

6.7 土砂による水の濁り

6.7.1 調査

(1) 調査の概要

1) 文献その他の資料調査

文献その他の資料調査の概要は表-6.7.1 に示すとおりです。

表-6.7.1 (1) 土砂による水の濁りに係る文献その他の資料調査の概要
(浮遊物質量の状況)

| 調 査 項 目 | | | 調査位置 | 調査時期 |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|--------------|
| 浮遊物 質量の 状況 | 【鹿児島県による調査（公共用水域水質測定）】 | | | |
| | 河川 | 浮遊物質量(SS) | 図-6.7.1 甲女川の天神橋の1地点 | 平成28年度～令和2年度 |
| | 海域 | 海域の浮遊物質量(SS)は調査されていません。 | | |

表-6.7.1 (2) 土砂による水の濁りに係る文献その他の資料調査の概要
(気象の状況)

| 調査項目 | | 調査位置 | 調査時期 |
|-----------|------------|--------------------------|------|
| 気象の 状況 | 【気象庁による調査】 | | |
| | 風向・風速等 | 「6.2 大気質」における気象の状況の調査に同じ | |



図-6.7.1 文献その他の資料調査による浮遊物質量の調査地点

2) 現地調査

現地調査の概要は表-6.7.2 に、調査位置は図-6.7.2 に、調査方法は表-6.7.3 に、浮遊物質量及び土質に係る分析試験・測定方法は表-6.7.4 にそれぞれ示します。

表-6.7.2 土砂による水の濁りに係る現地調査の概要

| 調査項目 | | | 調査位置・測定層 | 調査時期 |
|--------------|-----------------------|------------------------------------|---|--|
| 浮遊物質量 の状況 | 海域 | 浮遊物質量(SS)、 揮発性浮遊物質量 (VSS)、濁度 | [調査地点] 図-6.7.2 に示す 14 地点 [測定層] ・ St. A、1～9 表層(水面下 0.5m) 及び 下層(海底面上 1m) の 2 層。水深の深い 1 地点で は 3 層 ・ 海岸付近 (St. 10～13) 表層 1 層 | 【平常時】 ・ St. A、1～9 令和 3 年 5 月 26 日(春季) 8 月 25 日(夏季) 11 月 5 日(秋季) 12 月 15 日(冬季) 令和 4 年 3 月 4 日(春季) 満潮時と干潮時に実施 ・ 海岸付近 (St. 10～13) 令和 3 年 8 月 26 日(夏季) 11 月 15 日(秋季) 12 月 16 日(冬季) 令和 4 年 3 月 2 日(春季) |
| | 河川 | 浮遊物質量(SS)、 流量 | [調査地点] 図-6.7.2 に示す 4 地点 [測定層] 表層 1 層 | 【平常時】 令和 3 年 5 月 25 日(春季) 8 月 26 日(夏季) 11 月 15 日(秋季) 12 月 16 日(冬季) 令和 4 年 3 月 2 日(春季) 【降雨時】 令和 3 年 6 月 12 日～8 月 26 日 |
| 流れの状況 | 潮流(流向・流速) | | 「6.6 水の汚れ」における流れの状況の調査に同じ | |
| 土質の状況 | 土砂の沈降特性(沈降速度) 粒度組成 | | 海域 9 地点及び河川 4 地点 | 【海域】 令和 3 年 5 月 22 日～26 日(春季) 8 月 30 日～9 月 3 日(夏季) 11 月 13 日～14 日(秋季) 12 月 2 日～7 日(冬季) 【河川】 令和 3 年 5 月 25 日(春季) 8 月 22 日(夏季) 11 月 15 日(秋季) 12 月 16 日(冬季) |

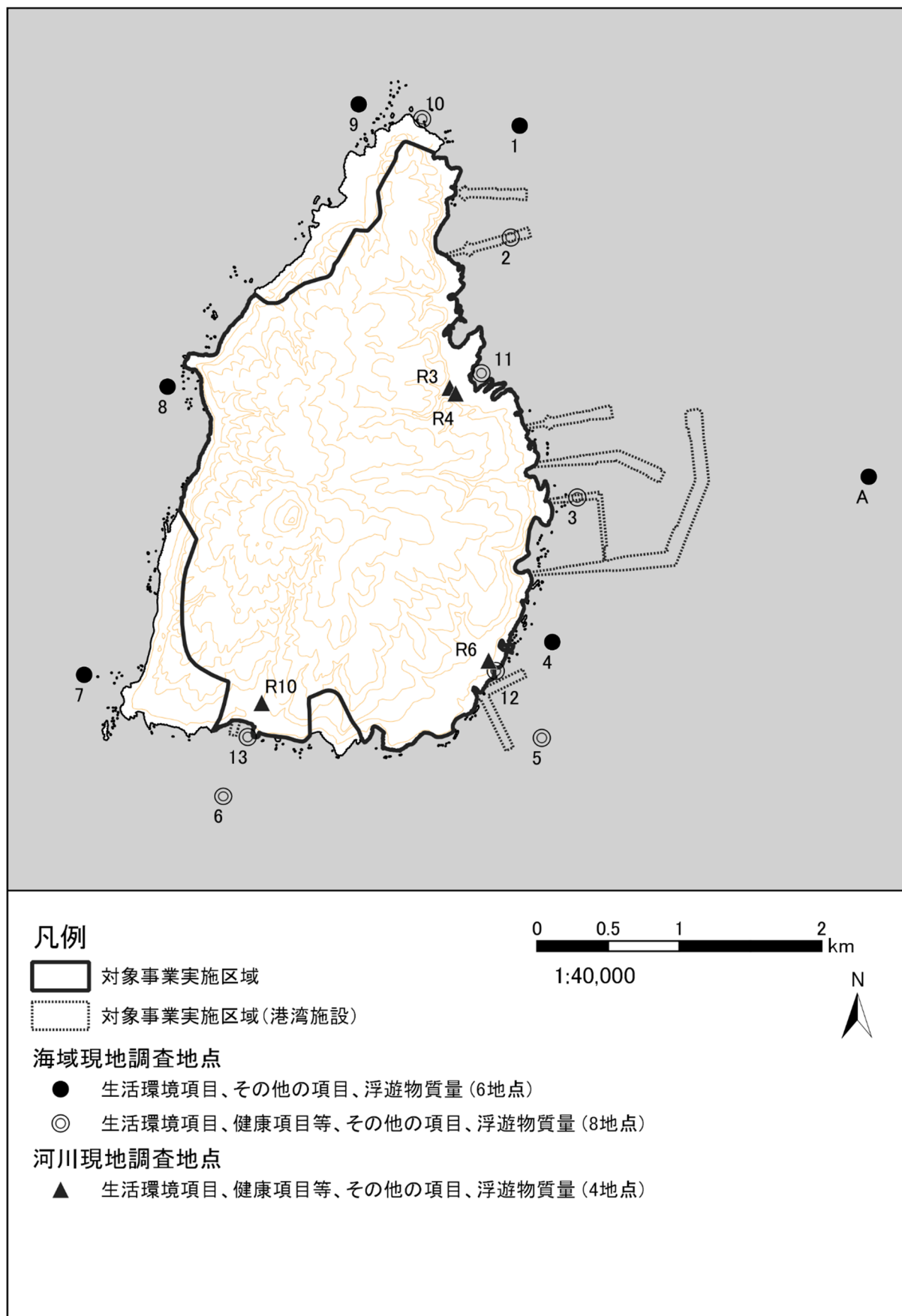


図-6.7.2 土砂による水の濁りの現地調査地点(浮遊物質量の状況)

表-6.7.3 土砂による水の濁りに係る現地調査の調査方法

| 調査項目 | | 調 査 方 法 |
|--------------|----|---|
| 浮遊物質量 の状況 | 海域 | <p>平常時に水温、塩分、透明度及び濁度の現場測定を行うとともに、バンドーン採水器を用いて表層（水面下 0.5m）及び下層（海底面上 1m）の 2 層から試料を採取し、室内にて浮遊物質量(SS)及び揮発性浮遊物質量(VSS)の分析試験を行いました。なお、調査は満潮時及び干潮時の前後概ね 1.5 時間の間に行いました。</p> <p>陸域からの濁水の影響を受けやすいと想定される海岸付近の調査地点（St. 10～13）は、平常時に水温及び流量の現場測定を行うとともに、バケツもしくは直接採水により表層の 1 層から試料を採取し、室内にて浮遊物質量(SS)の分析試験を行いました。</p> |
| | 河川 | <p>平常時に水温及び流量の現場測定を行うとともに、バケツもしくは直接採水により表層の 1 層から試料を採取し、室内にて浮遊物質量(SS)の分析試験を行いました。</p> <p>また、河川に観測機器を設置し、降雨時の濁度と水位を測定しました。</p> |
| 流れの状況 | | 「6.9 流況」における流れの状況の調査に同じです。 |
| 土質の状況 | 海域 | スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて表層泥を採取し、室内にて沈降速度及び粒度組成の分析試験を行いました。スミス・マッキンタイヤ型採泥器による採泥が困難な調査地点においては、潜水士が採取機器を用いて試料を採取しました。 |
| | 河川 | 直接採泥により表層泥を採取し、室内にて沈降速度及び粒度組成の分析試験を行いました。 |

表-6.7.4 浮遊物質量及び土質に係る分析試験・測定方法

| 区分 | 項 目 | 分析試験・測定方法 | 海域 | 河川 |
|-----------|---------------|---------------------------------|----|----|
| 浮遊物 質量 | 水温 | JIS K 0102-7.2 | ○ | ○ |
| | 塩分 | 海洋観測指針(1999 年版) 5.3 | ○ | |
| | 透明度 | 海洋観測指針(1990 年版) 4.1 | ○ | |
| | 濁度（平常時） | 濁度計(JFE アトバンテック製、AAQ176 型) | ○ | ○ |
| | 濁度（降雨時） | 濁度計(JFE アトバンテック製、Compact-CLW 型) | | ○ |
| | 浮遊物質量(SS) | JIS K 0102-14.1 | ○ | ○ |
| | 揮発性浮遊物質量(VSS) | JIS K 0102-14.4.1 に準じた手法 | ○ | |
| 土質 | 土砂の沈降特性(沈降速度) | JIS M 0201-12 | ○ | ○ |
| | 粒度組成 | JIS A 1204 | ○ | ○ |

(2) 調査結果

1) 文献その他の資料調査結果

流れの状況については「6.9 流況」に、気象の状況については「6.2 大気質」に示したとおりです。その他の調査結果については「第3章 3.1 3.1.2 水環境の状況」に記載しています。

2) 浮遊物質量の状況

令和3年度の春季及び夏季に実施した調査結果について、調査時期毎に概要を整理した結果を表-6.7.5 及び図-6.7.3 に示します。

(a) 海域

(ア) 透明度

透明度は水深が15m以浅のすべての調査地点で、調査時期を通じて透明度板が着底しても見える状態（水深以上）にありました。水深が約30mのSt.Aでは、15.5～23mの範囲内にありました。

(イ) 濁度

濁度は0.03～3.54FTUの範囲内であり、調査時期や潮汐、調査地点間、採水層で大きな差は認められません。

(ウ) SS

SSは1未満～3mg/Lの範囲であり、調査時期や潮汐、調査地点間、採水層で大きな差は認められません。

(エ) VSS

VSSは1未満～1mg/Lの範囲であり、調査時期や潮汐、調査地点間、採水層で大きな差は認められません。

(b) 河川

(ア) 流量

流量は0.0002～0.077m³/secの範囲であり、春季（令和3年5月）に高い傾向が認められました。

(イ) 濁度

濁度は1.06～11.19(FTU)の範囲であり、春季（令和3年5月）に高い傾向が見られました。

(ウ) SS

SS は 1 未満～9mg/L の範囲であり、R10 を除き春季（令和 3 年 5 月）に高い傾向が認められました。春季（令和 3 年 5 月）は調査前日の雨の影響によるものと考えられます。

(エ) VSS

VSS は 1 未満～1mg/L の範囲であり、調査時期及び調査地点間で大きな差は認められません。

(c) 河川（降雨時）

(ア) 水位

観測期間中の水位の最大値は 0.63～1.39m の範囲であり、平常時より 1m 程度水位が上昇しました。

(イ) 濁度

観測期間中の濁度の最大値は 263～853 度の範囲であり、R4 で特に高い傾向が認められました。

(ウ) SS 換算値

観測期間中の SS 換算値の最大値は 376～2,366mg/L の範囲であり、R3 で特に高い傾向が認められました。

表-6.7.5 (1) 各調査時期における海域の浮遊物質調査結果概要

【満潮時】

| 項 目 | 測定層 | 春季 (令和3年5月26日) | 夏季 (令和3年8月25日) | 秋季 (令和3年11月5日) | 冬季 (令和3年12月15日) | 春季 (令和4年3月4日) |
|------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 水温(℃) | 表層 | 21.9(21.6～22.3) | 27.3(27.1～27.8) | 25.0(24.7～25.2) | 21.6(20.7～23.0) | 18.0(17.8～18.2) |
| | 下層 | 21.5(20.7～21.8) | 26.6(23.8～27.3) | 25.0(24.2～25.2) | 21.3(20.4～22.9) | 17.8(17.0～18.1) |
| 塩分 | 表層 | 34.10(34.06～34.16) | 33.03(32.84～33.35) | 34.38(34.34～34.42) | 34.45(34.38～34.53) | 34.61(34.46～34.69) |
| | 下層 | 34.18(34.11～34.32) | 33.25(33.00～33.95) | 34.40(34.31～34.47) | 34.50(34.38～34.61) | 34.64(34.48～34.72) |
| 濁度(FTU) | 表層 | 0.11(0.08～0.20) | 0.08(0.04～0.17) | 0.09(0.05～0.15) | 0.15(0.10～0.19) | 0.15(0.08～0.21) |
| | 下層 | 0.08(0.06～0.08) | 0.13(0.06～0.29) | 0.11(0.08～0.19) | 0.14(0.10～0.19) | 0.10(0.05～0.18) |
| SS (mg/L) | 表層 | 1(<1～1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) |
| | 下層 | 1(<1～1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) |
| VSS (mg/L) | 表層 | 1(<1～1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) |
| | 下層 | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) |

【干潮時】

| 項 目 | 測定層 | 春季 (令和3年5月26日) | 夏季 (令和3年8月25日) | 秋季 (令和3年11月5日) | 冬季 (令和3年12月15日) | 春季 (令和4年3月4日) |
|------------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 水温(℃) | 表層 | 21.8(20.8～22.2) | 27.9(27.3～28.3) | 25.2(24.6～25.4) | 21.2(20.3～22.3) | 18.0(17.7～18.2) |
| | 下層 | 21.6(20.6～22.0) | 26.9(24.3～27.9) | 25.1(24.6～25.4) | 20.7(19.9～21.8) | 18.0(17.9～18.3) |
| 塩分 | 表層 | 34.10(34.06～34.16) | 33.03(32.84～33.35) | 34.38(34.34～34.42) | 34.45(34.38～34.53) | 34.58(34.45～34.69) |
| | 下層 | 34.18(34.11～34.32) | 33.25(33.00～33.95) | 34.40(34.31～34.47) | 34.50(34.38～34.61) | 34.61(34.48～34.72) |
| 濁度(FTU) | 表層 | 0.10(0.08～0.15) | 0.11(0.05～0.27) | 0.11(0.03～0.29) | 0.14(0.10～0.17) | 0.09(0.05～0.27) |
| | 下層 | 0.09(0.05～0.17) | 0.10(0.03～0.20) | 0.10(0.03～0.14) | 0.13(0.07～0.20) | 0.09(0.05～0.16) |
| SS (mg/L) | 表層 | 1(<1～1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | 1(<1～1) | 1(<1～1) |
| | 下層 | 1(<1～1) | 1(<1～1) | <1(<1～<1) | 1(<1～1) | <1(<1～<1) |
| VSS (mg/L) | 表層 | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) |
| | 下層 | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) | <1(<1～<1) |

注) 全 10 調査地点の平均値(最小値～最大値)を示しています。定量下限値未満の結果を含む場合は、便宜上、定量下限値未満を定量下限値として扱うことにより平均値を算出しました。

表-6.7.5 (2) 各調査時期における海域の浮遊物質量調査結果概要【海岸付近】

| 項 目 | 夏季 (令和3年8月26日) | 秋季 (令和3年11月15日) | 冬季 (令和3年12月16日) | 春季 (令和4年3月2日) |
|------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 濁度(FTU) | 2.04(1.10~3.54) | 1.02(0.75~1.27) | 1.40(0.90~1.67) | 1.11(0.67~1.73) |
| SS (mg/L) | 2(1~3) | 1(1~2) | 1(1~1) | 2(1~2) |
| VSS (mg/L) | <1(<1~<1) | <1(<1~<1) | <1(<1~<1) | <1(<1~<1) |

注) 河口域の調査は令和3年春季を除く4調査時期に実施しました。全4調査地点の平均値(最小値~最大値)を示しています。定量下限値未満の結果を含む場合は、便宜上、定量下限値未満を定量下限値として扱うことにより平均値を算出しました。

表-6.7.5 (3) 各調査時期における河川の浮遊物質量調査結果概要

| 項 目 | 春季 (令和3年5月25日) | 夏季 (令和3年8月26日) | 秋季 (令和3年11月15日) | 冬季 (令和3年12月16日) | 春季 (令和4年3月2日) |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 流量(m ³ /sec) | 0.067 (0.056~0.077) | 0.0037 (0.0013~0.0055) | 0.0027 (0.0002~0.0047) | 0.0021 (0.0003~0.0033) | 0.0038 (0.0004~0.0069) |
| 濁度(FTU) | 8.28(4.79~11.19) | 2.74(1.06~3.82) | 3.47(2.27~4.67) | 3.11(2.28~4.37) | 3.15(2.27~3.64) |
| SS (mg/L) | 5(2~9) | 2(<1~4) | <1(<1~<1) | 1(<1~2) | 1(<1~1) |
| VSS (mg/L) | 1(<1~1) | 1(<1~1) | <1(<1~<1) | <1(<1~<1) | <1(<1~<1) |

注) 全4調査地点の平均値(最小値~最大値)を示しています。定量下限値未満の結果を含む場合は、便宜上、定量下限値未満を定量下限値として扱うことにより平均値を算出しました。

表-6.7.5 (4) 降雨時における河川の浮遊物質量調査結果概要

| | 水位 (m) | | 濁度 (度) | | SS 換算値 (mg/L) | |
|-----|--------|------------|--------|------------|---------------|------------|
| | 最大値 | 発生時刻 | 最大値 | 発生時刻 | 最大値 | 発生時刻 |
| R3 | 1.00 | 7/18 19:00 | 699 | 8/8 16:10 | 2,366 | 8/8 16:10 |
| R4 | 0.63 | 6/12 10:50 | 853 | 7/1 3:00 | 1,119 | 7/1 3:00 |
| R6 | 0.82 | 6/12 10:00 | 263 | 7/18 18:20 | 490 | 7/18 18:20 |
| R10 | 1.39 | 6/12 10:10 | 317 | 8/18 22:30 | 376 | 8/18 22:30 |

注) 観測期間は、令和3年6月12日から8月26日です。
SS換算値は、各地点の河岸から採取した土壌を用いてさまざまな濃度の濁水を作成し、濁度とSSの相関式を求め、この相関式から推計した値です。

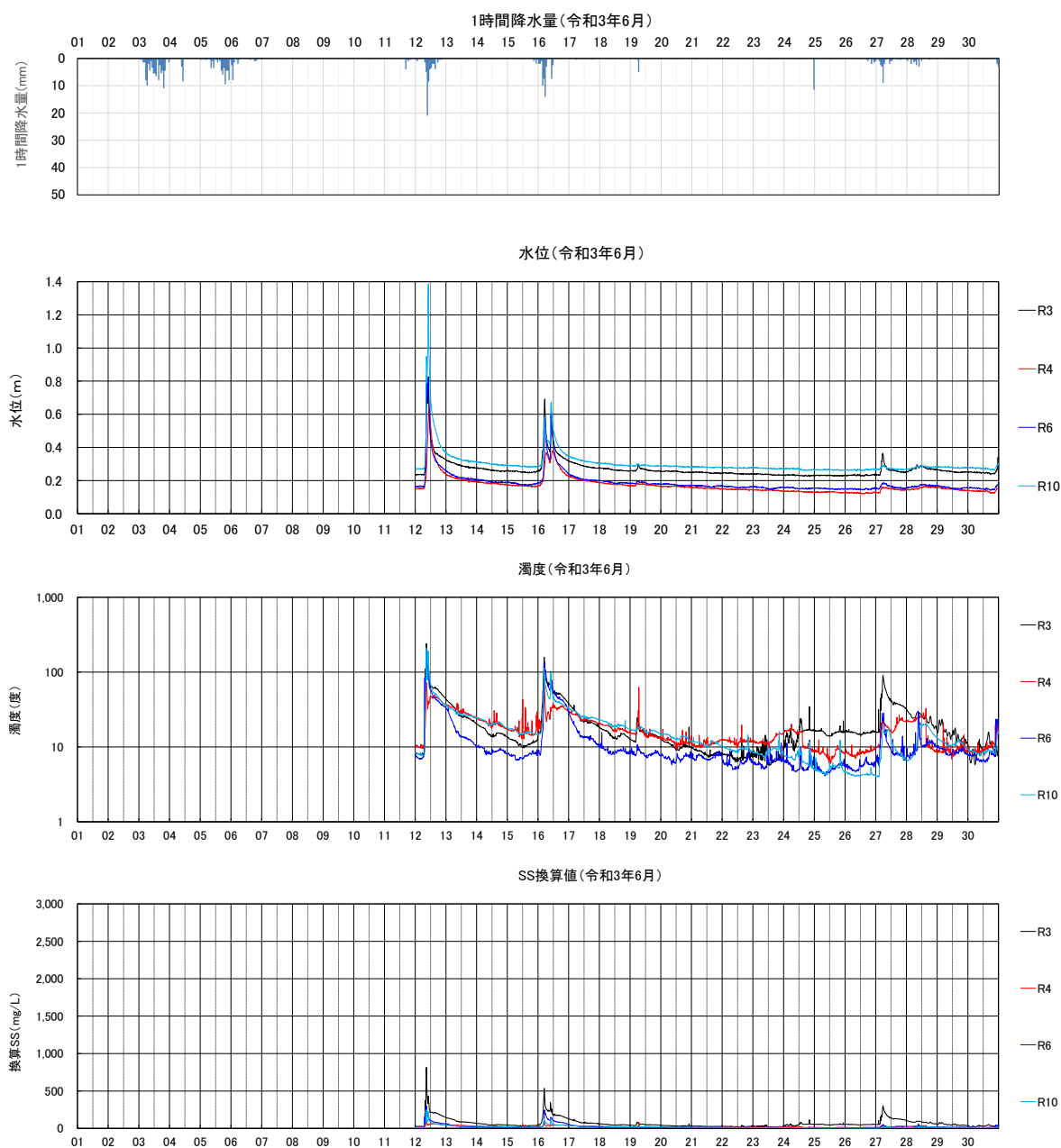


図-6.7.3 (1) 降雨時における河川の浮遊物質調査結果 (令和3年6月)

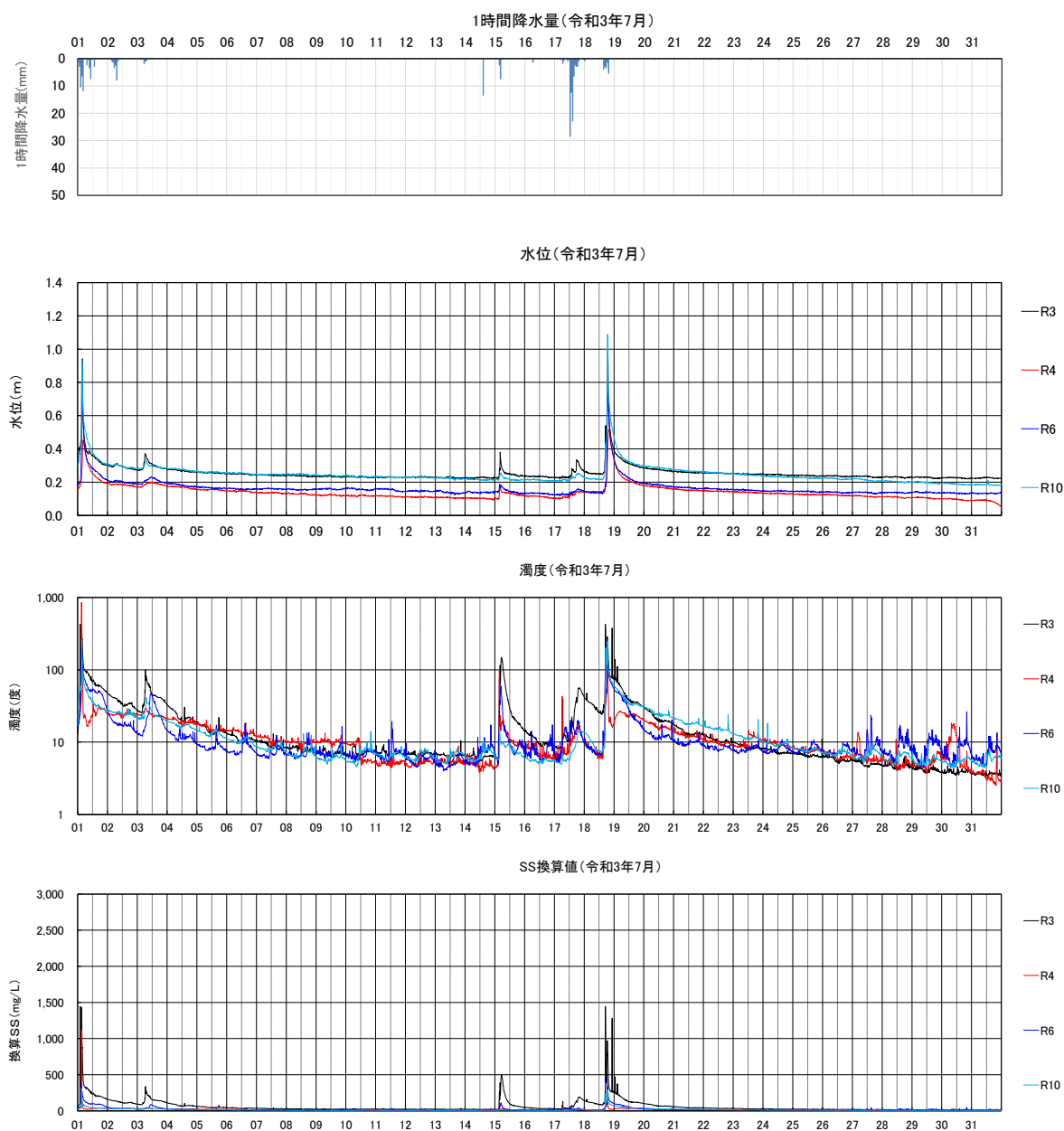


図-6.7.3 (2) 降雨時における河川の浮遊物質調査結果 (令和3年7月)

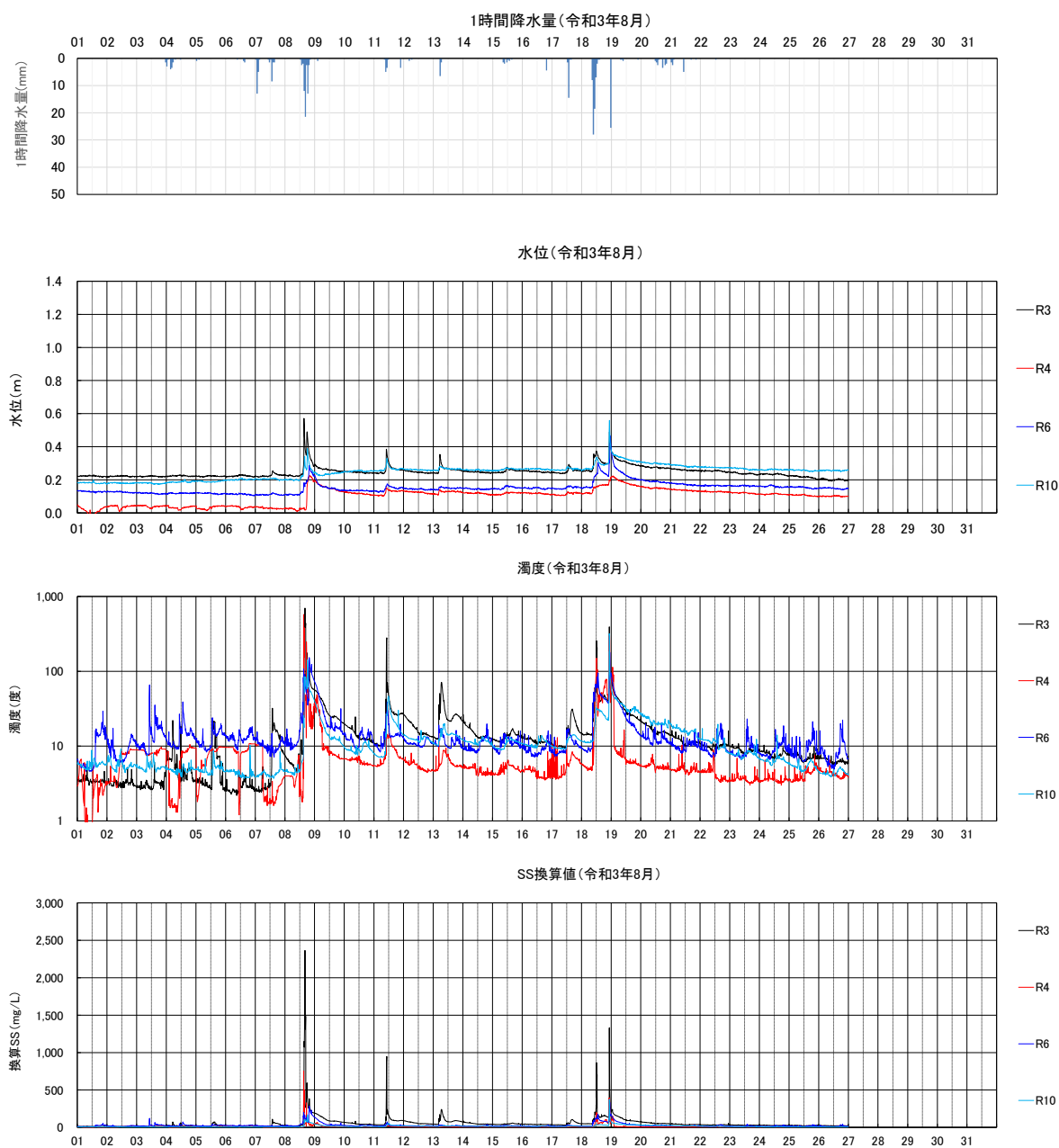


図-6.7.3 (3) 降雨時における河川の浮遊物質調査結果 (令和3年8月)

3) 土質の状況

(a) 沈降試験試料の粒度分布

沈降試験を実施した試料の粒度組成を表-6.7.6 に示します。

粒度組成は、各調査点とも砂分が主体であるが、R3 についてはシルト分+粘土分の割合が他の調査点と比べ高い傾向が認められます。

表-6.7.6 粒度組成結果

調査日：令和3年8月22日

| 項目 | | R3 | R4 | R6 | R10 |
|-------------|----------------------|------|------|------|------|
| 粒度組成 (%) | 粗礫分 (19～75mm) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | 中礫分 (4.75～19mm) | 0.9 | 0.3 | 1.5 | 0.0 |
| | 細礫分 (2～4.75mm) | 2.2 | 1.3 | 3.3 | 0.4 |
| | 粗砂分 (0.850～2mm) | 3.4 | 3.8 | 8.1 | 2.1 |
| | 中砂分 (0.250～0.850mm) | 9.2 | 47.0 | 32.8 | 21.1 |
| | 細砂分 (0.075～0.250mm) | 34.6 | 19.3 | 21.9 | 36.4 |
| | シルト分 (0.005～0.075mm) | 31.1 | 15.3 | 22.1 | 21.6 |
| | 粘土分 (0.005mm未満) | 18.6 | 13.0 | 10.3 | 18.4 |

(b) 土砂の沈降特性（沈降速度）

河川試料の沈降試験結果を表-6.7.7に示します。

沈降試験開始 30 分後に、上澄みの SS 濃度は初期濃度の 14～27%程度にまで低下し、4 時間後には 8～13%程度にまで低下し、24 時間後にはほぼ 100%の粒子が沈降しました。

R3 が一番沈降速度が速く、R10 が沈降速度が遅い傾向が見られました。

表-6.7.7 河川試料の沈降試験結果

調査日：令和3年8月22日

| 項 目 | | R3 | | R4 | | R6 | | R10 | |
|------------------|------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| | | 上澄みの SS濃度 (mg/L) | 初期濃度 に対する残存 割合 (%) | 上澄みの SS濃度 (mg/L) | 初期濃度 に対する残存 割合 (%) | 上澄みの SS濃度 (mg/L) | 初期濃度 に対する残存 割合 (%) | 上澄みの SS濃度 (mg/L) | 初期濃度 に対する残存 割合 (%) |
| 沈 降 試 験 | 1分 | 156 | 100% | 112 | 100% | 256 | 100% | 202 | 100% |
| | 2分 | 138 | 88% | 98 | 88% | 210 | 82% | 192 | 95% |
| | 3分 | 114 | 73% | 92 | 82% | 204 | 80% | 192 | 95% |
| | 5分 | 88 | 56% | 76 | 68% | 166 | 65% | 158 | 78% |
| | 7分 | 70 | 45% | 66 | 59% | 132 | 52% | 128 | 63% |
| | 10分 | 56 | 36% | 52 | 46% | 106 | 41% | 120 | 59% |
| | 15分 | 38 | 24% | 48 | 43% | 86 | 34% | 90 | 45% |
| | 30分 | 22 | 14% | 18 | 16% | 62 | 24% | 54 | 27% |
| | 60分(1h) | 24 | 15% | 16 | 14% | 52 | 20% | 38 | 19% |
| | 120分(2h) | 14 | 9% | 16 | 14% | 38 | 15% | 36 | 18% |
| | 240分(4h) | 12 | 8% | 14 | 13% | 26 | 10% | 26 | 13% |
| | 720分(12h) | <0.1 | 0% | 8 | 0% | 10 | 0% | 6 | 0% |
| | 1440分(24h) | <0.1 | 0% | 6 | 0% | 6 | 0% | 4 | 0% |

6.7.2 予測

(1) 工事の実施

1) 予測の概要

工事に伴い発生する海域での水の濁りの予測の概要は表-6.7.8に示すとおり、工事の実施に伴う土砂による水の濁りの拡散の状況を予測しました。

表-6.7.8 土砂による水の濁り予測の概要（工事中、海域）

| 項 目 | 内 容 | |
|--------|--|------------------------------------|
| 予測項目 | 工事に伴い発生する水の濁りの寄与濃度 | |
| | 海上工事に伴い発生する水の濁り | 陸上工事に伴い発生する水の濁り |
| 影響要因 | ・係留施設の工事 ・仮設栈橋の工事 | ・陸上の造成等の施工 |
| 予測地域 | 対象事業実施区域周辺海域 | |
| 予測地点 | 対象事業実施区域周辺海域 | |
| 予測対象時期 | 平常時 係留施設の工事及び仮設栈橋の工事による水の濁りに係る環境影響が最大となる時期としました。 | 降雨時 降雨時については、造成範囲が最大となる時期としました。 |
| 予測方法 | 土砂による水の濁りの拡散の状況を、浮遊物質の収支に関する数値シミュレーションにより予測しました。予測には濁水の拡散状況と堆積状況が予測できる3次元モデル(多層モデル)を用いました。 | |

2) 予測方法

(a) 予測の前提

海上工事に伴い発生する水の濁り（平常時）の予測にあたっては、工事の施工計画に基づき、係留施設及び仮設栈橋の工事による一時的な影響による濁り発生負荷量を施工場所に投入することを予測の前提としました。

陸上工事に伴い発生する水の濁り（降雨時）の予測にあたっては、陸域の造成等の施工において、裸地面から流出する濁水を仮設沈砂池及び濁水処理施設で濁りを低減したのち、海域に放流することを予測の前提としました。

(b) 予測手順

予測手順は、図-6.7.4 に示すとおりであり、予測時期ごとに施工状況を勘案した流動場を計算し、濁りの拡散を予測しました。同時に、濁りの拡散予測結果から懸濁物質の海底への堆積状況を予測しており、その結果は「6.8 底質」で整理しました。

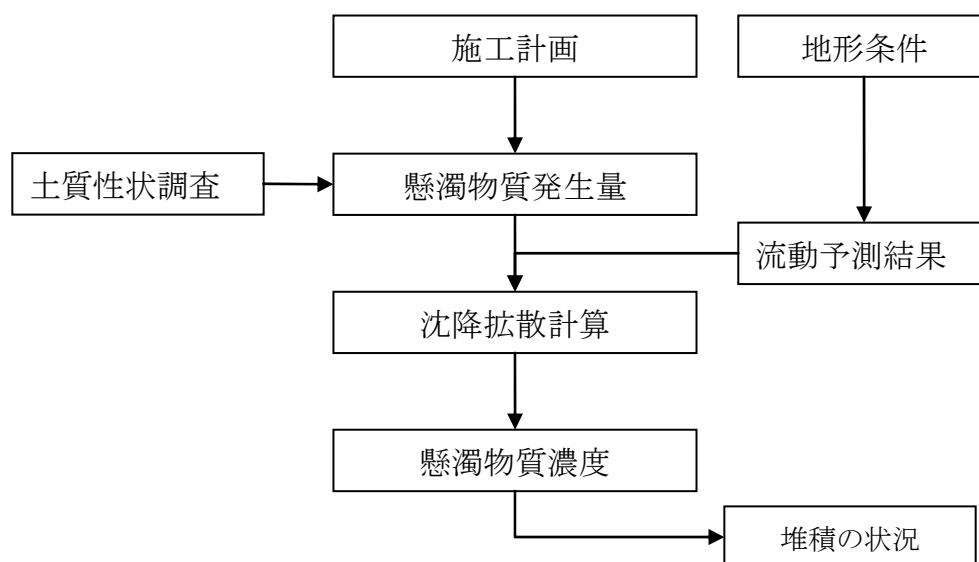


図-6.7.4 予測手順

（「堆積の状況」については「6.8 底質」、流動予測結果については「6.9 流況」で整理）

(c) 予測モデル

濁り予測に用いる沈降拡散モデルは、拡散物質の沈降過程を含む移流拡散方程式により、次式で表されます。

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + (w - W_s) \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) + q$$

上式の変数名については、以下に示すとおりです。

| | |
|------------|--------------------------------|
| S | : SS 濃度 (mg/L) |
| x, y, z | : 右手系の直行座標系、上向きを正 |
| u, v, w | : x, y, z 方向の流速 (cm/s) |
| t | : 時間 (s) |
| K_x, K_y | : 水平渦拡散係数 (cm ² /s) |
| K_z | : 鉛直渦拡散係数 (cm ² /s) |
| q | : 負荷量 (g/s) |
| W_s | : 沈降速度 (cm/s) |

(d) 計算条件

a) 海水の流れ

流動計算にあたっては、「6.9 流況 6.9.2 予測」でモデルの妥当性の確認が行われたモデルを使用しました。地形条件についてはそれぞれの予測対象時期の工事進捗状況等を勘案して設定しました。

b) 海上工事に伴い発生する水の濁り(平常時)発生量

㊦) 発生量の算定方法

懸濁物質の発生量は次式により算定しました。

$$\text{SS 発生量 (kg/日)} = W \times Q$$

$$W = W_0 \times R / R_0$$

W : 工事の施工に伴う SS の発生量(kg/m³)

W₀ : SS の発生原単位 (kg/m³)

R : 現地流速における汚濁限界粒子の粒径加積百分率(%)

R₀ : 原単位W₀を推定した時の土粒子(74 μm 以下)の粒径加積百分率(%)

Q : 施工量(m³/日)

工事による SS の発生原単位は、工種ごとに表-6.7.9 に示すとおり設定しました。

表-6.7.9 SS 発生原単位

| 工 種 | | 発生原単位W W=W ₀ ×R/R ₀ (×10 ⁻³ t/m ³) |
|--------|--------|--|
| 名 称 | 使用船舶機械 | 12.47 |
| 基礎捨石投入 | ガット船 | |
| 被覆石投入 | ガット船 | |
| 基礎捨石投入 | グラブ船 | 3.62 |

注) 発生原単位は「港湾工事における濁り影響予測の手引き」(平成 16 年 4 月、国土交通省港湾局)を参考に設定しました。

イ) SS 発生量の算定結果と予測対象時期の設定

工事の実施に伴う SS の発生量の推移は図-6.7.5 に示すとおりです。工事の実施に伴う SS の発生量が最大となるのは 1 年次 1 ヶ月目で発生量は 2,150t/月となりました。

予測対象時期については、SS 発生量、発生位置、工種、護岸工事の進捗等を勘案して、1 年次 1 ヶ月目の 1 ケースとしました。予測時期と予測条件の概略を表-6.7.10 に示しました。

表-6.7.10 予測時期と予測条件の概要

| 予測時期 | 主要工種 | SS 発生量(t/月) |
|------------|--------------|-------------|
| 1 年次 1 ヶ月目 | 基礎捨石投入、被覆石投入 | 2,150 |

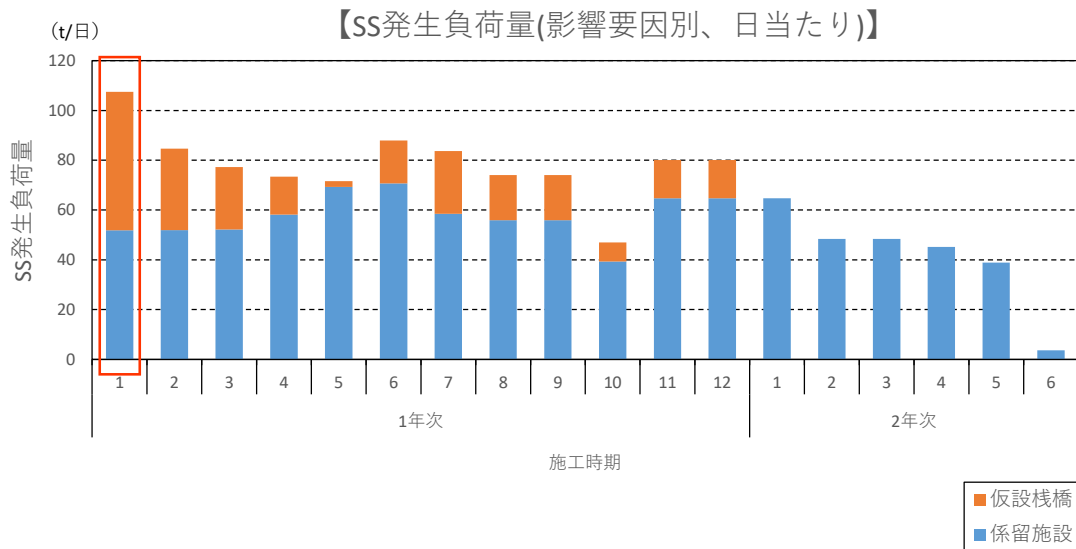
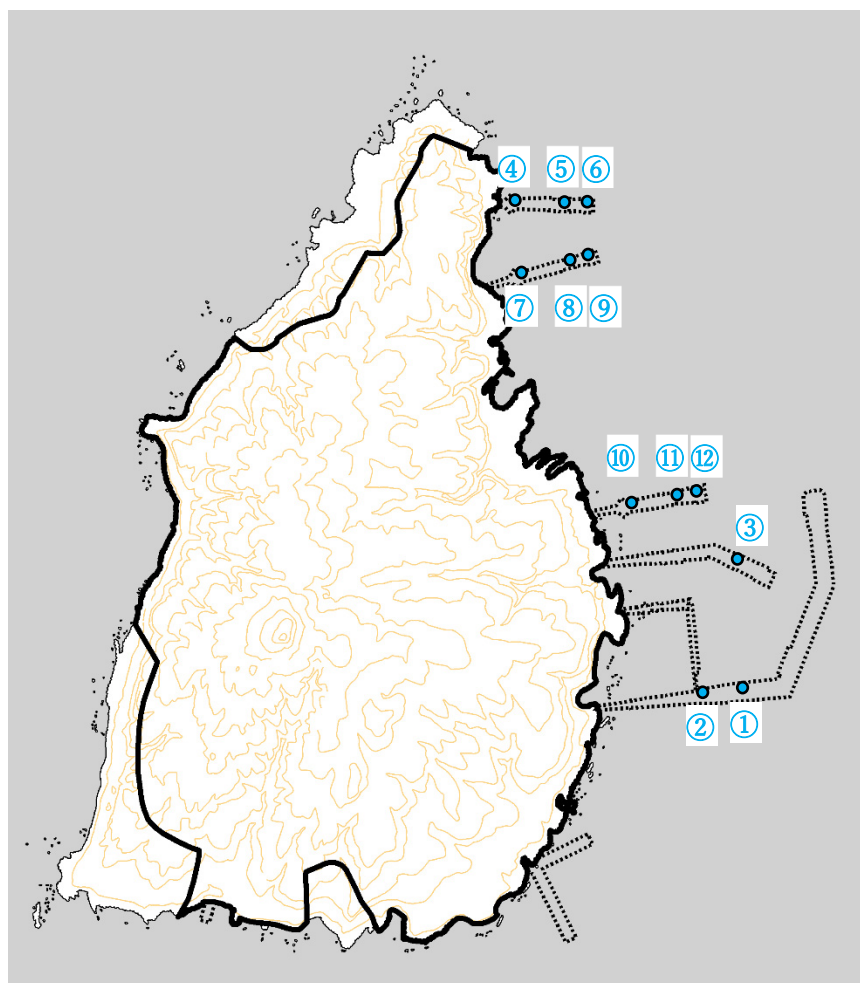


図-6.7.5 工事に伴う SS の発生量の推移

ロ) 予測対象時期の SS 発生負荷量

予測対象時期とした 1 ケース（1 年次 1 ヶ月目）の SS 発生位置と SS 発生負荷量を図-6.7.6 に示すように設定しました。



| SS 発生位置 | | | 工種 | SS 発生量(t/日) |
|---------|--------|-------------|--------------|-------------|
| ① | 係留施設 | 南防波堤①318.1m | 基礎捨石投入 | 29.2 |
| ② | | 南防波堤②144.1m | 基礎捨石投入 | 8.5 |
| ③ | | 北防波堤①312.2m | 基礎捨石投入 | 14.1 |
| ④ | 仮設栈橋 A | 1-2 工区 | 基礎捨石投入 | 4.6 |
| ⑤ | | 2-1 工区 | 基礎捨石投入 | 2.8 |
| ⑥ | | 2-2 工区 | 基礎捨石投入 | 11.6 |
| ⑦ | 仮設栈橋 B | 1-2 工区 | 基礎捨石投入 | 3.9 |
| ⑧ | | 2-1 工区 | 基礎捨石投入 | 3.3 |
| ⑨ | | 2-2 工区 | 基礎捨石投入 | 10.8 |
| ⑩ | 仮設栈橋 C | 1-2 工区 | 基礎捨石投入 | 3.6 |
| ⑪ | | 2-1 工区 | 基礎捨石投入 | 4.7 |
| ⑫ | | 2-2 工区 | 基礎捨石投入、被覆石投入 | 10.4 |

注)1 日当たりの SS 発生量は、月当たりの SS 発生量と各工種の稼働率を考慮して設定しました。

図-6.7.6 SS 発生位置及び発生量 (1 年次 1 ヶ月目)

エ) 粒径区分と粒度分布の設定

工事に伴い発生する濁りに寄与する土砂の粒径区分を設定するため、現地流速をもとに汚濁限界粒子径を算出しました。現地流速は、潮流調査地点3と4の上下層の流速値を参考に18.1cm/sとし、図-6.7.7に示す粒子径と汚濁限界流速との関係を表すCamp式から、汚濁限界粒子径を0.610mmと算出しました。

算出した汚濁限界粒子径を参考に、工事に伴い発生する濁りに寄与する土砂の粒径区分を、中砂(0.25～0.85mm)、細砂(0.075～0.25mm)、シルト(0.005～0.075mm)、粘土(0～0.005mm)の4区分としました。

$$V_c = 1.86 \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d} \quad \dots (\text{Camp 式})$$

| | | | |
|--------|------------------------------------|----------|-----------------------------------|
| V_c | : 汚濁限界流速(cm/s) | ρ_s | : 土砂の比重 (=2.65g/cm ³) |
| ρ | : 海水の比重(=1.024 g/cm ³) | g | : 重力加速度(=980cm/s ²) |
| d | : 土粒子直径(cm) | | |

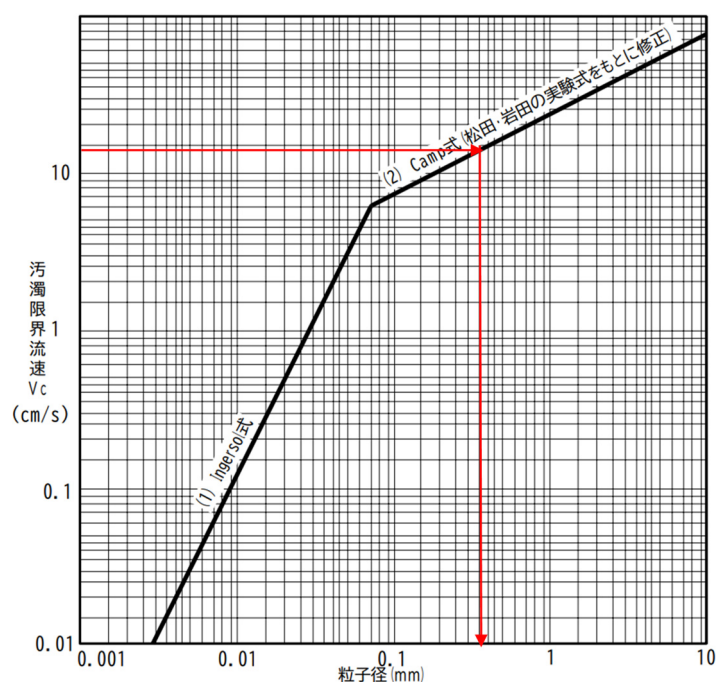


図-6.7.7 粒子径と汚濁限界流速の関係

次に、予測対象時期とした1ケース（1年次1ヶ月目）における工事の実施に伴う濁りに影響を与える石材付着土砂の粒度分布を、表-6.7.11に示すとおり設定しました。石材に付着する土砂の粒度組成を特定することが難しいことから、以下の仮定をしました。

まず、石材付着土砂のシルト分と粘土分の合計値は、「港湾工事における濁り影響予測の手引き」（平成16年4月、国土交通省港湾局）の発生原単位の値を参考に66.4%とし、シルト分と粘土分が等量であると仮定してそれぞれ33.2%としました。その残りとなる中砂分と細砂分は、「6.8 底質 6.8.1 調査」の現地海底土の中砂と細砂の存在比率を参考に設定しました。

表-6.7.11 SS発生負荷量に占める粒径区分毎の含有量の割合

| 工 種 | 取扱土砂 | 粒径区分毎の含有量（%） | | | |
|--------|--------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | | 中砂分 (0.25～ 0.85mm) | 細砂分 (0.075～ 0.25mm) | シルト分 (0.005～ 0.075mm) | 粘土分 (0～ 0.005mm) |
| 基礎捨石投入 | 石材付着土砂 | 28.9 | 4.7 | 33.2 | 33.2 |
| 被覆石投入 | | | | | |

c) 陸上工事に伴い発生する水の濁り（降雨時）発生量

ア) 降雨時の排水量及びSS 濃度

陸上工事に伴い発生する水の濁り（降雨時）については、「6.1 予測の前提」に示したように、土砂等流出防止対策として仮設沈砂池等を設置し濁水処理施設で処理することで、SS 濃度 25mg/L 以下に処理したのち、海域に排水します。

海域への流入点を図-6.7.8 に示すように設定しました。流入点毎の降雨時の排水条件を表-6.7.12 に示すように設定しました。

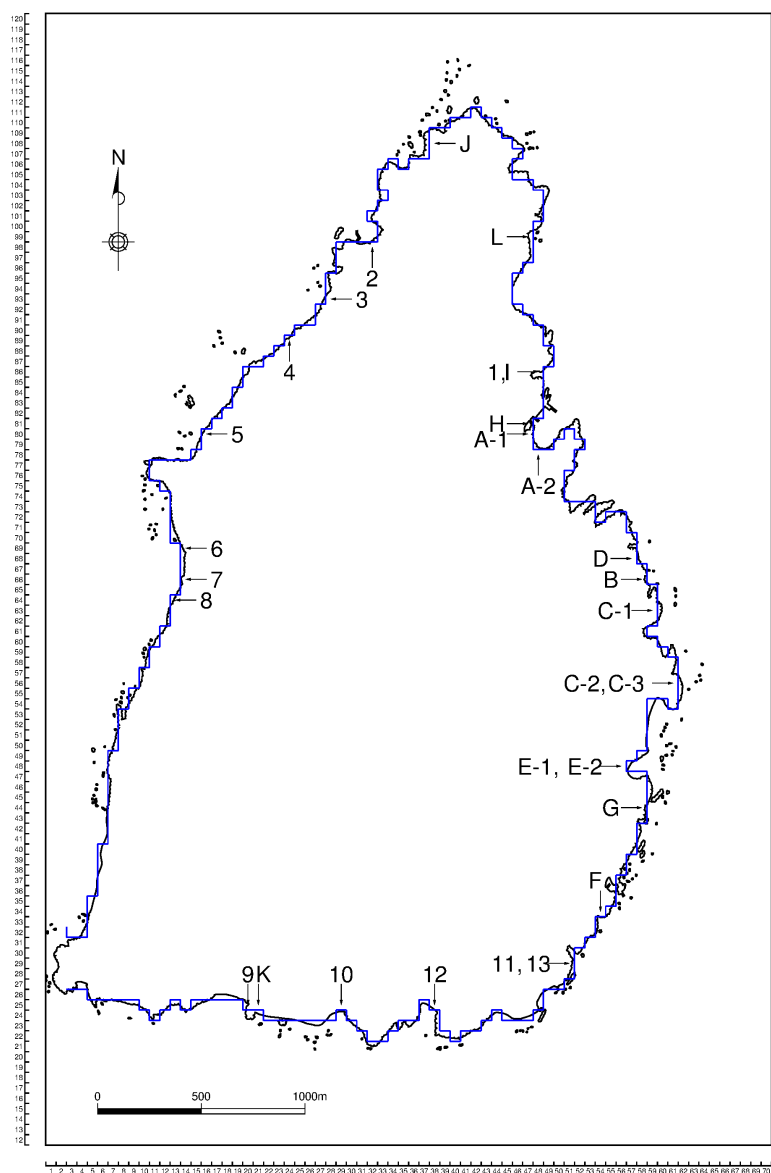


図-6.7.8 降雨時のSS 負荷の流入位置

表-6. 7. 12 流入点毎の降雨時の排水条件

| 流入点 名 | 排水条件 | | 備考 | |
|----------|----------------------------|---------------------|------------------|---|
| | 排水量 (m ³ /s) | SS 濃度 (mg/L) | 流域 面積 (ha) | 濁水処 理 設備能 力 (m ³ /h) |
| A-1 | 0. 14 | 25 | 11. 72 | 500 |
| A-2 | 0. 14 | 25 | 6. 01 | 500 |
| B | 0. 42 | 25 | 44. 47 | 1, 500 |
| C-1 | 0. 69 | 25 | 56. 20 | 2, 500 |
| C-2 | 0. 14 | 25 | 21. 32 | 500 |
| C-3 | 0. 14 | 25 | 4. 68 | 500 |
| D | 0. 14 | 25 | 17. 09 | 500 |
| E-1 | 0. 14 | 25 | 6. 93 | 500 |
| E-2 | 0. 14 | 25 | 3. 96 | 500 |
| F | 0. 69 | 25 | 72. 66 | 2, 500 |
| G | 0. 14 | 25 | 5. 86 | 500 |
| H | 0. 14 | 25 | 2. 73 | 500 |
| I | 0. 14 | 25 | 4. 67 | 500 |
| J | 0. 14 | 25 | 6. 29 | 500 |
| K | 0. 14 | 25 | 6. 30 | 500 |
| L | 0. 14 | 25 | 0. 40 | 500 |
| 1 | 0. 14 | 25 | 21. 89 | 500 |
| 2 | 0. 14 | 25 | 24. 87 | 500 |
| 3 | 0. 14 | 25 | 5. 04 | 500 |
| 4 | 0. 14 | 25 | 13. 28 | 500 |
| 5 | 0. 14 | 25 | 14. 68 | 500 |
| 6 | 0. 14 | 25 | 20. 97 | 500 |
| 7 | 0. 42 | 25 | 34. 95 | 1, 500 |
| 8 | 0. 14 | 25 | 6. 22 | 500 |
| 9 | 0. 42 | 25 | 45. 24 | 1, 500 |
| 10 | 0. 14 | 25 | 19. 02 | 500 |
| 11 | 0. 14 | 25 | 12. 47 | 500 |
| 12 | 0. 14 | 25 | 16. 02 | 500 |
| 13 | 0. 14 | 25 | 14. 62 | 500 |

イ) 予測対象時期

陸上工事に伴い発生する水の濁り（降雨時）の予測対象時期については、陸上の造成に伴う濁り排水が発生する時期とし、1 年次 7～8 ヶ月目を対象としました。

ロ) 排水に含まれる土砂の粒径区分

濁り排水に含まれる土砂の粒径については、仮設沈砂池等によって粗粒分は除去されるものとして、シルト分と粘土分からなるとしました。「6.8 底質 6.8.1 調査」の現地河川土のシルト分と粘土分の存在比率を参考に、シルト分を 53.6%、粘土分を 46.4%と設定しました。

d) 沈降速度の設定

沈降速度については、各粒径の代表粒径（各粒径区分の対数平均値）を設定し、粘土とシルトについてはストークスの沈降式を、細砂と中砂についてはAllen の沈降式を用いて表-6. 7. 13 に示す沈降速度を求めました。沈降式は以下に示すとおりです。

$$V = \frac{1}{18} \cdot \frac{g(\rho_s - \rho)}{\mu} \cdot d^2$$

…(ストークスの沈降式)

$$V = 0.223 \left[\frac{(\rho_s - \rho)^2 g^2}{\mu \rho} \right]^{1/3} \cdot d$$

…(Allen の沈降式)

V : 沈降速度(cm/s)

ρ_s : 土砂の比重 (=2.65g/cm³)

ρ : 海水の比重(=1.024 g/cm³)

g : 重力加速度(=980cm/s²)

μ : 粘性係数(=0.01145poise : 15℃における値)

d : 土粒子直径(cm)

表-6. 7. 13 粒径別の沈降速度

| 土粒子の分類 | 粒径(mm) | 代表粒径(mm) | 沈降速度の設定値 |
|--------|---------------|----------|------------|
| 中砂 | 0.25～0.85 | 0.461 | 222 m/h |
| 細砂 | 0.075～0.25 | 0.137 | 66.1 m/h |
| シルト | 0.005～0.075 | 0.019 | 1.05 m/h |
| 粘土 | (0.001)～0.005 | 0.002 | 0.0140 m/h |

e) その他の計算条件

水の濁り予測計算に必要なその他の計算条件を表-6. 7. 14 に示します。

表-6. 7. 14 水の濁り予測計算に必要なその他の計算条件

| 項 目 | 設定値及び設定方法 |
|----------|---|
| 格子間隔 | 計算範囲は流動モデルと同様とし、対象事業実施区域周辺海域を 150m 格子に分割し、施設周辺海域を 50m 格子に分割しました。また、計算を安定に実施するため、150m 格子の外側に 450m 格子、1350m 格子、4050m 格子の緩衝領域を設定しました。 |
| 鉛直層分割 | 層分割は流動モデルと同様とした全 10 層としました。各層の水深分割は以下に示すとおりです。 <div> 第 1 層 : 0.0 ～ 2.0m 第 6 層 : 15.0 ～ 20.0m 第 2 層 : 2.0 ～ 4.0m 第 7 層 : 20.0 ～ 30.0m 第 3 層 : 4.0 ～ 7.0m 第 8 層 : 30.0 ～ 50.0m 第 4 層 : 7.0 ～ 10.0m 第 9 層 : 50.0 ～ 100.0m 第 5 層 : 10.0 ～ 15.0m 第 10 層 : 100.0m 以深 </div> |
| タイムステップ | 水質計算のタイムステップは、計算の安定性を考慮して、緩衝領域(4050m 格子、1350m 格子、450m 格子)が 30 秒、10 秒、4 秒、対象事業実施区域周辺海域（150m 領域）が 2 秒、施設周辺海域（50m 領域）が 1 秒としました。 |
| 計算時間 | 計算時間は、濃度変化が概ね定常となるまでを計算時間とし、240 時間（10 日間）の積分を行いました。 |
| 水平渦動拡散係数 | 流動モデルにおいて求められた値を使用しました。 |
| 鉛直渦動拡散係数 | 流動モデルにおいて求められた値を使用しました。 |
| 初期値 | 工事の実施に伴う SS 寄与濃度を予測するため、予測計算の初期値は 0.0mg/L としました。 |
| 境界値 | 0.0mg/L で固定しました。 |

3) 予測結果

(a) 平常時

a) 海水の流れ

工事の実施に伴う海水の流れの予測結果は、海域の工事は1年次1ヶ月目の夏季、冬季を対象としました。陸域の工事は1年次7～8ヶ月目の夏季、冬季を対象としました。地形条件については予測対象時期の工事進捗状況等を勘案して設定し、1年次1ヶ月目については、「6.9 流況 6.9.2 予測」の現況再現計算のケースと同様としました。陸域の工事については、1年次7～8ヶ月目の港湾施設の工事状況に合わせた地形としました。この予測結果を用いて、土砂による水の濁りの予測計算を行いました。

b) 水の濁り

海域の工事の実施に伴う土砂による水の濁りの予測結果は、1年次1ヶ月目の夏季の日最大値、日平均値を図-6.7.9、図-6.7.10に、冬季の日最大値、日平均値を図-6.7.11、図-6.7.12に示しました。

夏季の1年次1ヶ月目の結果をみると、日最大濃度の寄与濃度2mg/L以上の濁りは、工事実施箇所の周辺に限られていました。

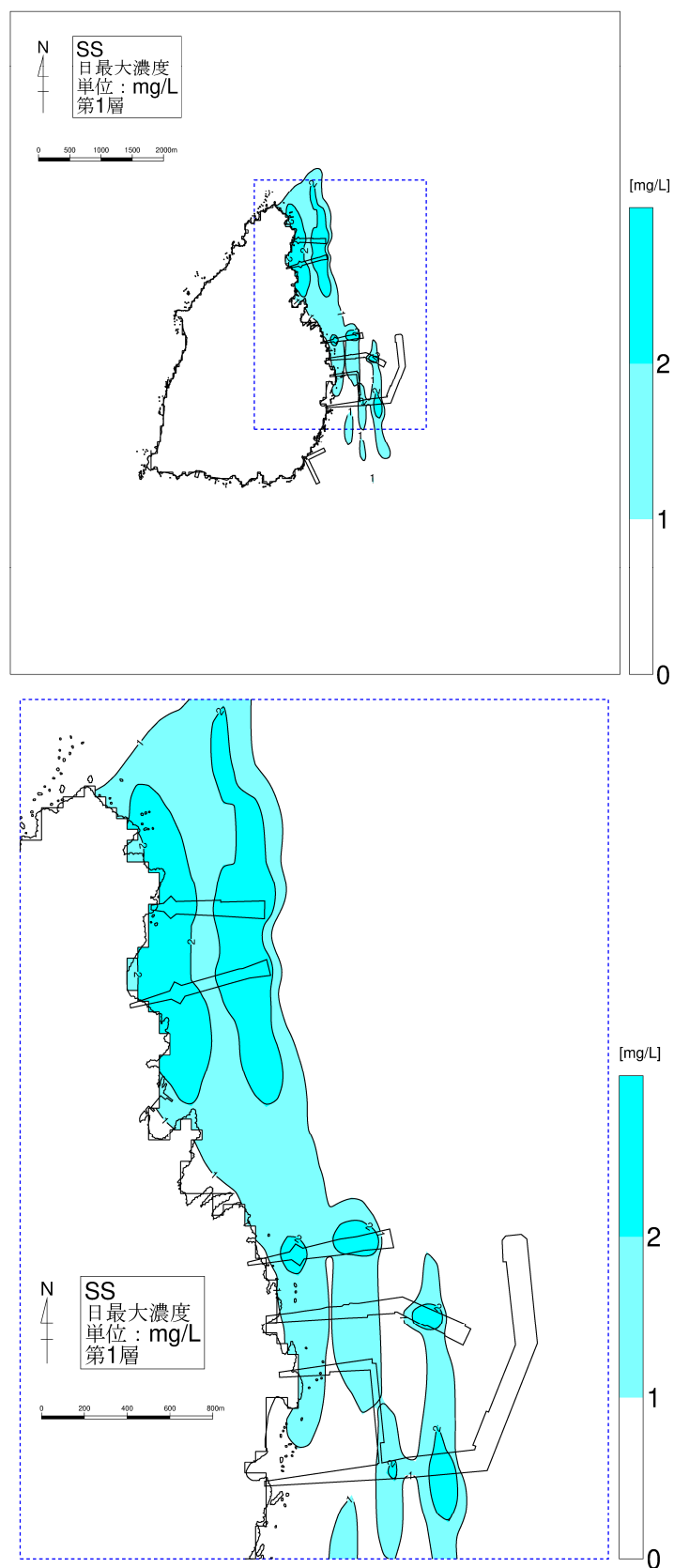
冬季の1年次1ヶ月目の結果をみると、日最大濃度の寄与濃度2mg/L以上の濁りは、工事実施箇所の周辺に限られていました。

(b) 降雨時

陸域の工事の実施に伴う土砂による水の濁りの予測結果は、1年次7～8ヶ月目の夏季の最大値を図-6.7.13に、冬季の最大値を図-6.7.14に示しました。

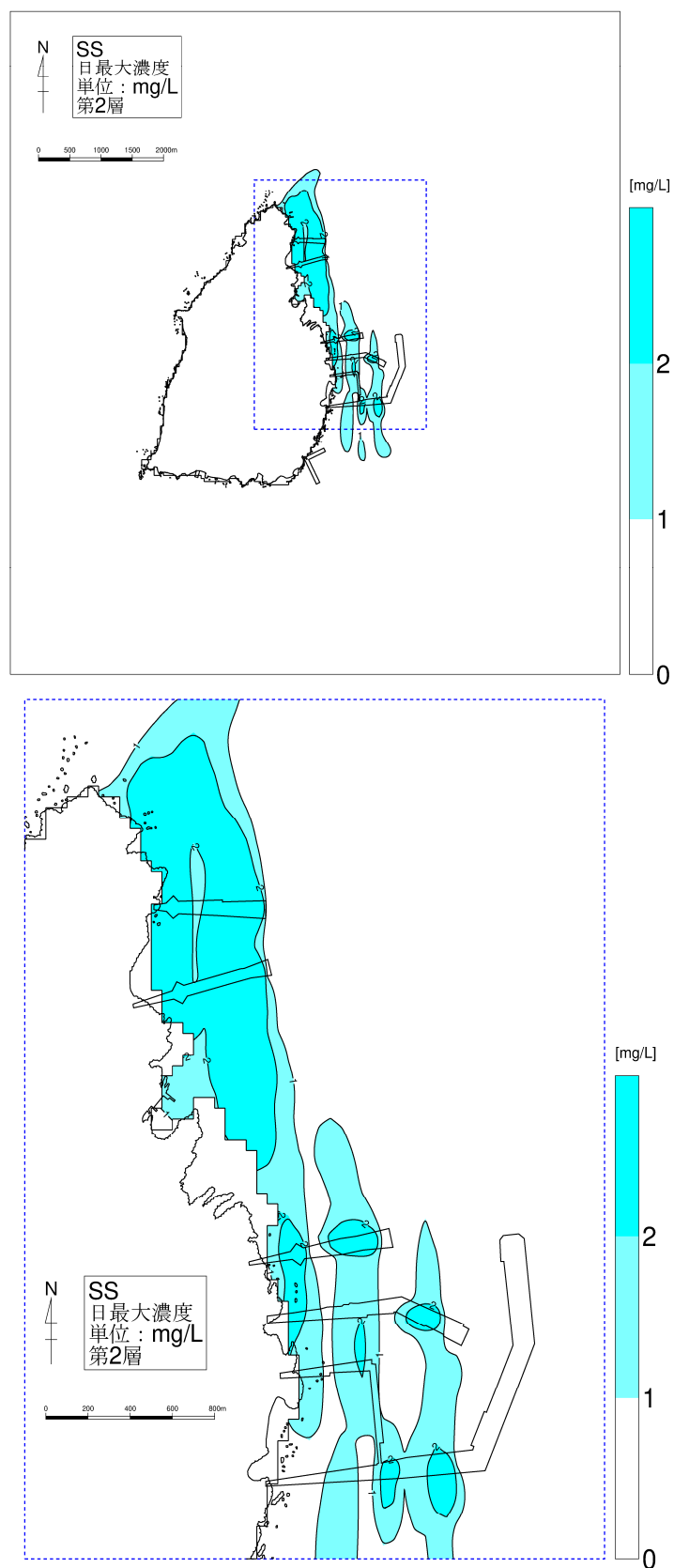
夏季の1年次7～8ヶ月目の結果をみると、最大濃度の寄与濃度2mg/L以上の濁りは、馬毛島沿岸近辺に限られていました。

冬季の1年次7～8ヶ月目の結果をみると、最大濃度の寄与濃度2mg/L以上の濁りは、馬毛島沿岸近辺に限られていました。



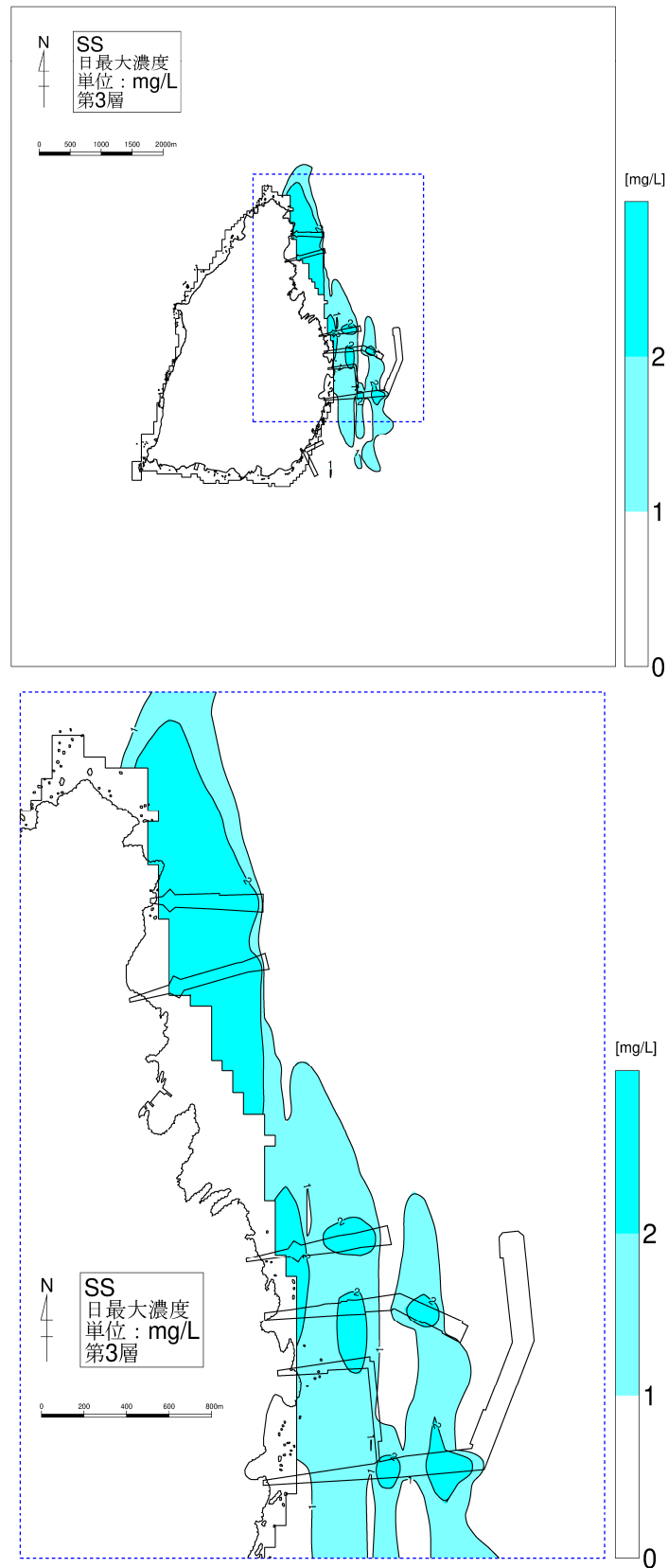
注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(1) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第1層[0~2m])



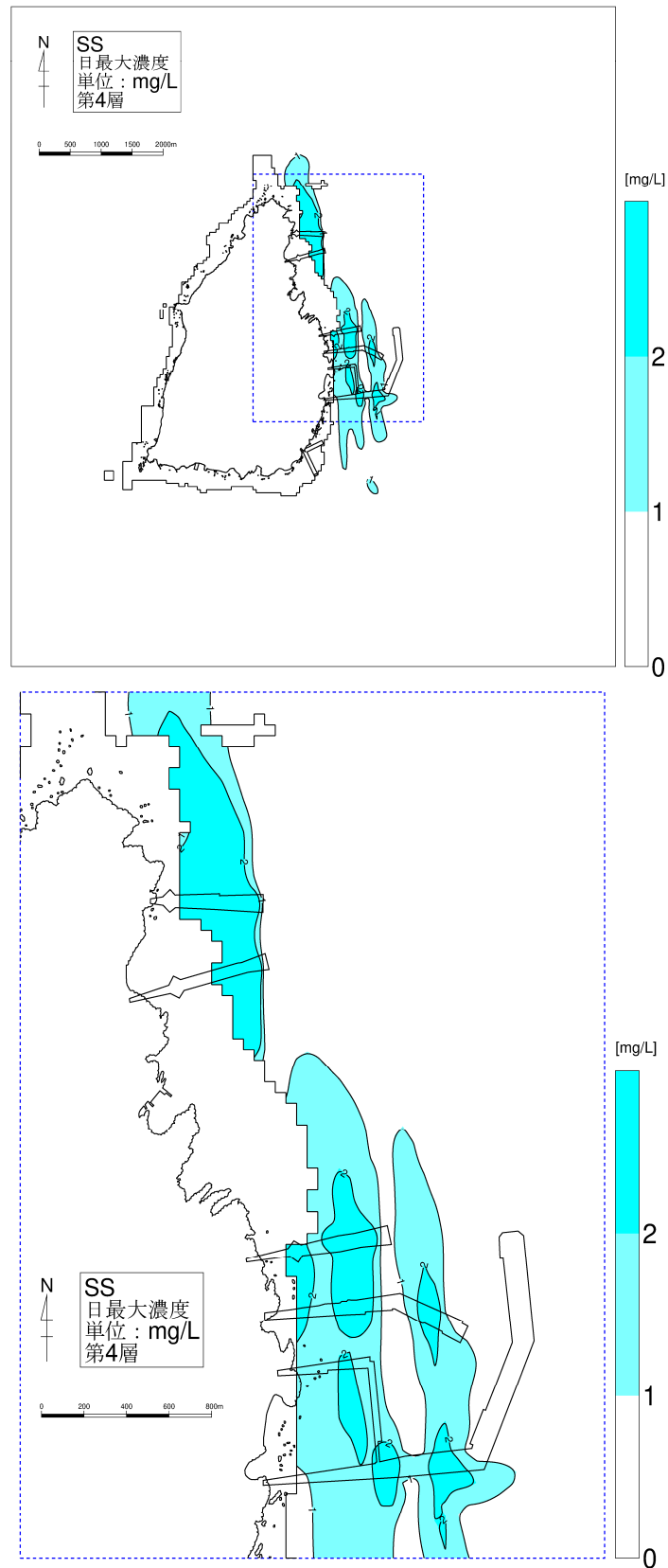
注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(2) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヵ月目、夏季、日最大値、第2層[2~4m])



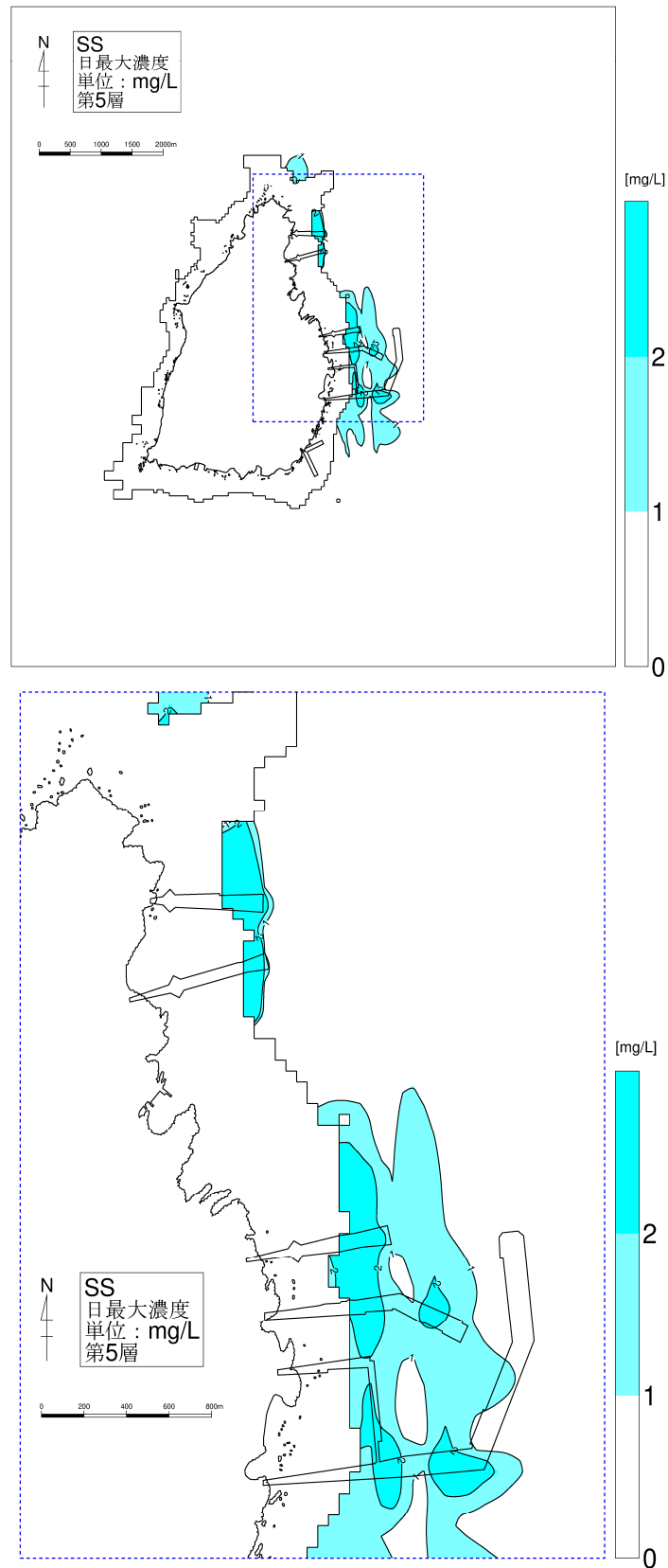
注) 図中の係留施設と仮設棧橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(3) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第3層[4~7m])



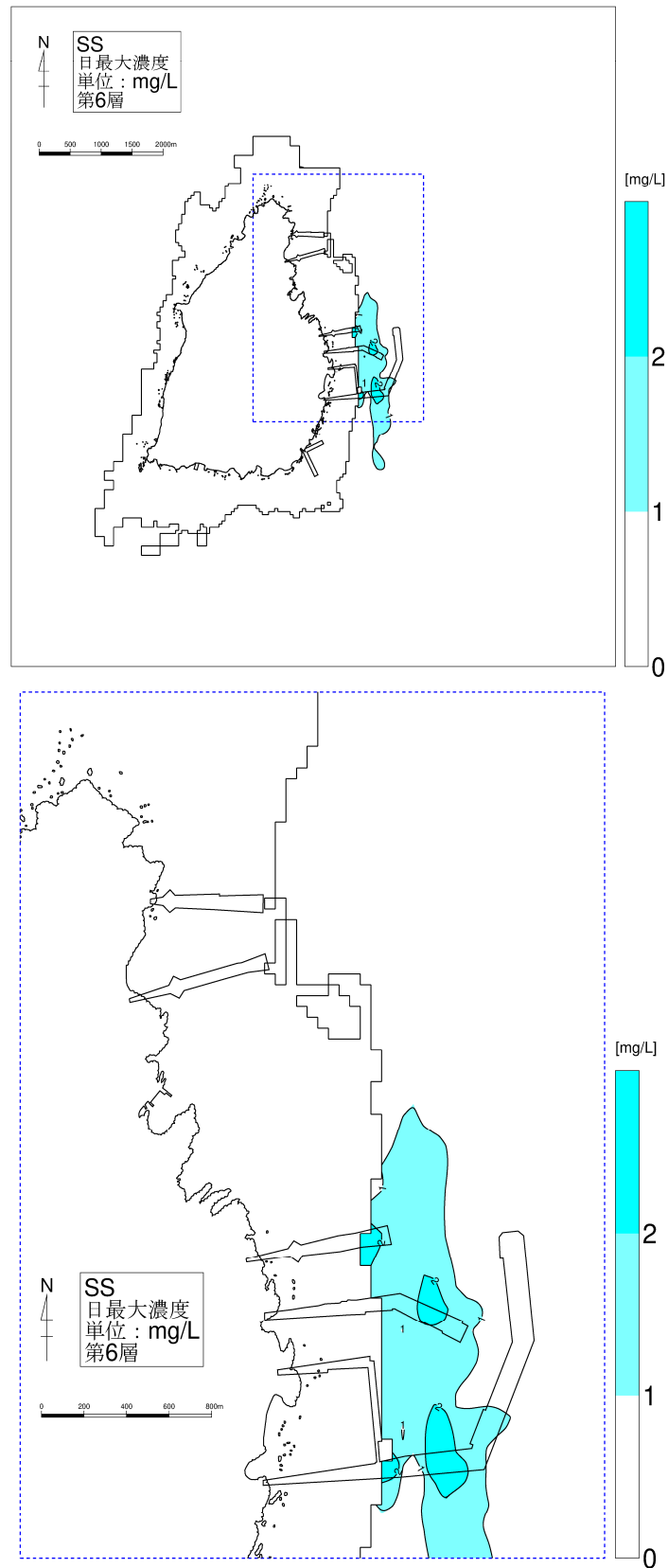
注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(4) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第4層[7~10m])



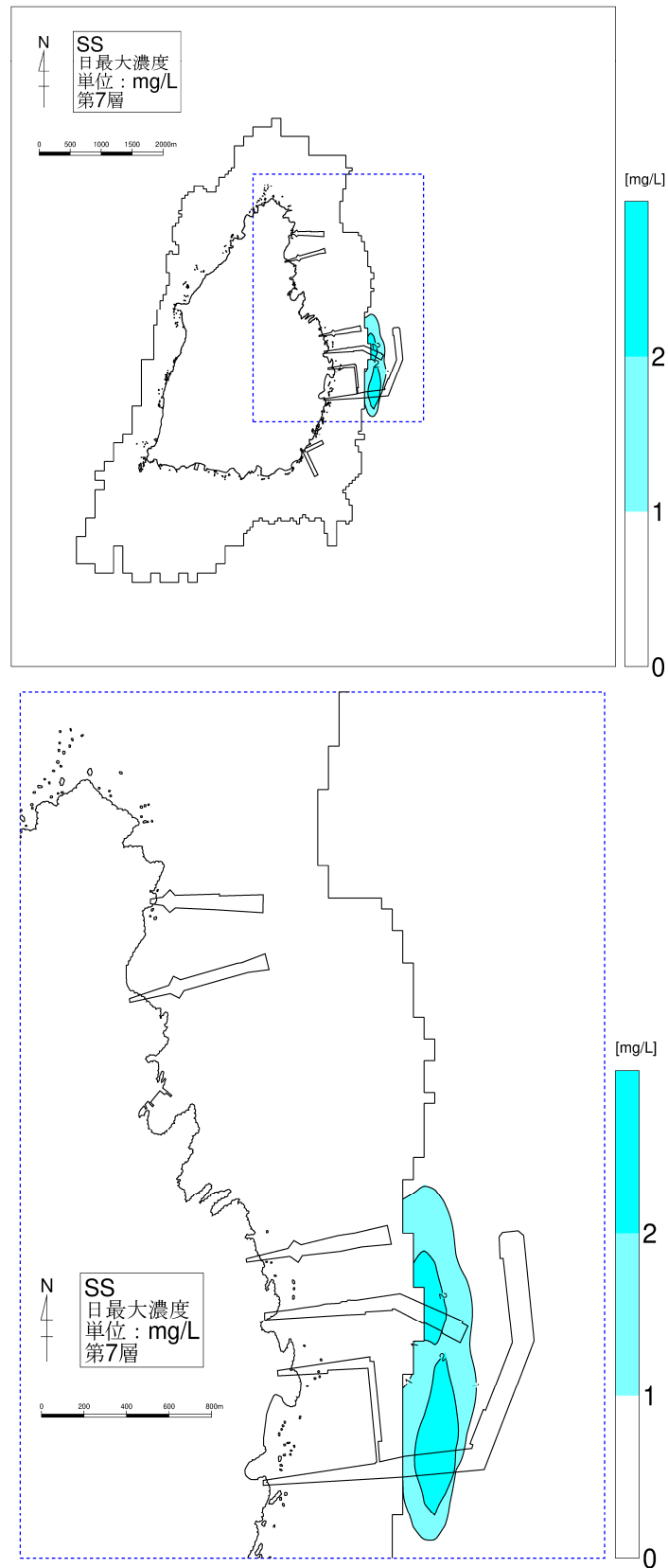
注) 図中の係留施設と仮設棧橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(5) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第5層[10~15m])



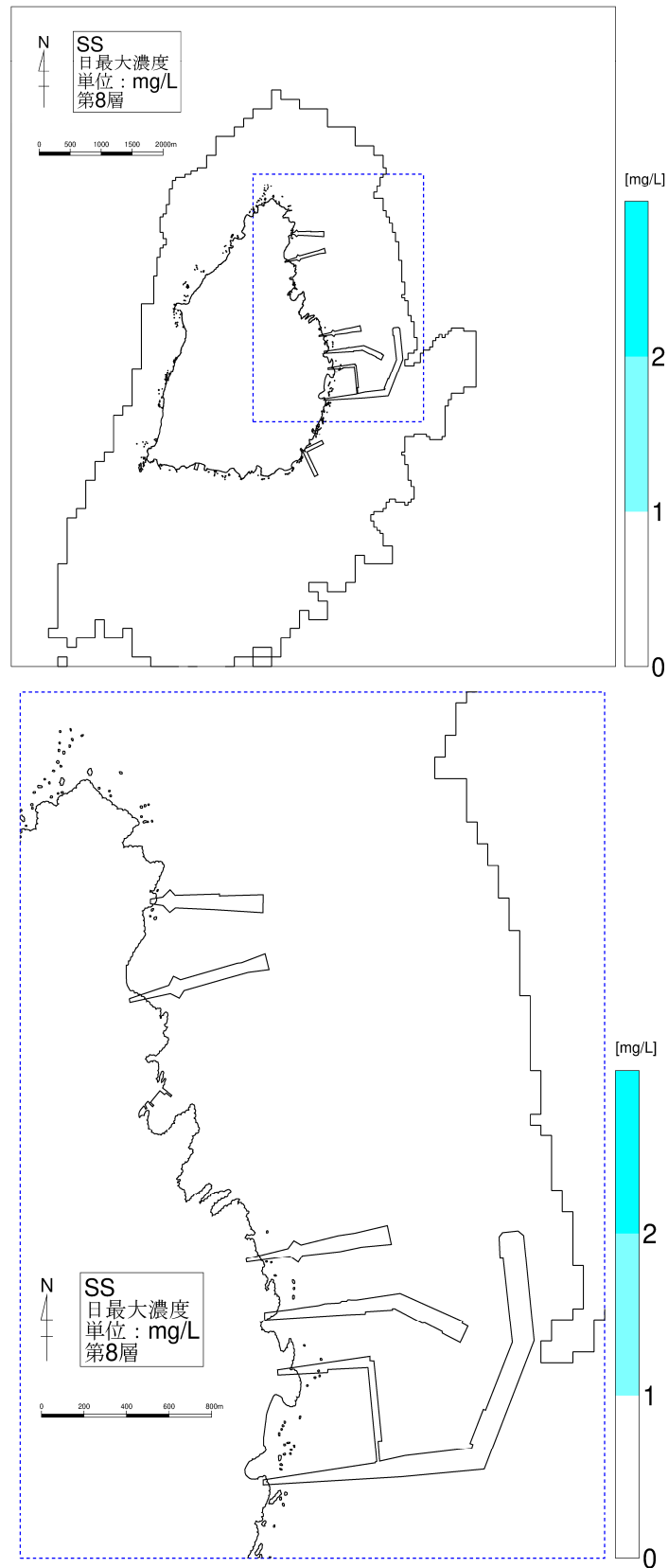
注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(6) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第6層[15~20m])



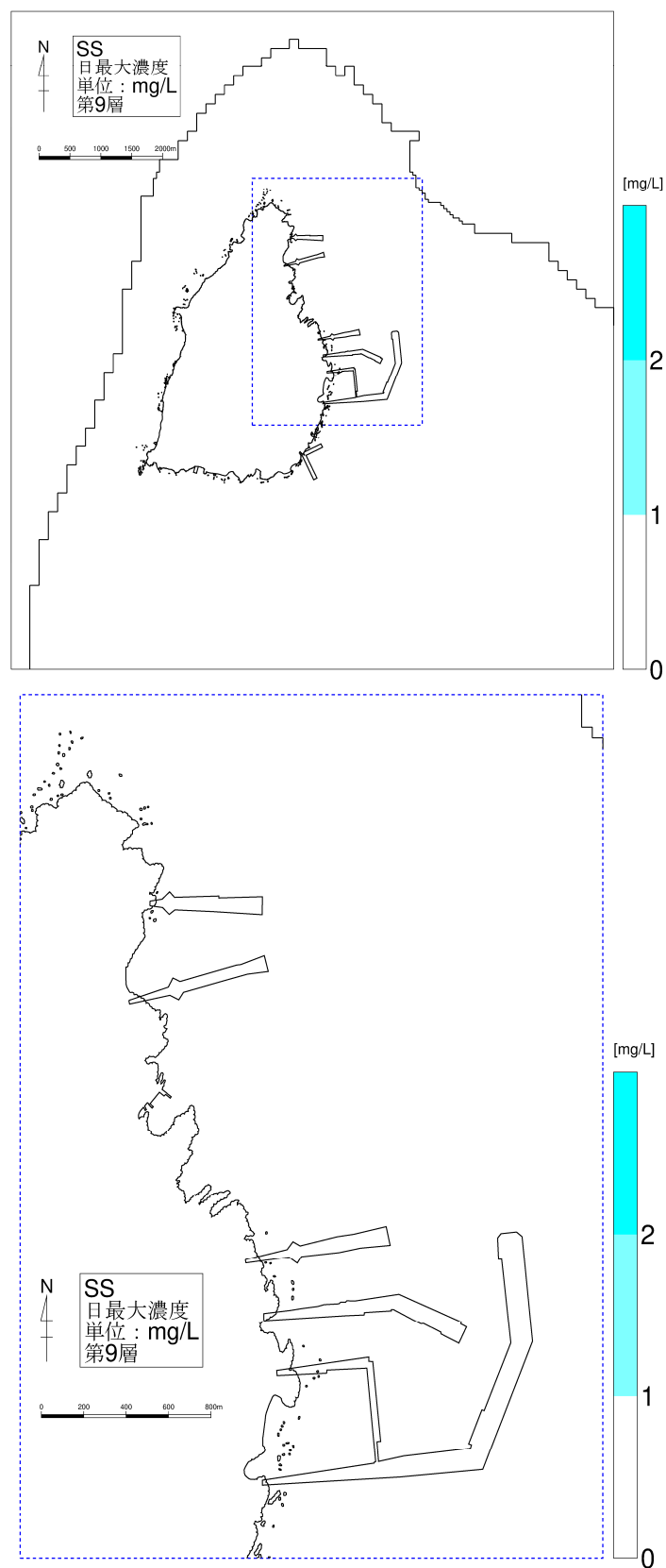
注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(7) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第7層[20～30m])



注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(8) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第8層[30～50m])



注) 図中の係留施設と仮設栈橋は、海上工事に伴う濁り負荷の発生位置との対応関係を分かり易くするために示したものであり、1年次1ヵ月目時点の施工の進捗状況を示すものではありません。

図-6.7.9(9) 工事中のSS予測結果
(1年次1ヶ月目、夏季、日最大値、第9層[50~100m])