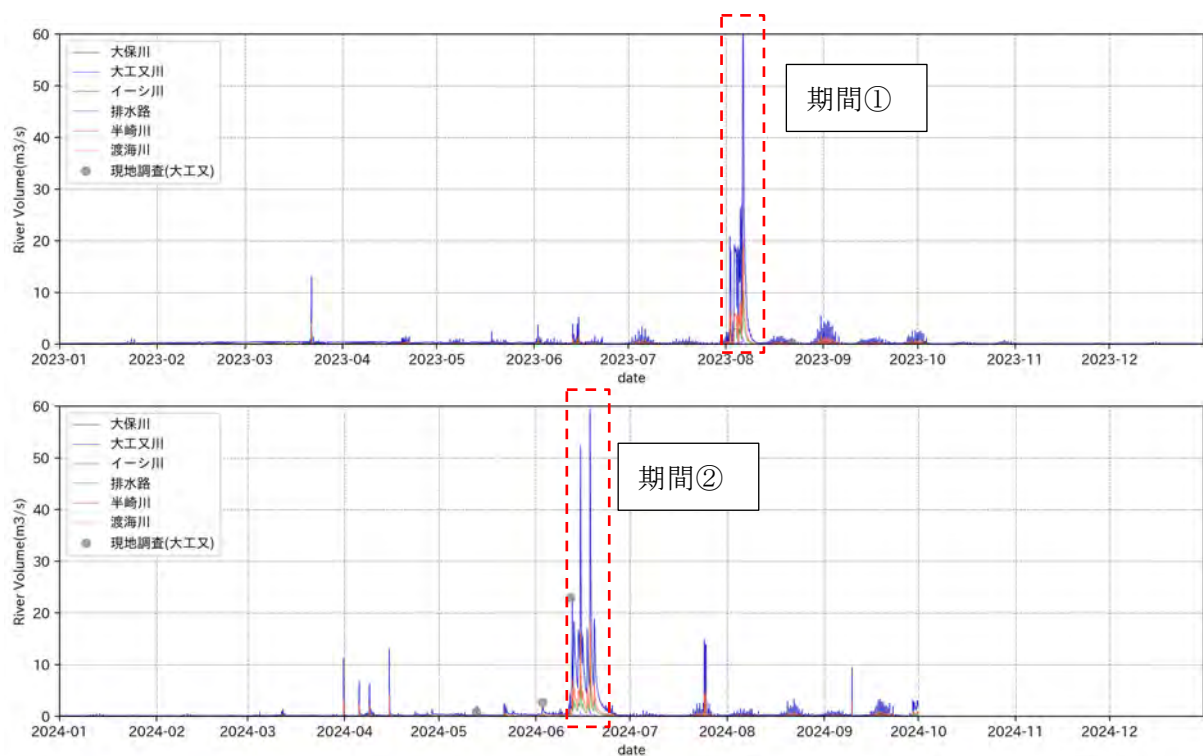


図 2.2.3-1 流入河川流量の経時変化

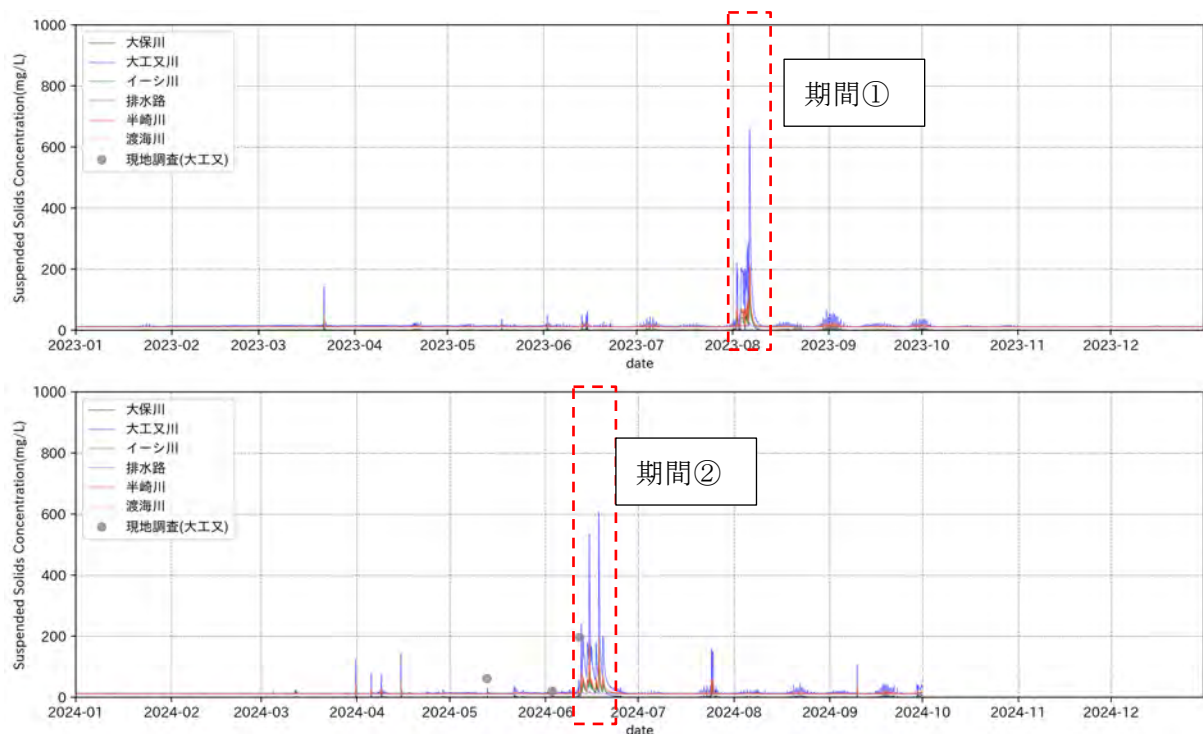


図 2.2.3-2 流入河川浮遊物質濃度 SS の経時変化

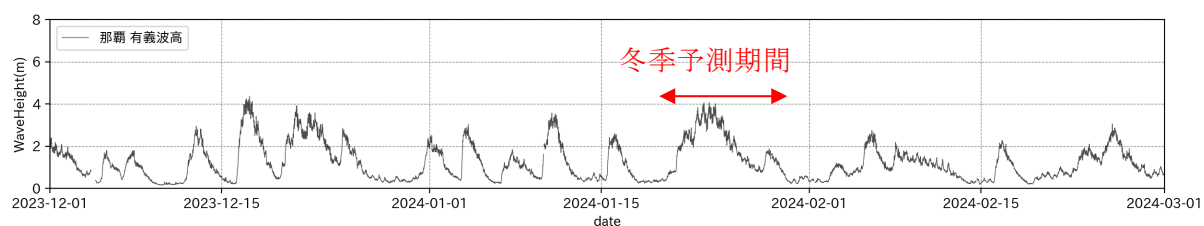


図 2.2.3-3 ナウファス那覇地点における波高の経時変化（冬季）

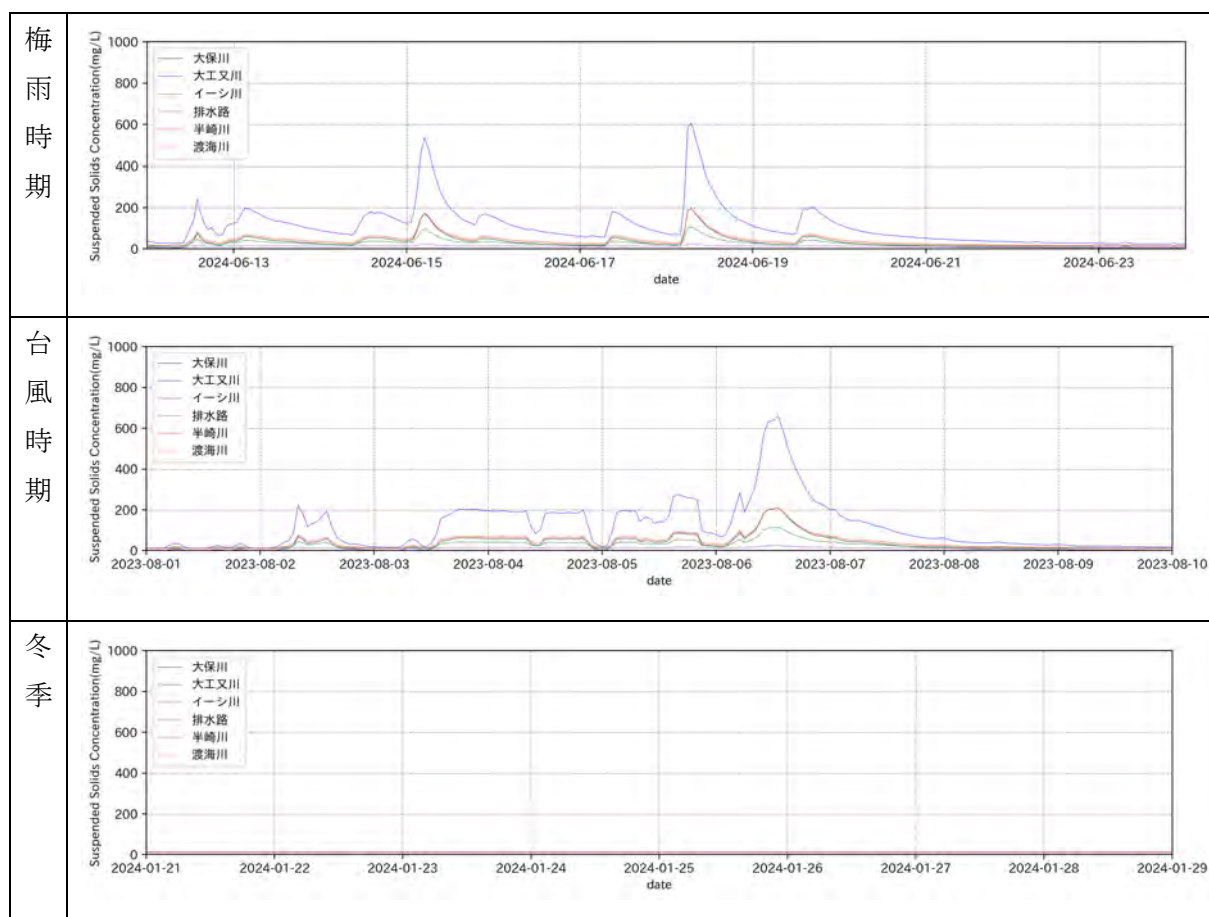


図 2.2.3-4 予測対象期間の SS 経時変化

3) 予測条件

計算諸元を表 2-2 に示す。基礎方程式は浅海波理論に基づく準3次元モデルを使用し、水温及び塩分については海水の状態方程式を解くこととする。計算のタイムステップについて 0.01s～30s までの可変で設定し、CFL 条件に応じてタイムステップが可変に決定される。

物理条件については、潮汐流、海浜流、河川流に加えて、季節風が発達する冬季においては湾内の吹送流の作用も反映している。

海水の粘性については、水平方向については Smagorinsky、鉛直方向については2方程式の乱流モデルを採用し、場の流速に応じて空間的に粘性が変わるように設定した。

底質の条件については、現地の粒度測定結果を基に平均的な粒度組成を設定し、河川からの流入土砂については既往文献から流入土砂の粒度組成を設定している。沈降速度についてはストークスの理論に基づき、粒子径に応じた沈降速度を設定した。粒子の拡散係数については湾のスケールが凡そ 1000m 程度であることから、港湾工事における濁り拡散予測の手引きに記載されている沿岸からの最短距離の関数を参考に ($K=0.1L$) $1.0 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$ と設定した。鉛直方向の拡散係数については、同手引きを参考に躍層などの密度成層の強い海域の下限值を採用し $1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ と設定した。

表 2.2.3-2 計算諸元

項目	設定値	備考
基礎方程式	・ Shallow Water Equations ・ Function of temperature and salinity	
タイムステップ	0.01～30s	
移動境界	あり	
潮位	辺士名の潮位（潮汐流を再現）	
気象	LFM 風分布（冬季のみ、吹送流を再現）	
ラジエーションストレス	あり（海浜流を再現、那覇の波浪と LFM 風分布を使用）	
河川	17 か所（排水路からの流入も含む）	
密度	水温塩分により設定	
水平渦動粘性	Smagorinsky formulation	
鉛直渦動粘性	Two-equation turbulence model	
底面粗度高さ	0.046m	
粒子組成	6 成分（粘土、シルト、細砂、中砂、粗砂、粗砂以上）	
粒子沈降速度	粘土：0.0m/s シルト：0.006m/s 細砂：0.065m/s 中砂：0.747m/s 粗砂：4.136m/s 粗砂以上：23.327m/s	
粒子拡散係数	水平： $1.0 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$ 鉛直： $1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$	

2.3 水質予測及び赤土等拡散予測計算

2.3.1 水質予測計算

1) 流速

宮城橋を掘削することで海水の移動量が増加すると予想される。以下に掘削前、掘削後それぞれの表層流速の15昼夜平均値を示す。色の付いていない箇所は干出する領域である。掘削によって塩屋大橋を通過する流れは遅くなるが、宮城橋では干出が解消され流れが発生している。湾内の流れに変化は見られないが、宮城橋東側、白浜地区側では変化が見られることから水質改善効果が期待される。

a. 夏季

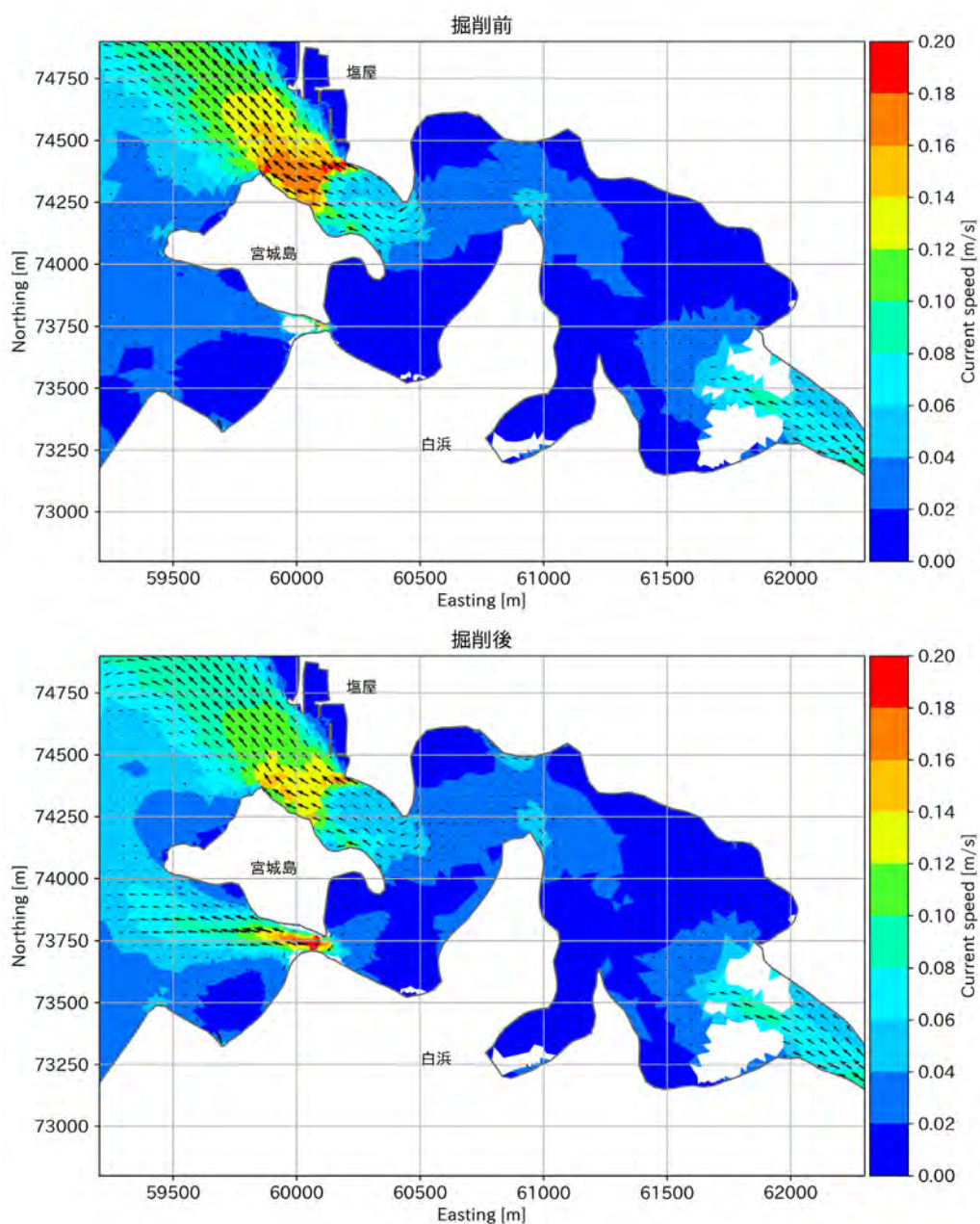


図 2.3.1-1 夏季：表層流速ベクトル（上：掘削前、下：掘削後）

b. 冬季

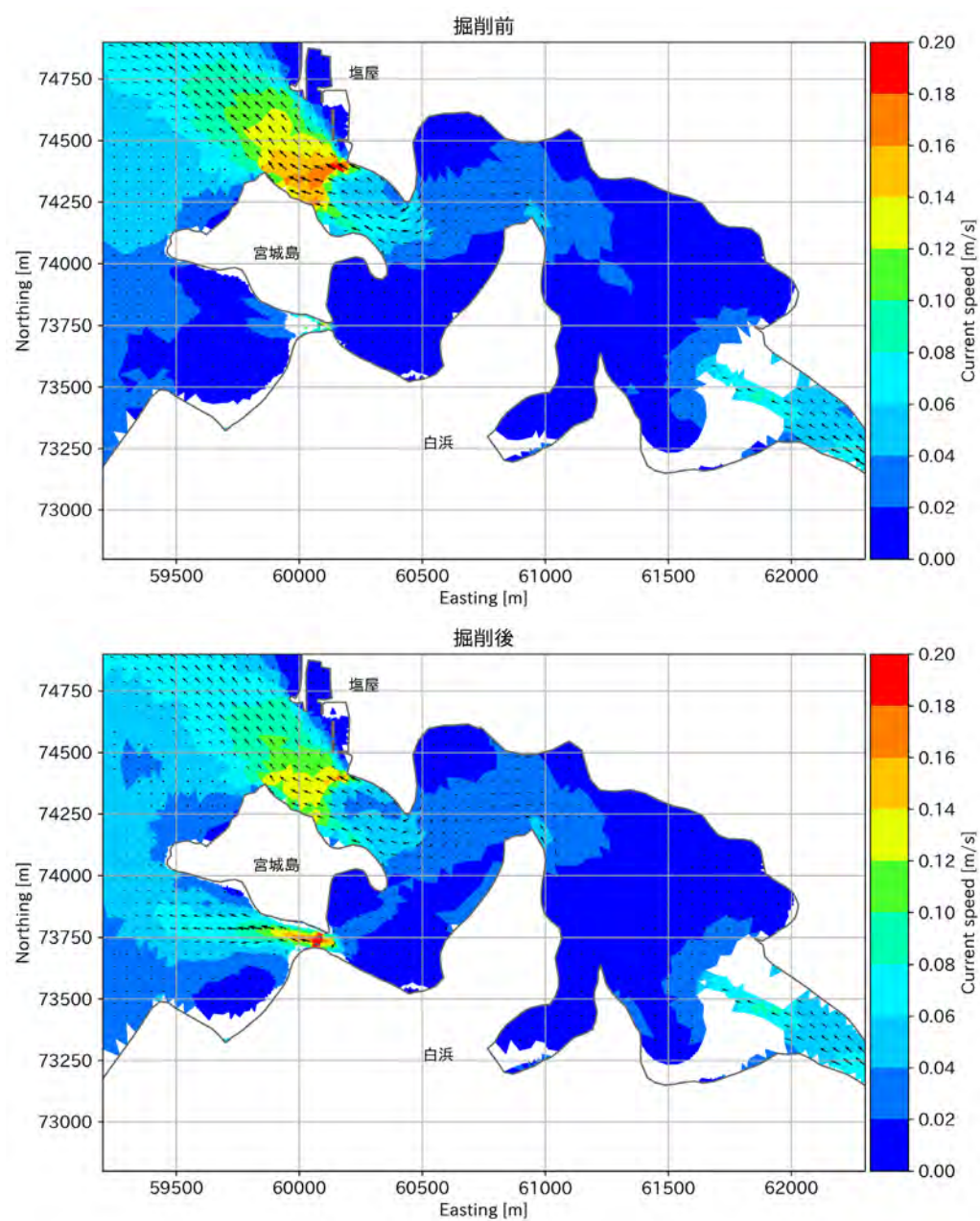


図 2.3.1-2 冬季：表層流速ベクトル（上：掘削前、下：掘削後）

2) 水質

令和 5 年度水質調査地点①～④における現況再現計算結果と掘削後のシミュレーション結果を比較した。時系列図、鉛直分布図中の灰色に塗りつぶした範囲は基準値外であることを表す。

鉛直分布図：計算期間における 15 昼夜平均値を図化

コンター図：水深-1m および地点②で水質変化がみられた水深-11m を図化



図 2.3.1-3 水質比較地点

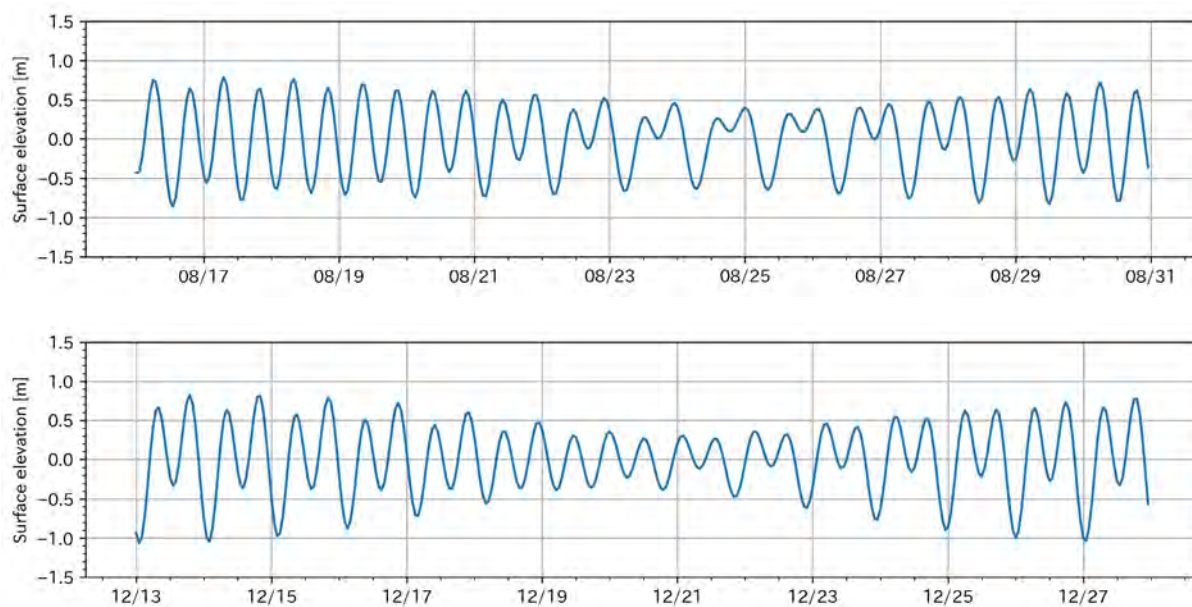


図 2.3.1-4 比較期間の潮汐（上：夏季、下：冬季）

a. 夏季

a) 溶存酸素 : DO

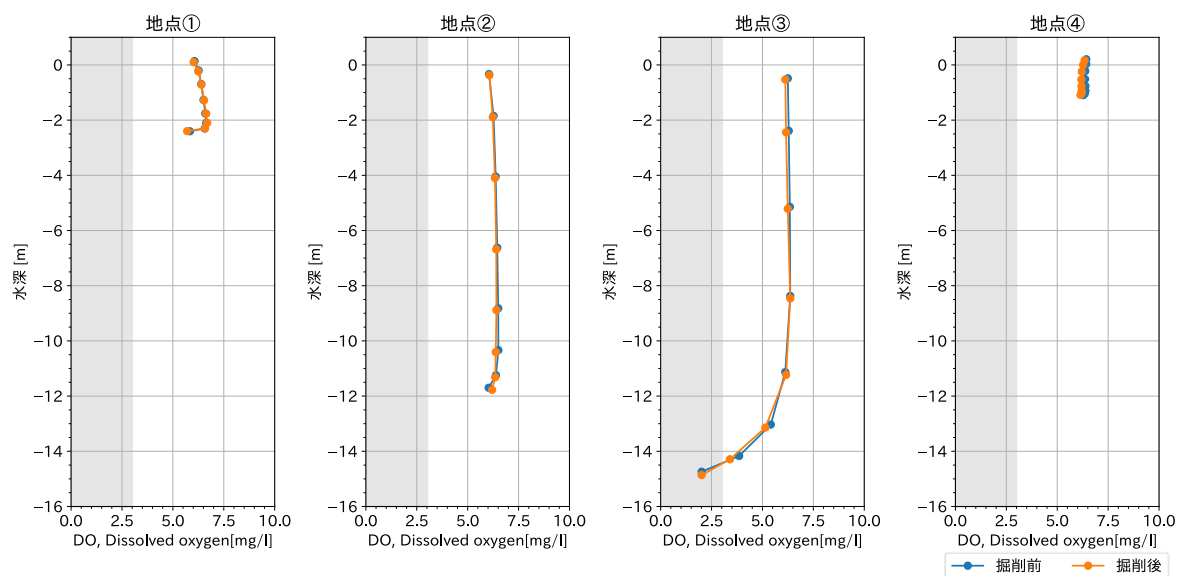


図 2.3.1-5 夏季 : 溶存酸素鉛直分布

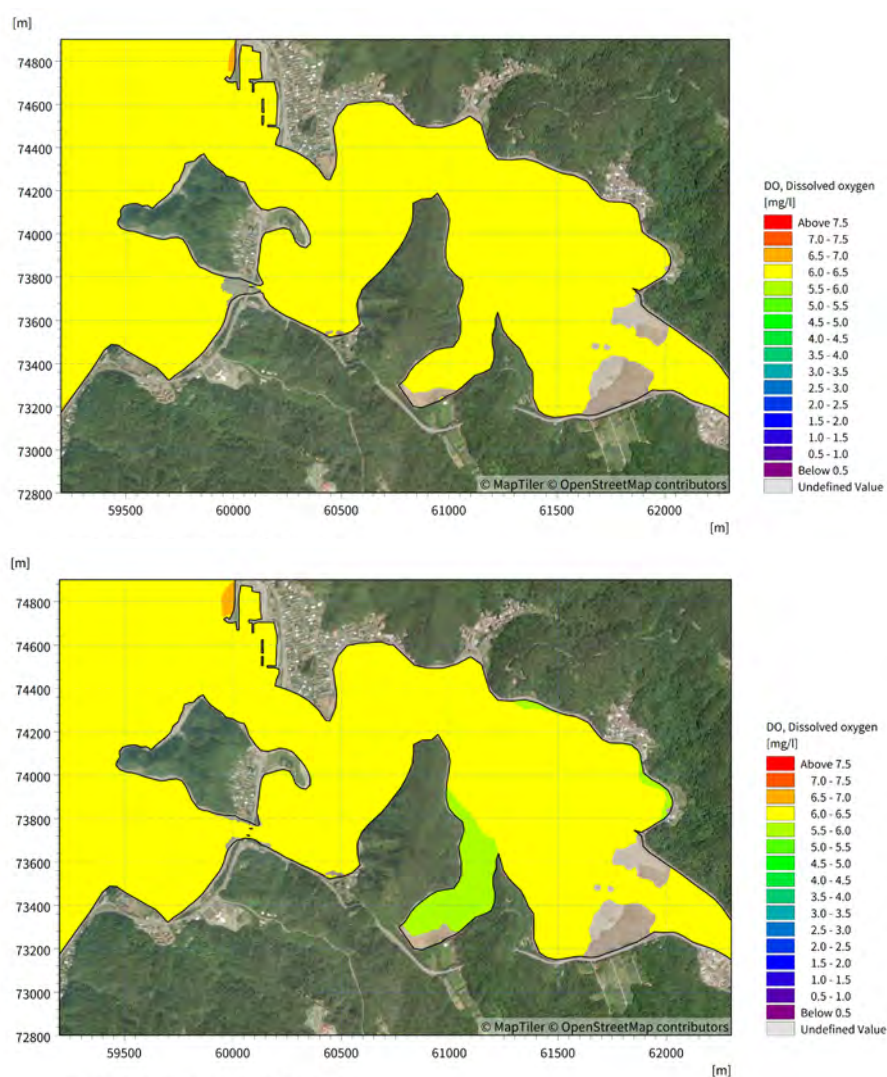


図 2.3.1-6 夏季 : 水深-1m 溶存酸素コンター (上 : 掘削前、下 : 掘削後)

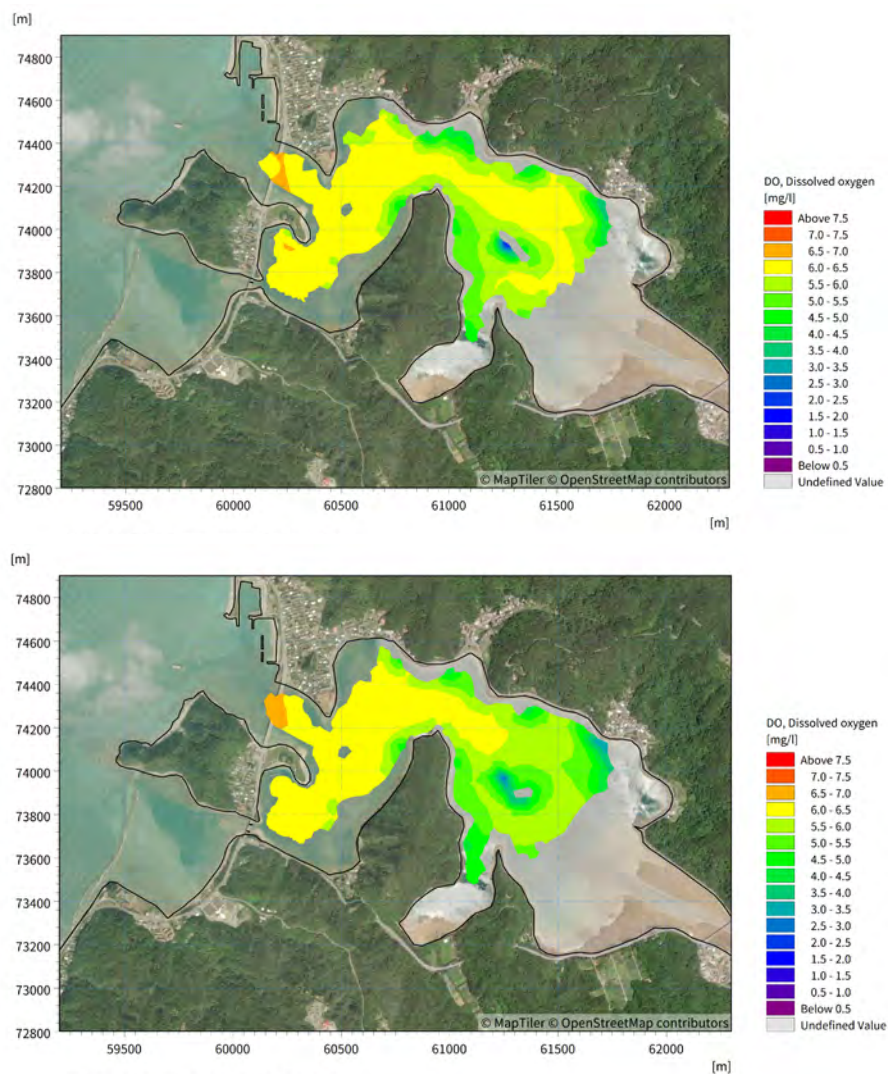


図 2.3.1-7 夏季：水深-11m 溶存酸素コンター（上：掘削前、下：掘削後）

b) 化学的酸素要求量：COD

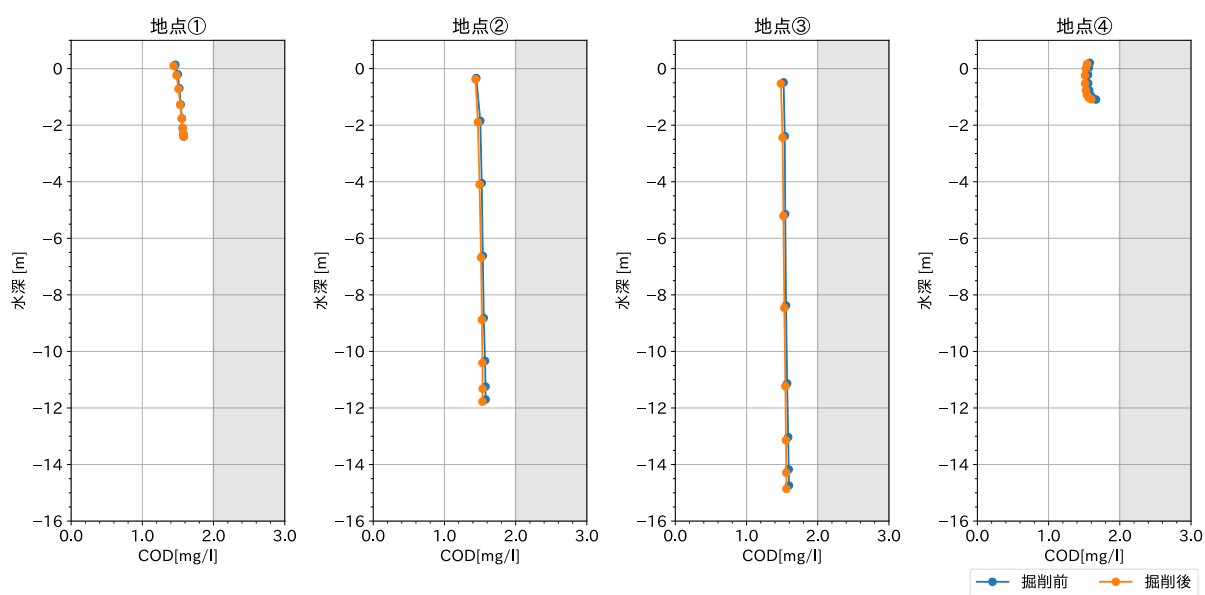


図 2.3.1-8 夏季：化学的酸素要求量鉛直分布

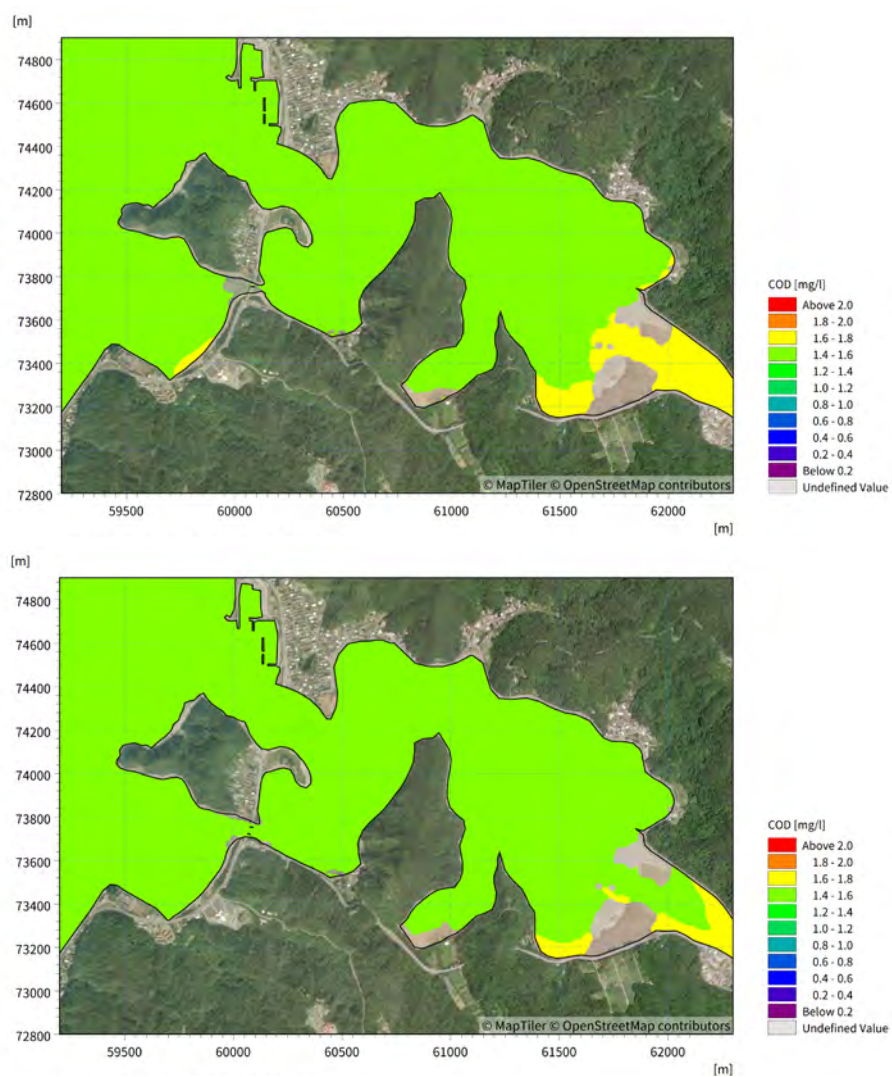


図 2.3.1-9 夏季：水深-1m 化学的酸素要求量コンター（上：掘削前、下：掘削後）

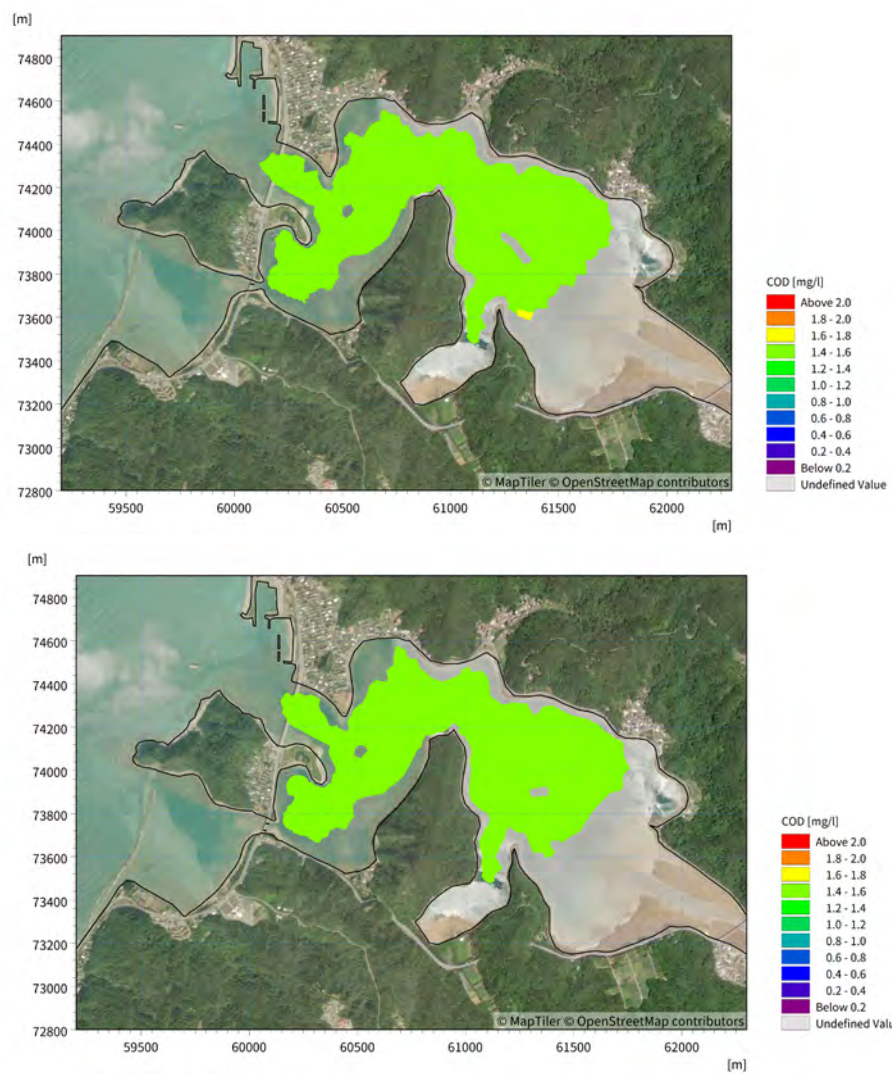


図 2.3.1-10 夏季：水深-11m 化学的酸素要求量コンター（上：掘削前、下：掘削後）

c) 全窒素：T-N

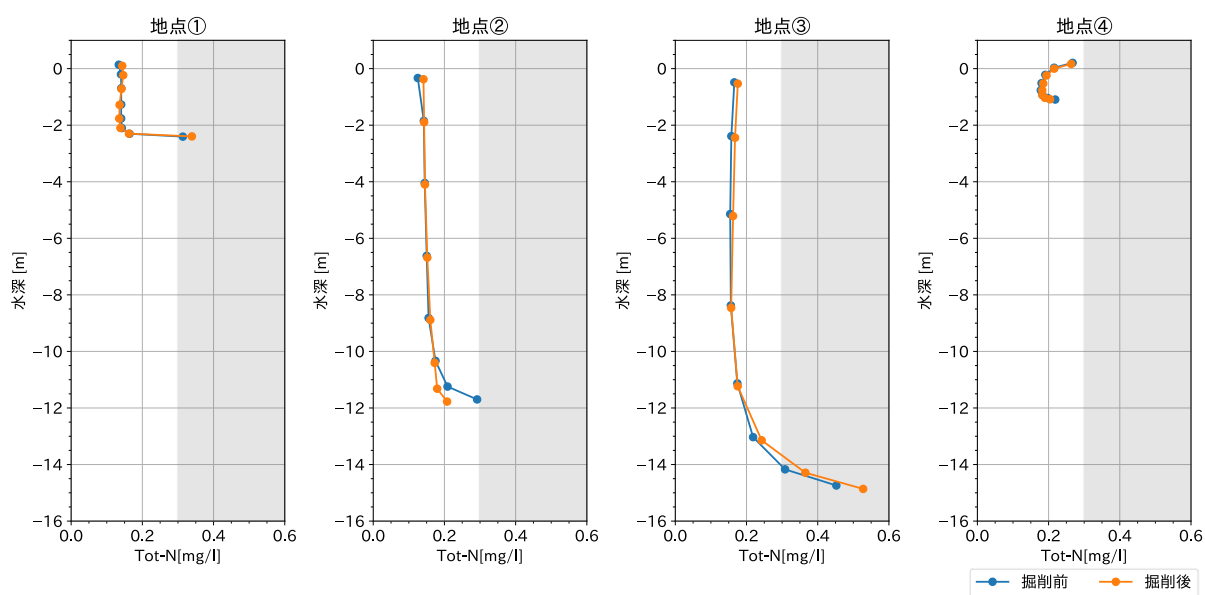


図 2.3.1-11 夏季：全窒素鉛直分布

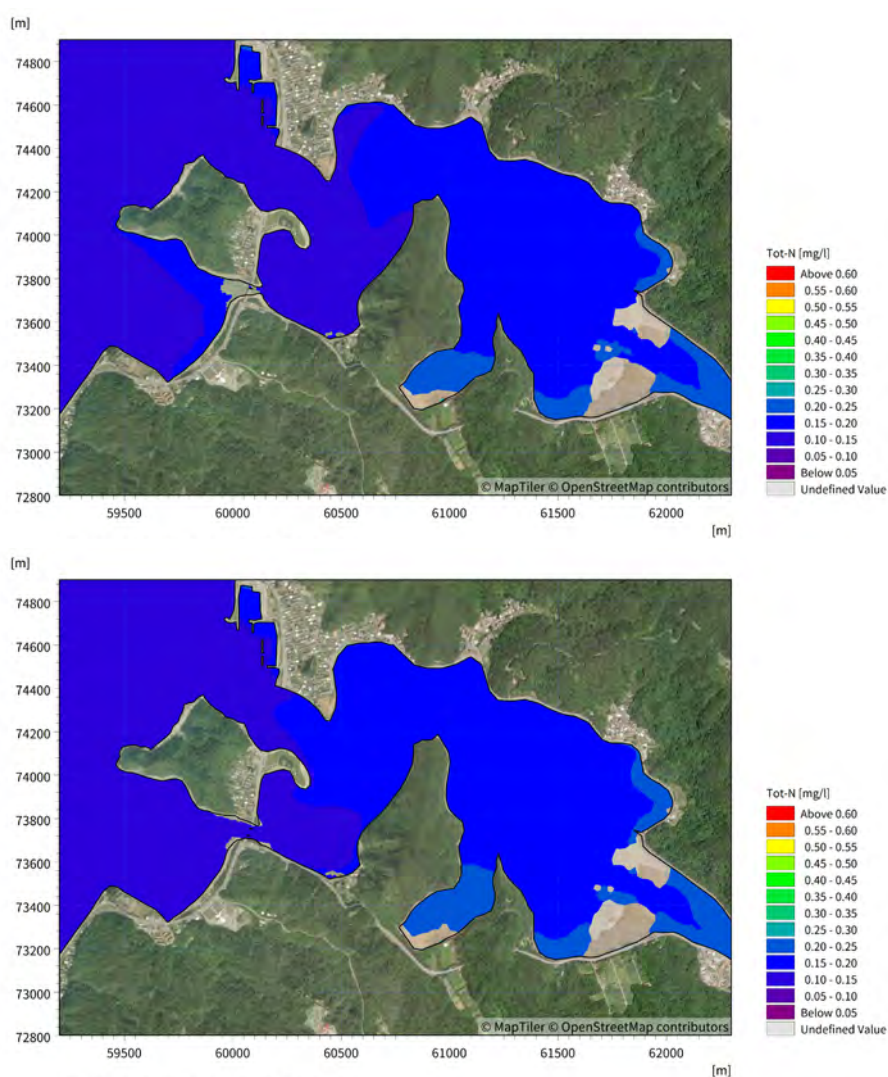


図 2.3.1-12 夏季：水深-1m 全窒素コンター（上：掘削前、下：掘削後）

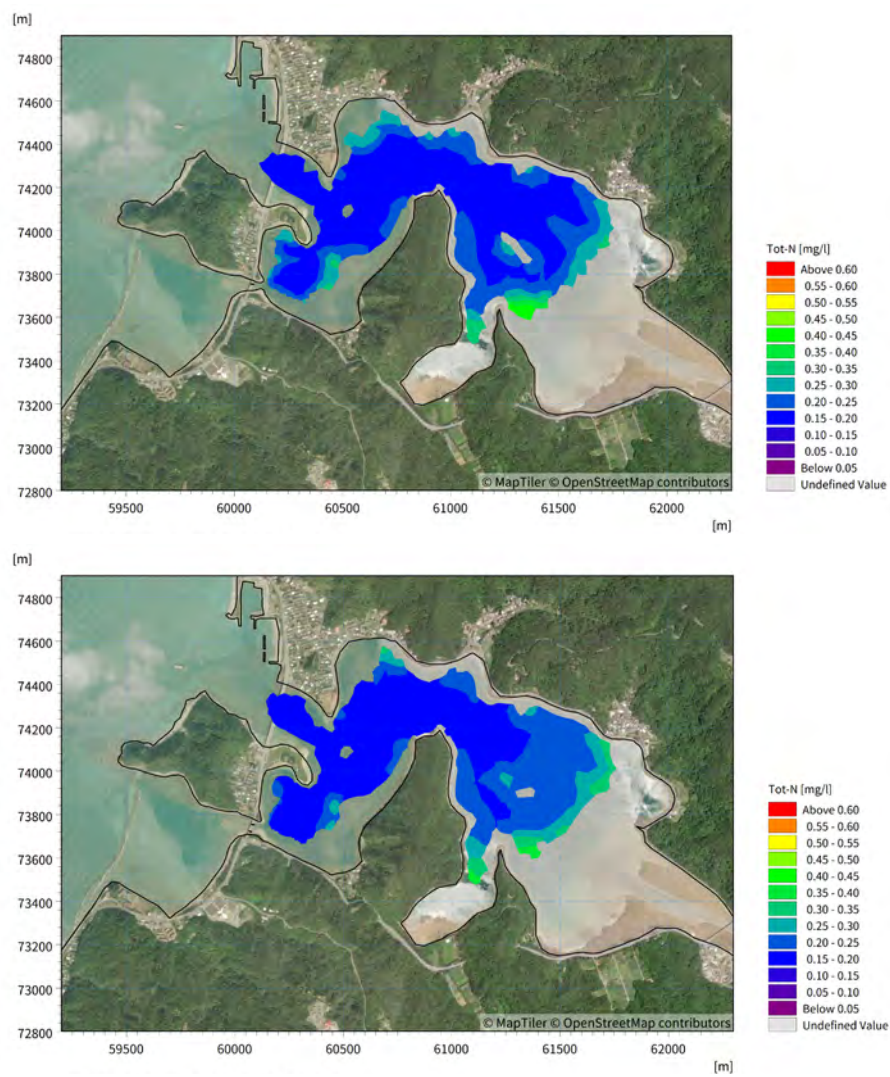


図 2.3.1-13 夏季：水深-11m 全窒素コンター（上：掘削前、下：掘削後）

d) 全リン : T-P

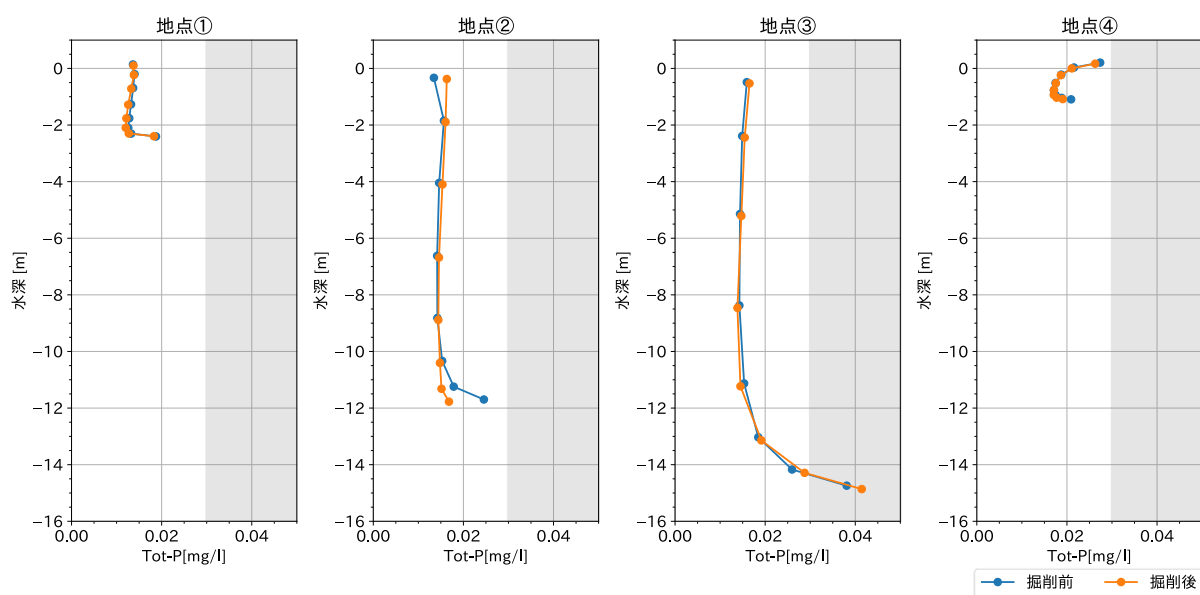


図 2.3.1-14 夏季：全リン鉛直分布

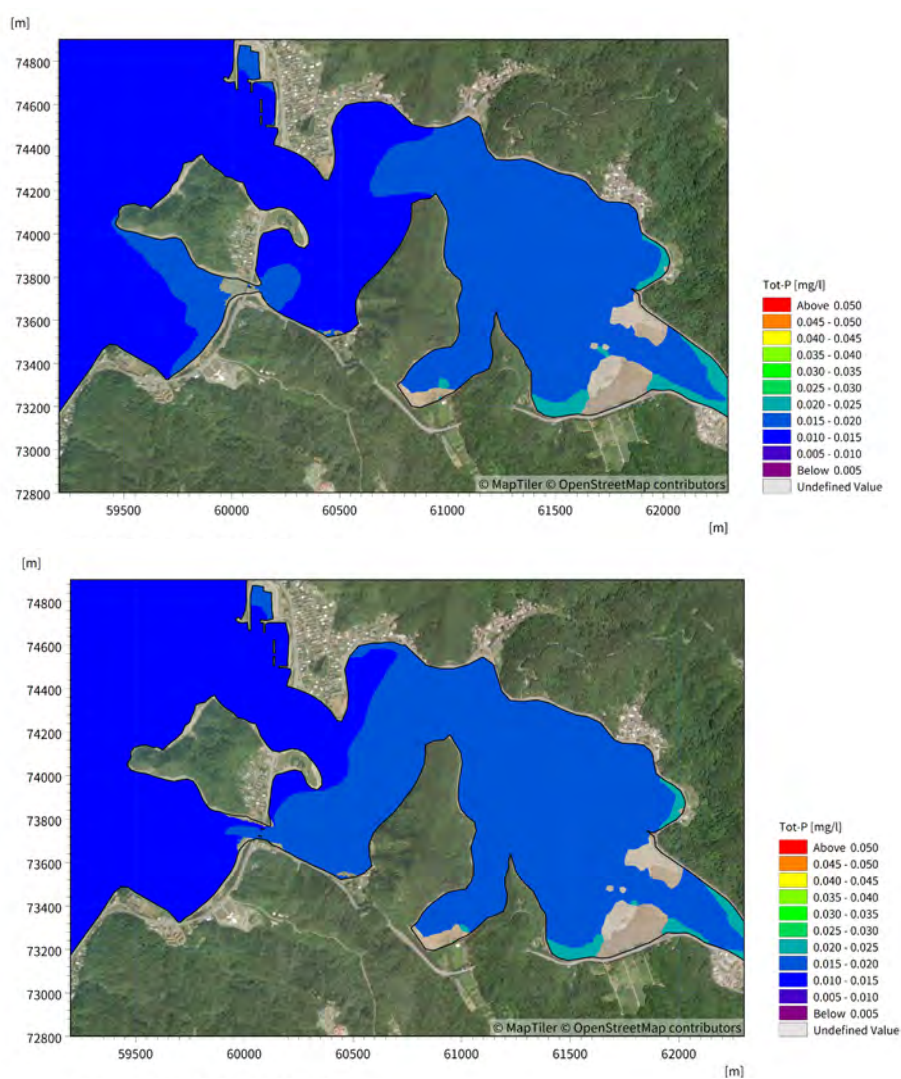


図 2.3.1-15 夏季：水深-1m 全リンコンター（上：掘削前、下：掘削後）

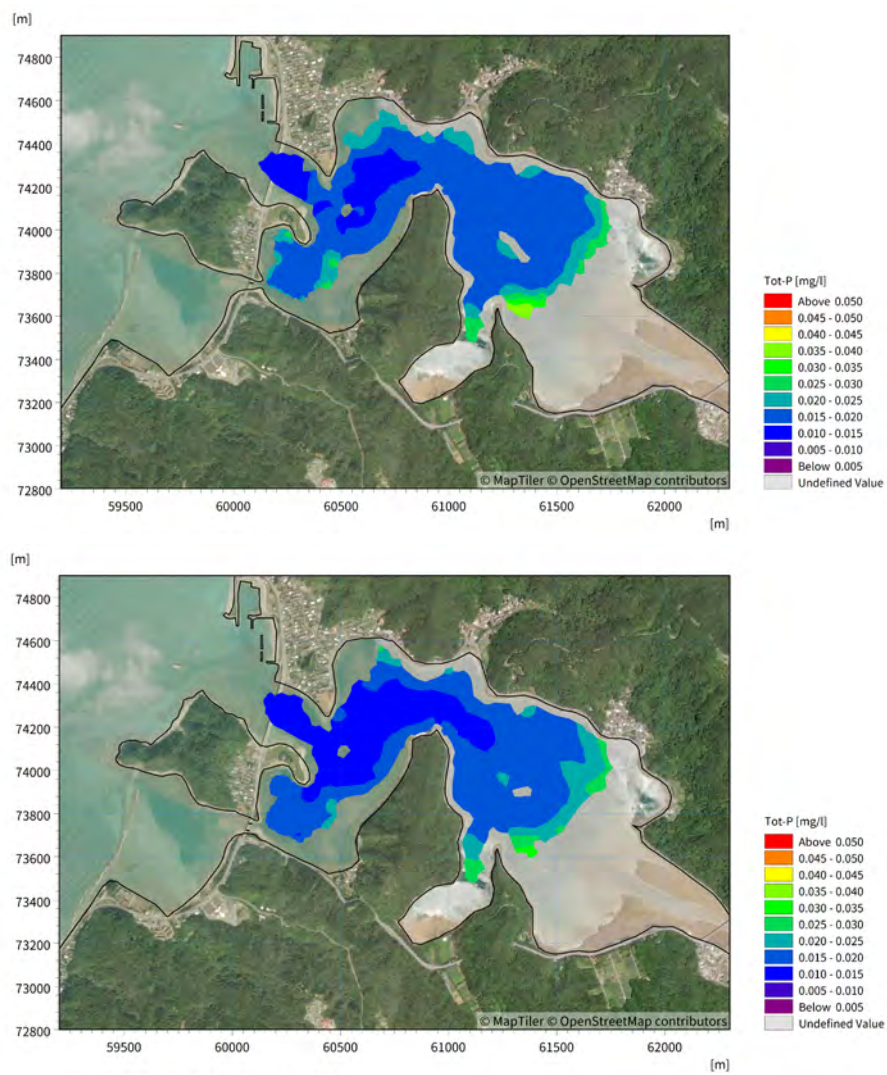


図 2.3.1-16 夏季：水深-11m 全リンコンター（上：掘削前、下：掘削後）

b. 冬季

a) 溶存酸素 : DO

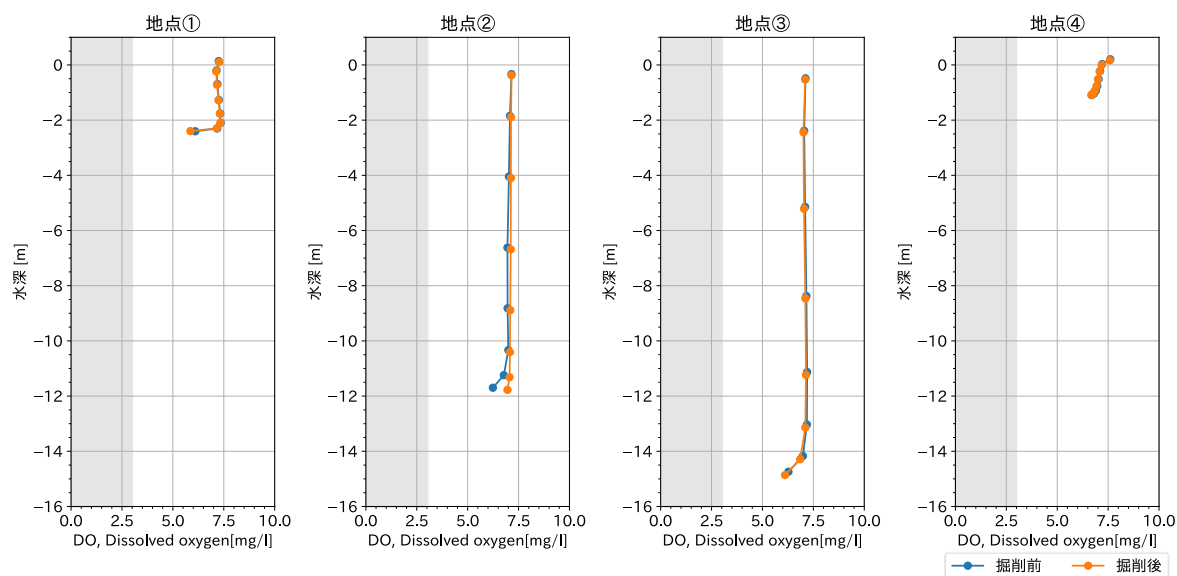


図 2.3.1-17 冬季 : 溶存酸素鉛直分布

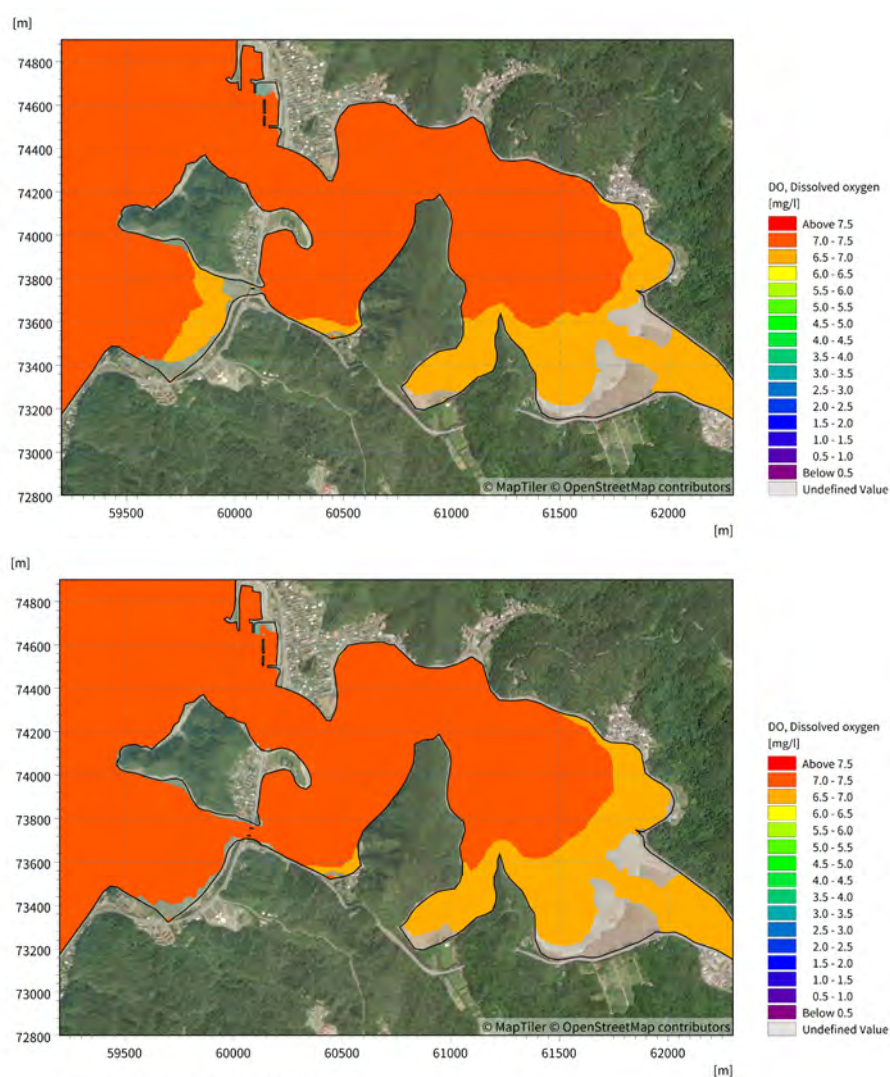


図 2.3.1-18 冬季 : 水深-1m 溶存酸素コンター (上 : 掘削前、下 : 掘削後)

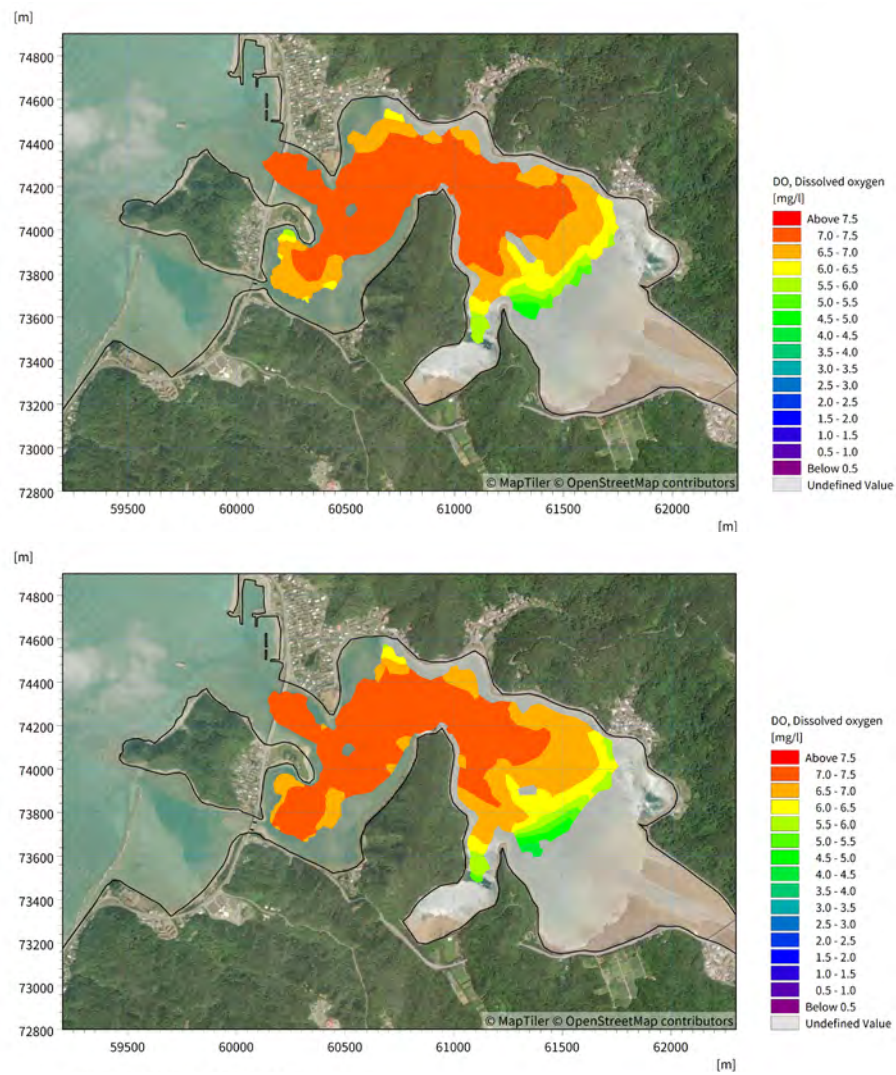


図 2.3.1-19 冬季：水深-11m 溶存酸素コンター（上：掘削前、下：掘削後）

b) 化学的酸素要求量：COD

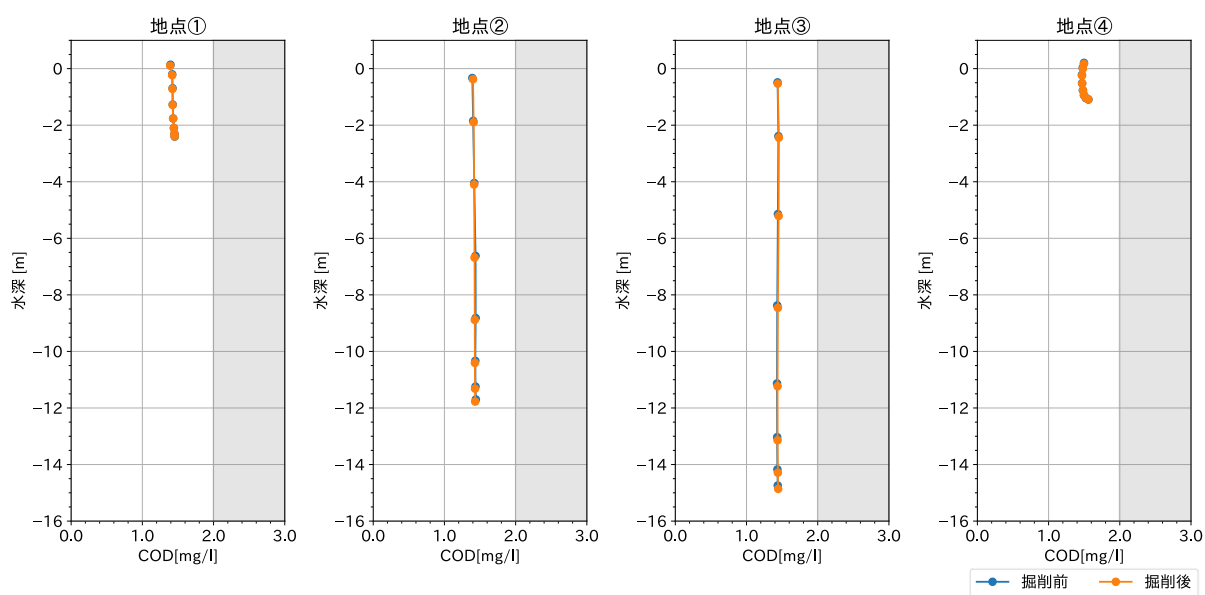


図 2.3.1-20 冬季：化学的酸素要求量鉛直分布

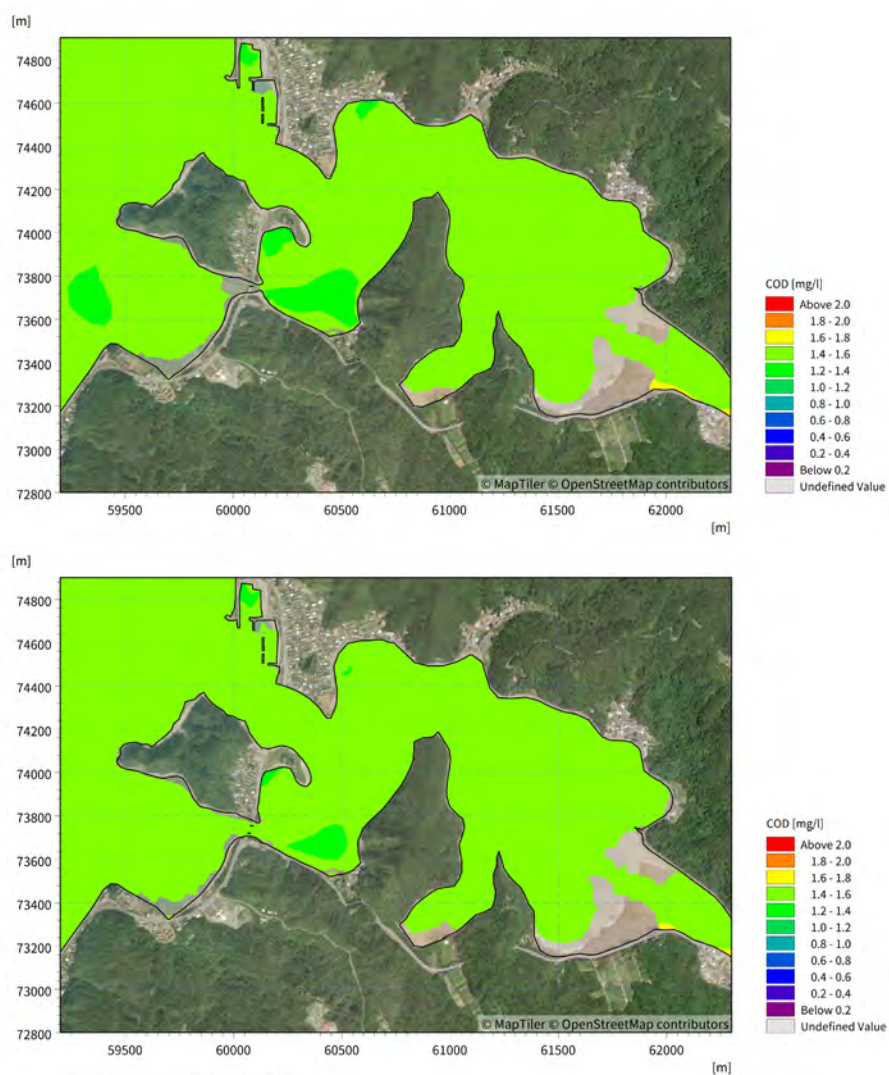


図 2.3.1-21 冬季：水深-1m 化学的酸素要求量コンター（上：掘削前、下：掘削後）

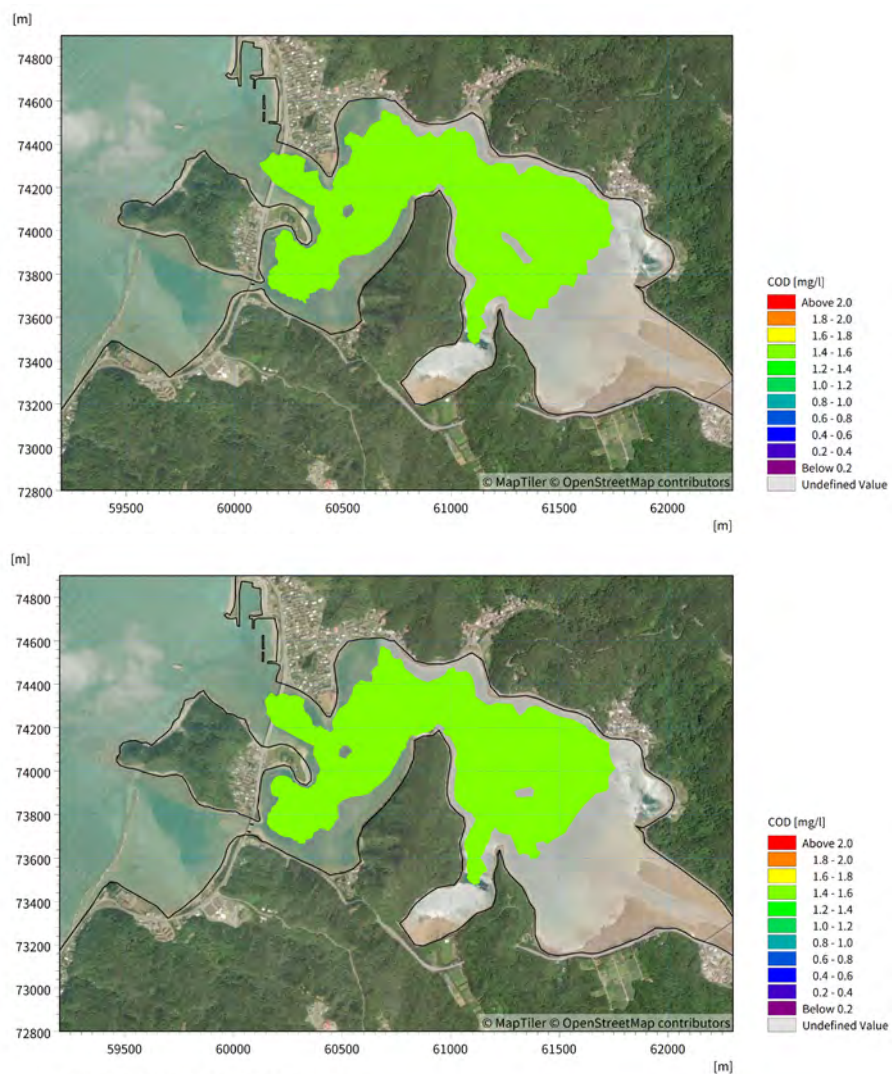


図 2.3.1-22 冬季：水深-11m 化学的酸素要求量コンター（上：掘削前、下：掘削後）

c) 全窒素：T-N

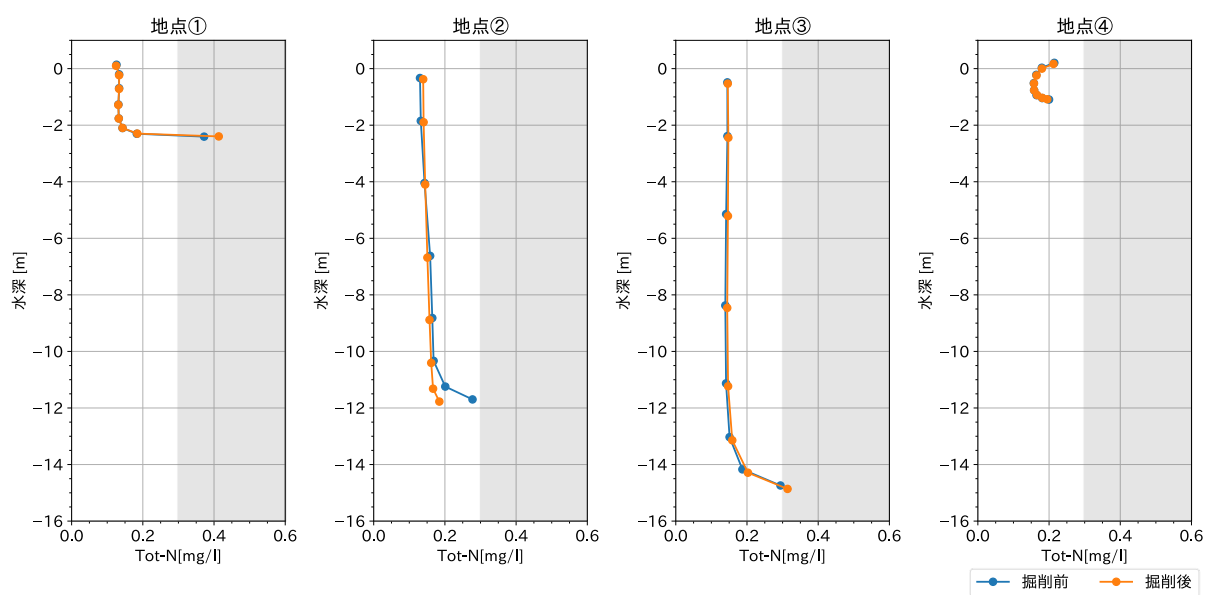


図 2.3.1-23 冬季：全窒素鉛直分布

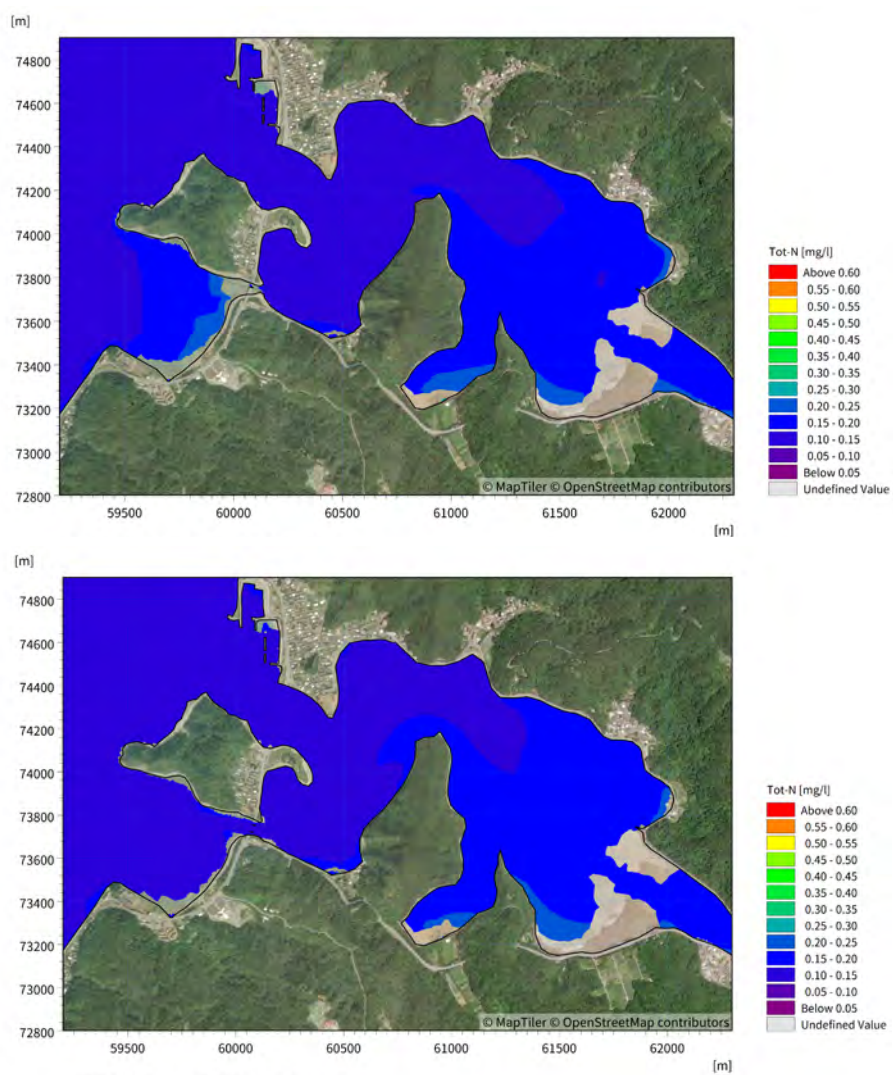


図 2.3.1-24 冬季：水深-1m 全窒素コンター（上：掘削前、下：掘削後）

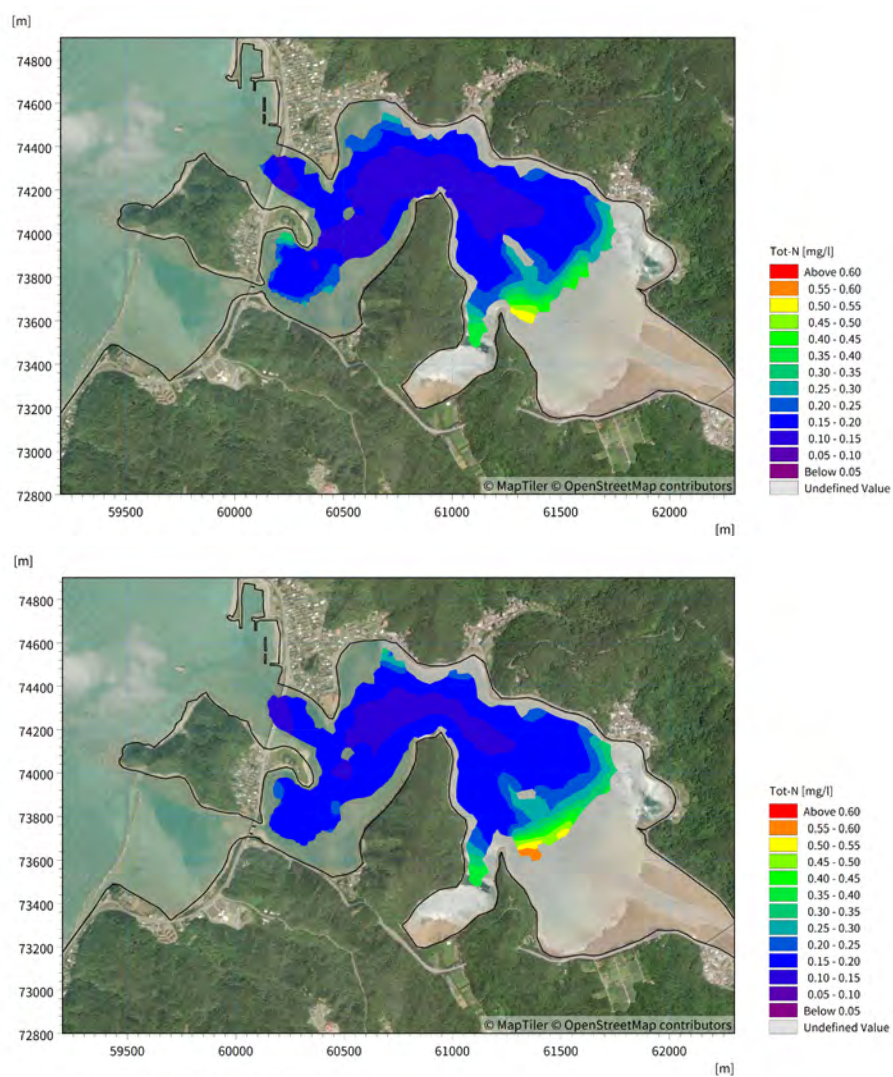


図 2.3.1-25 冬季：水深-11m 全窒素コンター（上：掘削前、下：掘削後）

d) 全リン T-P

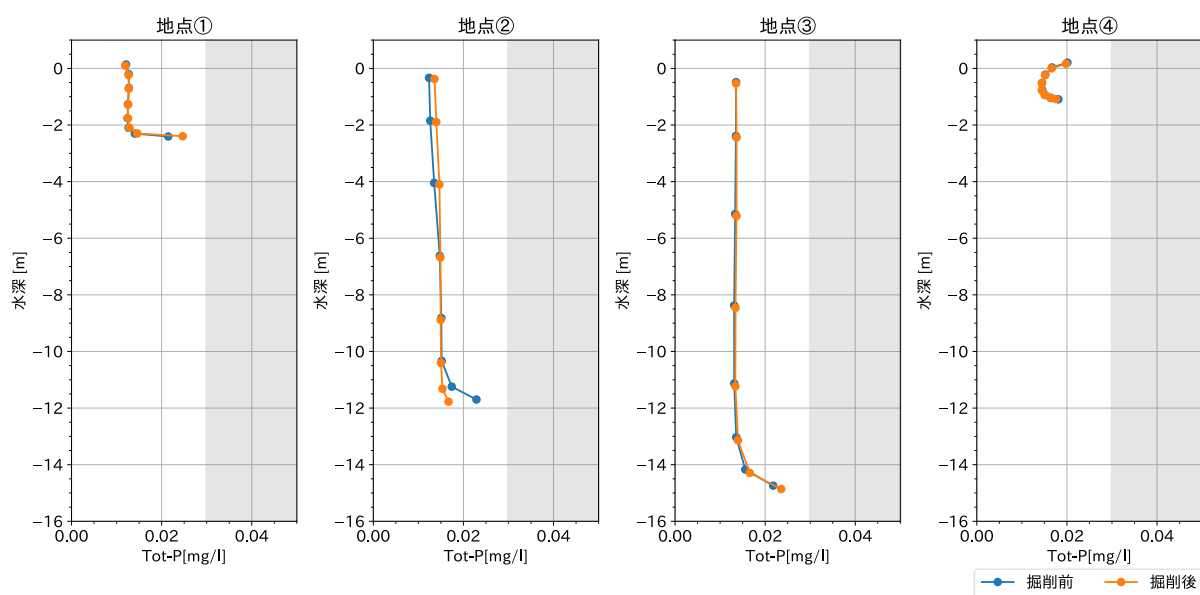


図 2.3.1-26 冬季：全リン鉛直分布

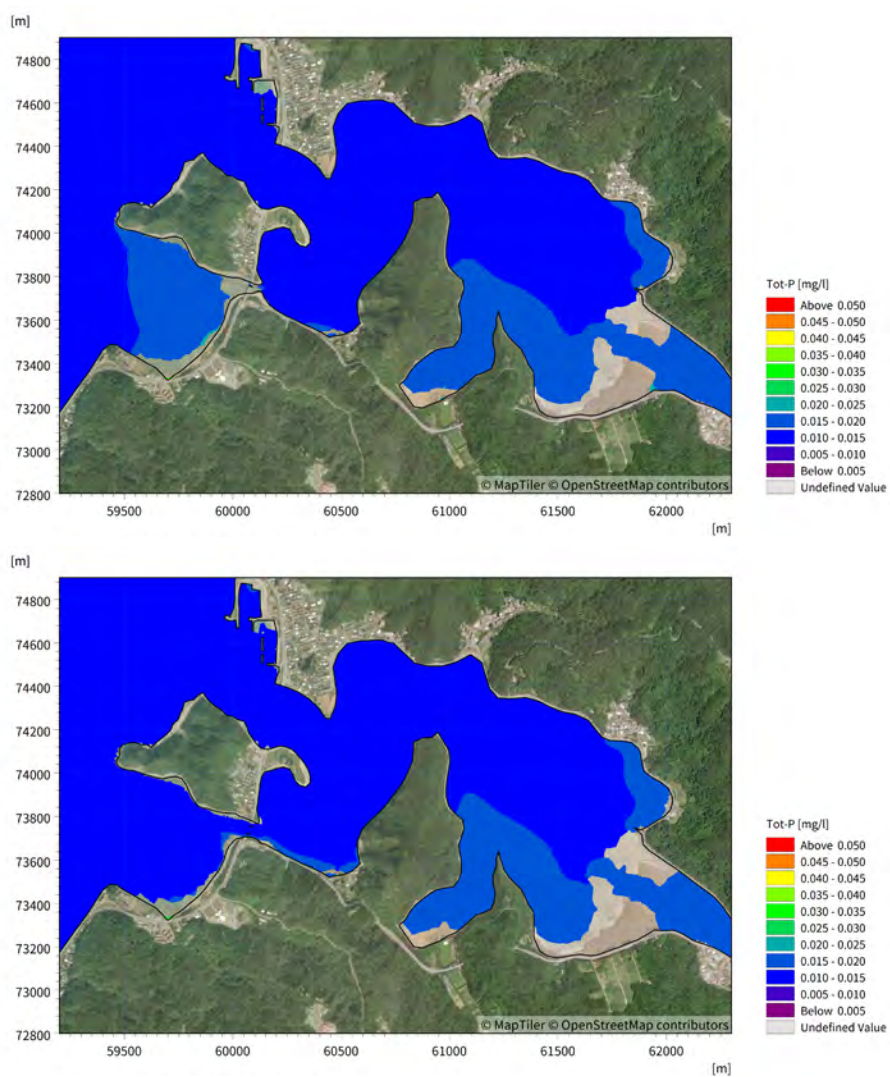


図 2.3.1-27 冬季：水深-1m 全リンコンター（上：掘削前、下：掘削後）

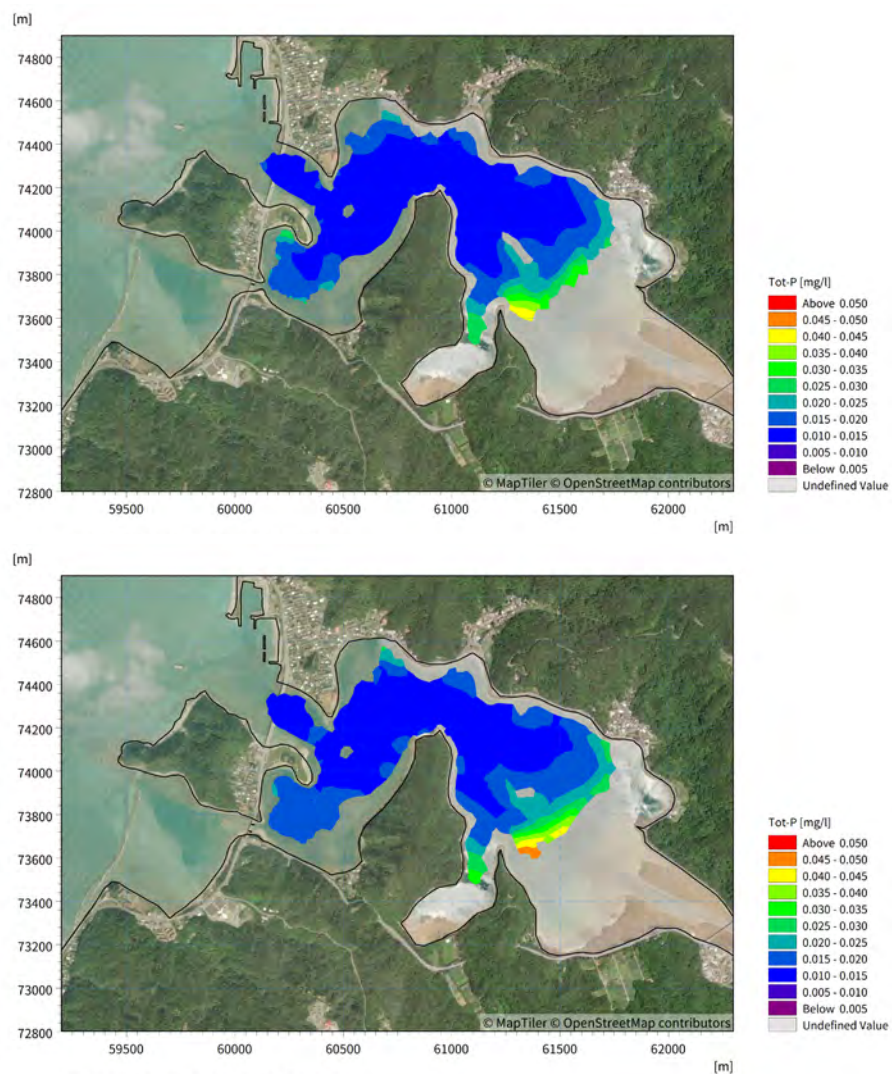


図 2.3.1-28 冬季：水深-11m 全リンコンター（上：掘削前、下：掘削後）

2.3.2 赤土等拡散予測結果

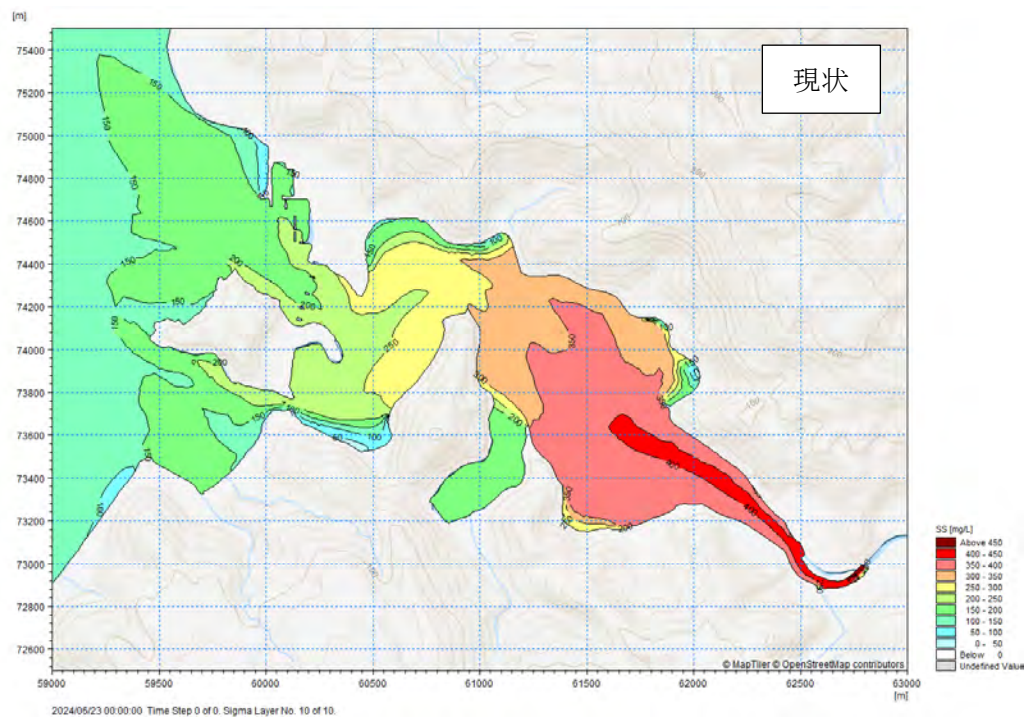
梅雨時期、台風時期、冬季に関して赤土等拡散予測を実施した。河川からの浮遊物質濃度 SS (mg/L) が拡散する様子を掘削前・後の表層と底層で可視化した。また、計算期間における SS 最大値の分布を図 2.3.2-1～図 2.3.2-6 に示す。参考として、出水時にドローン調査にて取得した塩屋湾内の濁りの拡散状況を図 2.3.2-7、図 2.3.2-8 に示す。

各検討ケースの SS 拡散状況を図 2.3.2-9～図 2.3.2-20 に示す。

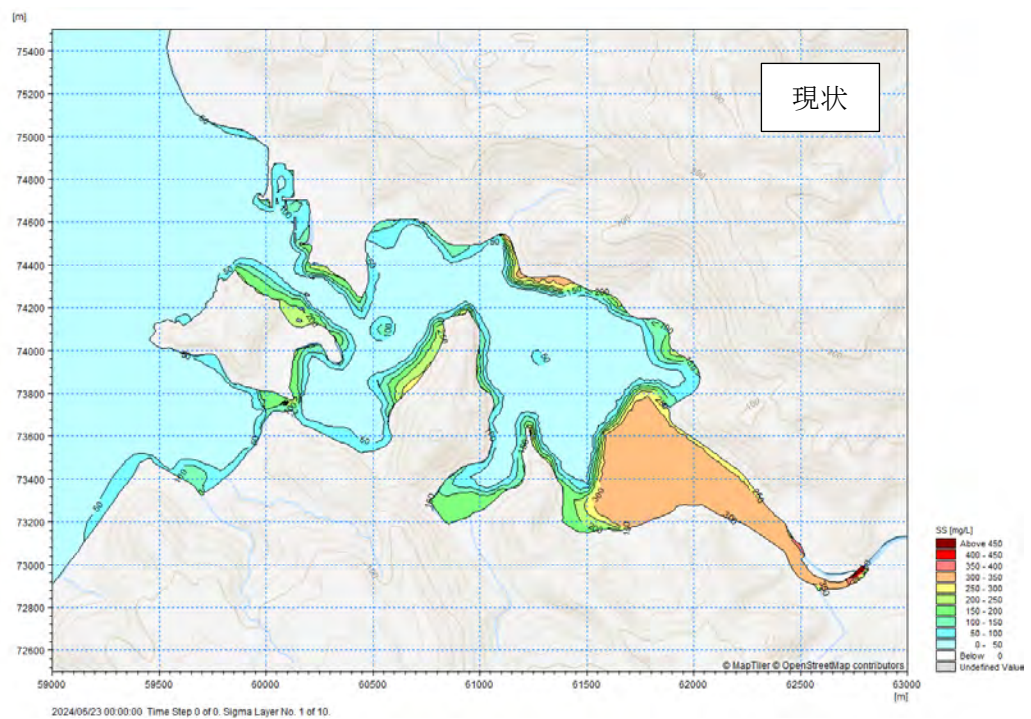
SS 拡散状況のまとめ

- 梅雨時期や夏季（台風時）は濁りを伴う大きな出水が想定され、河川からの出水時は表層での SS 濃度が上昇しやすい
- 大保川からの濁りは塩屋湾北部と佐場崎沿岸に沿って拡散する傾向がある
- 水深が浅くなる干潟部においても底層付近の SS 濃度が上昇しやすい
- 予測による濁りの拡散状況はドローンによる現状の濁り拡散傾向と一致している
- 掘削後は湾内の SS 最大濃度分布が小さくなっており、宮城橋付近から湾内の濁りが排出されやすくなっていることが伺える
- 冬季は出水による濁り拡散はほとんどなく、季節風による波浪によって塩屋湾外底層での SS 濃度が高くなっている。潮汐による海水効果によって徐々に塩屋湾内に入り込むが、出水時のような高い SS 濃度まで上昇するには至っていない

表層



底層



【梅雨時期 掘削前（現状）】

算定期間：2024/6/12 0:0:00～2024/6/23 0:0:00

図 2.3.2-1 梅雨時期 SS 濃度最大値の分布（掘削前）

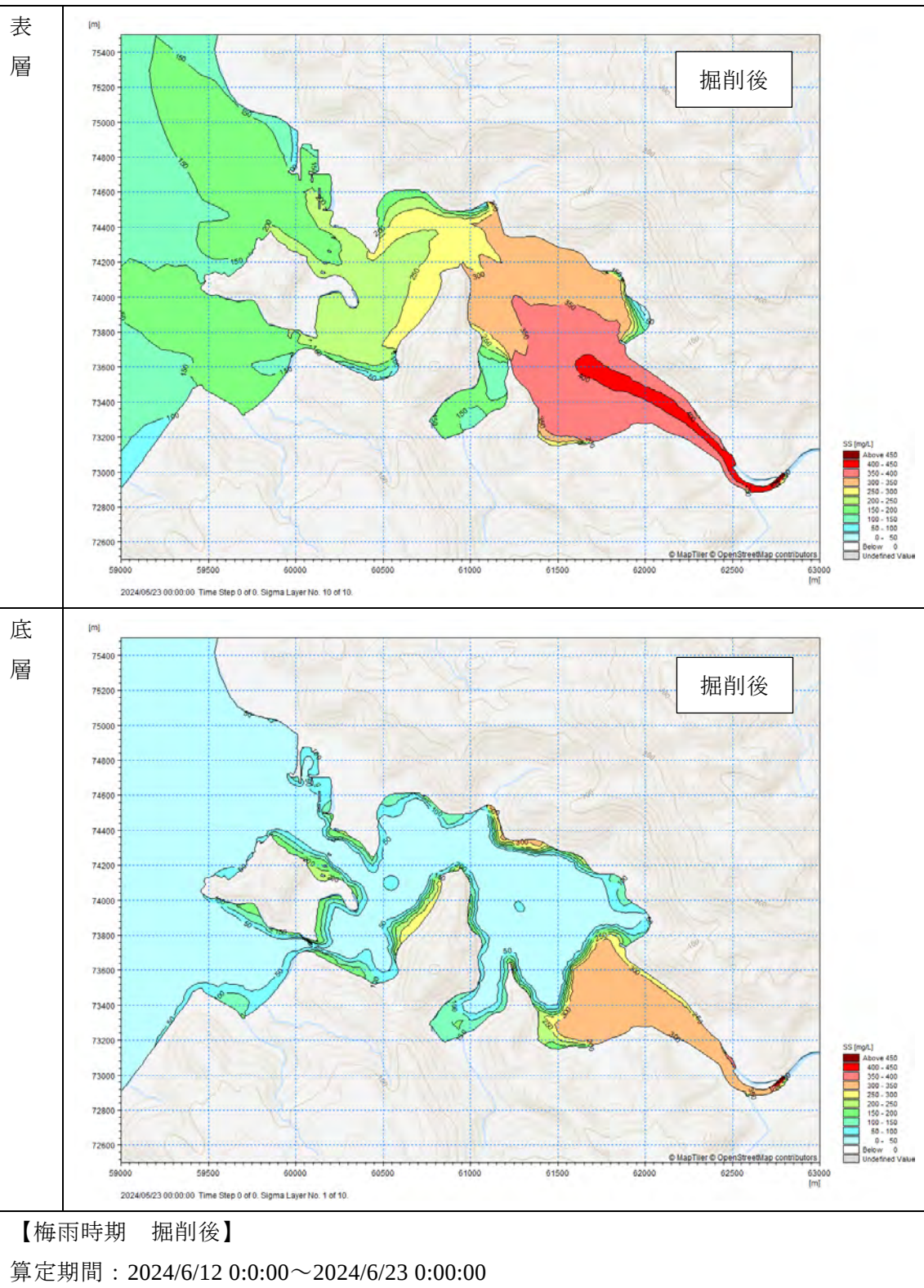


図 2.3.2-2 梅雨時期 SS 濃度最大値の分布（掘削後）

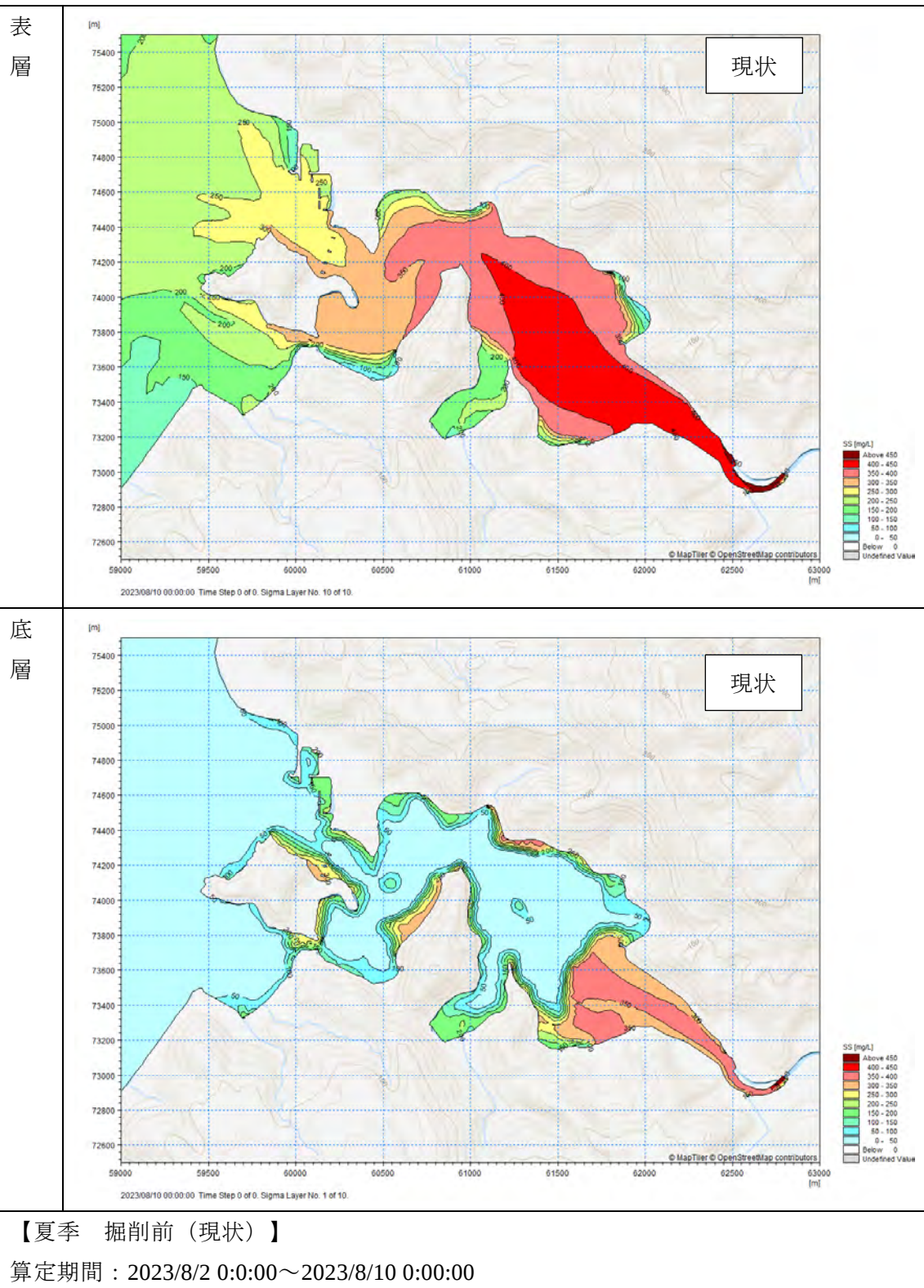


図 2.3.2-3 夏季 SS 濃度最大値の分布（掘削前）

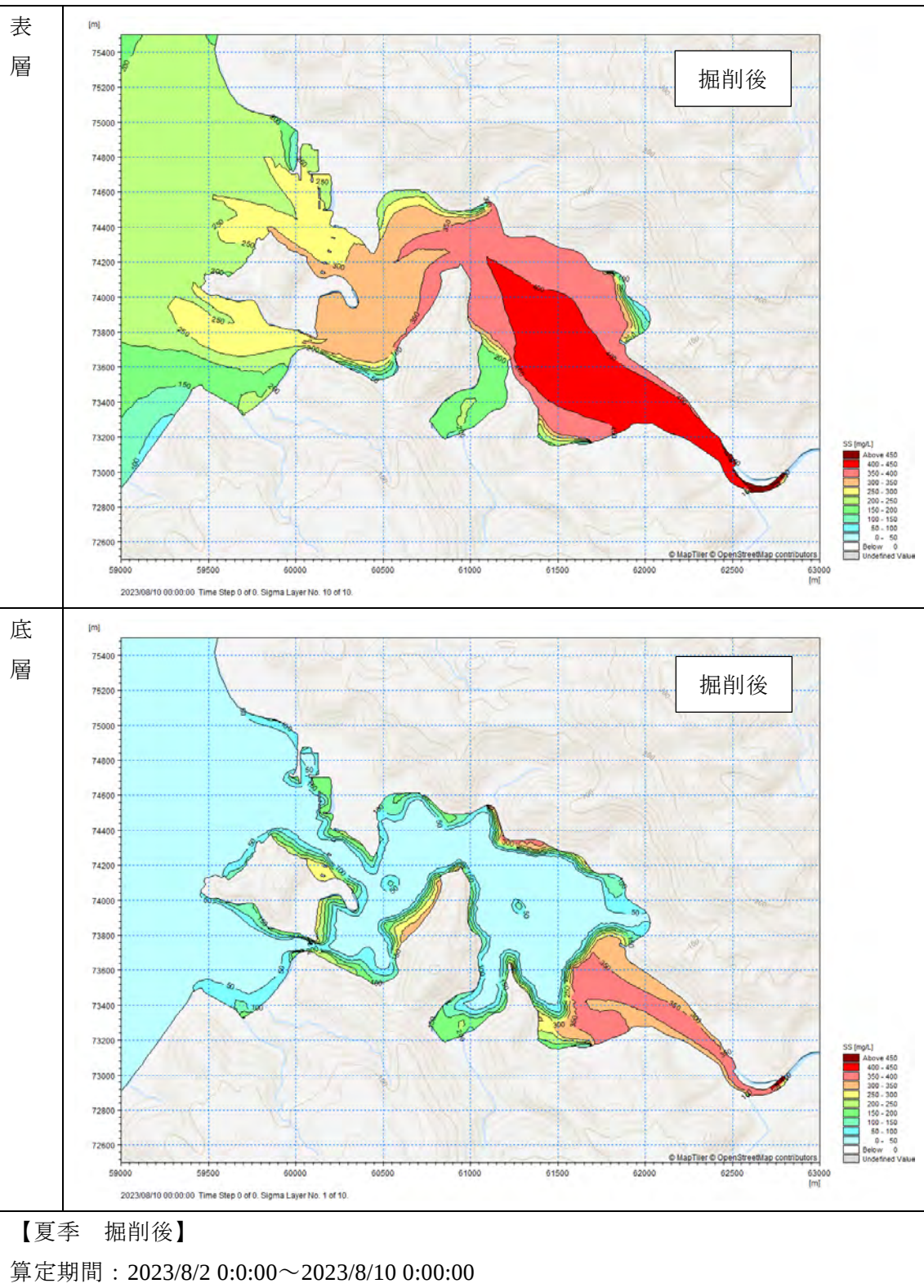
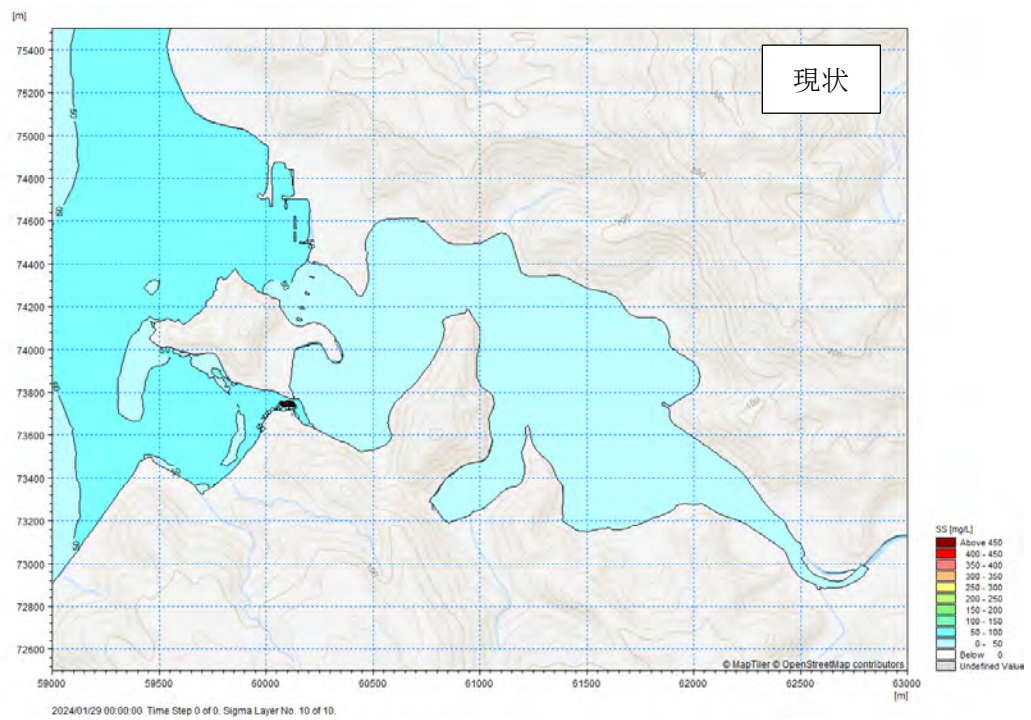
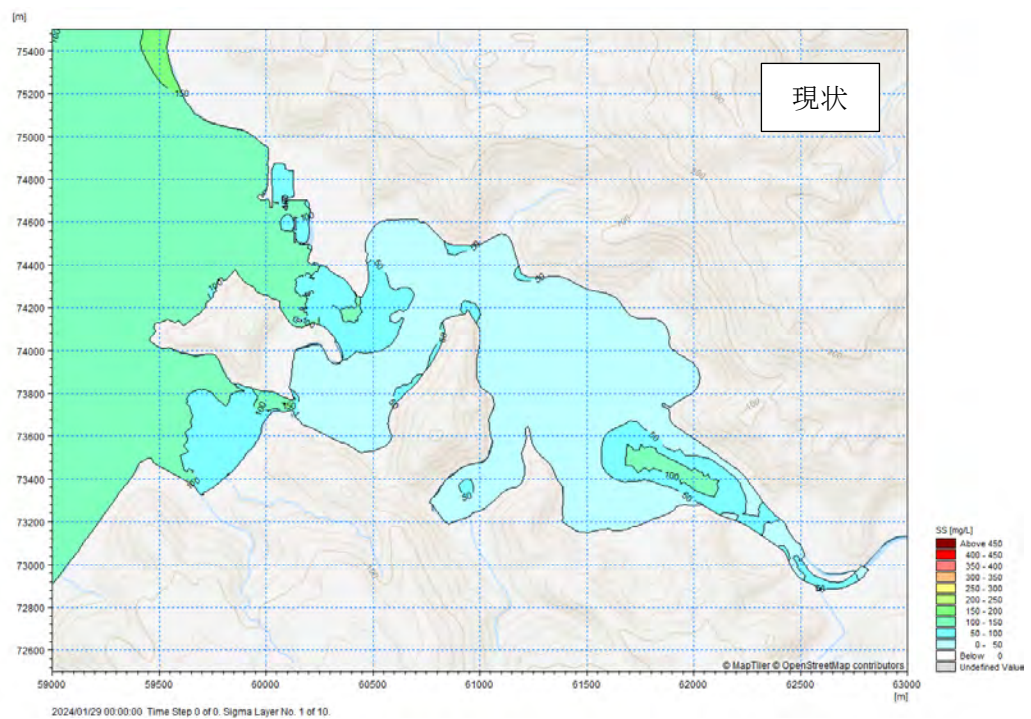


図 2.3.2-4 夏季 SS 濃度最大値の分布（掘削後）

表層



底層



【冬季 掘削前（現状）】

算定期間：2024/1/21 0:0:00～2024/1/29 0:0:00

図 2.3.2-5 冬季 SS 濃度最大値の分布（掘削前）

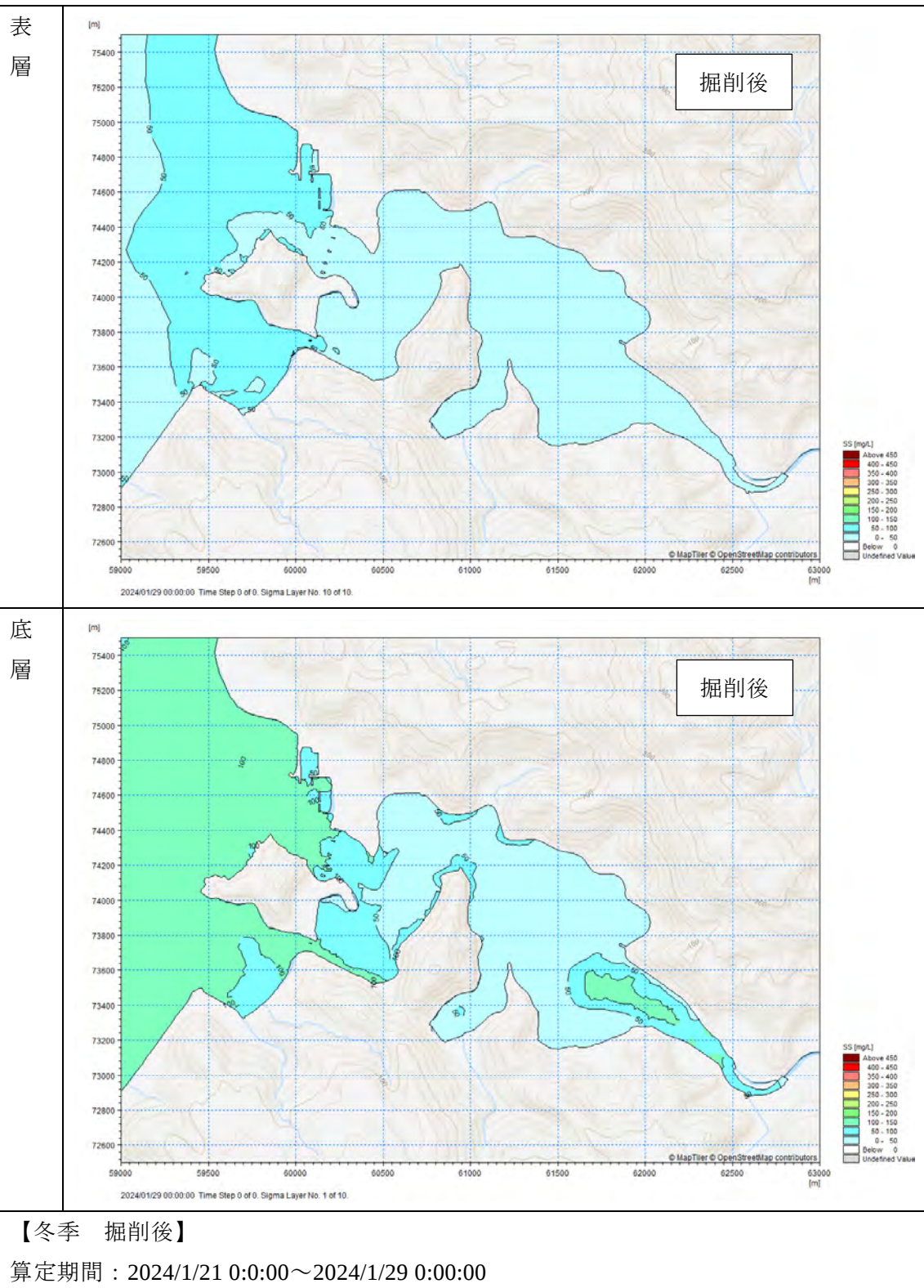


図 2.3.2-6 梅雨時期 SS 濃度最大値の分布（掘削後）

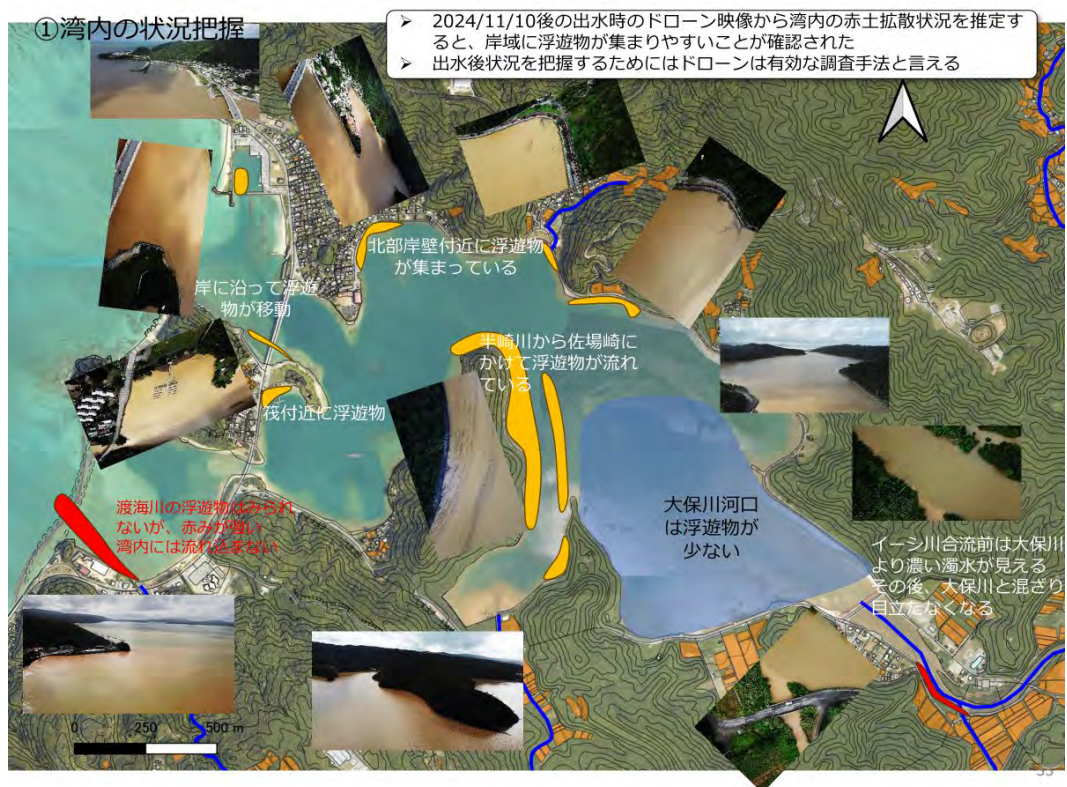


図 2.3.2-7 塩屋湾内のドローン撮影結果による湾内赤土挙動の考察



図 2.3.2-8 佐場崎周辺のドローン撮影結果による湾内赤土挙動の考察

1) 梅雨時期

a. 掘削前 表層の SS 拡散状況

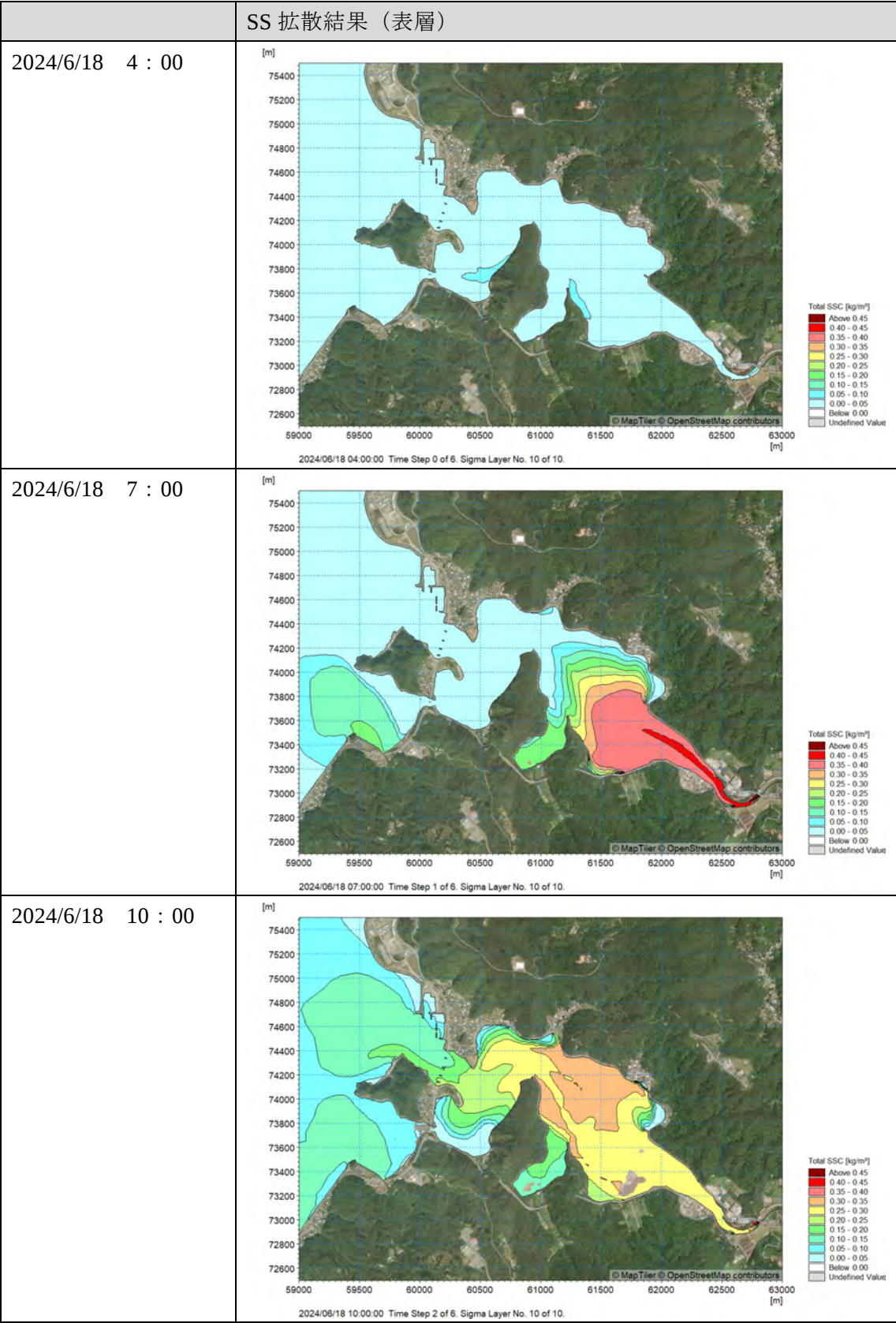


図 2.3.2-9 (1) 掘削前の SS 拡散結果（表層）

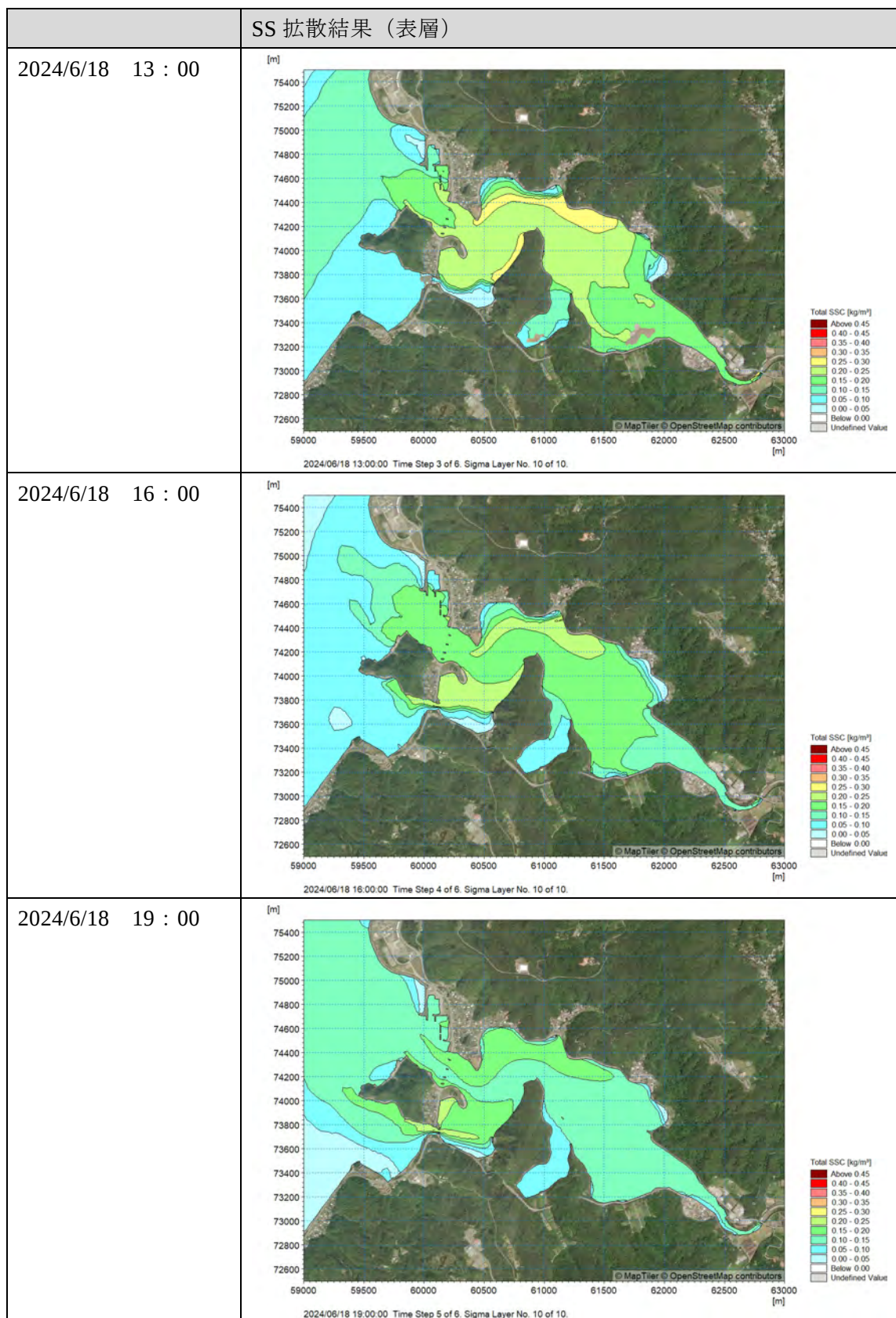


図 2.3.2-9 (2) 掘削前の SS 拡散結果（表層）

b. 掘削前底層の SS 拡散状況

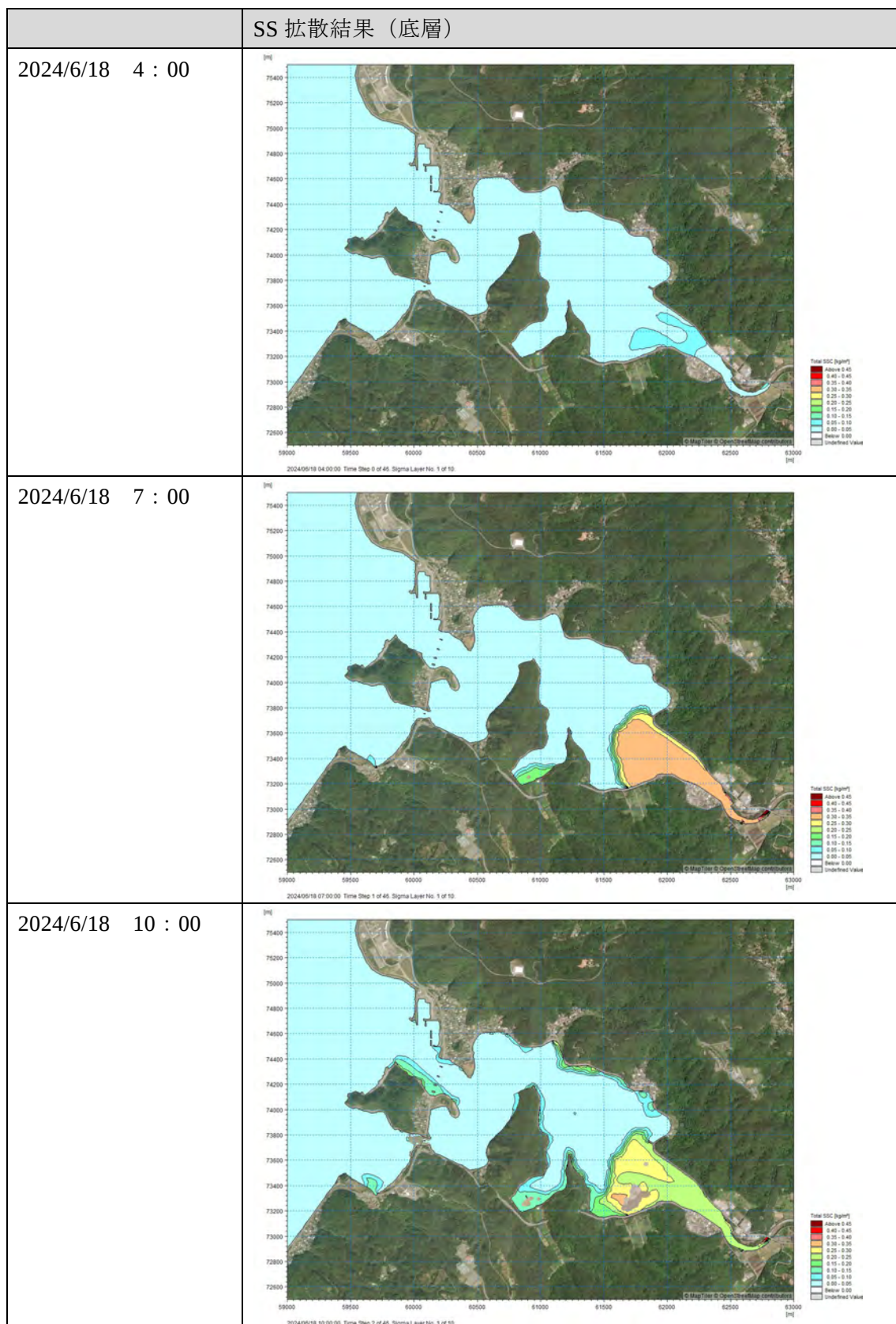


図 2.3.2-10 (1) 掘削前の SS 拡散結果（底層）

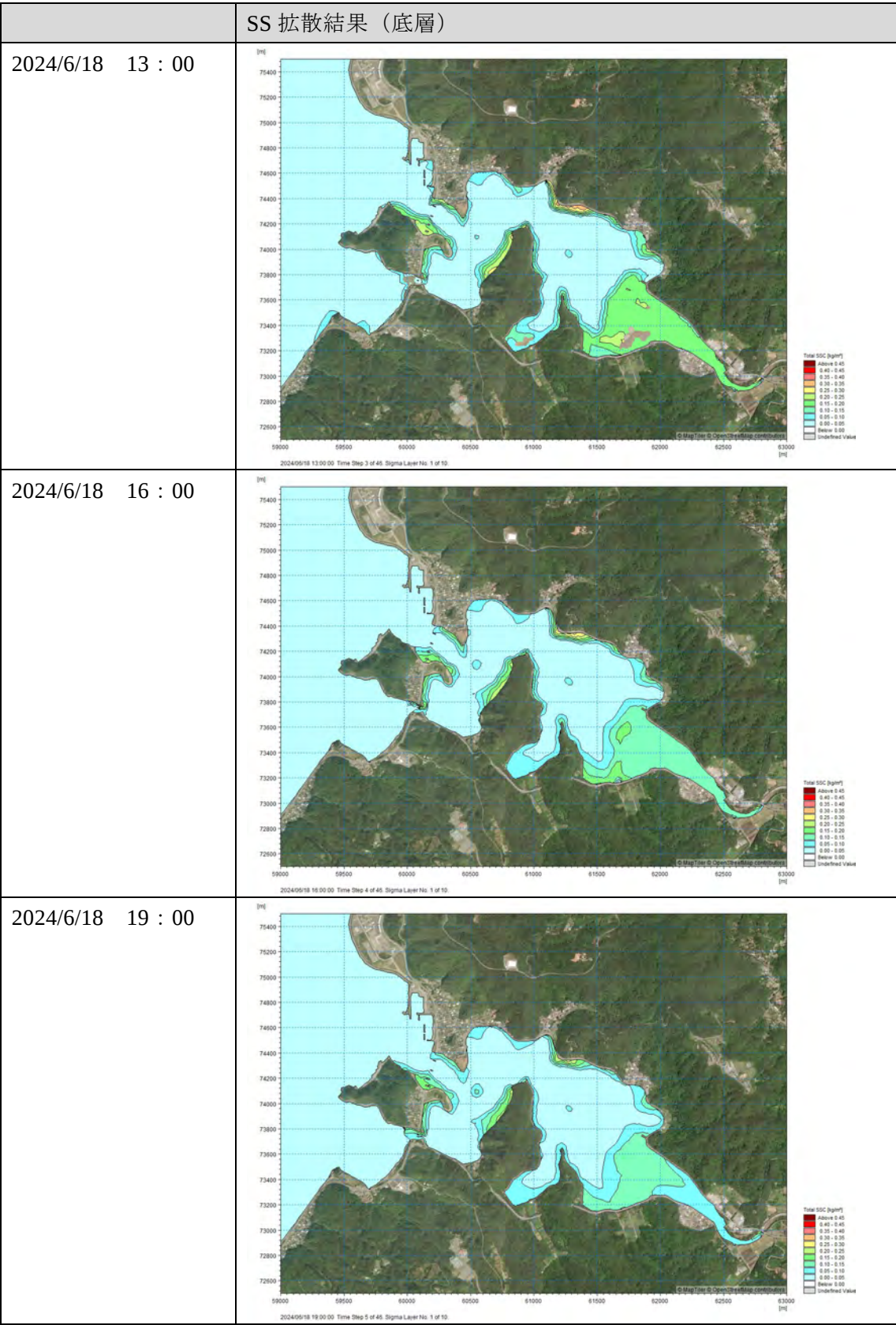


図 2.3.2-10 (2) 掘削前の SS 拡散結果（底層）

c. 掘削後表層の SS 拡散状況

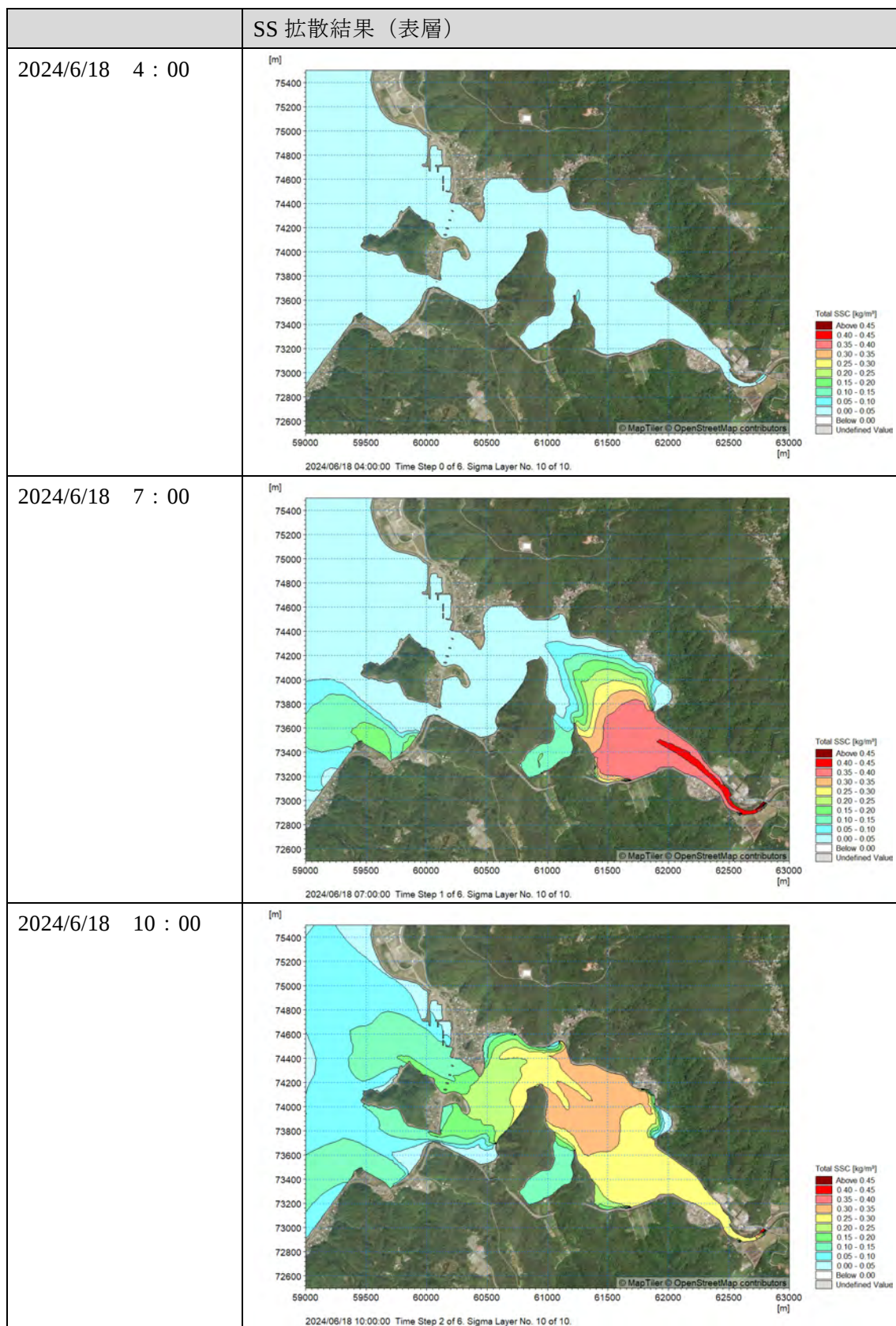


図 2.3.2-11 (1) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

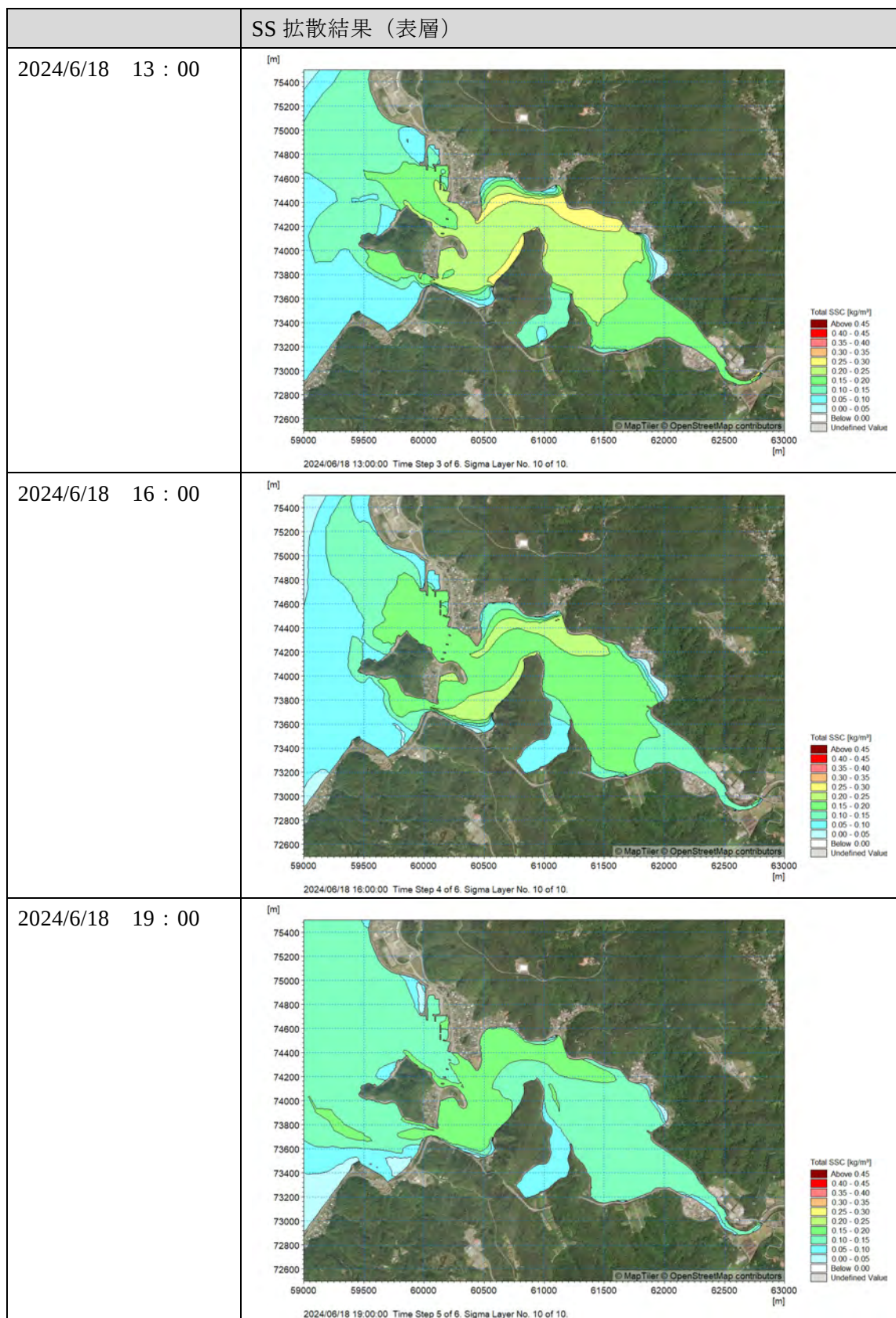


図 2.3.2-10 (2) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

d. 掘削後底層の SS 拡散状況

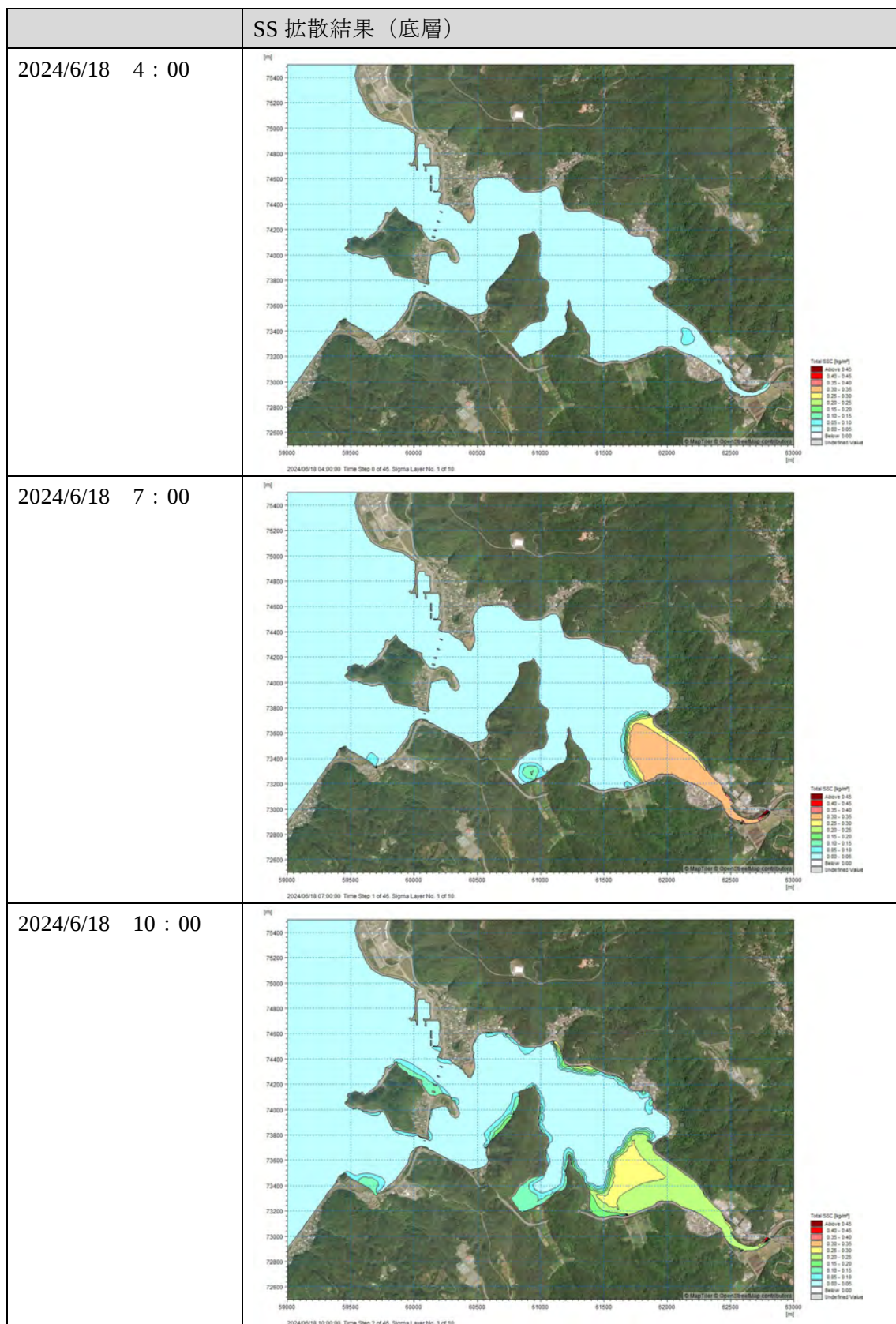


図 2.3.2-12 (1) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

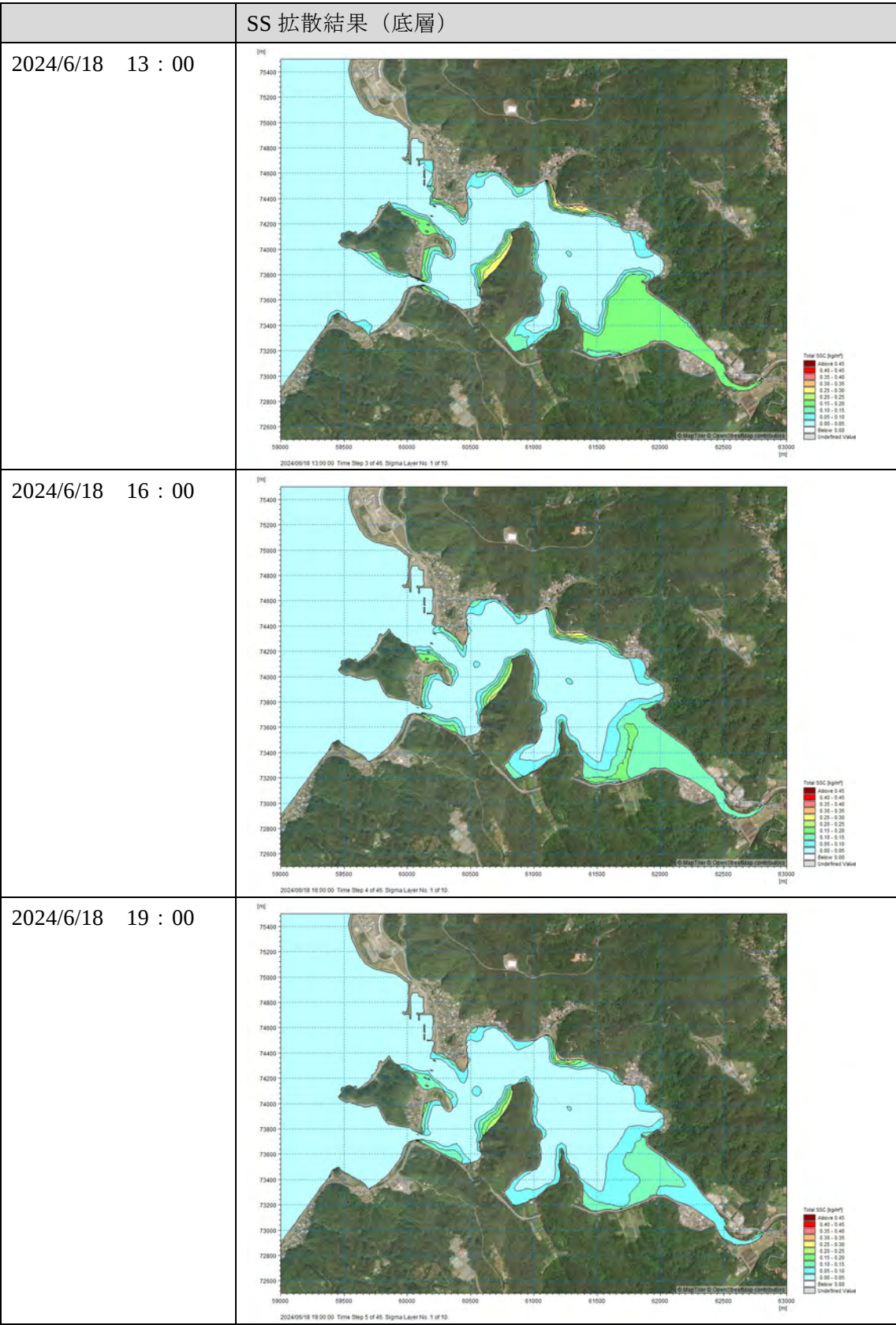


図 2.3.2-12 (2) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

2) 台風時期

a. 掘削前 表層のSS拡散状況

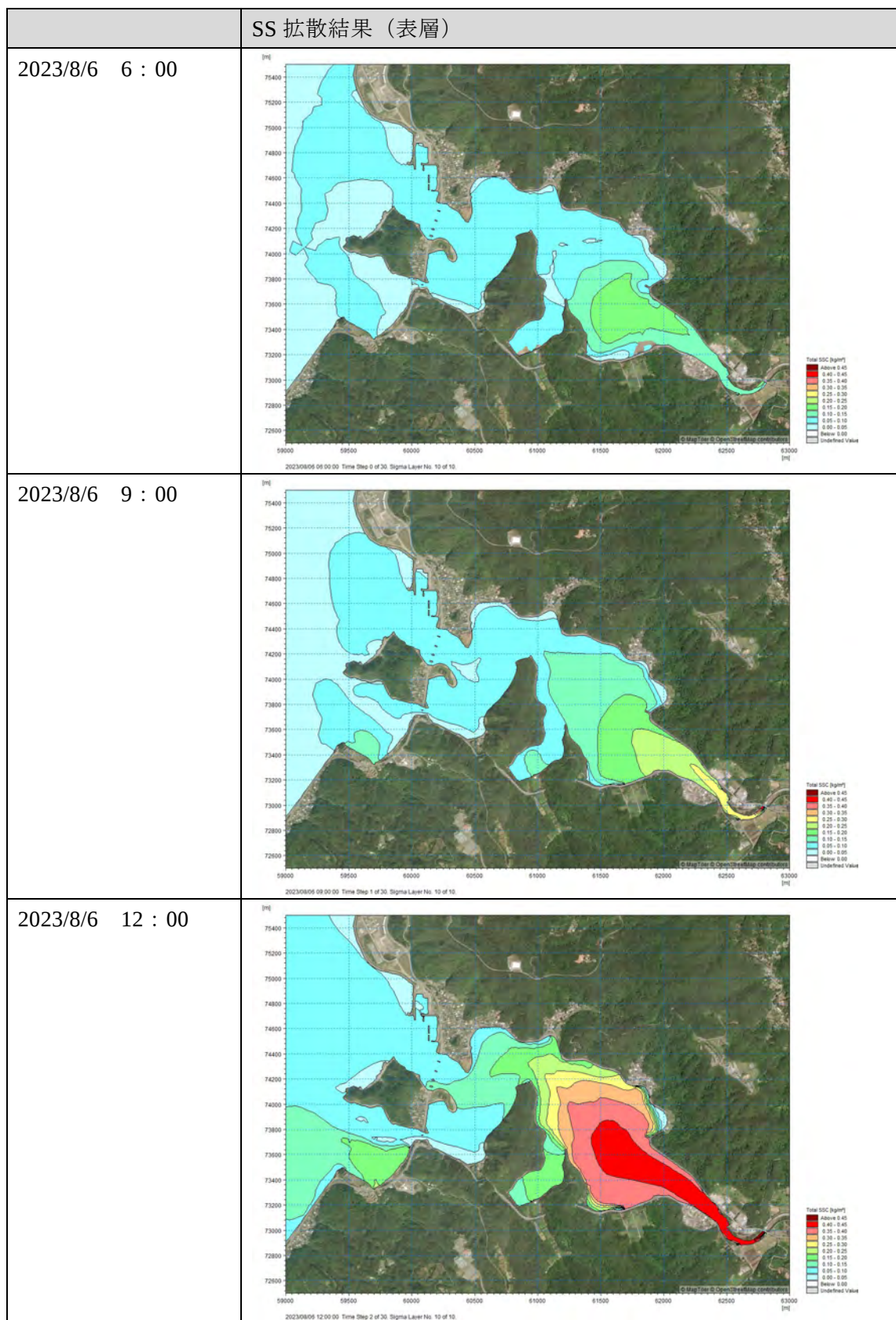


図 2.3.2-13 (1) 掘削前のSS拡散結果（表層）

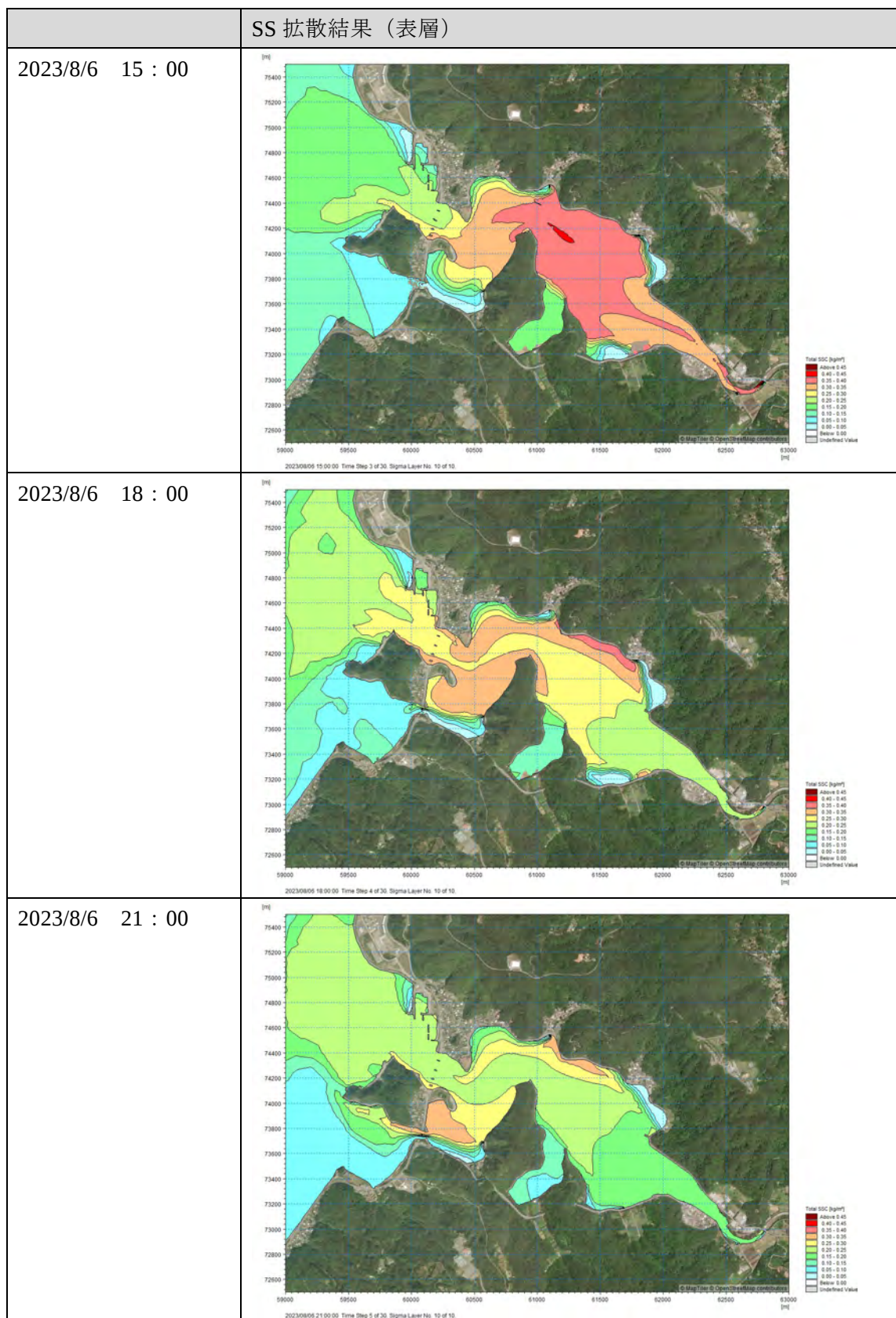


図 2.3.2-13 (2) 掘削前の SS 拡散結果（表層）

b. 掘削前底層の SS 拡散状況

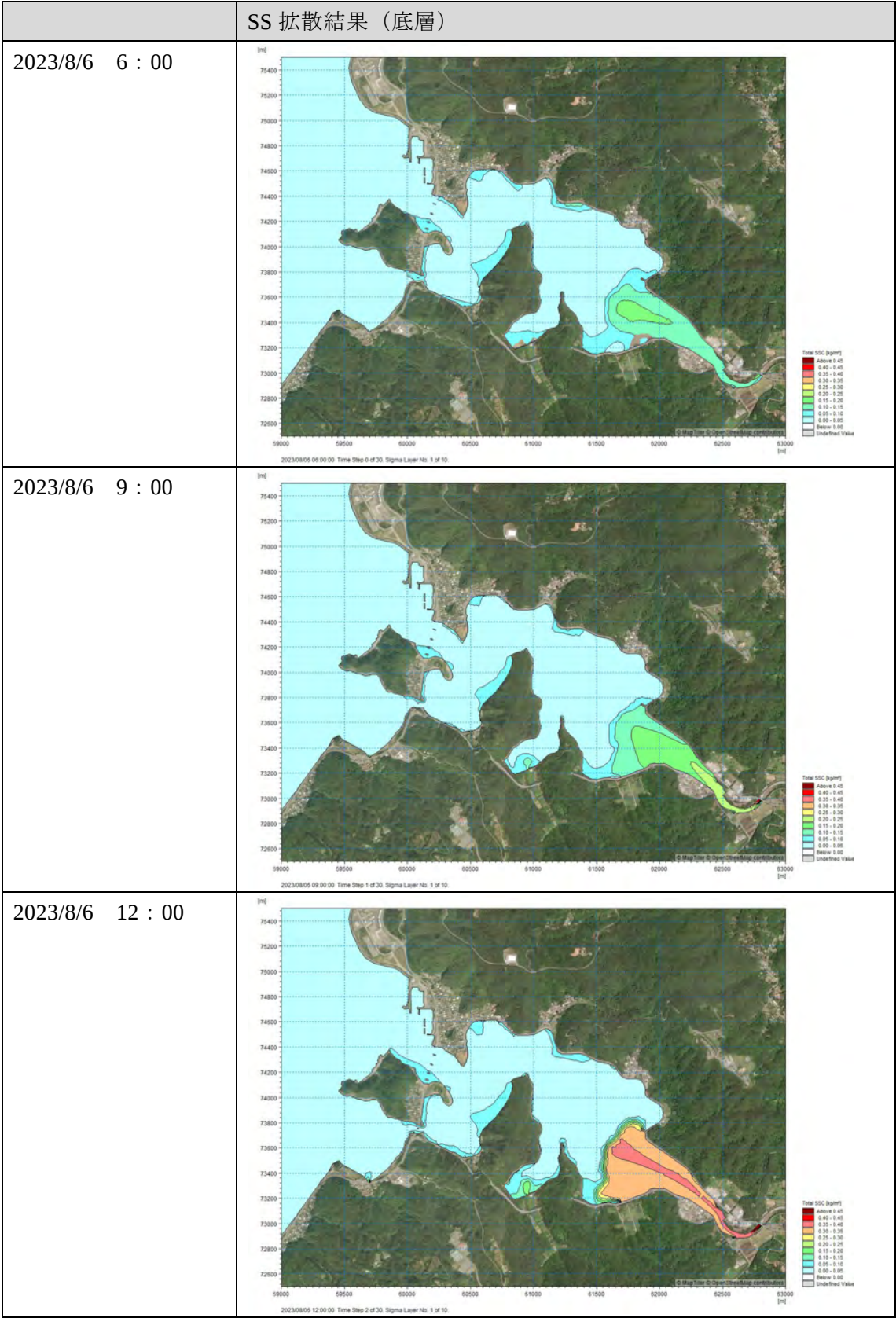


図 2.3.2-14 (1) 掘削前の SS 拡散結果（底層）

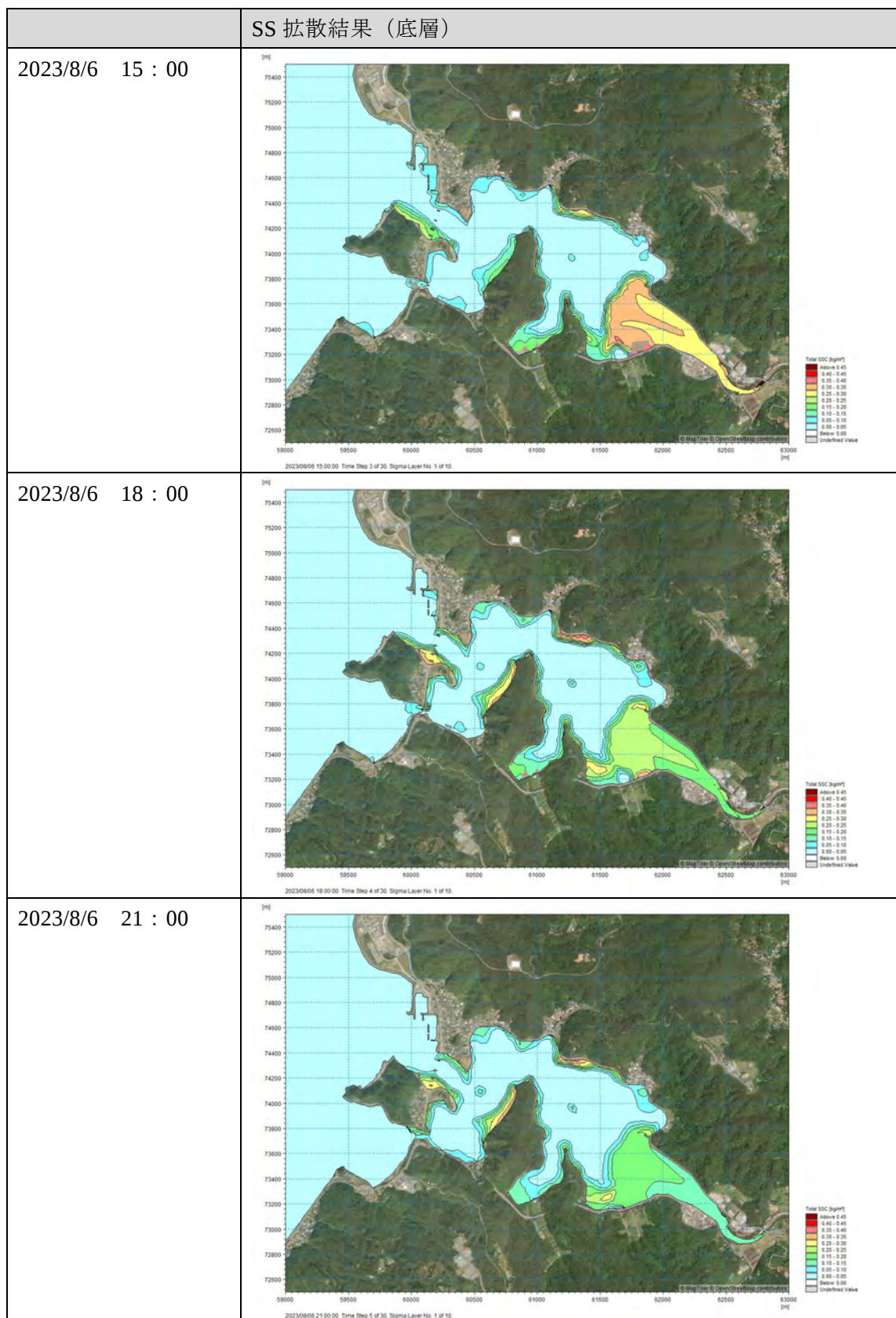


図 2.3.2-14 (2) 掘削前の SS 拡散結果（底層）

c. 掘削後表層のSS拡散状況

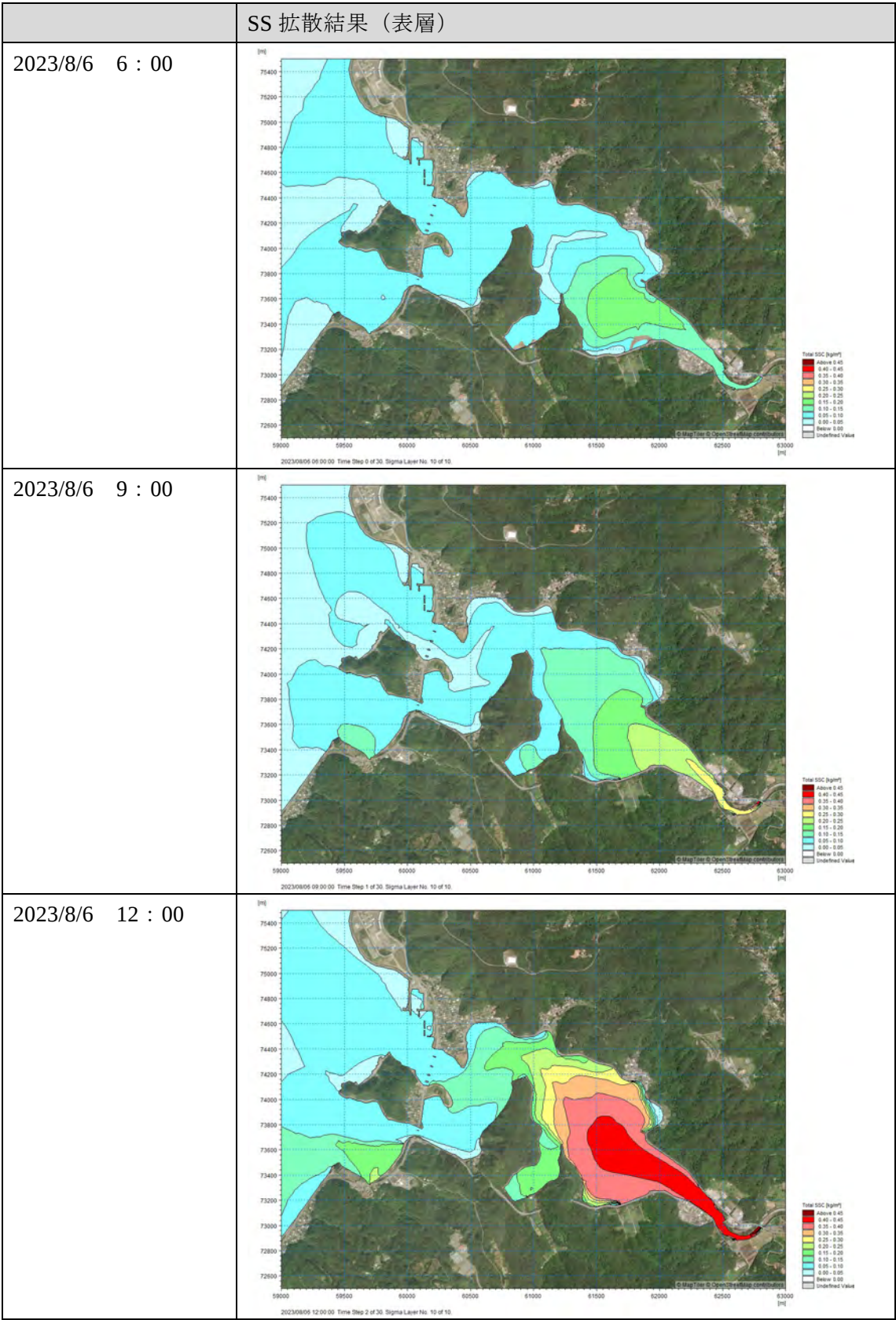


図 2.3.2-15 (1) 掘削後のSS拡散結果（表層）

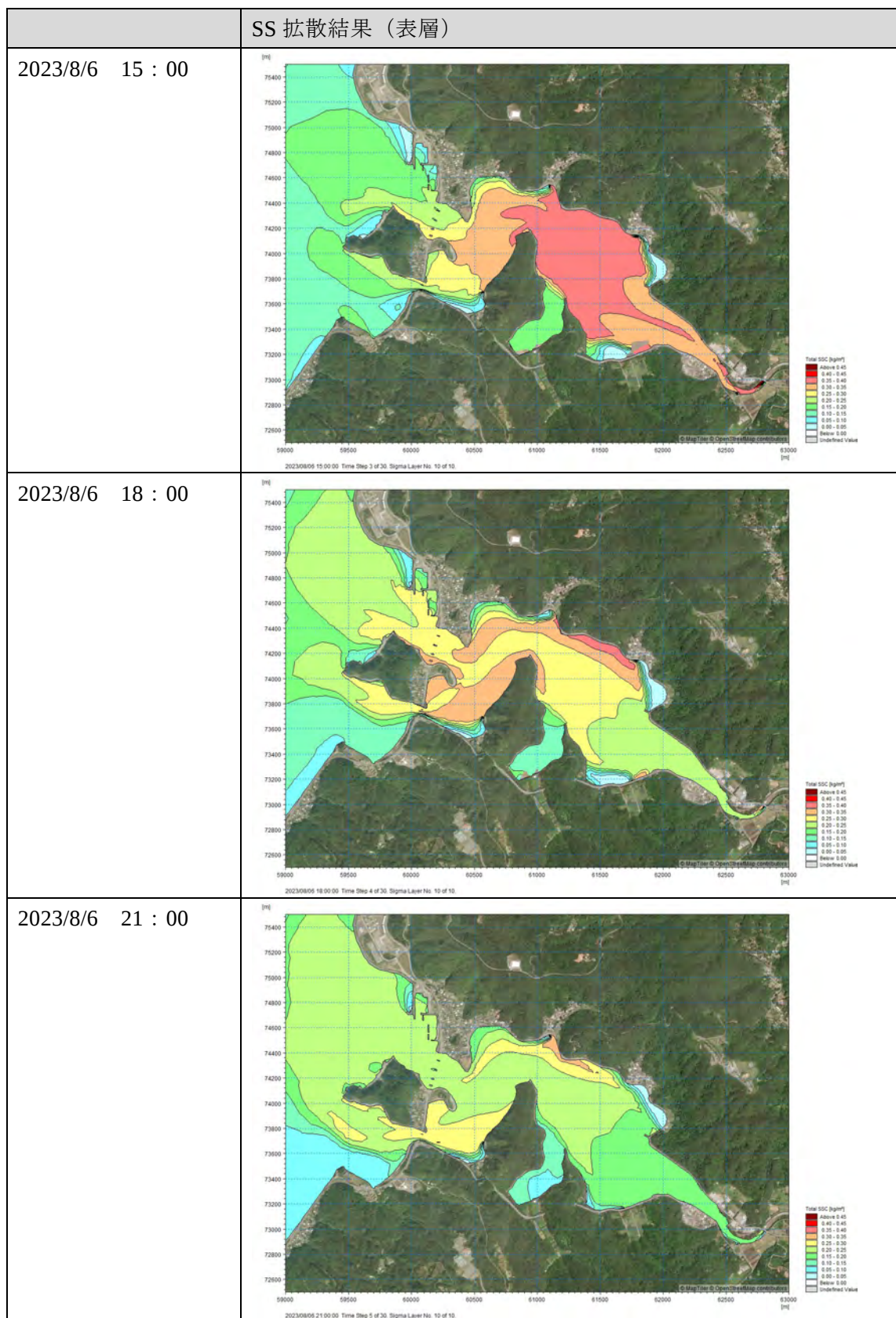


図 2.3.2-15 (2) 掘削後の SS 拡散結果（表層）

d. 掘削後底層のSS拡散状況

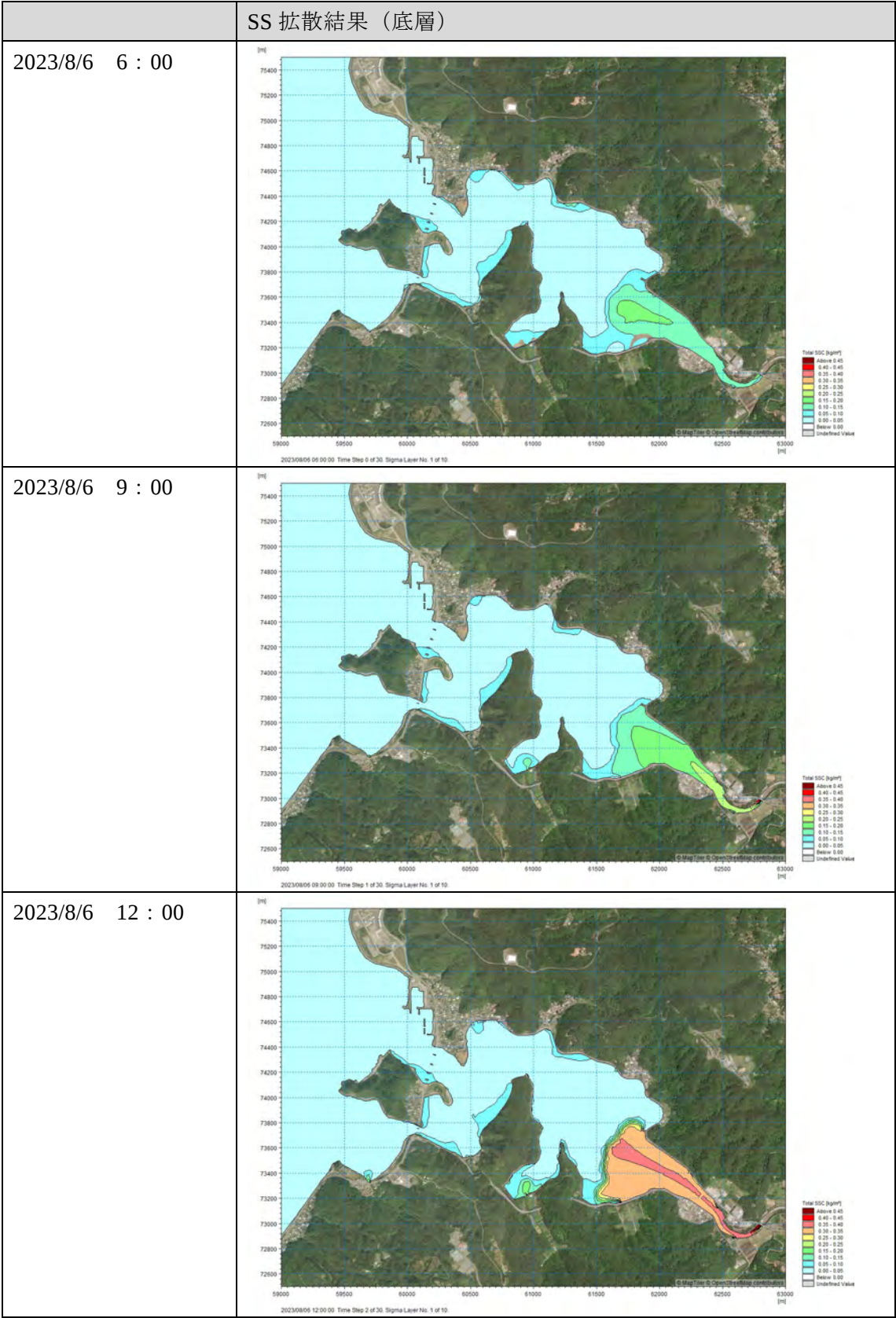


図 2.3.2-16 (1) 掘削後のSS拡散結果（底層）

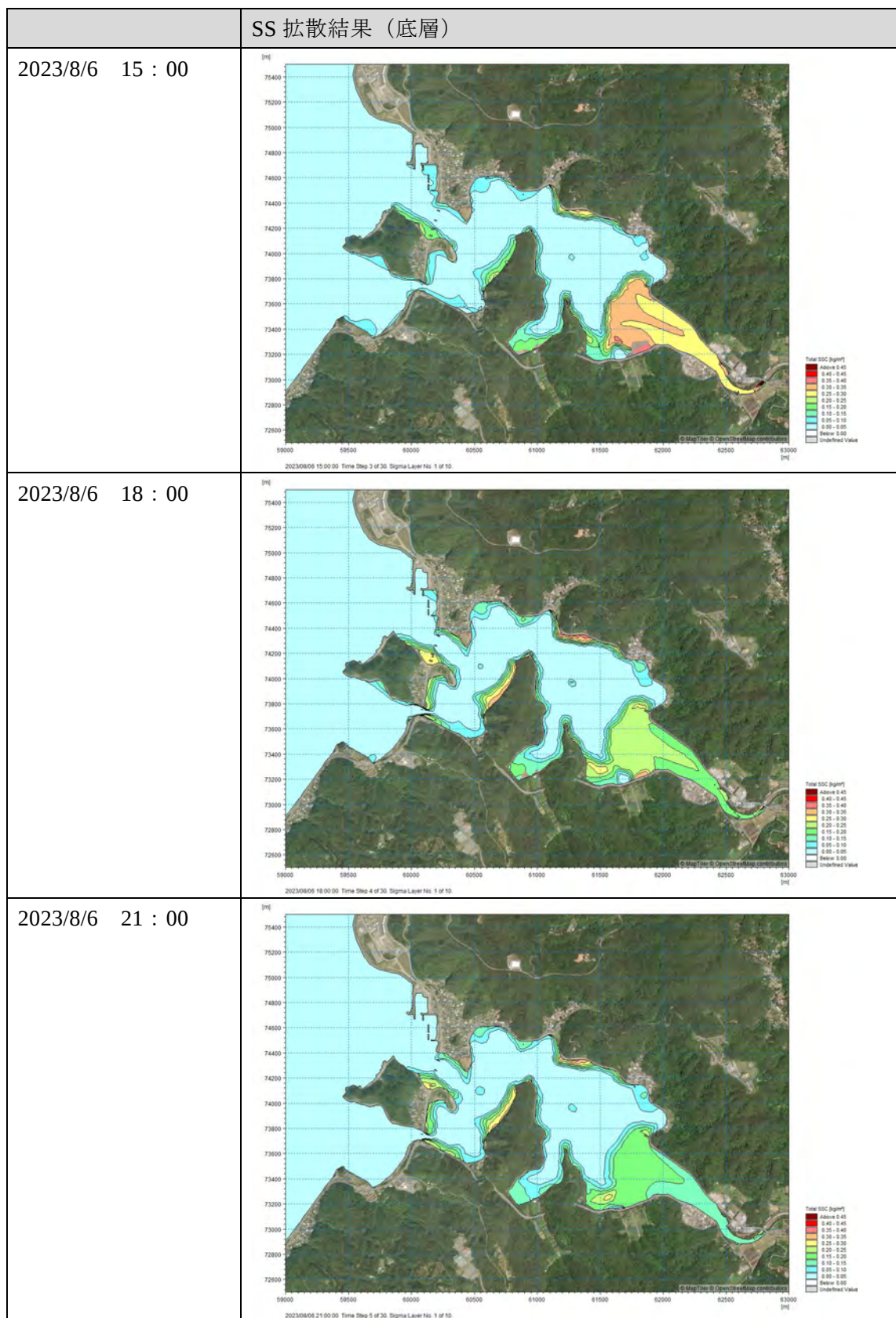


図 2.3.2-16 (2) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

3) 冬季

a. 掘削前 表層のSS拡散状況

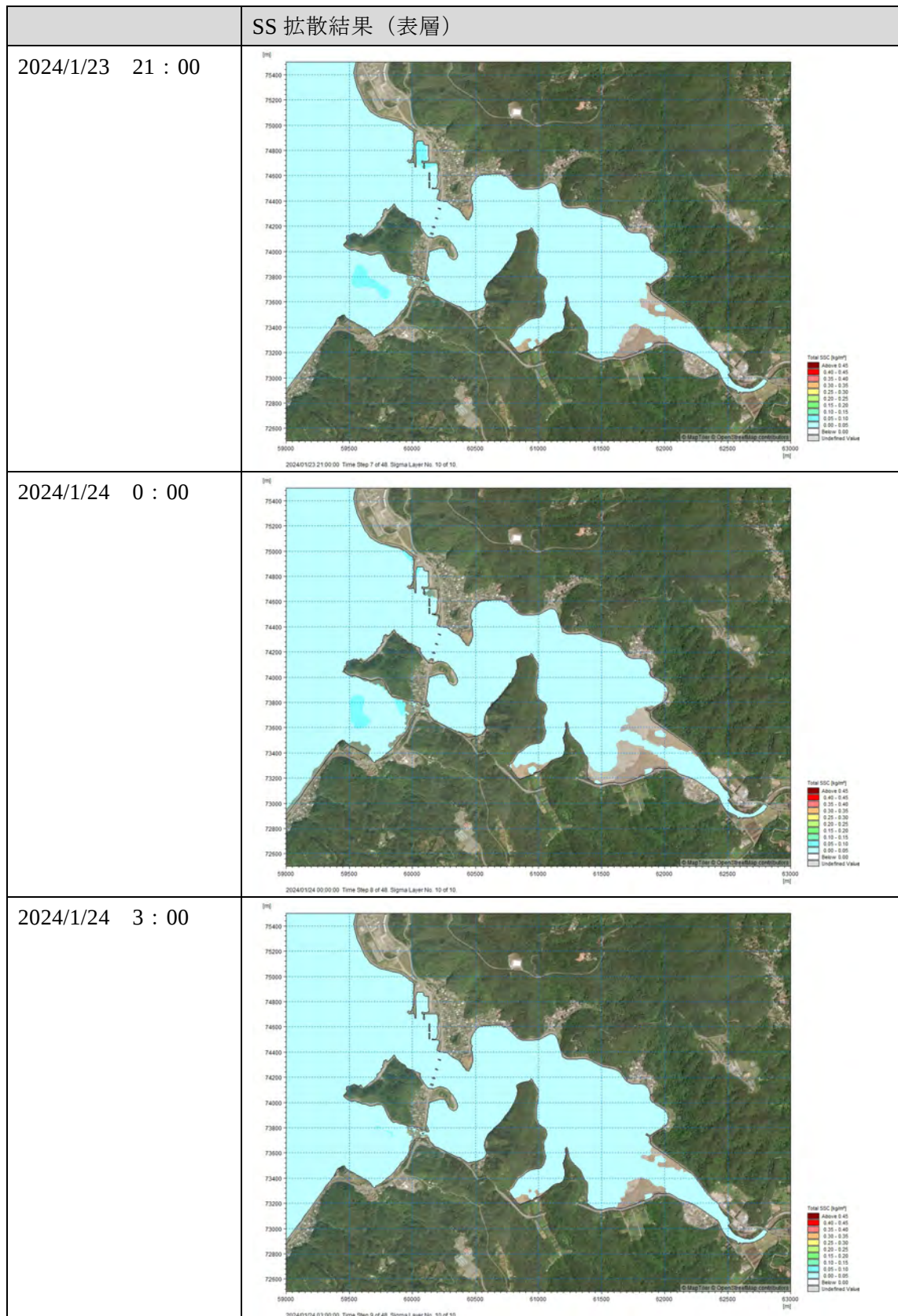


図 2.3.2-17 (1) 掘削前のSS拡散結果（表層）

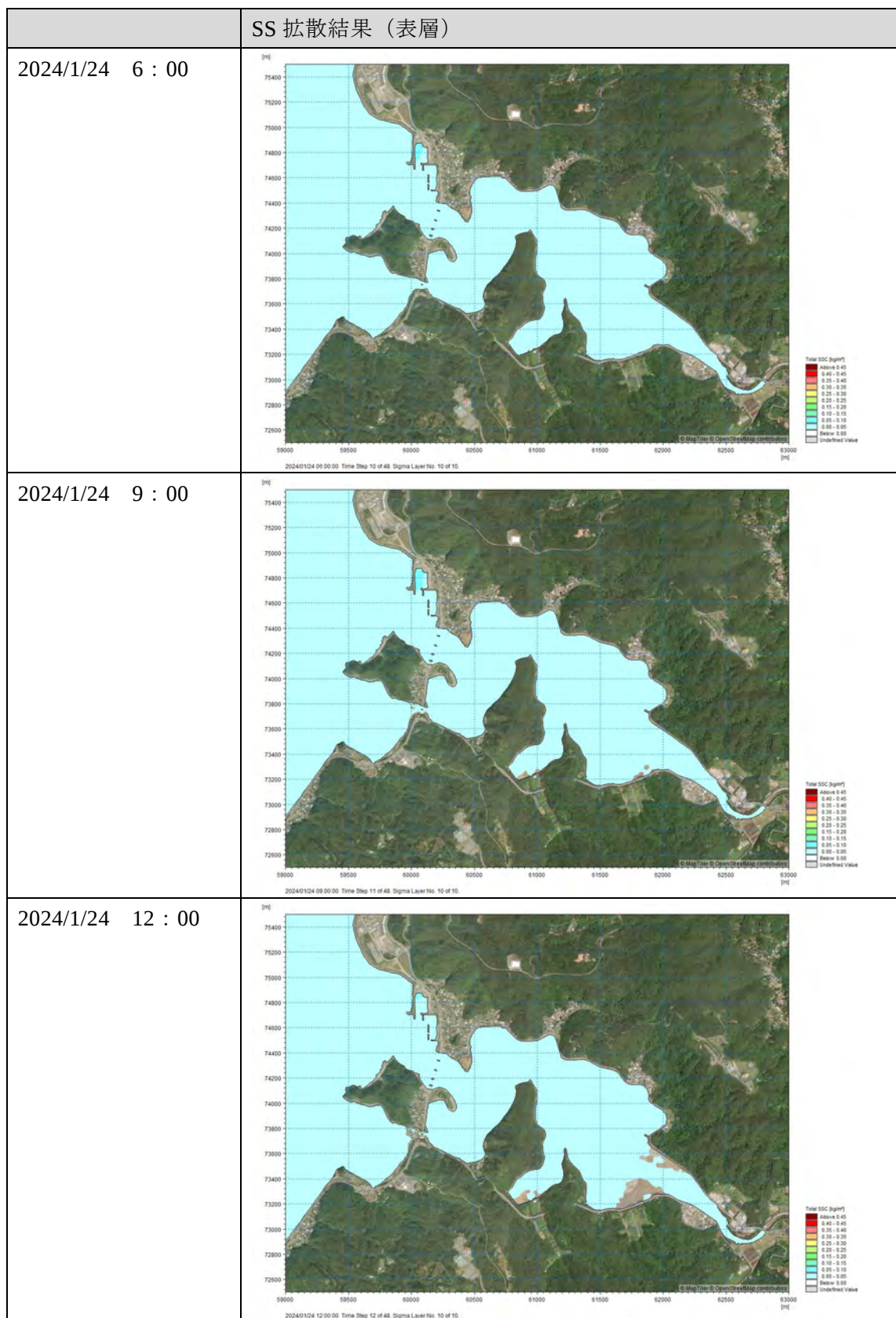


図 2.3.2-17 (2) 掘削前の SS 拡散結果（表層）

b. 掘削前底層のSS拡散状況

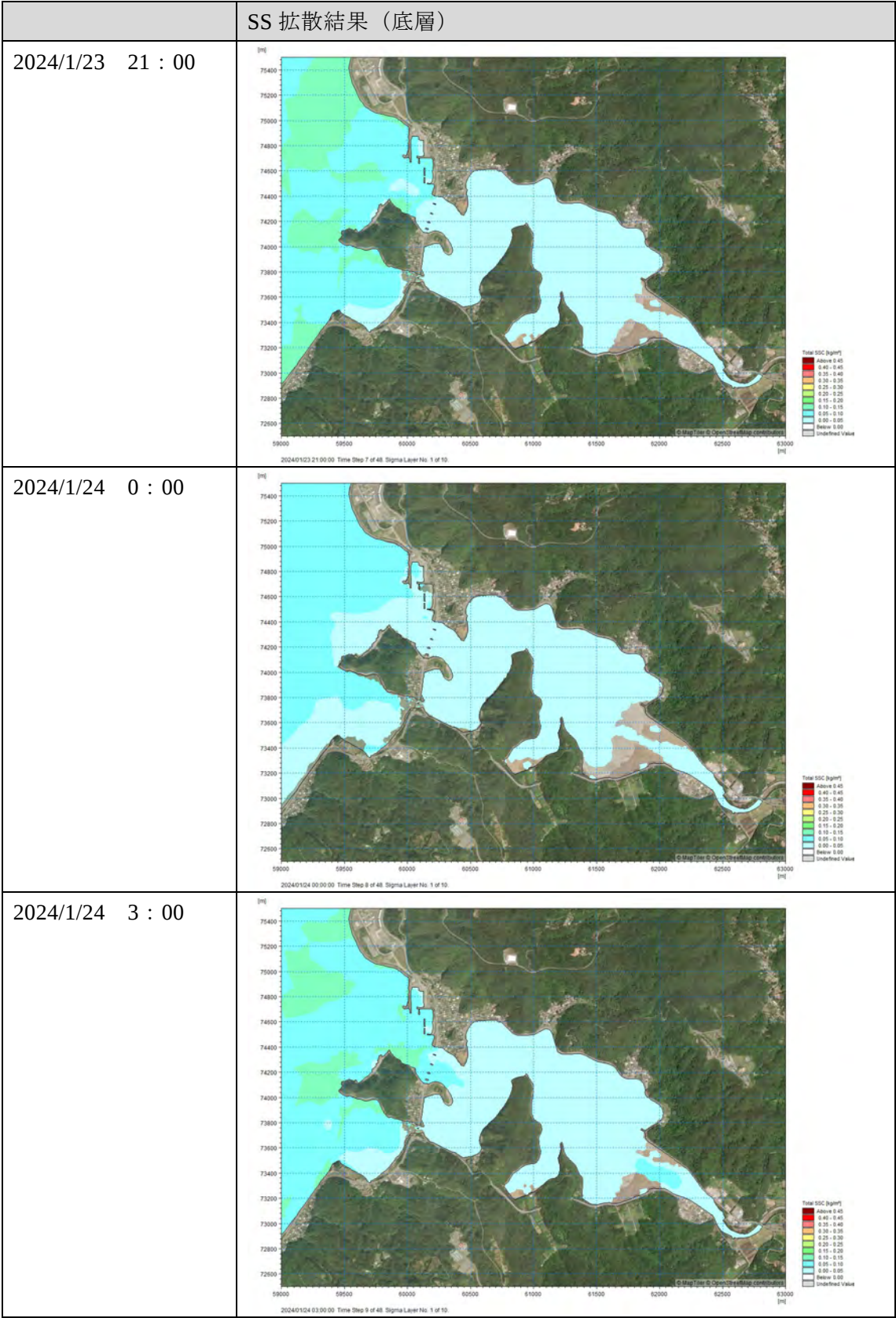


図 2.3.2-18 (1) 掘削前のSS拡散結果（底層）

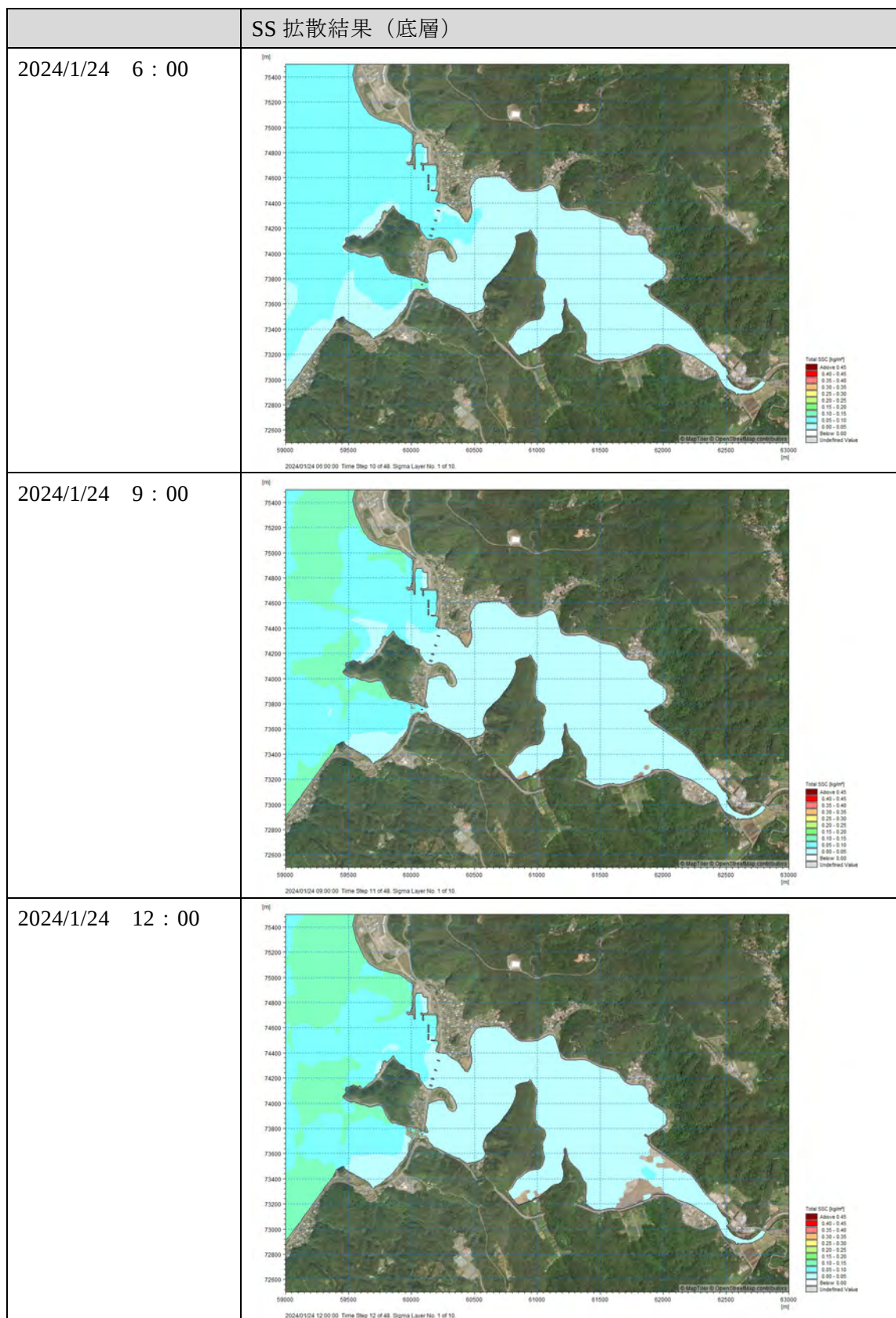


図 2.3.2-18 (2) 掘削前の SS 拡散結果（底層）

c. 掘削後表層のSS拡散状況

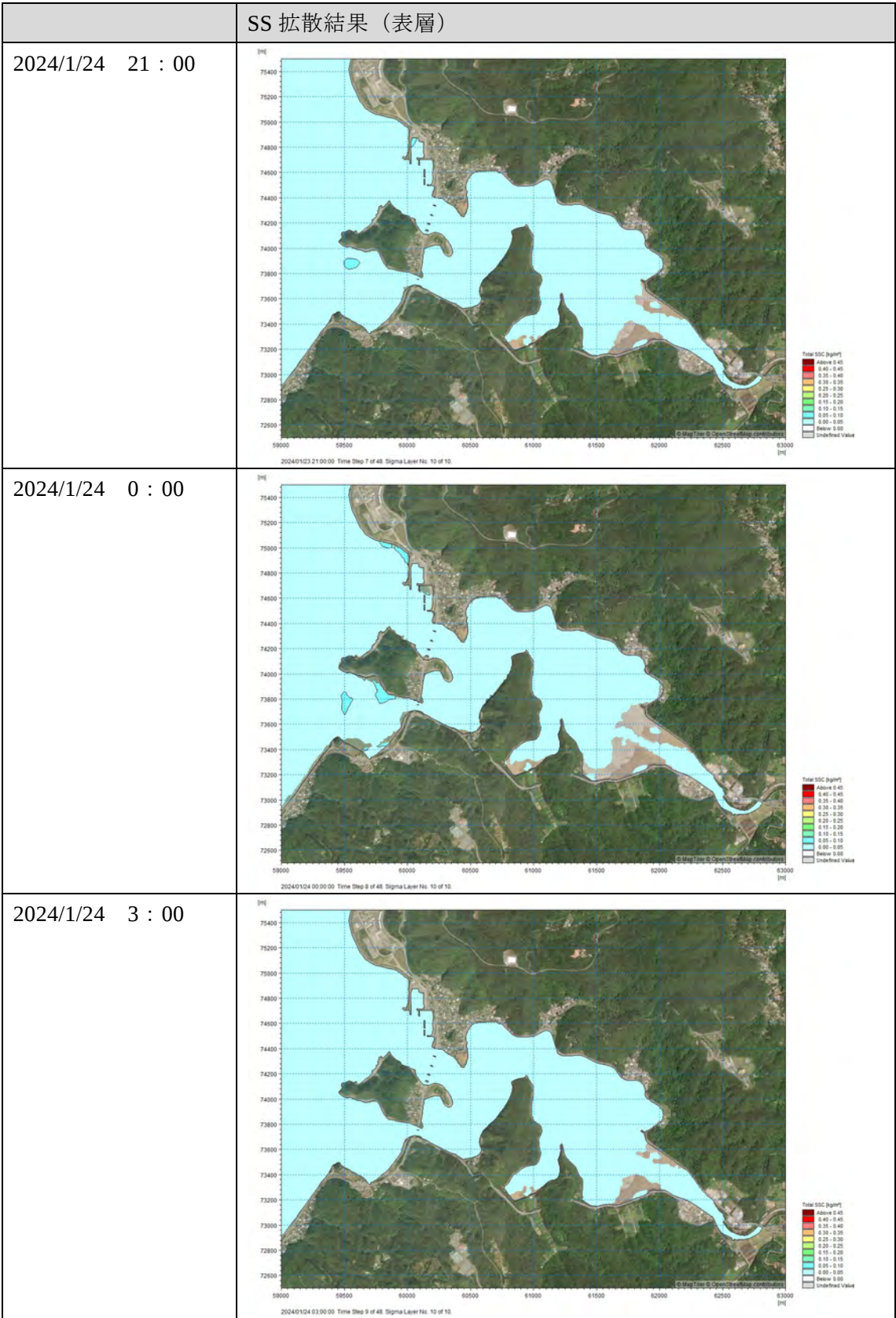


図 2.3.2-19 (1) 掘削後のSS拡散結果（底層）

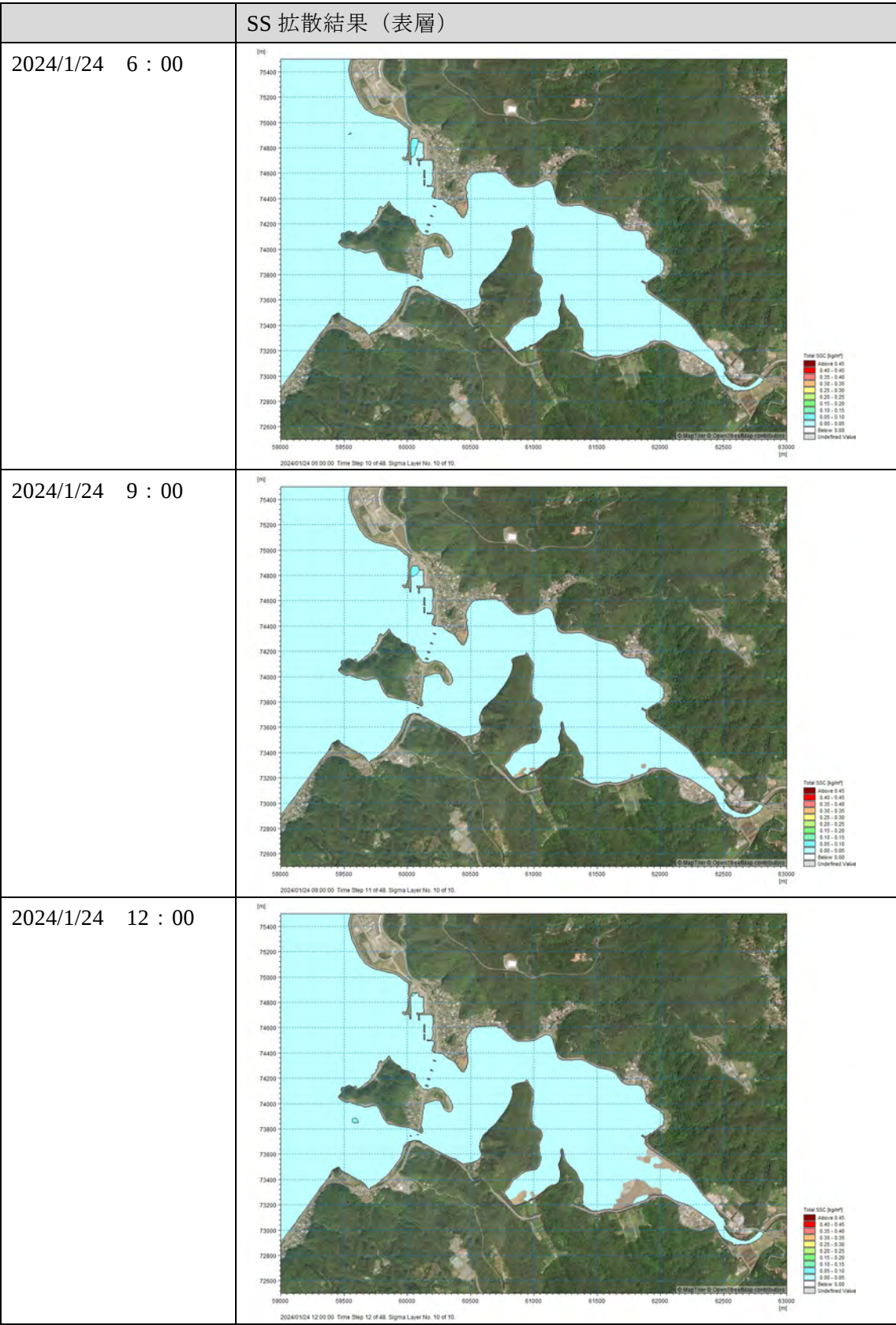


図 2.3.2-19 (2) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

d. 掘削後底層の SS 拡散状況

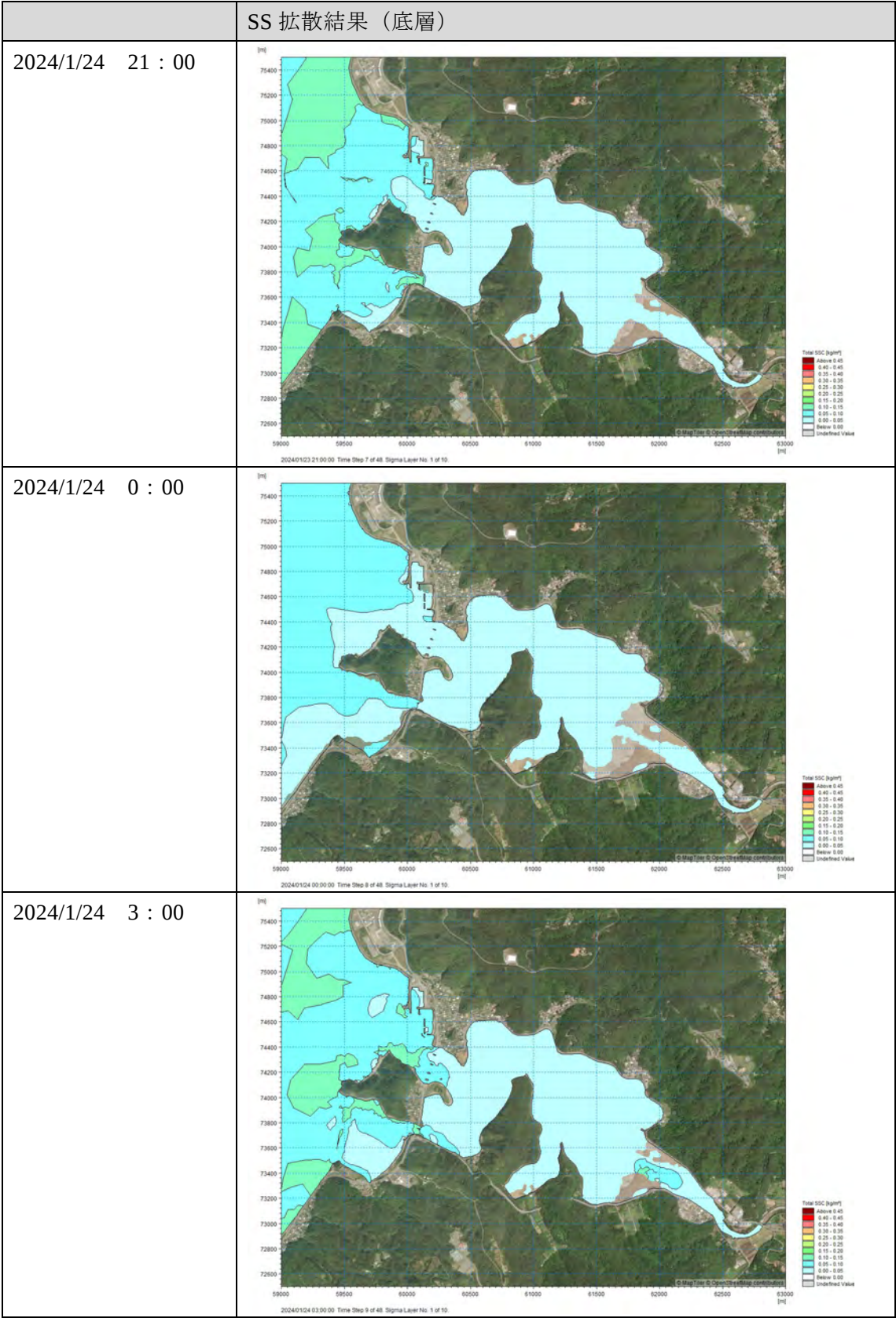


図 2.3.2-20 (1) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

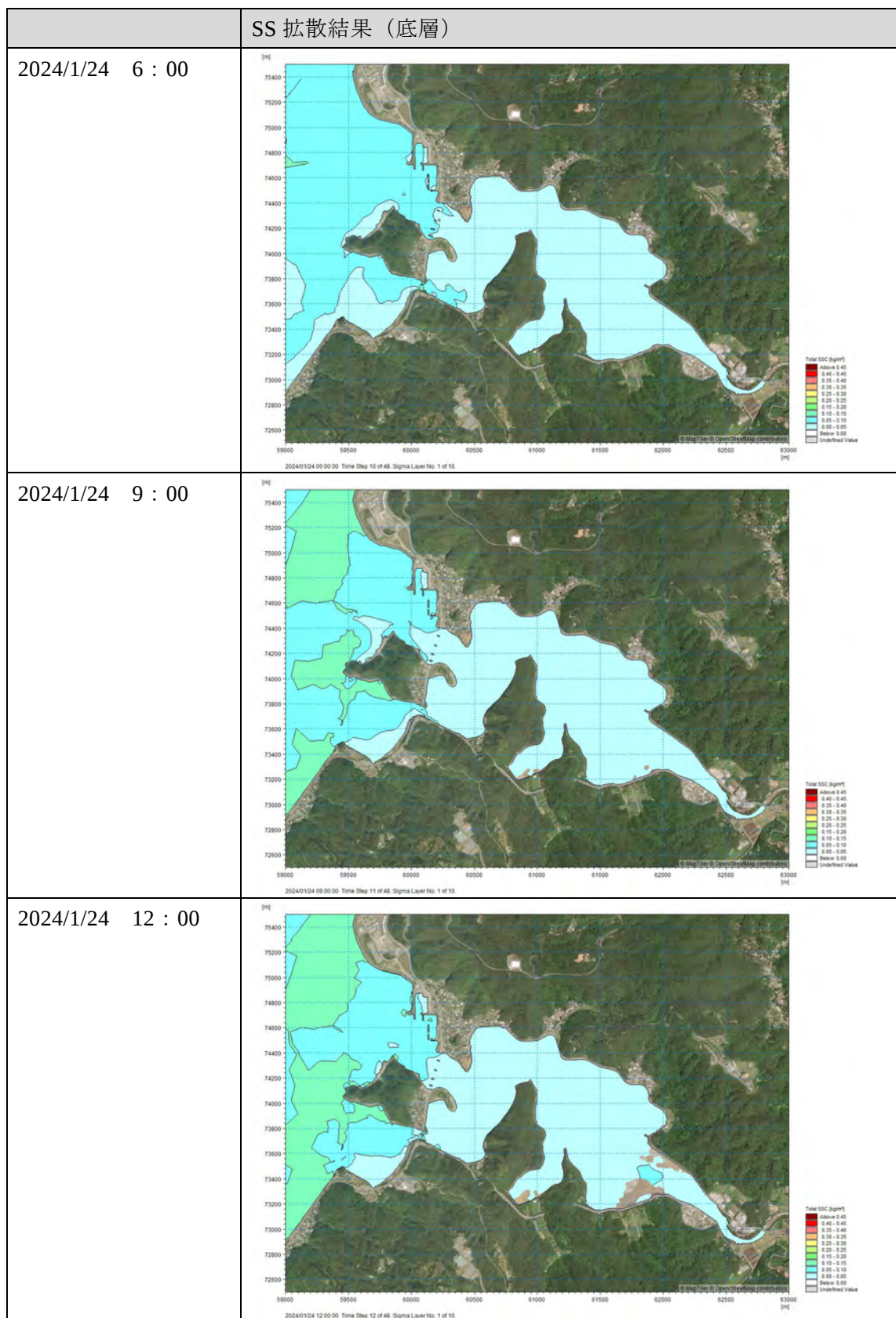


図 2.3.2-20 (2) 掘削後の SS 拡散結果（底層）

2.4 水質改善及び赤土等影響低減技術効果の検討・評価

2.4.1 水質予測計算

宮城橋を通過する流量と現況再現計算で用いた調査地点の水質を比較することで、湾内対策（掘削）による水質改善効果の検証を行った。

宮城橋周辺を掘削・拡幅することで宮城橋の干出が解消され干潮時にも流れが発生する。宮城橋近傍の断面（図 2.4.1-1）を通過する流量を集計したものを図 2.4.1-2 に示す。掘削により通過流量が流入・流出ともに増加している。累積流量は流入に対して流出が大きいいため、白浜付近の滞留しやすい環境が掘削によって解消されることが期待できる。



図 2.4.1-1 照査断面

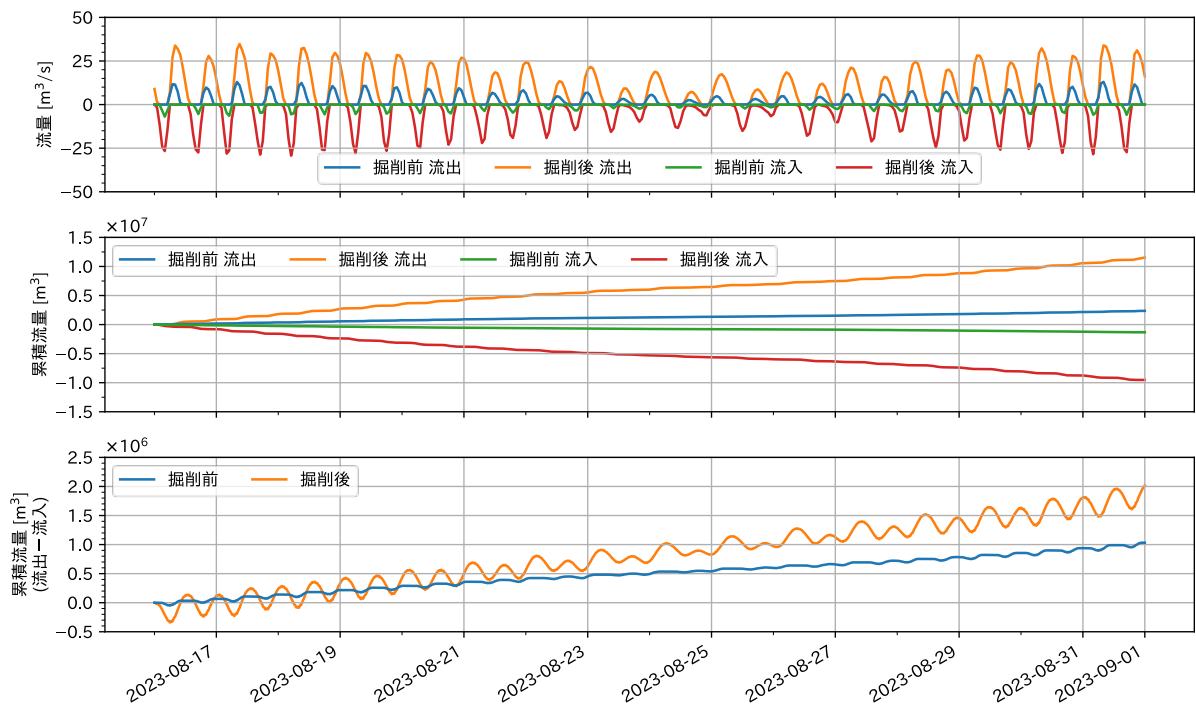


図 2.4.1-2 宮城橋を通過する流量の変化

溶存酸素：DO

鉛直分布図からは掘削による改善効果がみられないが、冬季の地点②の水深-11m 以深で、低下傾向であった溶存酸素濃度が上昇している。貧酸素水塊が発生している地点③における鉛直分布は掘削前後で変化がない。コンター図からは半崎川河口と湾奥部の水深-11m で溶存酸素濃度の分布が低くなり水質悪化がみられる。これは宮城橋の掘削により湾内の流れが変化したため生じたと考えられる。

化学的酸素要求量：COD

夏季・冬季ともに掘削前後で COD の値の変化はみられないが、環境基準の水産 1 級の COD 濃度である 2.0mg/L 以下である。

全窒素：T-N、全リン：T-P

鉛直分布図より、地点②底層では掘削により全窒素、全リンの濃度が低下しており改善効果がみられる。夏季の地点②表層では掘削後の全窒素、全リン濃度が上昇しているが、これは宮城橋西側で滞留していたものが上げ潮時に湾内に流入しやすくなったため上昇していると考えられる。地点③底層では貧酸素水塊を再現した影響で、貧酸素化に伴う栄養塩（窒素・リン）の溶出が発生し、濃度が高くなり水質が悪化している。これは宮城橋の掘削により湾内の流れが変化したことが要因として考えられる。水深-11m 位置のコンター図より、湾奥部付近で掘削後の全窒素濃度が上昇し、塩屋大橋から湾中央部にかけて全リン濃度が低下する。

以上のことから、宮城橋掘削による改善効果は地点②（宮城橋東側、白浜付近）ではみられるが、地点③までは波及しないと言える。しかし、地点③における貧酸素水塊の継続状況や解消メカニズムが不明である。予測シミュレーションの計算条件として底質での酸素消費速度を一定とし貧酸素状態を再現しているが、地点③での貧酸素水塊の発生期間が長いほど底質からの栄養塩溶出により水質が悪化し、期間が短いほど栄養塩溶出が少なくなり改善方向へ向かうため、実際の環境に則した条件の設定が重要である。今後、夏季における溶存酸素濃度の定点観測、流向・流速観測を実施し貧酸素水塊および流れの状況を把握することが必要である。

2.4.2 赤土等拡散予測計算

湾内対策（掘削）による赤土等影響低減技術効果の検証を行うために、赤土等拡散予測計算で求めた計算期間内で堆積する量を推定した。堆積量を推定する範囲は図 2.4.2-1 に示す領域とし、梅雨時期と台風時期の検討においては塩屋湾から排出される土砂による外海での堆積量について算定し、冬季については湾外に近い津波と港沖のエリアでそれぞれ堆積量を推定した。算定結果は表 2.4.2-1 に示すとおりであり、出水による影響が強い梅雨時期や台風時期においては対策前の方が塩屋湾内で堆積する量が多い。宮城橋を掘削（対策後）すると湾内の堆積量が減少し、湾外へ排出されやすくなっている。特に、湾内水が出にくいことが課題であるので、宮城橋による開口部が増えることで湾内水の行き来が改善し、出水時の赤土由来の湾内濁りが排出される時間が多くなることで、赤土堆積量削減にも効果的であると推測できる。

出水による赤土流入が落ち着く冬季においては、大保川内に堆積する土砂が 1/10 程度に低下する。湾外では季節風によって波浪が発達する時期であることから、湾外に近い津波や塩屋漁港沖の領域での堆積量が増加する。宮城橋と塩屋大橋東側の湾内についても、堆積量は増える傾向にある。ただし、湾内に堆積する土砂は図 2.4.2-5、図 2.4.2-6 に示すように海域由来の土砂成分が多くなるものの、今回の計算は海底で移動を許容する層として 2m の侵食層があると想定した時の計算結果である。津波地区のような岩礁があるような海域では土砂量が多く算定されていると想定されるが、土砂移動に伴う濁りについては発生することは推測される。出水時のような急激な濁りが湾内全域を覆うことないものの、冬季においては巻き上がった浮遊砂による濁りが白浜地区や塩屋地区に滞留しているものと考えられる。なお、冬季に砂質系土砂が流入しやすくなることで覆砂と類似した効果もあり、再懸濁抑制効果も期待される。

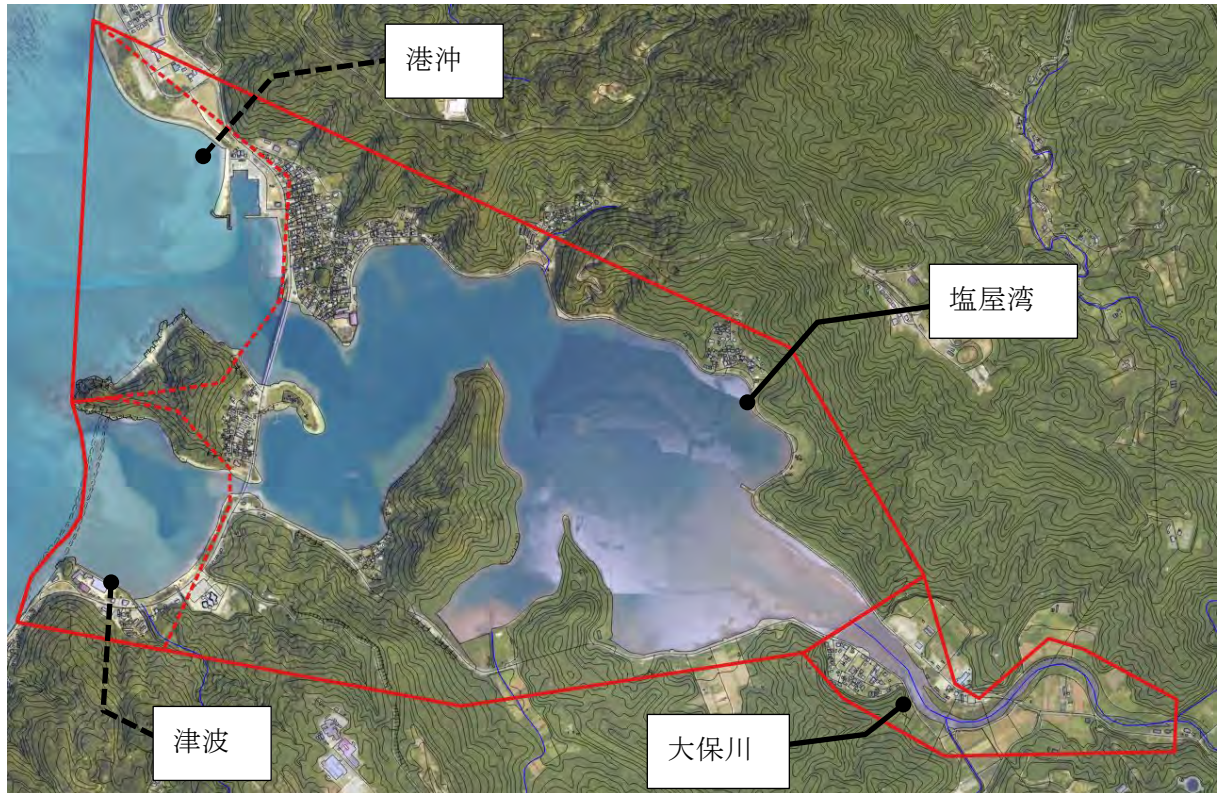


図 2.4.2-1 堆積量算定範囲

表 2.4.2-1 対策前後における湾内堆積量の推定

	対策前			対策後		
	外海	塩屋湾	大保川	外海	塩屋湾	大保川
梅雨時期	160kg	7,870kg	700kg	190kg	7,420kg	710kg
台風時期	60kg	8,220kg	730kg	90kg	7,500kg	720kg
冬季	—	湾内 10,960kg 津波 16,470kg 港沖 26,160kg	100kg	—	湾内 17,130kg 津波 9,830kg 港沖 22,320kg	40kg

※梅雨時期：2024/6/12 0:00～2024/6/23 0:00（11 日間）

台風時期：2023/8/2 0:00～2023/8/10 0:00（8 日間）

冬季：2025/1/21 0:00～2025/1/29 0:00（8 日間）

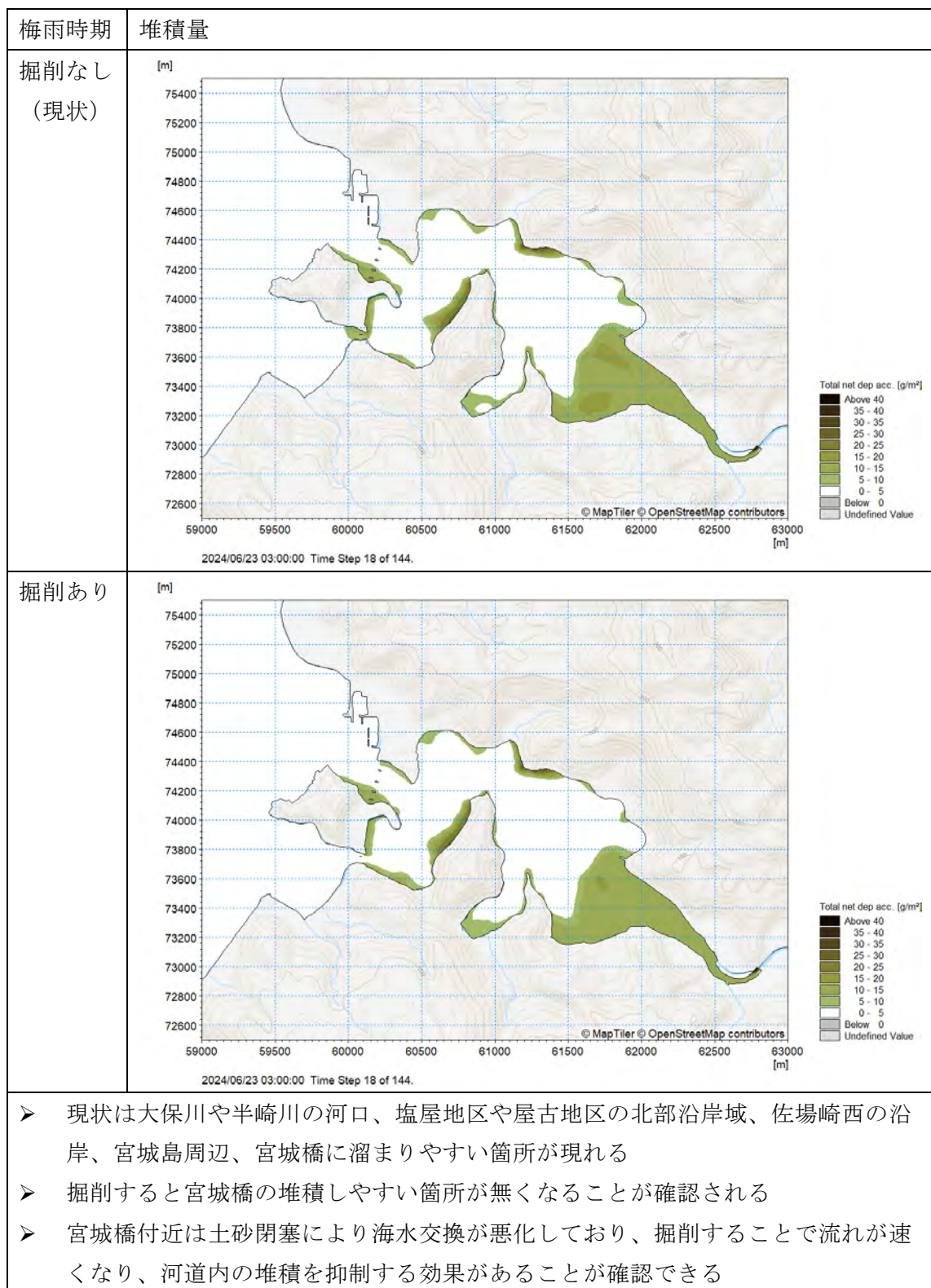


図 2.4.2-2 梅雨時期の堆積量の推定

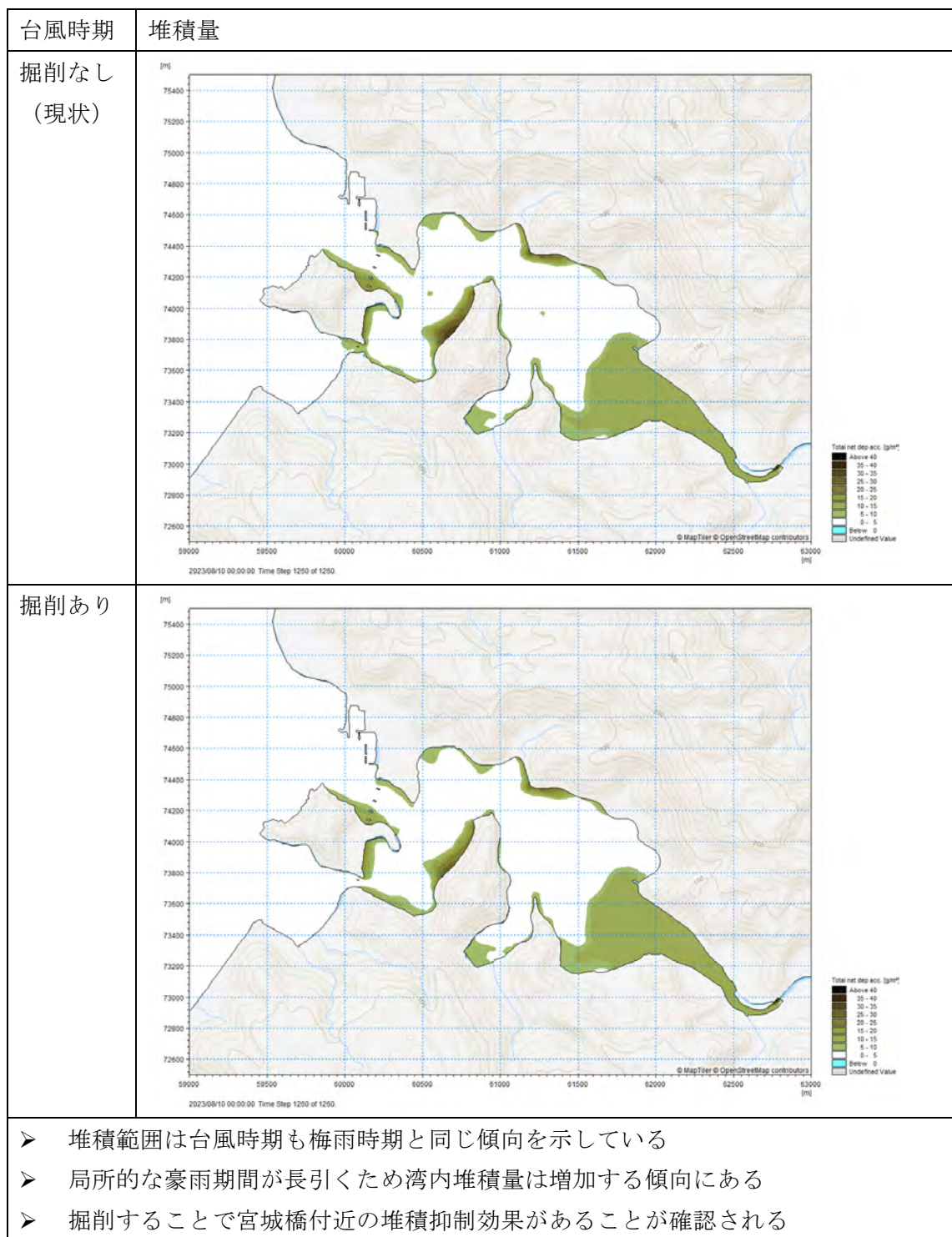


図 2.4.2-3 台風時期の堆積量の推定

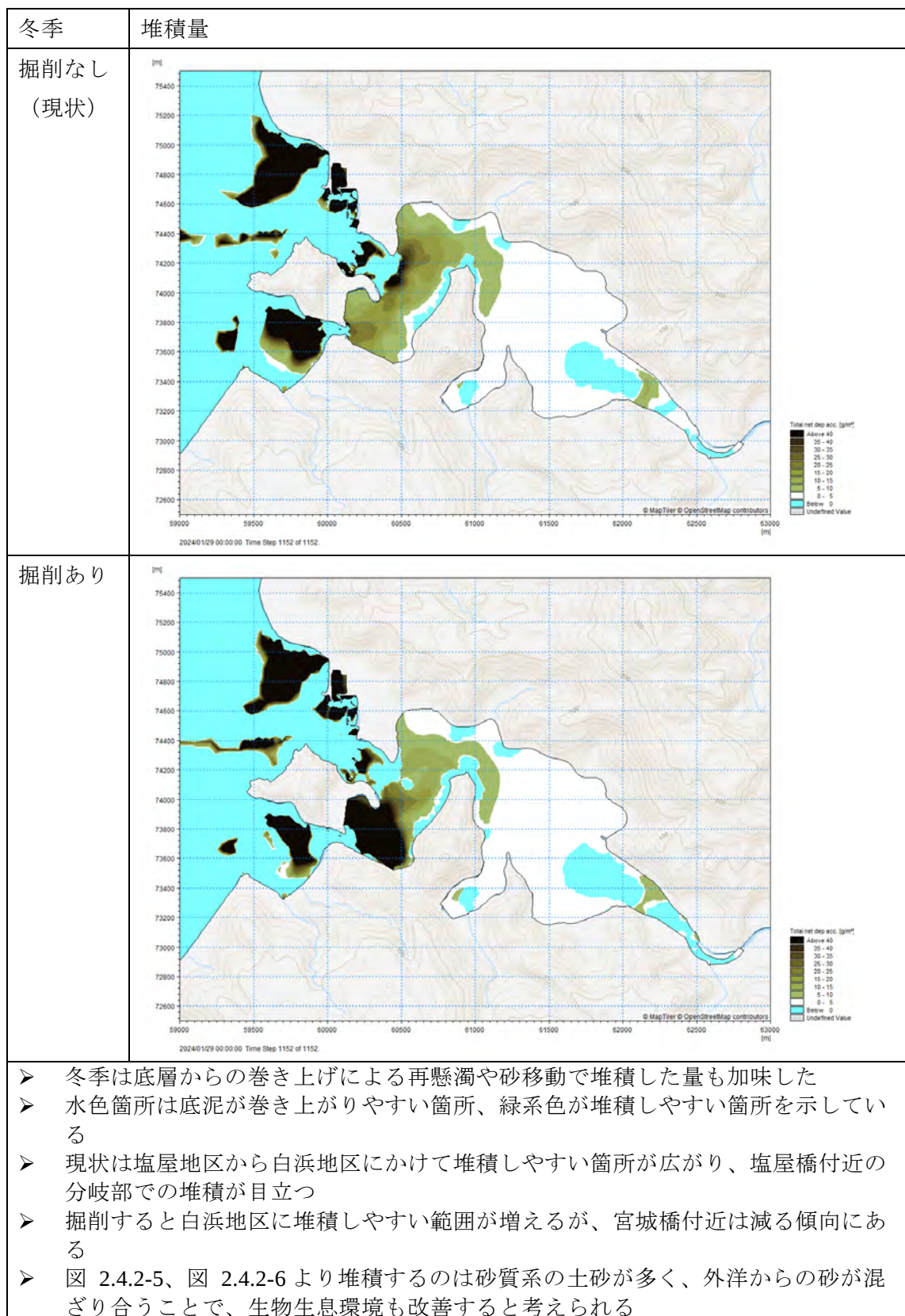


図 2.4.2-4 冬季の堆積量の推定

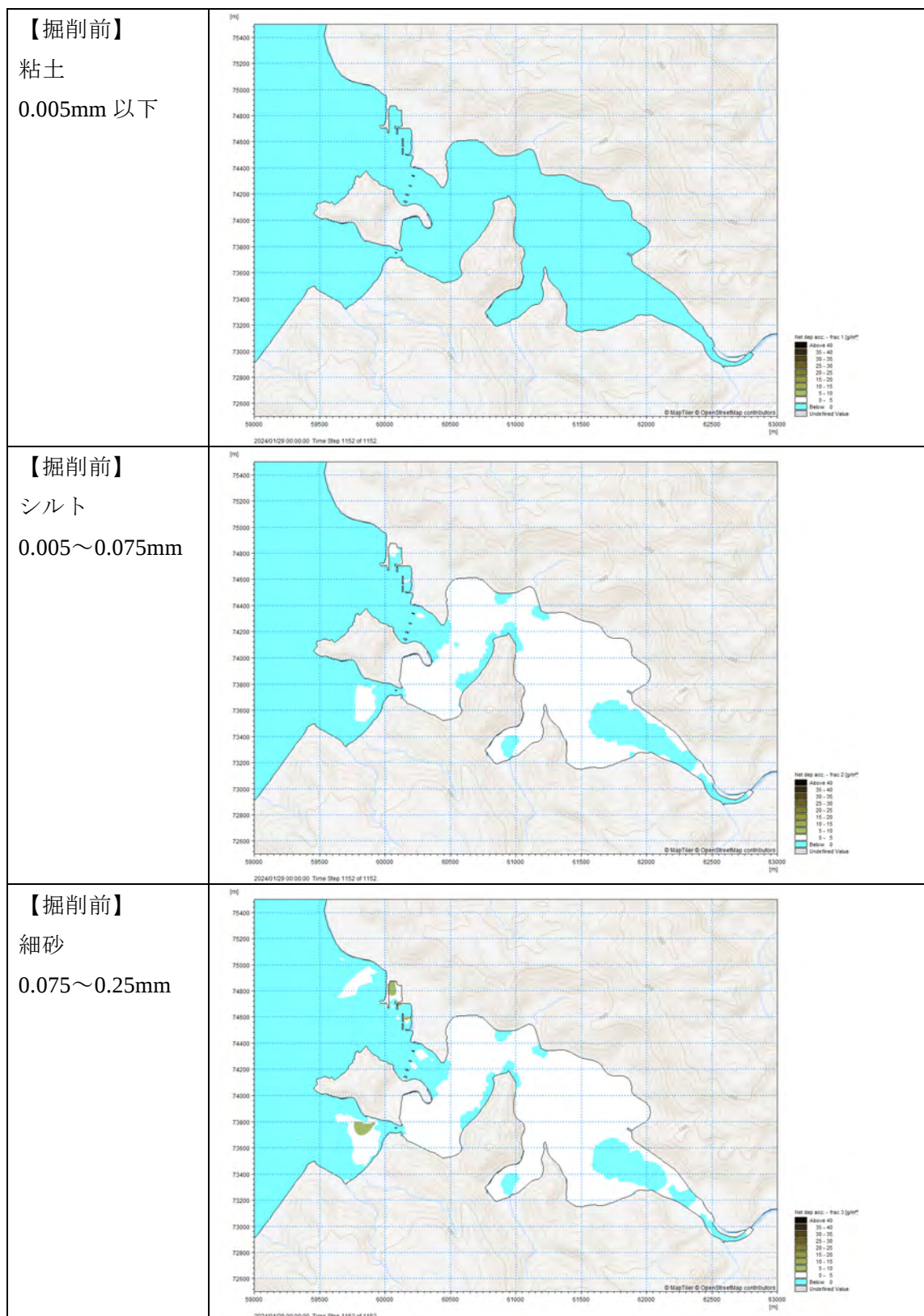


図 2.4.2-5 冬季対策前における粒径別の堆積量

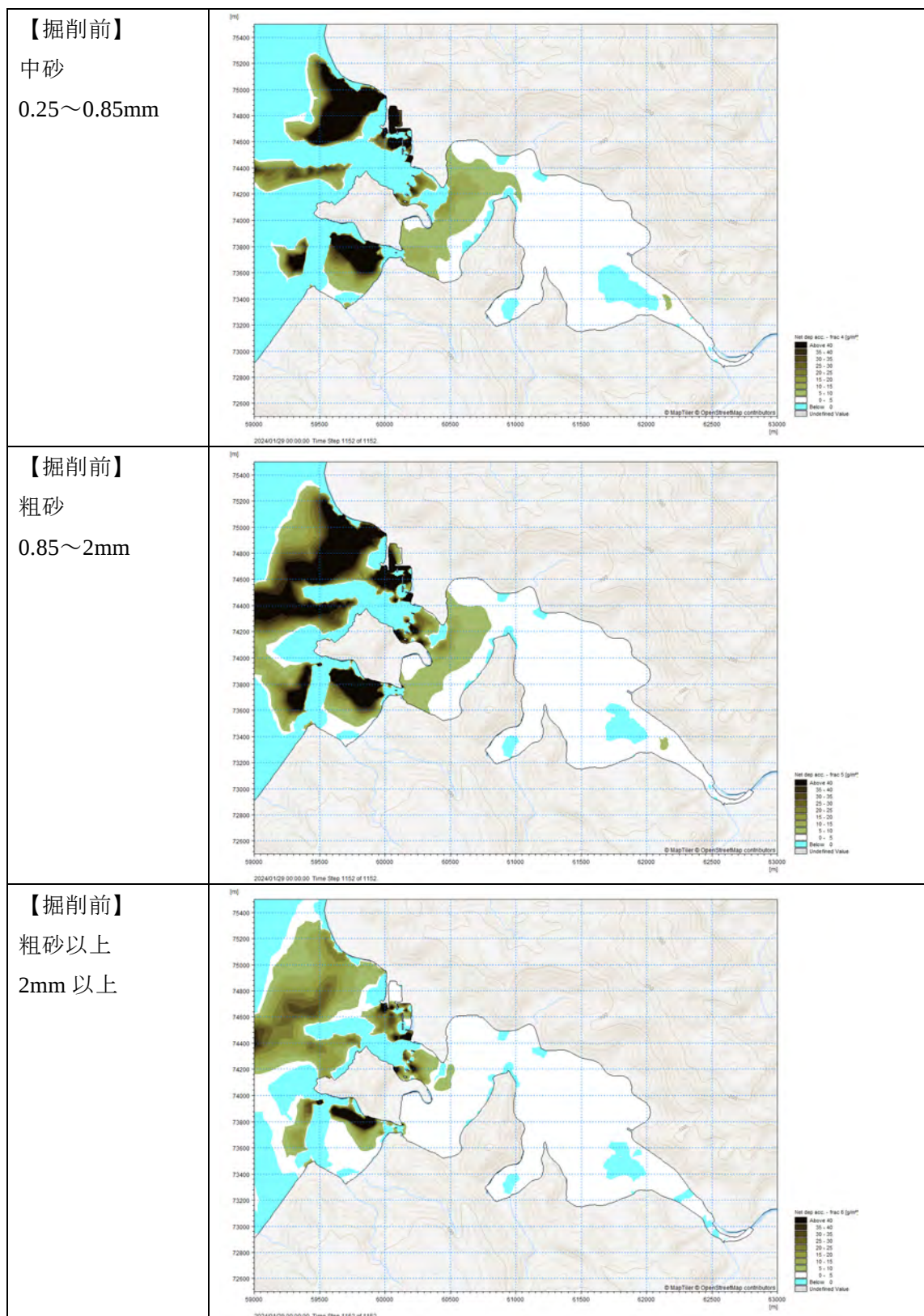


図 2.4.2-5 冬季対策前における粒径別の堆積量

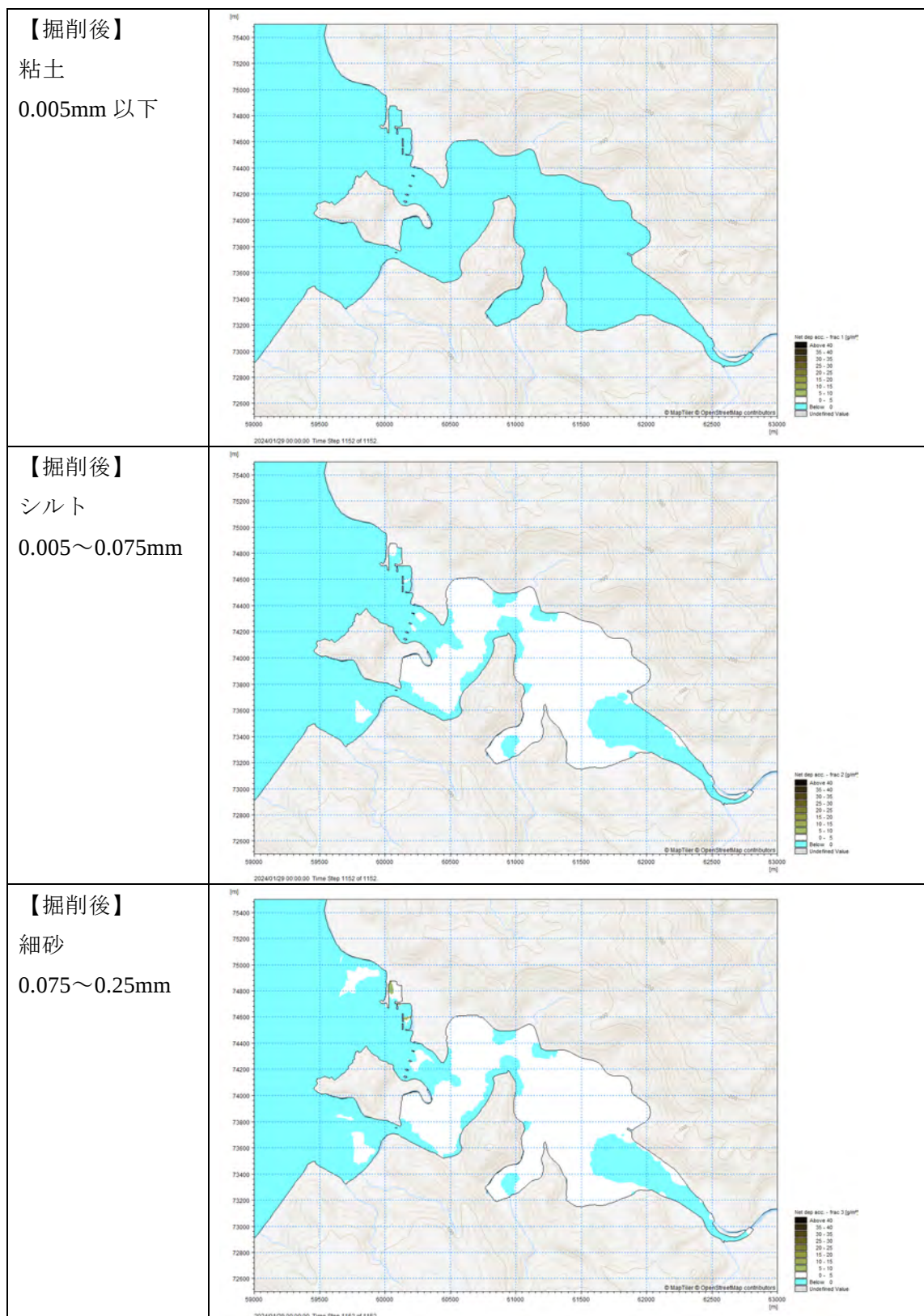


図 2.4.2-6 冬季対策後における粒径別の堆積量

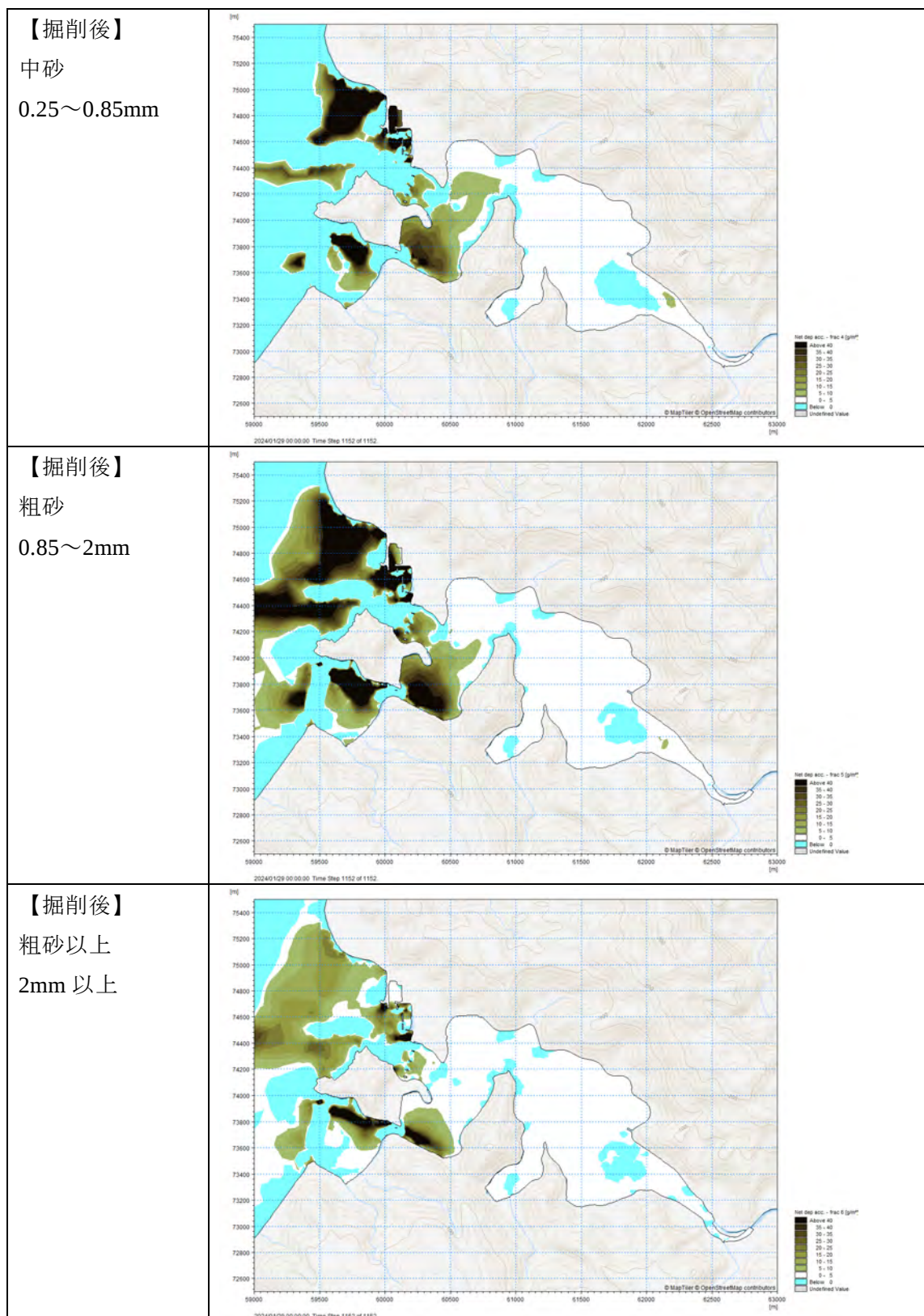


図 2.4.2-6 冬季対策後における粒径別の堆積量

2.5 塩屋湾水環境改善計画の策定

塩屋湾の水環境改善は、湾内対策に加え、周辺の農地等からの赤土等の流入の低減も同時に進める必要がある。これら周辺陸域からの流入を低減する計画を湾内や流入河川等の水質の現状及び既存の計画等を基に策定した。検討委員会内で議論された改善策に対して、湾内改善対策の基本設計、周辺陸域や海域への赤土流出防止対策、これらの効果を検証していくためのモニタリング計画を立案した。

2.5.1 湾内改善対策の基本設計

1) 宮城橋の堆積状況、設計条件の設定

過去に宮城橋下は水路として活用されていたが現在では堆積によって往来が困難となっている。

図 2.5.1-1 に令和 7 年 1 月に実施した宮城橋の水深図を示す。橋の周囲は DL±0m より浅い水深となっており、最干潮時には干上がるほど浅い状態である。

図 2.5.1-2 に航空写真を示す。潮汐があるため一概に比較はできないが、平成 20 年の航空写真と比較すると令和 3 年には宮城橋北側・南側の砂浜が広がり、植生も広がっている。また昭和 55 年・平成 20 年の航空写真には宮城橋西側に岩礁のようなものが写っており、掘削の支障となることが予想される。

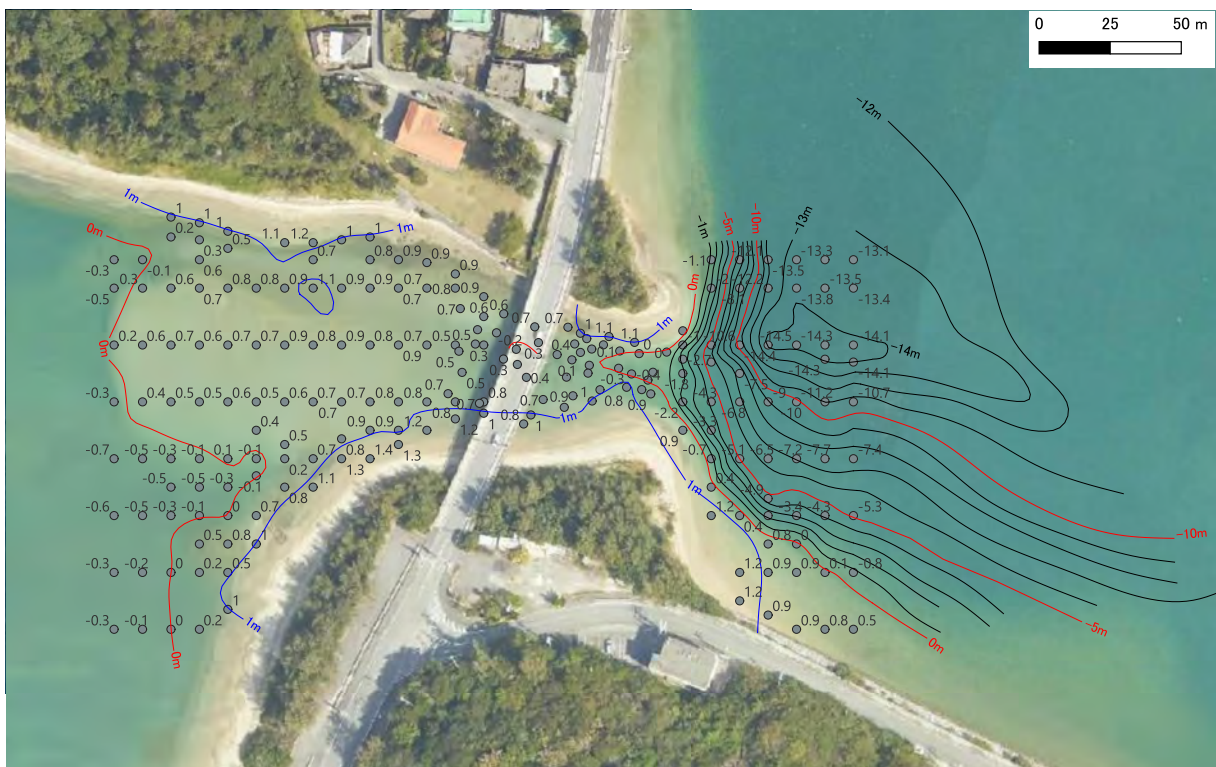


図 2.5.1-1 宮城橋周辺の水深図

	昭和 55 年 (1980 年)
	平成 20 年 (2008 年)
	令和 3 年 (2021 年)

図 2.5.1-2 航空写真

掘削工事の設計条件（掘削幅、掘削深度）決定のために、内閣府沖縄総合事務局北部国道事務所より宮城橋橋面工事図面を提供いただいた。図 2.5.1-3、図 2.5.1-4 に工事図面と令和 7 年 1 月に実施した地形測量結果を比較できるように整理した。

宮城橋橋面工事図面（平成 7 年度）より約 30 年前の地盤高と現在の地盤高を比較すると、平成 7 年度には橋脚間の水深が DL-1m 程度あるが、令和 7 年 1 月には DL±0m より浅くなっている。また地盤高の変化に着目すると、中央部および南側で堆積しているが、北側では浸食が進行している。

橋脚間の長さが約 32m、中央部で最も浅い地盤高が DL-0.89 であることから、宮城橋の安定性を損なわない安全側の条件設定として、掘削幅 30m、掘削深度を DL-0.8 とする。



図 2.5.1-3 地盤高測点位置（宮城橋工事図面より）

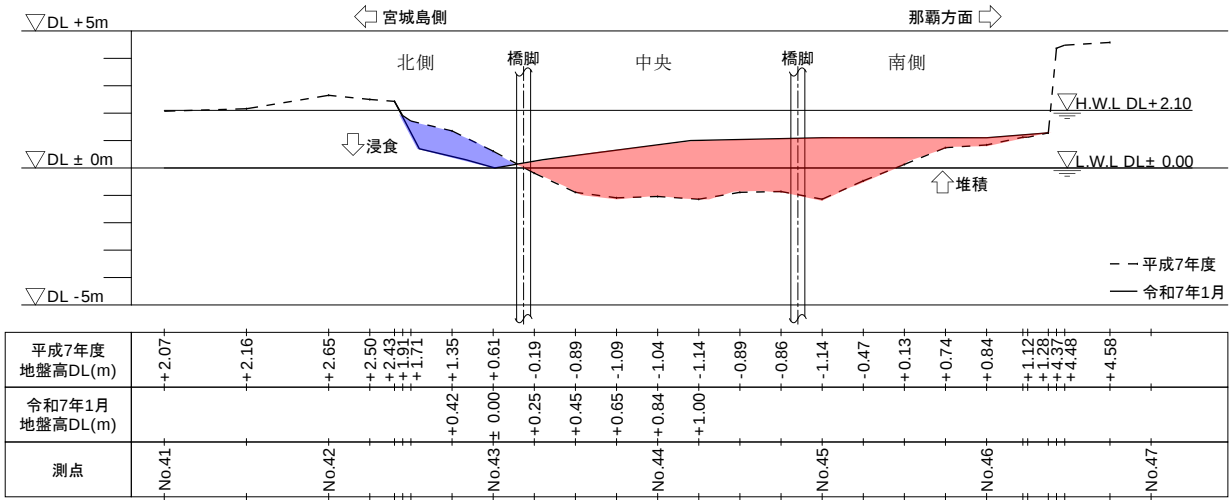


図 2.5.1-4 宮城橋下の地盤高の変化

2) 基本設計

a. 掘削土量

掘削幅 30m、掘削深度 DL-0.8 を図化すると掘削レイアウト、掘削断面は図 2.5.1-5、図 2.5.1-6 の通りとなる。案 1 は宮城橋東西の水深の深い箇所を単純に結んだ経路としている。案 2 は宮城橋西側に岩礁が存在するため破碎しない状況を想定して宮城島側を通りビーチロックの開口部を結んだ経路とした。



図 2.5.1-5 掘削レイアウト（上：案 1、下：案 2）

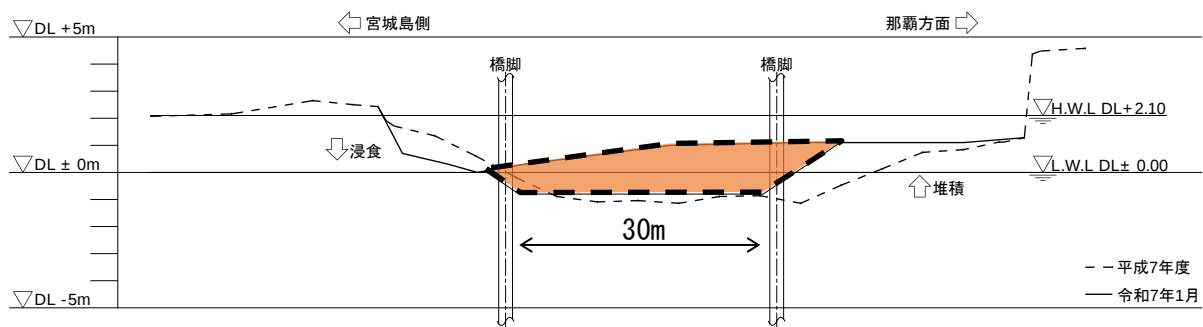


図 2.5.1-6 掘削断面

図 2.5.1-7、図 2.5.1-8 に掘削平縦断面図を示す。平均断面法にて掘削土量を算定した。

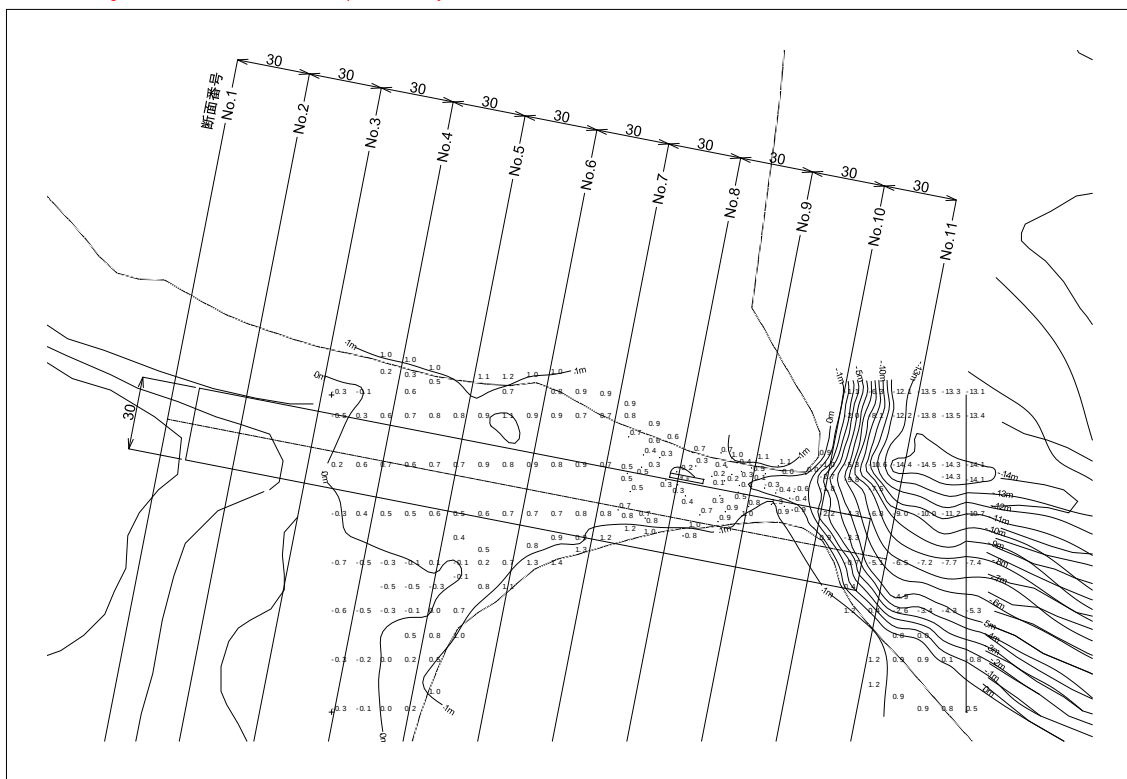


図 2.5.1-7 平面図

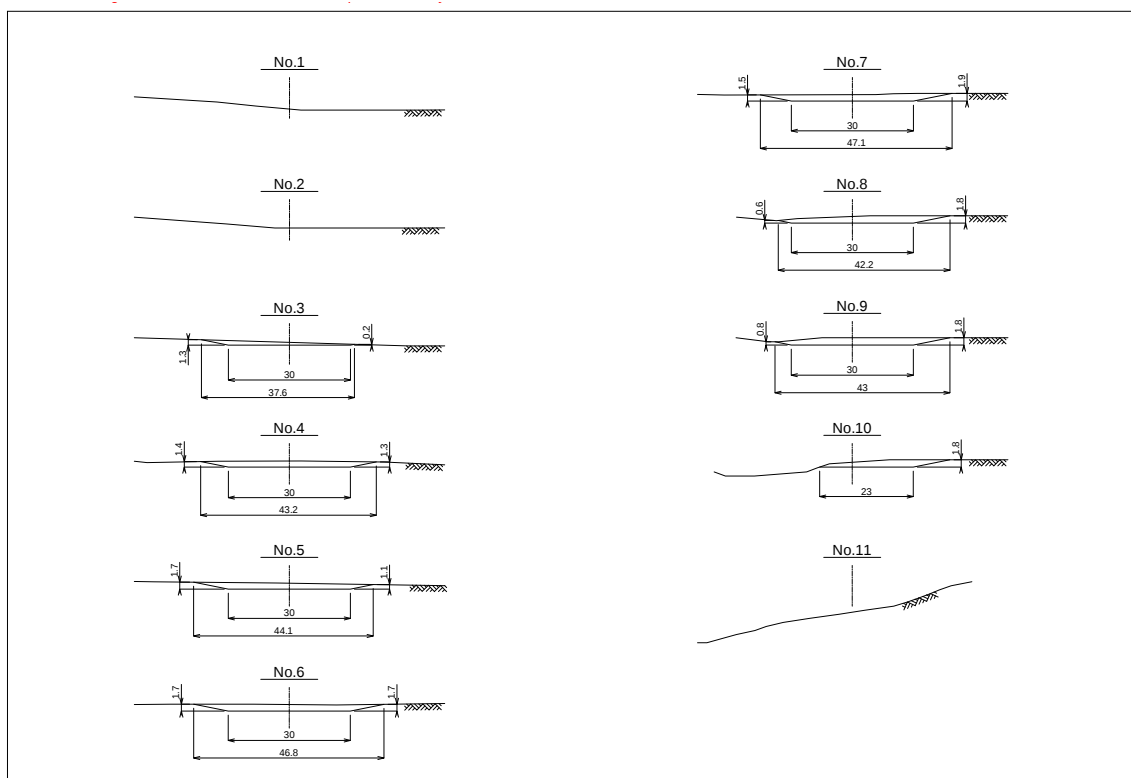


図 2.5.1-8 断面図

表 2.5.1-1 土量計算表

断面番号	断面積 (m ²)	平均断面積 (m ²)	距離 (m)	体積 (m ³)
No.1	0			
No.2	0	0	30	0
No.3	24.1	12.1	30	363
No.4	55.1	39.6	30	1188
No.5	51.9	53.5	30	1605
No.6	62	57	30	1710
No.7	63.5	62.8	30	1884
No.8	56.2	59.9	30	1797
No.9	61.4	58.8	30	1764
No.10	38.8	50.1	30	1503
No.11	0	19.4	30	582
合計				12396 【13000】

b. 概算工事費

掘削経路は未定ではあるが、砂質土の場合、礫混じり砂の場合の 2 パターンの概算工事費を示す。施工条件と概算工事費を下記に示す。

工種：浚渫工

種別：バックホウ浚渫船（組立式台船）

その他条件：土砂処分費は含まない。

仮置き場所（大宜味村内）までの保管・運搬まで

表 2.5.1-2 概算工事費

	砂質土の場合 N 値 10 未満	礫混じり砂の場合 N 値 30～50
掘削土量	13000m ³	13000m ³
作業日数（想定）	220 日	880 日
概算工事費	2 億	8 億

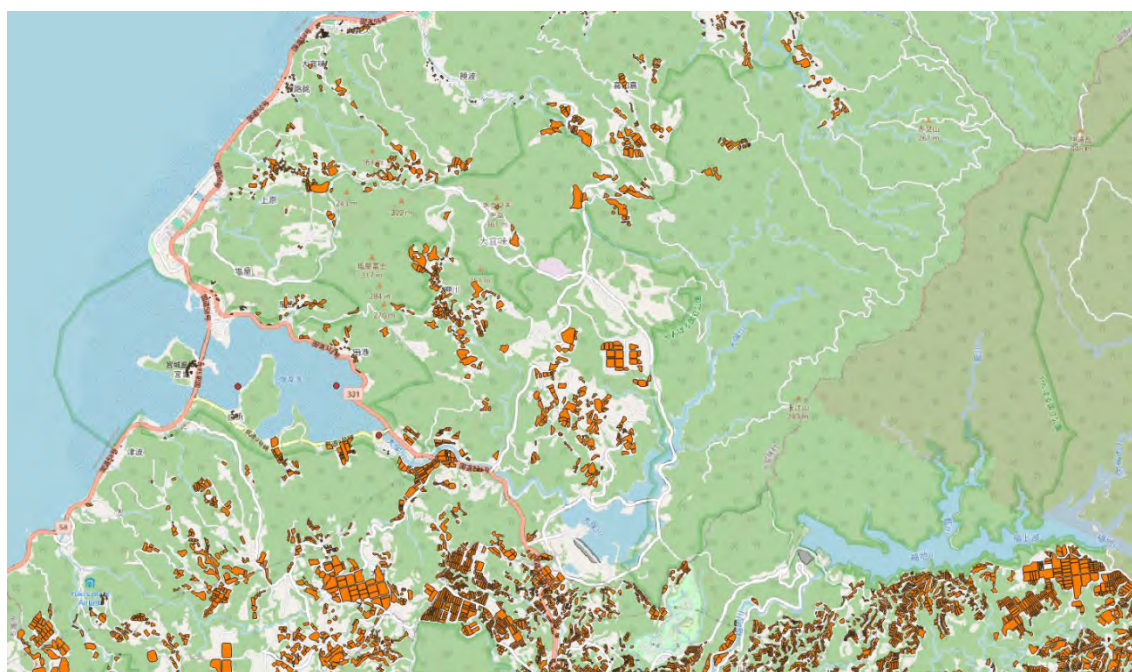
2.5.2 周辺陸域調査計画

1) 陸域の現況

a. 土地利用

塩屋湾内の陸域利用は図 2.5.2-1 に示すとおり、大部分が森林その他に分類される。農地はイーシ川上流の大保地区が農地、大工又川上流の押川地区が果樹園での利用が多い。

令和 3 年度赤土等流出防止海域モニタリング調査委託業務報告書（令和 4 年 3 月、沖縄県）ならびに最終評価の個票¹では、陸域からの流出量は増加傾向にある（表 2.5.2-1）。塩屋湾では、農地からの流出対策として、グリーンベルトや畦畔や集水桝の設置などの営農的対策が進んでいるが（図 2.5.2-2）、一部対策に不備のある農地から側溝や道路に土砂流出痕が確認されている。



(ha)

農地	米軍基地	開発事業	森林その他	合計
96	0	0	2,547	2,643

※上図橙色が農地を表す

図 2.5.2-1 塩屋湾内の土地利用

表 2.5.2-1 陸域の赤土等流出状況の推移¹

評価 年度	推定流出量(t/年)					流出 削減量 (t/年)	流出 削減割合	目標 達成率	目標 削減割合
	農地	基地	開発事業	森林その他	合計				
平成23年 (2011年)	545	0	0	112	657				
令和03年 (2021年)	590	0	44	110	744	-87	-13%	-27%	50%

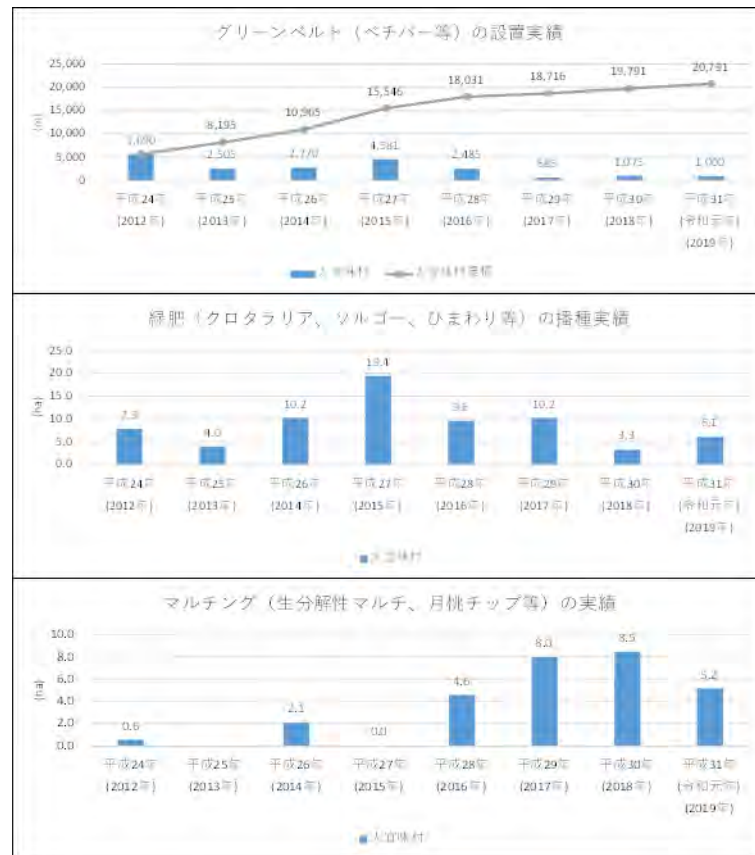


図 2.5.2-2 大宜味村での陸域対策実施状況¹

¹ 大宜味村より提供

b. 河川負荷

令和5年度の赤土を含む汚染源等流域調査結果より、2024年6月12日において大保川 164mg/L、大工又川 198mg/L、イーシ川 142mg/L、半崎川 102mg/L の負荷が生じていた。一方で、現地調査は流量の経時変化より出水時初期を捉えていると想定されることから、陸域からの負荷を論じるには詳細な SS の連続観測調査とともに、陸域の実態把握調査が必要となる。

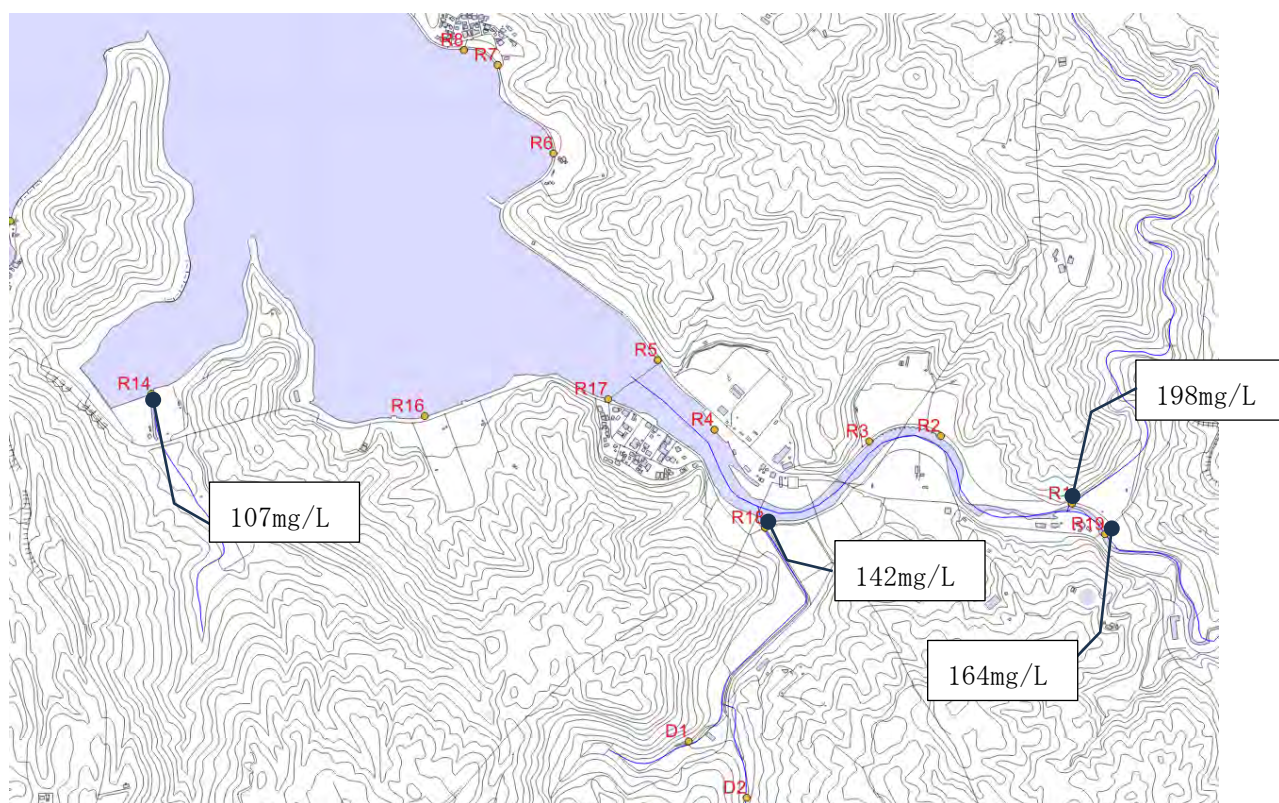


図 2.5.2-3 出水時の流入 SS (2024 年 6 月 12 日調査)

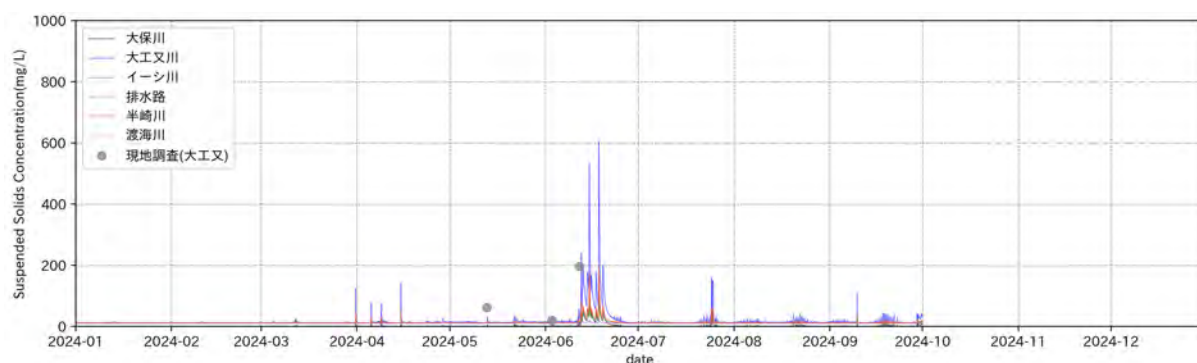


図 2.5.2-4 2024 年の SS 経時変化 (LQ 曲線から推定)

c. 全窒素

図 2.5.2-5 に示した水文水質データベースの水質調査測点における全窒素 (TN) の状況は図 2.5.2-6、図 2.5.2-7 に示すとおりである。

河川負荷として大保川の測点「基1」では、1995 年の赤土等流出防止条例施行までは高い水準で推移していたが、その後徐々に減少し、大保ダム竣工後は環境基準 0.3mg/L 以下の低水準で推移している。

大保ダム上流の「畜産団地跡下流」測点では現在も高水準で推移しているが、ダム通過後の「基1」では低水準となっている。

「大工又合流後」は高水準で推移している状態である。支川からの流入負荷が大きい状態と言える。季節変化もほばないため季節を問わない要因がある。湾内は過去からも基準以下の状態で推移している。河川に比べると面積も大きいので、湾の中で希釈していると推測されるが、湾内で局所的に高まる地点はあると推測される。

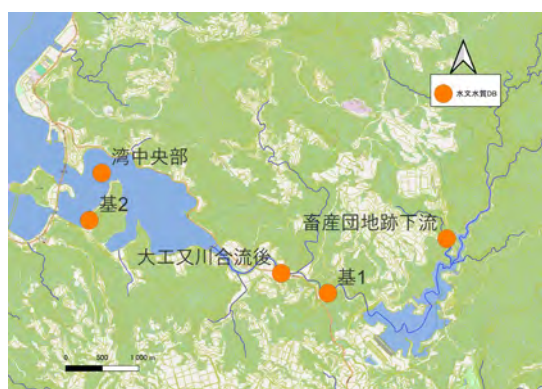


図 2.5.2-5 水文水質データベースの調査点

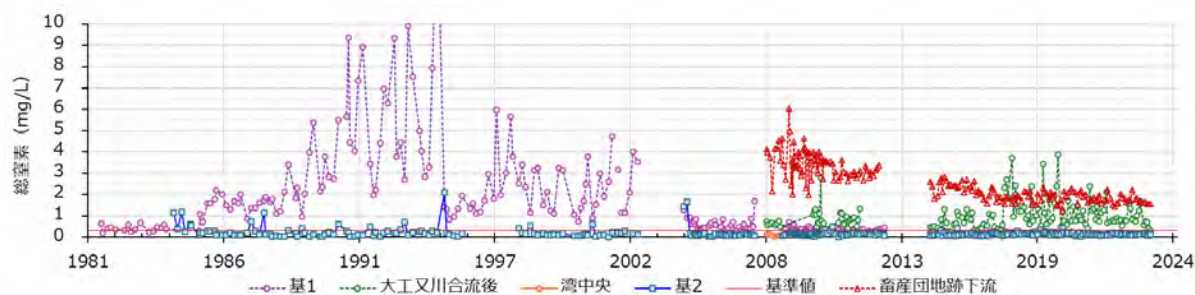


図 2.5.2-6 全窒素の経時変化（長期、1981 年～）

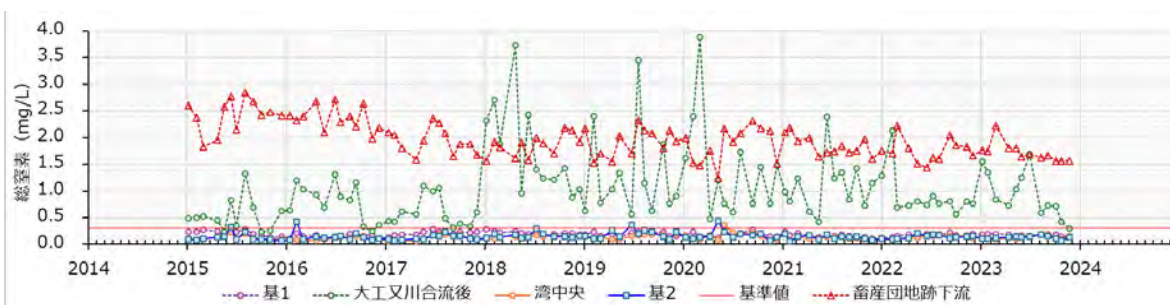


図 2.5.2-7 全窒素の経時変化（近年、2014 年～）

d. 全リン

図 2.5.2-5 に示した水文水質データベースの水質調査測点における全リン（TP）の状況は図 2.5.2-8、図 2.5.2-9 に示すとおりである。

全リンについても大保川の測点「基1」では、1995 年の赤土等流出防止条例施行までは高い水準で推移していたが、その後徐々に減少し、大保ダム竣工後は環境基準 0.01mg/L 以下の低水準で推移している。

大保ダム上流の「畜産団地跡下流」測点では全窒素は高水準であったが全リンは低水準で推移している。

「大工又合流後」は全窒素と同じく高水準で推移している状態であり、支川からの流入負荷が大きい状態と言える。特に、冬季と夏季に高くなりやすい傾向がみられる。

湾内は過去からも基準以下の状態で推移している。河川に比べると面積も大きいいため、湾の中で希釈していると推測されるが、湾内で局所的に高まる地点はあると推測される。

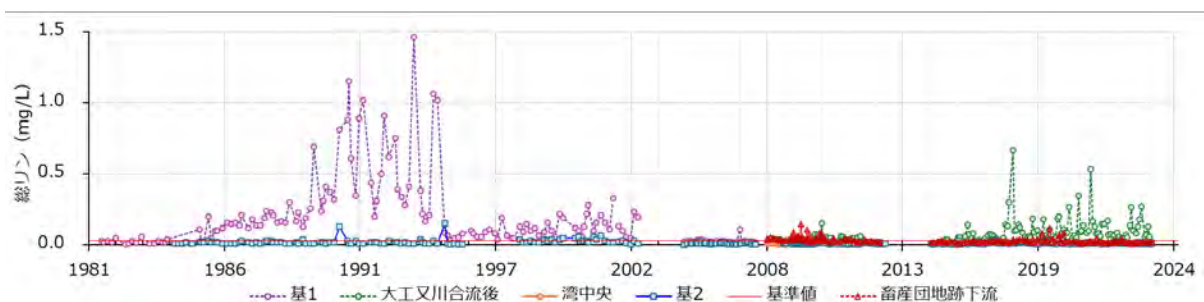


図 2.5.2-8 全リンの経時変化（長期、1981 年～）

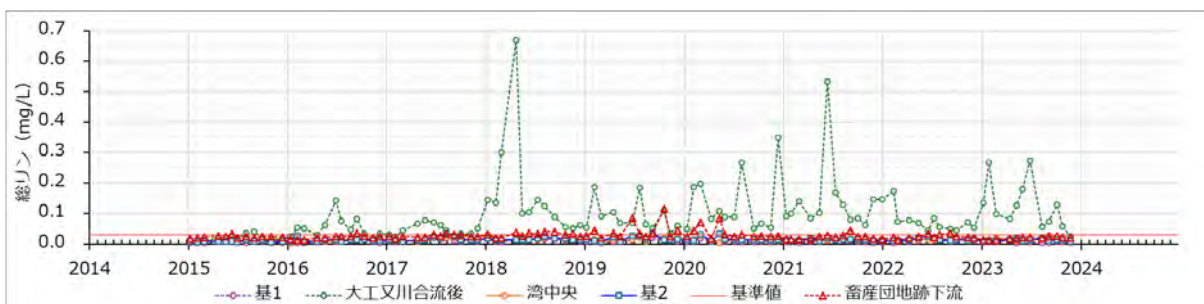


図 2.5.2-9 全リンの経時変化（近年、2014 年～）

e. COD

図 2.5.2-5 に示した水文水質データベースの水質調査測点における COD の状況は図 2.5.2-10、図 2.5.2-11 に示すとおりである。なお、海域での汚濁指標である COD については、「湾中央部」と「基 2」が該当する。

長期データのある「基 2」では 1987 年ごろまでは COD1mg/L 以下の状態であった。その後 1～2mg/L で推移しており、梅雨ごろから夏場にかけて基準値以上となりやすい状態である。

「湾中央部」では夏場のピークは落ち着いており、過去からほとんど変わらない状態である。

「基 2」が夏場高くなるのは出水による湾内の濁り成分の停滞や海水交換不足が要因と推測されるため、物理面では流況・河川からの SS の測定、水質面では貧酸素の連続測定結果や底質調査結果を踏まえて要因を分析することが必要である。

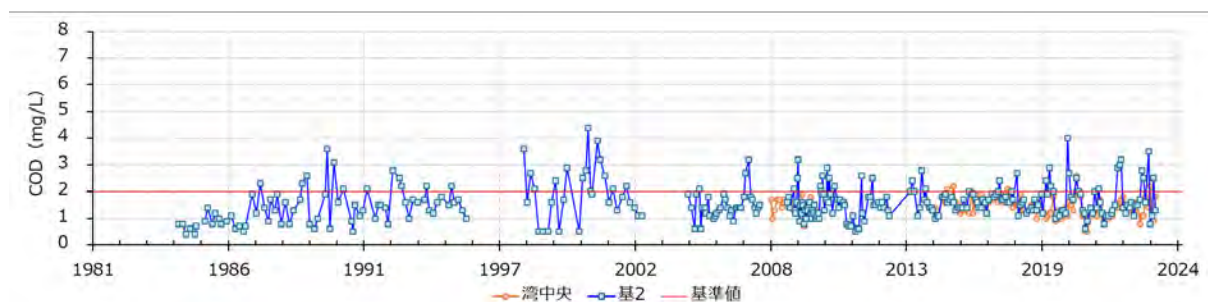


図 2.5.2-10 COD の経時変化（長期、1981 年～）

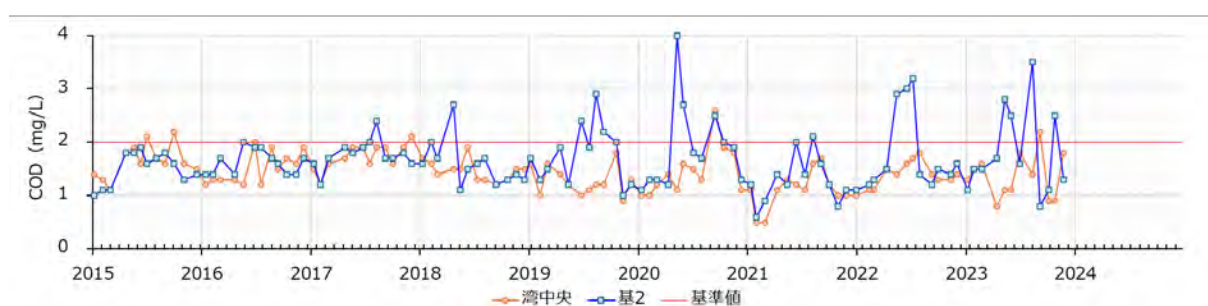


図 2.5.2-11 COD の経時変化（近年、2014 年～）

f. BOD

図 2.5.2-5 に示した水文水質データベースの水質調査測点における BOD の状況は図 2.5.2-12、図 2.5.2-13 に示すとおりである。なお、河川での汚濁指標である BOD については、「大工又合流後」と「基 1」、「畜産団地跡下流」が該当する。

長期データのある「基 1」では 2002 年ごろまでは BOD1mg/L 以上の状態が続いていた。2004 年ごろから急に 1mg/L 以下の状態で推移している。赤土等流出防止条例施行前後で値が変化していることから、陸域での乱開発・農地、裸地からの表土の流出等の影響が強いと推測される。

「畜産団地跡下流」も基準値以下の状態である。

「大工又合流後」は基準値を超える回数が多い。「基 1」は低濃度で推移していることから、現在は大工又川起源の汚濁が要因と推測される。

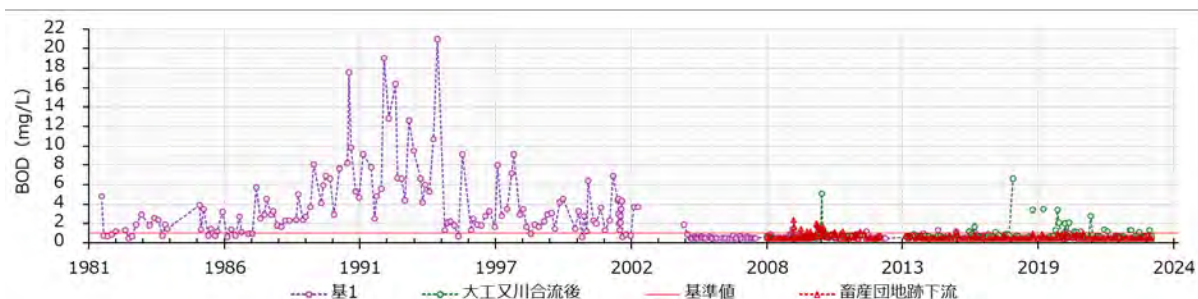


図 2.5.2-12 BOD の経時変化（長期、1981 年～）

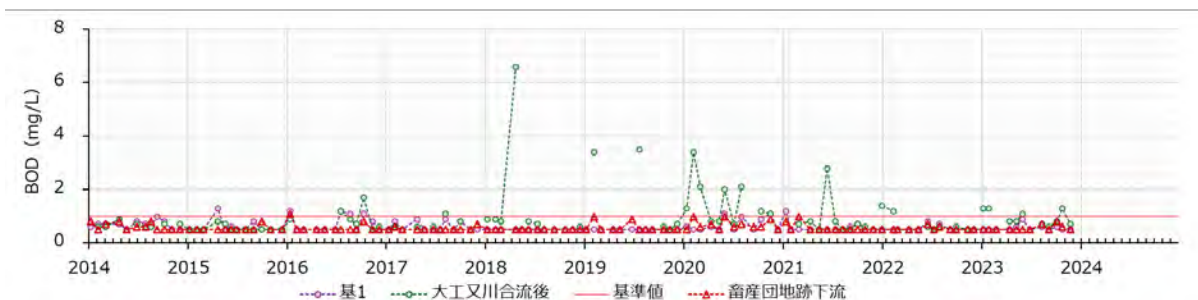


図 2.5.2-13 BOD の経時変化（近年、2014 年～）

g. DO

図 2.5.2-5 に示した水文水質データベースの水質調査測点における溶存酸素濃度 DO の状況は図 2.5.2-14、図 2.5.2-15 に示すとおりである。

DO については、「基 1」と「基 2」は過去と同じ状態で推移している。「基 1」は過去 5mg/L を下回っている場合があった。現在では見られていない。

河川の「大工又川合流後」や「畜産団地跡下流」も基準値以上である。

「湾中央部」で夏季に 5mg/L 以下の状態になりやすい。夏季の貧酸素については、年々 DO 値も悪化している傾向がある。逆に、「基 2」は測定水深が浅いため貧酸素にはなりにくい。

翌月には解消する場合もあれば、2 カ月以上続く場合も見られるが、貧酸素の出現状況も多く要素に起因するものと考えられるため、連続調査が望ましいと考えられる。

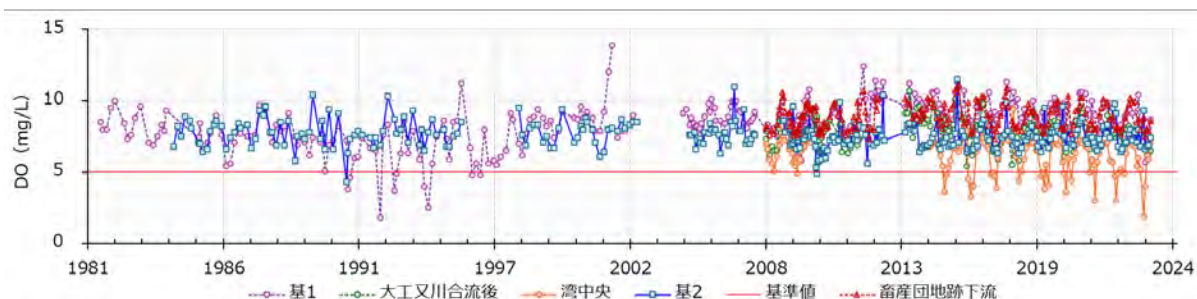


図 2.5.2-14 DO の経時変化（長期、1981 年～）

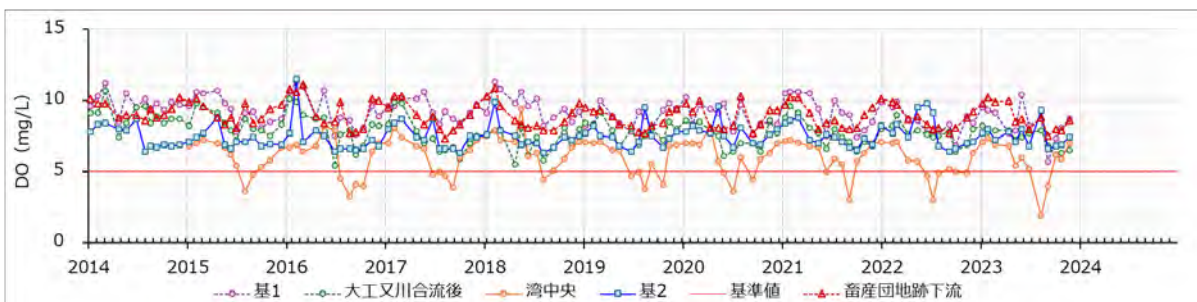


図 2.5.2-15 DO の経時変化（近年、2014 年～）

h. SS

図 2.5.2-5 に示した水文水質データベースの水質調査測点における SS の状況は図 2.5.2-16、図 2.5.2-17 に示すとおりである。

SS については、過去の「基 1」は高濃度状態であった。その後、徐々に低下する傾向にある。水産用水基準の 2mg/L 以下をクリアするのは難しいが、各測点 10mg/L 以下の状態では推移しているので、平常時は問題ないと言える。

一方で、出水時に高 SS 状態が続くと思われるが、公共用水域水質調査で狙って水質測定をすることは難しく、連続測定で状況を確認する必要がある。

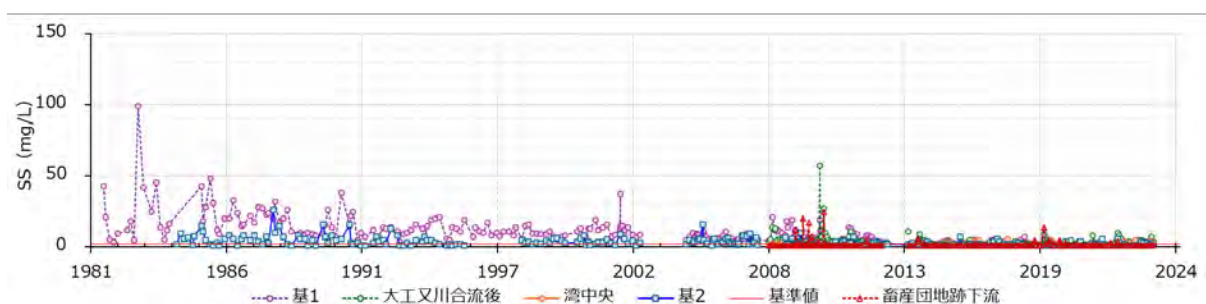


図 2.5.2-16 SS の経時変化（長期、1981 年～）

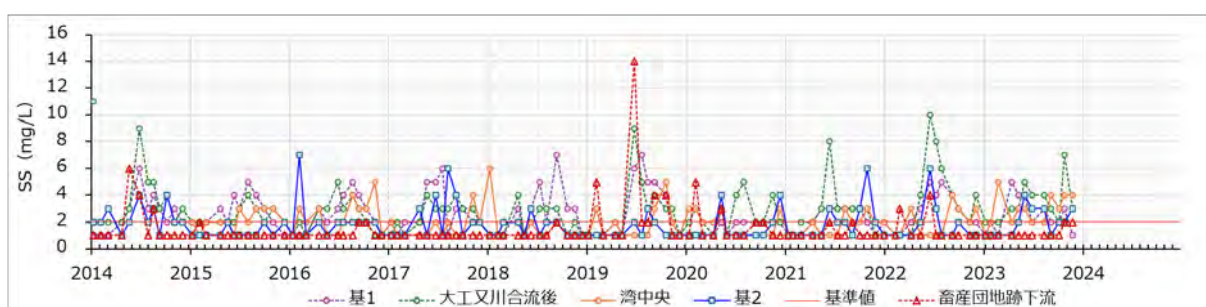


図 2.5.2-17 SS の経時変化（近年、2014 年～）

i. 他河川との比較

大工又川の TN、TP が高いことが推測されるが、一般的な河川の TN、TP を調べるために、水文水質 DB で公開されている周辺の大保川、福地川、羽地大川に加えて大保ダム湖心の TN、TP データと比較した。図 2.5.2-18 に全窒素、図 2.5.2-19 に全リンの比較結果を示す。

大保川、福地川、羽地大川は最大でも環境基準値を若干超える程度で、大工又川のような大きな値にはなっていない。

流れが滞留しやすいダム湖心の底層付近で TN が 1～3mg/L になる場合があるが、TP は最大でも環境基準値を若干超える程度である。

大工又川は令和 5 年度の調査時にも出水時に高い TN、TP 値となることが確認されている。

窒素、リンが増加する要因としては、一般的には生活排水や農業、工業排水などの流入、化学肥料等が考えられる。

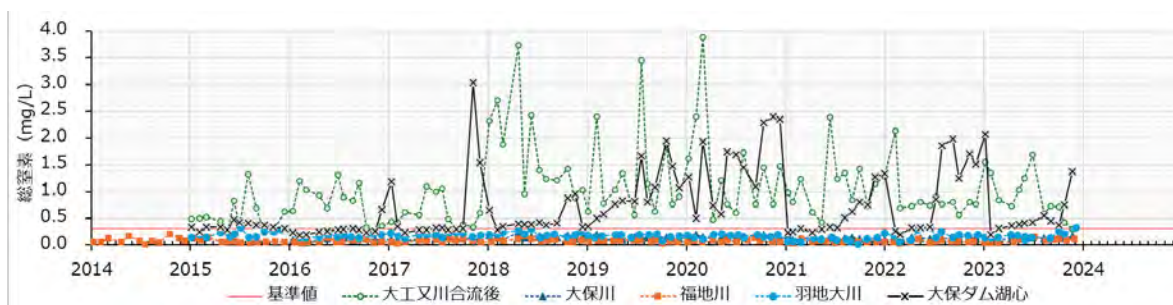


図 2.5.2-18 他河川との比較（全窒素）



図 2.5.2-19 他河川との比較（全リン）

2) 検討委員会からの指摘事項

検討委員会では以下の指摘があった。

- 大工又川のリン、窒素が高いという調査結果が過去の記録から出ており、これをターゲットに詳しく調べるといのは的を射ている。調査箇所が深い谷間にあること、調査時期次第ではハブも出るので、低温期や寒い時期に調査を実施したほうが良い。
- 大工又川合流後の水質の数値が厳しいと思うので、その要因が何なのかということクリアにすることが非常に大事。水の流れを良くするとともに陸から入ってくる栄養塩の負荷把握・低減はセットでやっていくべき。

なお、大工又川は写真 2.5.2-1 に示すように、下流から中流の河道は石やブロックで整地されている。上流側には大きな岩が点在している状況であった。

大工又川 下流	
大工又川 中流	
大工又川 下流	

写真 2.5.2-1 大工又川の様子

3) 陸域調査計画の策定

過年度報告においても、大保川河川からの流入や波浪等による底泥の巻き上がりにより湾内の水質が悪化していることが示唆されている。出水時の赤土等を含む汚染源流出環境調査(計3回)や水文水質DBのような公共データからも、大工又川やイーシ川からのTN、TPの流入が確認されている。このように、大保川支川からの負荷流入は示唆されるものの、根拠が不十分であると思われる。要因を分析するために、陸域負荷(大工又川とイーシ川)の把握を目的とした現地調査が必要である。

大工又川上流と中流には果樹園や集落があり、中流と下流の間には畜産施設がある。上流、中流、下流で水質と底質を調査することで大工又川から流入するTNとTPの状況を把握する。イーシ川上流には農地が多く過年度調査では出水時のSSが高めであったことから、赤土等流出源としての状況を把握する。大保川に合流する2支川の流入負荷を調査することで、陸域対策の基礎データとする。



図 2.5.2-20 大工又川上流部の状況



図 2.5.2-21 陸域調査地点案

2.5.3 水質改善及び赤土影響低減モニタリング計画

「塩屋湾周辺利活用推進事業」の目的である利活用推進につなげるためには、湾内対策及び周辺陸域対策の水環境改善効果のモニタリングを実施し、対策の見直しを含めて検討していく必要がある。そのためのモニタリング計画を策定した。

1) 検討委員会からの指摘事項

検討委員会から以下の2点の指摘があった。

- 今後、事業として実施する上で宮城橋掘削後の再堆積の有無を検討する必要性が指摘された。現在の宮城橋付近の堆積土砂は細砂、中砂成分が多いことから外海からの砂移動によるものと推測される。セジメントトラップを使用する際は、複数点での観測が望ましいが、海底に設置したスタッフの目盛りから直接堆積厚を計測することも併せて実施した方がよい。
- 半崎川や大保地区西側の堆積土が嫌気化していることから、底質調査や生物調査により状況を把握する必要がある。



図 2.5.3-1 検討委員会での指摘事項

また、第 3 回委員会では生物調査地点の追加要望があり、屋古・田港地区を要望されている。委員会では大保川河口の右岸側、田港地区側に干潟が出来るため図 2.5.3-2（黒丸）に示した地点であれば他調査地点との比較が行えると提案されている。



図 2.5.3-2 追加調査候補地点

2) モニタリング計画

湾内環境調査、湾内生物調査、陸域調査を計画し、事前および掘削後 1 年目から 3 年目のモニタリング計画を立案した。

モニタリング計画を表 2.5.3-1 に示す。モニタリング計画の概要は以下の 3 点である。

- 事前および掘削後調査 1 年目はなるべく多くの項目を調査。掘削 2 年目以降は項目や季節を絞って実施。
- 生物調査のみ 2 年目まで四季、3 年目以降は夏と冬の 2 季を想定。最大 5 年程度は継続して調査が必要と想定。
- 陸域調査は事前で概ね把握できるので、以降は冬のみで経年変化を把握。

表 2.5.3-1 モニタリング計画

	事前（令和 7 年度）				R8d	掘削後（1 年目）				掘削後（2 年目）				掘削後（3 年目以降）			
	春	夏	秋	冬		春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
湾内環境調査														※3 年目以降は 1・2 年目の調査結果より項目を選択			
水質調査（多項目水質計）		○	○	○			○	○	○		○		○		○		○
採水		○	○	○			○	○	○		○		○				
水質分析		○	○	○			○	○	○		○		○				
溶存酸素調査（30 昼夜）		連続					連続				連続				連続		
塩分調査（30 昼夜）		連続				令和 8 年度春に事前調査があれば実施	連続				連続			令和 8 年度春に事前調査があれば実施	連続		
流向・流速調査（15 昼夜）		連続	連続	連続			連続	連続	連続								
水位調査（15 昼夜）		連続	連続	連続													
採泥		○	○	○			○	○	○		○		○		○		○
SS 調査（30 昼夜）		連続					連続										
底質分析		○	○	○			○	○	○		○		○		○		○
SPSS 測定		○	○	○			○	○	○		○		○		○		○
粒度分析		○	○	○			○	○	○		○		○		○		○
セジメントトラップ			連続	連続				連続	連続								
ボーリング調査				○													
湾内生物調査																	
ベントス		○	○	○			○	○	○		○	○	○		○		○
ドレッジ																	
陸域調査																	
採水		○	○	○					○				○				
水質分析		○	○	○					○				○				
採泥		○	○	○					○				○				○
底質分析		○	○	○					○				○				○
SPRS 測定		○	○	○					○				○				○

湾内環境調査、湾内生物調査、陸域調査の調査計画を表 2.5.3-2 に示す。

表 2.5.3-2 調査計画

	内容			地点数、回数等
	測定種類	単位	数量	
湾内環境調査				
水質調査（多項目水質計）	現地測定	地点	1 6	4 地点×4 回
採水	現地測定	地点	6 4	4 地点×4 回×3 層 4 地点×4 回×1 層
水質分析	室内試験	検体	7 0 4	64地点×1 1 項目
溶存酸素調査	現地測定（30 昼夜連続観測）	地点	6	2 地点×1 回×3 層 点検・清掃 2 地点×2 回
水温塩分調査	現地測定（30 昼夜連続観測）	地点	6	2 地点×1 回×3 層 点検・清掃 2 地点×2 回
流向・流速調査	現地測定（15 昼夜連続観測）	地点	8	2 地点×4 回
水位調査	現地測定（15 昼夜連続観測）	地点	8	2 地点×4 回
SS調査	現地測定（30 昼夜連続観測）	地点	3	3 地点×1 回 点検・清掃 3 地点×2 回
採泥	現地測定	地点	2 4	6 地点×4 回
底質分析	室内試験	検体	2 8 8	2 4 地点×1 2 項目
SPSS測定	室内試験	検体	2 4	2 4 地点×1 項目
粒度分析	室内試験	検体	2 4	2 4 地点×1 項目
セジメントラップ	現地測定（6 カ月）	地点	1	1 地点×1 回
ボーリング調査	現地測定	地点	2	2 地点×1 回
湾内生物調査				
ベントス調査	試料採取（コドラート法）	地点	1 6	4 地点×4 回
	分析試験	検体	1 6	4 地点×4 回
ドレッジ調査	試料採取	測線	2	2 測線×4 回
	分析試験	検体	2	2 測線×4 回
陸域調査				
採水	現地測定	地点	2 0	5 地点×4 回×1 層
水質分析	室内試験	検体	2 2 0	2 0 地点×1 1 項目
採泥	現地測定	地点	2 0	5 地点×4 回
底質分析	室内試験	検体	2 4 0	2 0 地点×1 2 項目
粒度分析	室内試験	検体	2 0	2 0 地点×1 項目
SPRS測定	室内試験	検体	2 0	2 0 地点×1 項目

a. 港内環境調査

a) 水質調査（多項目水質計）、採水、水質分析

- 採水調査は、湾内 8+1 地点を計画。（赤字は委員会にて調査地点の追加要望あり）
- 採水 3 層は過年度調査地点との比較を目的に実施する（白浜地区と大保地区は溶存酸素調査との整合を見るために、溶存酸素調査と同じ水深帯に変更）。
- 採水 1 層は底質調査結果と合わせて沿岸域の生物生息環境把握のために実施。
- 調査期間は四季を想定。
- 分析項目は令和 5 年度調査で実施した 11 項目。

※水質の分析項目は、COD、SS、TOC、DOC、POC、T-N、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P の 11 項目

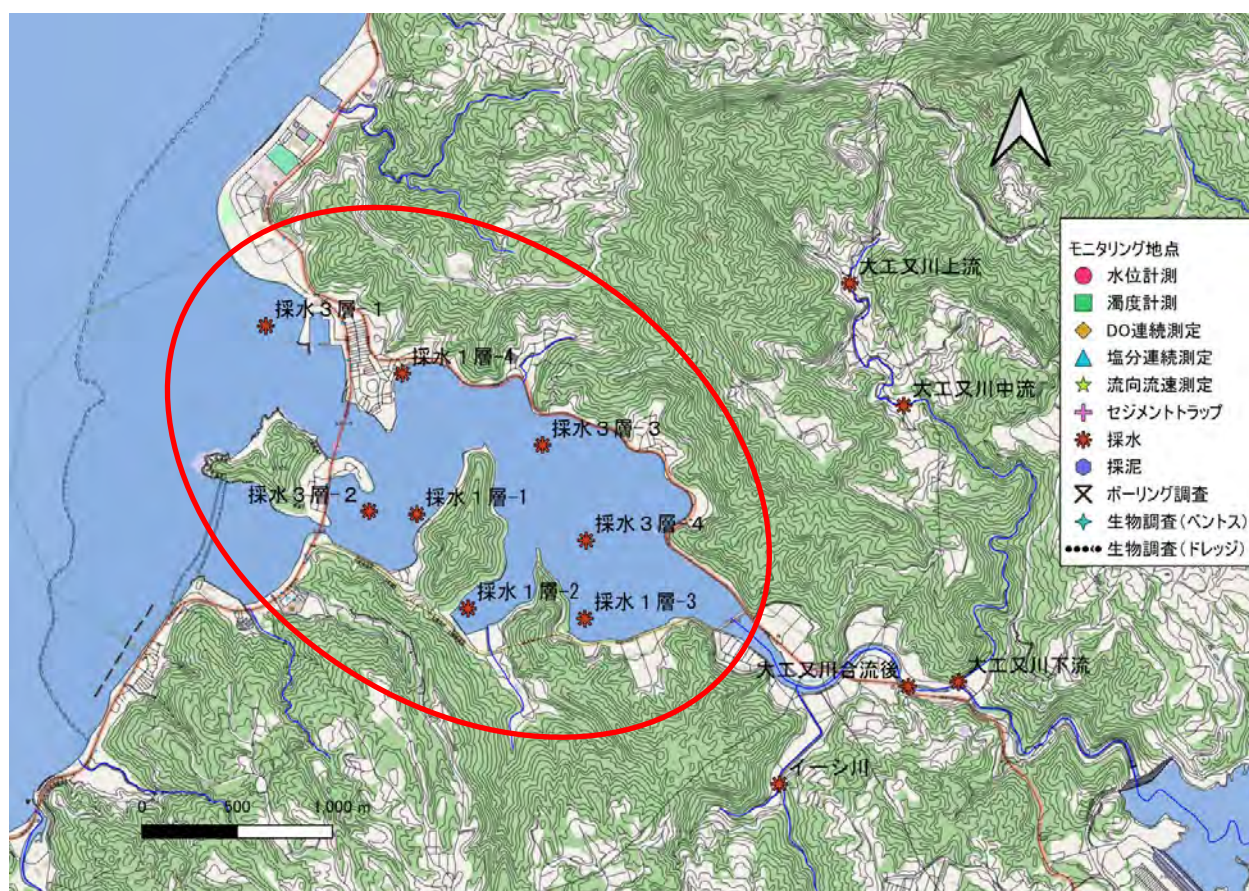


図 2.5.3-3 水質調査（多項目水質計）、採水調査地点

b) 溶存酸素調査

- 溶存酸素調査（DO 連続測定）は、-12m 帯（測定 1）と -14m 帯（測定 2）の 2 か所を計画する。
- 夏季貧酸素の現状を把握することが目的であり、発生時の状況や継続期間等を取りまとめる。
- 調査時期は 8 月初旬から 1 カ月を想定し、30 昼夜の連続観測とする。
- 調査層は表層、中層、下層の 3 層を想定。

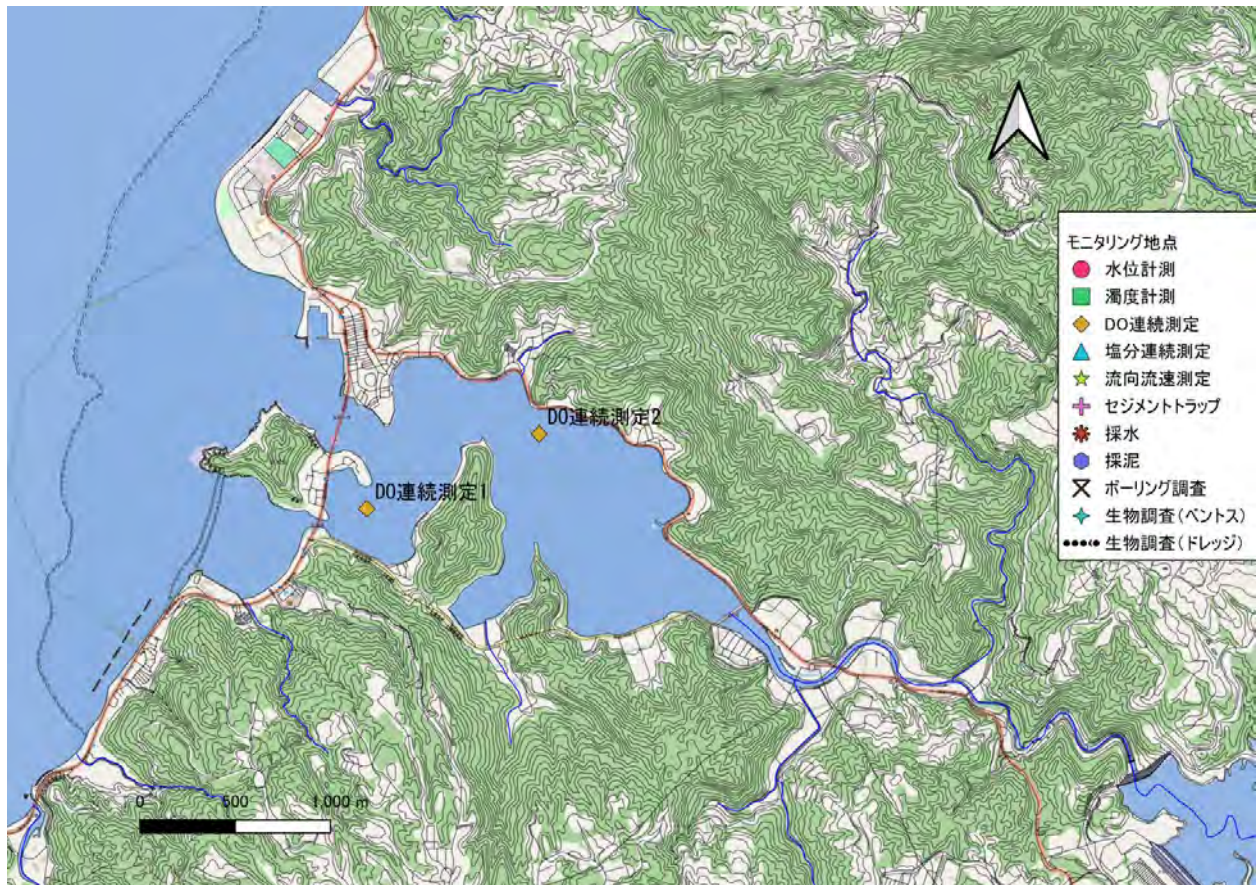


図 2.5.3-4 溶存酸素調査地点

c) 水温塩分調査

- 水温塩分連続測定は DO 計測地点と同じ-12m 帯（測定 1）と - 14m 帯（測定 2）の 2 か所を計画する。
- 夏季貧酸素の現状を把握する目的であり、発生時の塩分構造や出水による低塩分の継続期間等を取りまとめる。
- 調査時期は 8 月初旬から 1 カ月を想定し、30 昼夜の連続観測とする。
- 調査層は表層、中層、下層の 3 層を想定。



図 2.5.3-5 水温塩分調査地点

d) 流向・流速調査

- 流向流速は今後実施する改善対策の効果把握を目的とし、白浜地区と屋古地区の2点を計画。
- 測定層は浮遊物質の巻き上げや底質の移動の有無を把握するために、底層を想定。
- 測定期間は四季を想定し、15昼夜の連続観測とする。

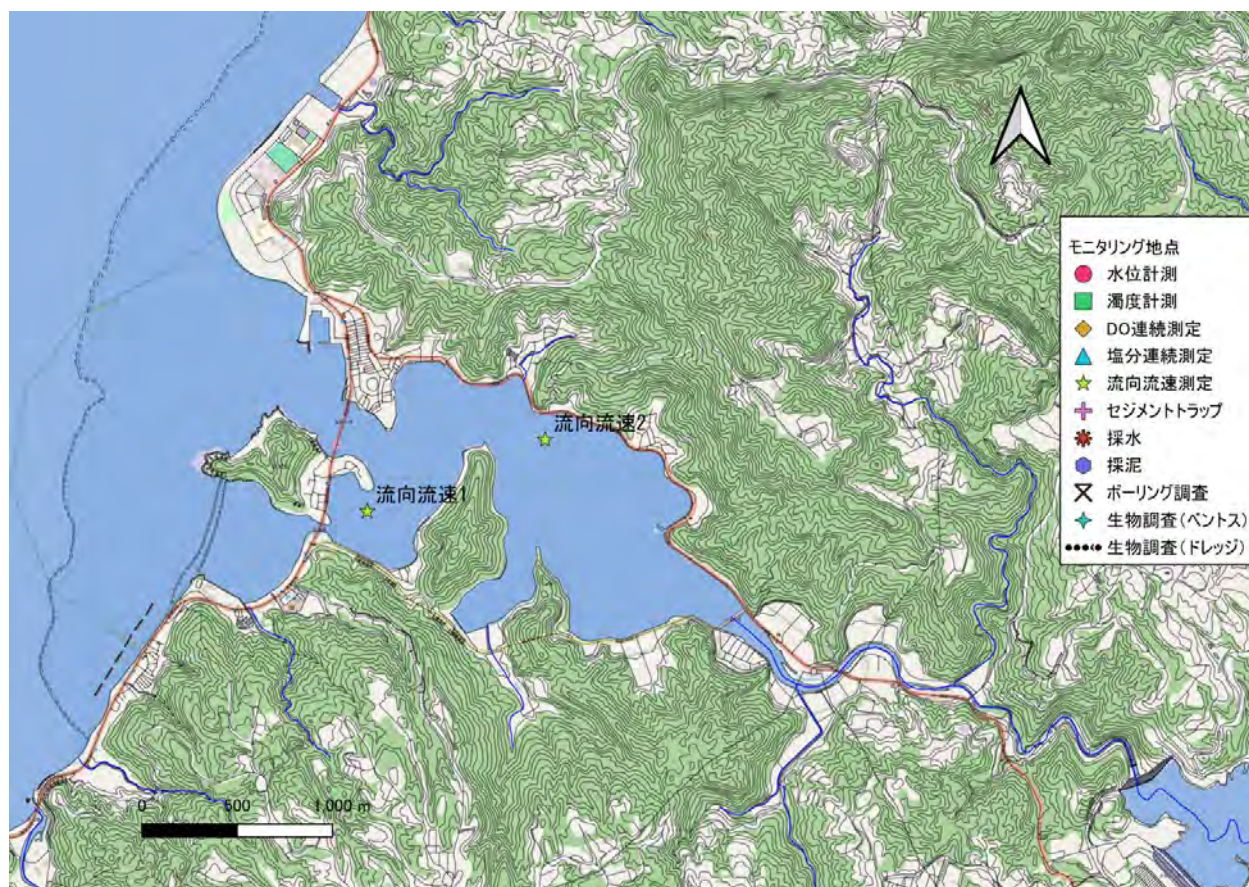


図 2.5.3-6 流向・速調査地点

e) 水位調査

- 水位測定は湾内と湾外の水位の違いや波浪の強さを把握する目的で実施。
- 外洋からの波浪で沿岸域の水位上昇や風による吹き寄せで湾内水位が上昇するので、海水交換に寄与するかを検討。
- 測定場所はリーフ外に1か所と湾中央（屋古地区）に1か所を計画。
- 測定期間は四季を想定し、15 昼夜の連続観測とする。

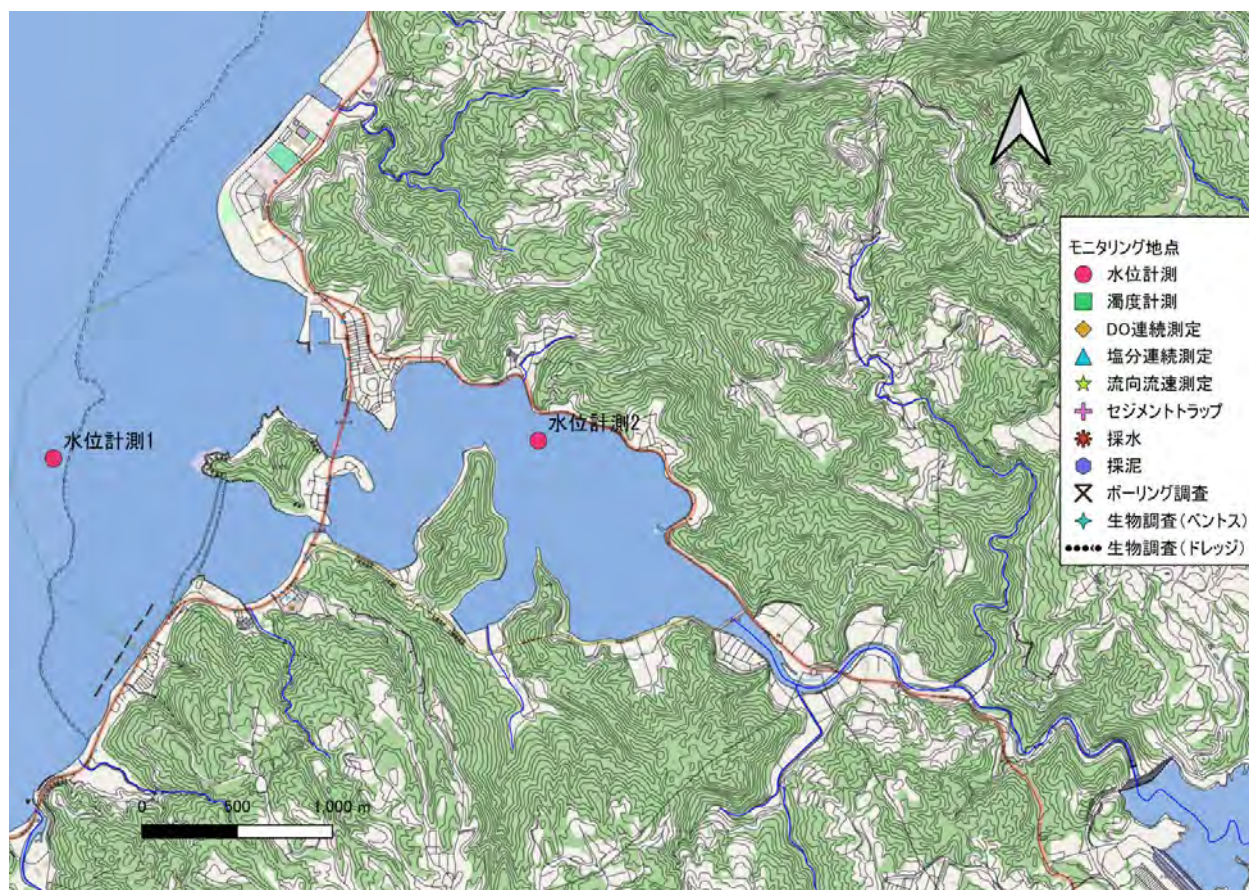


図 2.5.3-7 水位調査地点

f) SS 調査

- 赤土等流入状況を把握する目的として、湾内の SS 収支を把握するために濁度の連続観測を実施。
- 濁度計測は大保川河口と塩屋橋、宮城橋の 3 点で計測。
- 陸域からの濁りは淡水となるため、表層を漂うことから、測定位置は表層とする。
- 測定時期は出水期を挟む 30 昼夜程度を想定。
- 濁度計で SS は測れないため、濁度から SS への変換として底質調査資料を用いて検量線を作成する。

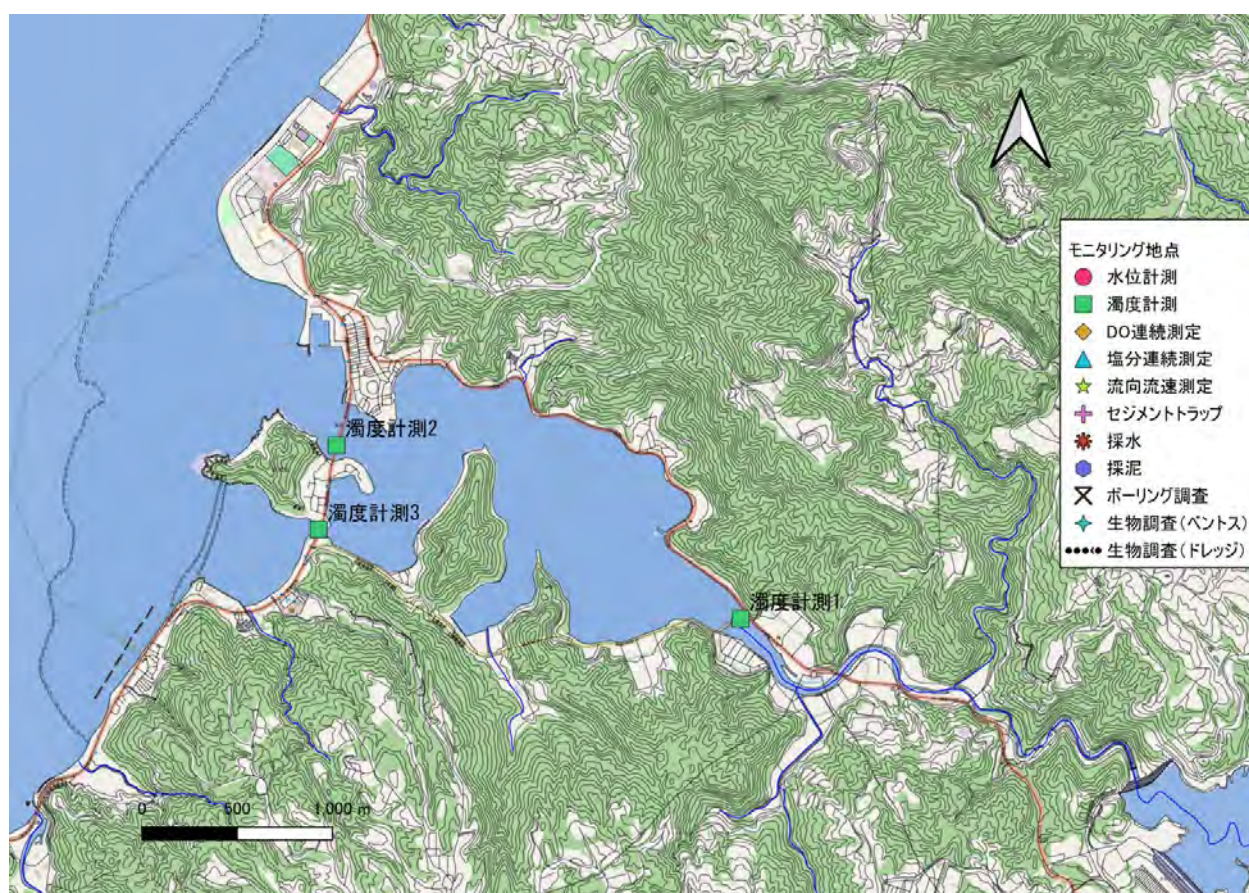


図 2.5.3-8 SS 調査地点

g) 採泥、底質分析、SPSS 測定、粒度分析

●採泥は湾内 6+1 か所を計画。（赤字は委員会にて調査地点の追加要望）

●底質内の TN、TP 等の含有量や粒度組成を把握する。

●湾内においては SPSS を測定することで赤土等含有量についても把握する。

●調査時期は四季を想定。

●分析項目は令和 5 年度調査で実施した 12 項目とする。

※底質の分析項目は、COD、IL、TOC、DOC、POC、T-N、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、TS の 12 項目

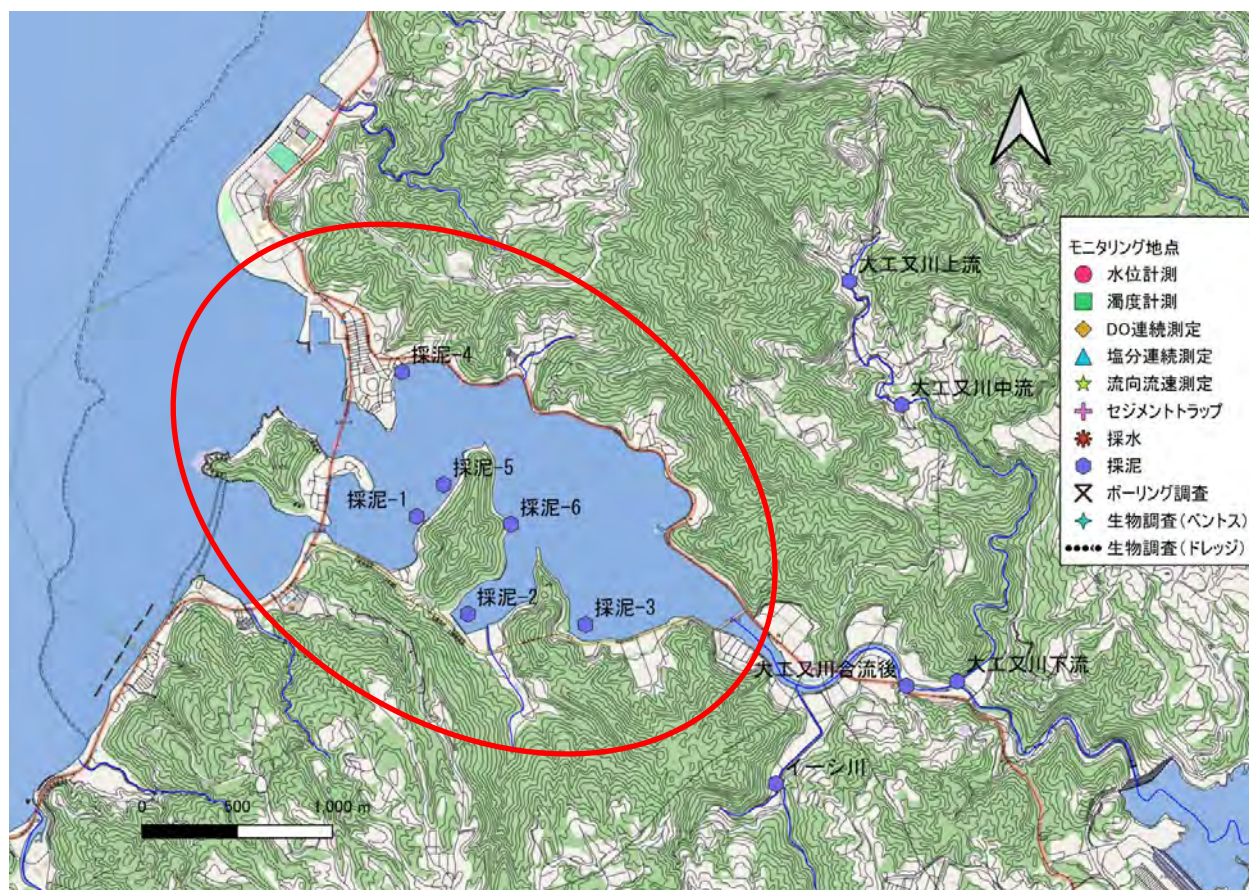


図 2.5.3-9 採泥、底質分析、SPSS 測定、粒度分析地点

h) セジメントトラップ

- 掘削予定箇所の堆積速度把握のために実施。
- セジメントトラップと呼ばれる装置内に捕捉された浮遊砂量を計測することで、堆積速度を推定する。
- 期間は6カ月程度を想定し、秋季の台風擾乱や冬季波浪を計測できる時期に計画。
- 1カ月に1回試料を採取し、採取試料から強熱減量と灼熱減量を求め、比較対象となる地点との試料と比較することで海か陸由来の土砂かを判断できる。
- 設置位置は下図の位置と宮城橋東側の計2地点で実施し、転倒による欠測を防止するために複数設置する。（赤字は委員会にて調査地点の追加要望あり）
- 粒径の大きなものはセジメントトラップ内に捕集されづらいため、海底に物差し（目盛り付鉄筋棒等）を設置し変化量を観察し直接堆積・浸食の状況を確認することを委員会で提案されている。

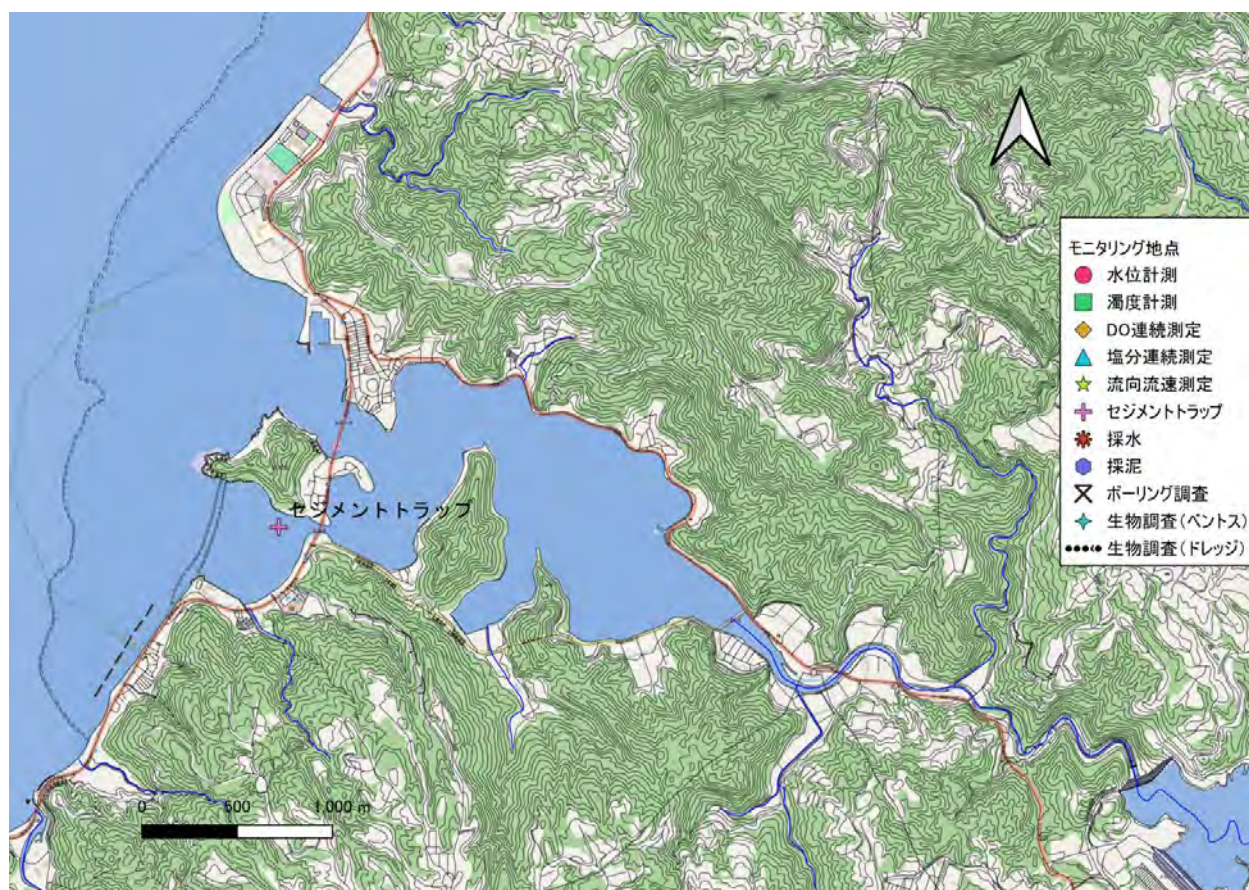


図 2.5.3-10 セジメントトラップ調査地点

i) ボーリング調査

- ボーリング調査は詳細設計時に用いる地層データの把握のために実施。
- 掘削地点内で2か所を想定（例えば、岩礁付近と橋付近）。
- ボーリング深さは5m程度を想定。
- 1回のみ実施。

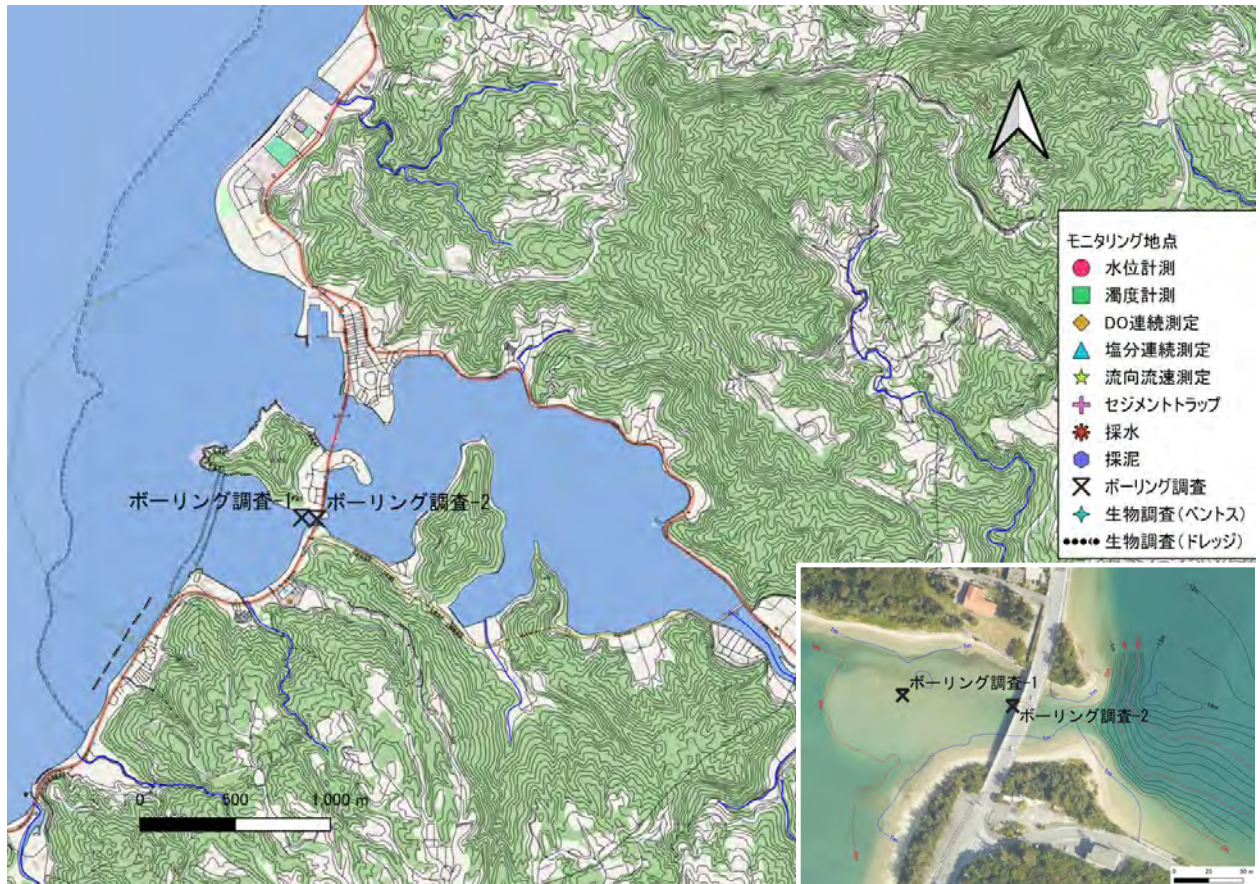


図 2.5.3-11 ボーリング調査

b. 港内生物調査

a) ベントス調査

- 生物調査は湾内対策前後の水質改善効果を検証するためであり、今後同じ調査点で長期的な生物相変化の把握を行う。
- 調査点は白浜地区、半崎川河口、大保川河口西に加えて、津波地区（案）に対照点を設定。上記に加えて、屋古・田港地区から **1 点追加** で実施する。（赤字は委員会にて調査地点の追加要望あり）
- 干潟の満潮面、干潮面、その中央の3か所について方形枠内のベントスを調査する。
- 調査時期は四季を想定。

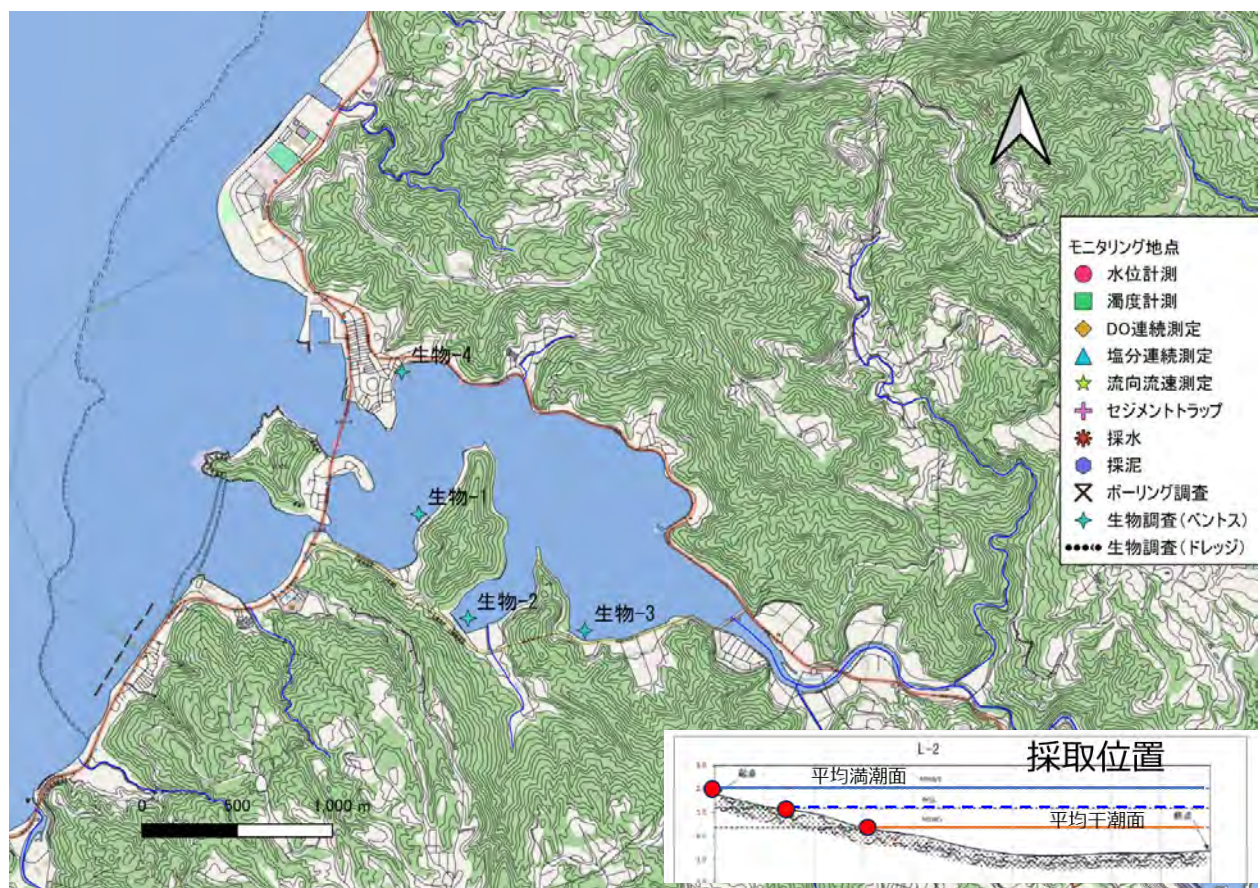


図 2.5.3-12 ベントス調査

b) ドレージ調査

- 生物調査は湾内対策前後の水質改善効果を検証するためであり、今後同じ調査点で長期的な生物相変化の把握を行う。
- ドレージ調査にて湾の底質に生息する縦断的な生物相を把握する。
- 調査ラインは大保川から佐場崎までのラインと佐場崎から塩屋橋までのラインを想定。
- 令和6年沖縄本島北部豪雨の際に大量の流木が湾内に漂流していることが確認されており、それが湾の深い地点に沈んでいる可能性が委員会にて指摘されている。ドレージ調査の支障となり、海底の状況によってはドレージが上がらないことも考えられる。代替調査として、濁りの少ないであろう春季での潜水調査が良いと提案されている。

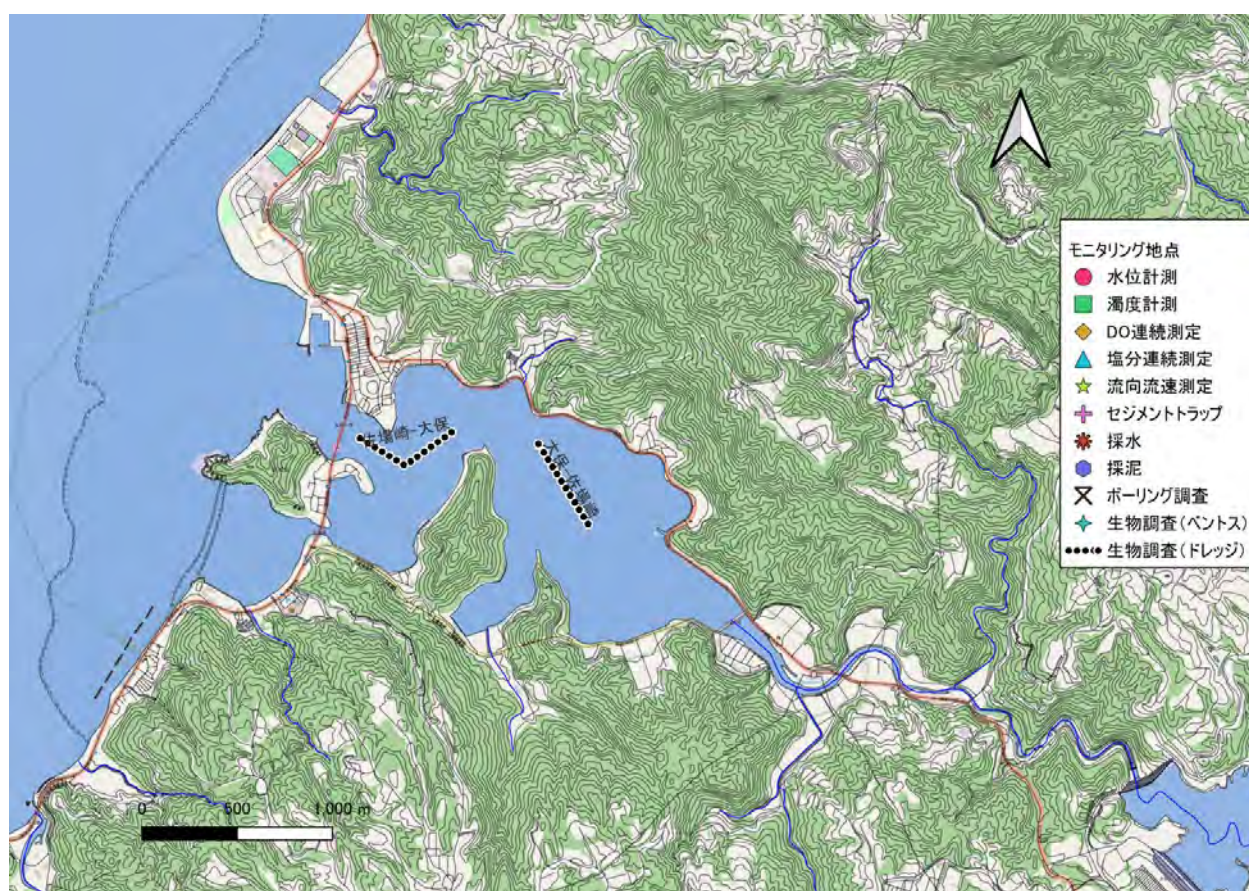


図 2.5.3-13 ドレージ調査

c. 陸域調査

a) 採水、水質分析

- 採水調査は、陸域 5 地点を計画。
- 採水 1 層は底質調査結果と合わせて沿岸域の生物生息環境把握のために実施。
- 調査は大工又川とイーシ川で実施。
- 調査期間は四季を想定
- 分析項目は令和 5 年度調査で実施した 11 項目。

※水質の分析項目は、令和 5 年度の実施項目を参考に COD、SS、TOC、DOC、POC、T-N、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P の 11 項目

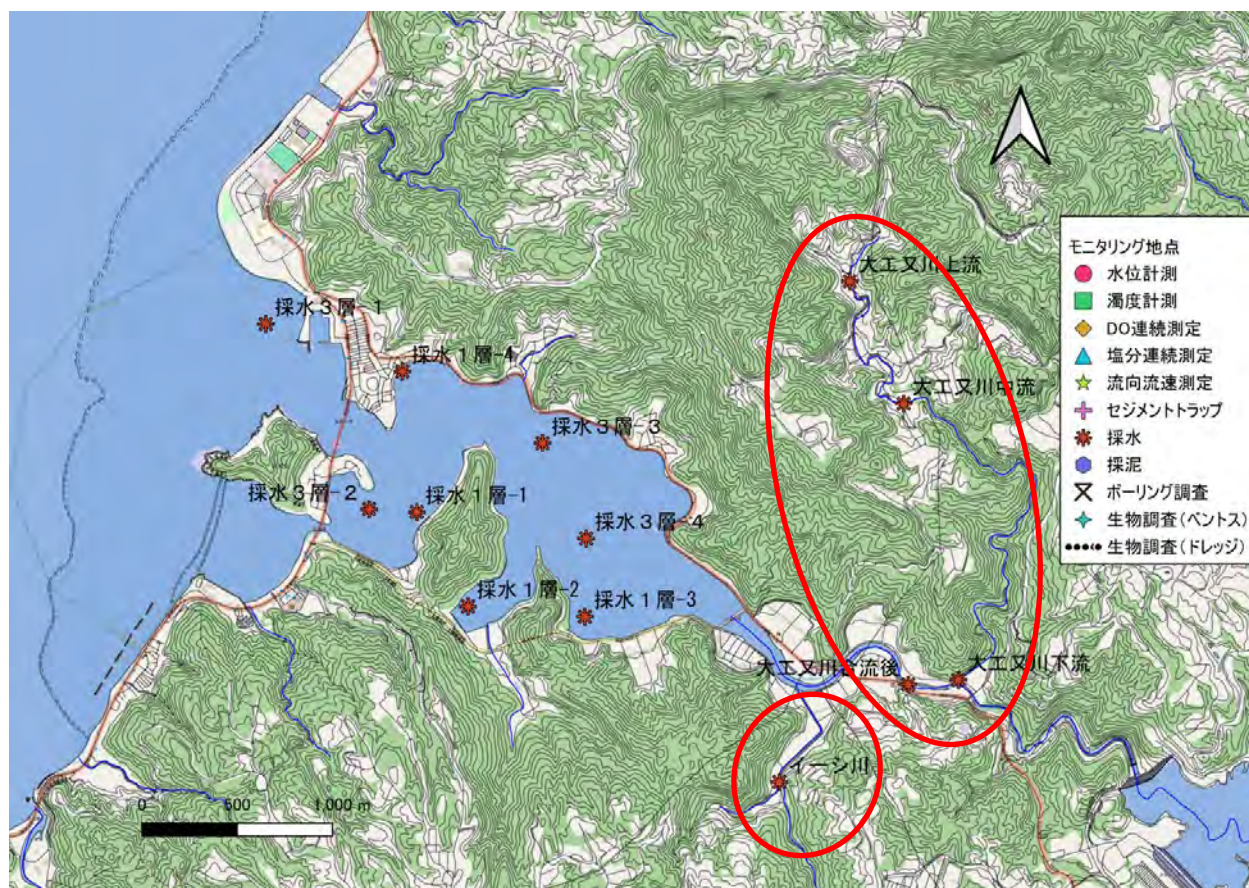


図 2.5.3-14 採水調査地点

b) 採泥、底質分析、粒度分析、SPRS 測定

- 採泥は陸域 5 か所を計画。
- 底質内の TN、TP 等の含有量や粒度組成を把握する。
- 河川においては SPRS を測定することで赤土等含有量についても把握する。
- 調査時期は四季を想定。
- 分析項目は令和 5 年度調査で実施した 12 項目とする。

※底質の分析項目は、令和 5 年度の実施項目を参考に COD、IL、TOC、DOC、POC、T-N、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、TS の 12 項目

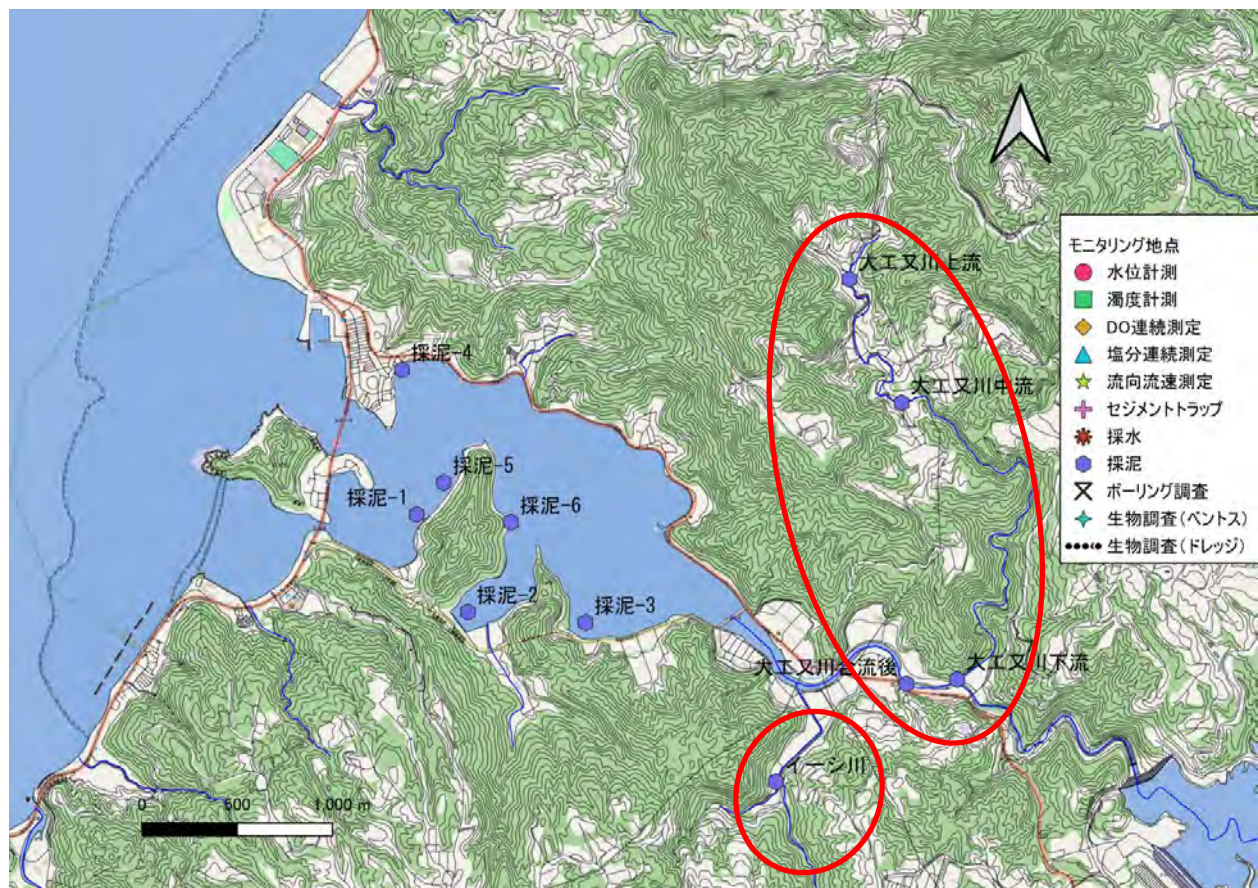


図 2.5.3-15 採泥、底質分析、粒度分析、SPRS 測定地点

2.6 その他必要事項

2.6.1 打合せ・協議

打合せ協議は表 2.6.1-1 に示す内容で実施した。第2回委員会での意見を受けて、陸域対策検討の部分を陸域調査計画策定に変更し、事前調査を経て必要な対策を立案する方針で仕様ならびに第3回委員会での協議内容を変更した。

表 2.6.1-1 打合せ協議

実施日	実施内容	備考
2024 年 10 月 23 日	初回協議	
2025 年 2 月 17 日	大宜味村事前調整会議	
2025 年 3 月 7 日	陸域対策に係る仕様内容変更に関して	第2回委員会の意見を踏まえて調査計画と仕様を変更する
2025 年 4 月 16 日	大宜味村事前調整会議	
2025 年 6 月 * 日	最終報告	

2.6.2 委員会開催支援

1) 委員委嘱ならびに第1回検討委員会

検討委員会の設置に関して、委員の委嘱作業を実施した。検討委員については、前年度委嘱した委員を引き続き選定した。

委員委嘱の調整ならびに第1回委員会の事前説明を表 2.6.2-1 のとおり実施した。第1回委員会は令和6年12月11日に実施し、当日の様子は写真 2-1 とおりである。

表 2.6.2-1 事前説明の実施

実施日	対象者	備考
2024年11月27日	沖縄高専	山田委員
	沖縄県庁	小禄委員、座間味委員、東門委員、志良堂委員
2024年11月28日	宮城委員長	
	久保副委員長	
2024年12月3日	沖縄総合事務局北部ダム統合管理事務所 ダム管理事務所 沖縄県北部土木事務所	田場委員 漢那委員 福地委員



写真 2-1 第1回検討委員会

塩屋湾水質改善事業検討委員会
令和6年度 第1回検討委員会

日 程：令和6年12月11日(水)
時 間：10：30～12：00
場 所：大宜味村役場2階会議室、Web会議

議 事 次 第

- 1 開会、主催者挨拶
- 2 「塩屋湾水質改善事業検討委員会 設置要綱」の確認
- 3 「塩屋湾水質改善事業検討委員会 委員」の紹介
- 4 委員長及び副委員長の選任
- 5 議事
 - (1) 塩屋湾水質改善事業 実施計画書の確認(資料1)
 - (2) 湾内対策案とシミュレーション検討条件案について(資料2)
 - (3) その他(今後のスケジュール等)
- 6 閉会

配布資料

議事次第、出席者名簿、塩屋湾水質改善事業検討委員会設置要綱
第1回検討委員会資料
資料1 塩屋湾水質改善事業 実施計画書の確認
資料2 湾内対策案とシミュレーション検討条件案について
資料3 実施計画書

図 2.6.2-1 第1回検討委員会議事次第

2) 第2回検討委員会

第2回検討委員会開催に先立ち大宜味村内の事前調整会議ならびに委員長、副委員長への事前説明を表 2.6.2-2 に示すとおり実施した。

第2回委員会は令和7年3月7日に図 2.6.2-2 で示す議題にて実施し、当日の様子は写真 2-1 に示すとおりである。

表 2.6.2-2 第2回委員会に係る事前調整

実施日	対象者	備考
2025年2月17日	大宜味村事前調整会議	委員会内容の協議
2025年2月25日	宮城委員長	第2回委員会内容の説明
2025年3月5日	久保副委員長	第2回委員会内容の説明



写真 2-2 第2回検討委員会

塩屋湾水質改善事業検討委員会
令和6年度 第2回検討委員会

日 程：令和7年3月7日(金)

時 間：14:00～16:00

場 所：大宜味村役場2階会議室、Web 会議

議 事 次 第

- 1 開会、主催者挨拶
- 2 「塩屋湾水質改善事業検討委員会 委員」の出席者紹介
- 3 配布資料の確認
- 4 議事
 - (1) 湾内対策案に係るシミュレーション検討結果について(資料1)
 - (2) 水環境改善計画案について(資料2)
 - (3) その他(今後のスケジュール等)
- 5 閉会

配布資料

議事次第、出席者名簿

第2回検討委員会資料

資料1 湾内対策案に係るシミュレーション検討結果について

資料2 水環境改善計画案について

別添資料 用語の解説

図 2.6.2-2 第2回検討委員会議事次第

3) 第3回検討委員会

第3回検討委員会開催に先立ち大宜味村内の事前調整会議ならびに委員長、副委員長への事前説明を表 2.6.2-2 に示すとおり実施した。

第2回委員会は令和7年5月7日に図 2.6.2-3 で示す議題にて実施し、当日の様子は写真 2-1 に示すとおりである。

表 2.6.2-3 第3回委員会に係る事前調整

実施日	対象者	備考
2025年4月16日	大宜味村事前調整会議	委員会内容の協議
2025年4月24日	宮城委員長	第3回委員会内容の説明
2025年4月30日	久保副委員長	第3回委員会内容の説明



写真 2-3 第3回検討委員会

塩屋湾水質改善事業検討委員会
令和6年度 第3回検討委員会

日 程：令和7年5月7日(水)

時 間：14：00～16：00

場 所：大宜味村役場2階会議室、Web 会議

議 事 次 第

- 1 開会、主催者挨拶
- 2 「塩屋湾水質改善事業検討委員会 委員」の出席者紹介
- 3 配布資料の確認
- 4 議事
(1) 水環境改善計画案について(資料1)
(2) その他(次年度委員会について等)
- 5 閉会

配布資料

議事次第、出席者名簿

第3回検討委員会資料

資料1 水環境改善計画案について

資料2 第1回、第2回委員会出席者名簿、議事録

別添資料 用語の解説

図 2.6.2-3 第3回検討委員会議事次第

2.6.3 報告書のとりまとめ

以上の業務をとりまとめた成果物として、本報告書を作成するとともに、業務報告書、打合せ記録簿、電子データを各 1 部を成果品として提出した。

令和 6 年度 塩屋湾水質改善事業業務

報 告 書

令和 7 年 6 月

発 行 者 大宜味村企画観光課

受託実施者 株式会社 東京久栄