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

環境要素	事後調査を行うこととした理由	事後調査の項目及び手法					事後調査の結果により環境影響の程度が著しいことが明らかになった場合の対応の方針
		調査項目		調査地点・範囲	調査時期・期間 工事中	調査方法	
土砂による水の濁り（陸域）	土砂による水の濁り（陸域）については、赤土等流出防止対策を講じるとする環境保全措置を予測の前提として検討した結果、濁水をSS 25mg/L以下にして放流することは可能であると予測したが、施工区域から流出する濁水のSS濃度の予測において、不確実性を伴うことから、濁水のSS濃度及び放流水質については事後調査を行い、その結果を踏まえて必要な措置を講じる。	陸域の造成	浮遊物質量（SS）、濁度	浮遊物質量（SS）は、濁水処理プラントの放流口、濁度は、美謝川及び切替え後の美謝川の各下流域の代表点	工事期間中（赤土等流出防止対策の施工期間）中の濁水処理水放流時。濁度は連続測定。	SS濃度は、調査地点で採水後に室内分析。濁度は、1年間の連続測定。	環境影響の程度が著しいと判断する基準 ・工事期間（赤土等流出防止対策の施工期間）中の濁水処理水放流時のSS濃度が25mg/Lを超過 ・放流先河川の河川水質がSS25mg/Lを超過 これらの状況が生じた場合は、必要に応じて専門家等の指導・助言を受けて、施工方法の見直しや環境保全措置の改善を図る。

1.3 土砂による水の濁り（海域）

(1) 調査項目

評価書においては、浮遊物質量（SS）及び濁度としている。

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

また、補足調査として、濁度測定時の海水の流れ（流向・流速）、水温及び塩分の現場観測を行うとともに、土砂による水の濁りの海底への堆積状況を確認するため、底質中の懸濁物質含有量（SPSS）の調査を行うこととする。

(2) 調査地点・範囲

1) 評価書における予測結果

海上工事においては、代替施設本体の護岸等における基礎捨石及び浚渫工事、海上ヤードにおける捨石マウンド、辺野古地先水面作業ヤードにおける基礎工、並びに代替施設本体の埋立工を濁り発生工種として想定している（図-1.3.1～図-1.3.3）。なお、これらの海上工事の実施に当たっては、汚濁防止膜及び汚濁防止枠を使用して濁りの拡散を低減させることとしている。

陸上工事においては、埋立土砂発生区域における土砂採取、工事用仮設道路、美謝川の切替え及び代替施設本体（飛行場施設）の造成の各工事に伴い、降雨時に裸地面から濁水が発生することを想定しているが、これらの濁水はSS25mg/L 以下に処理した後に海域に放流する計画としている（図-1.3.4）。

図-1.3.1　海上工事に係る護岸、埋立区域等の位置及び名称

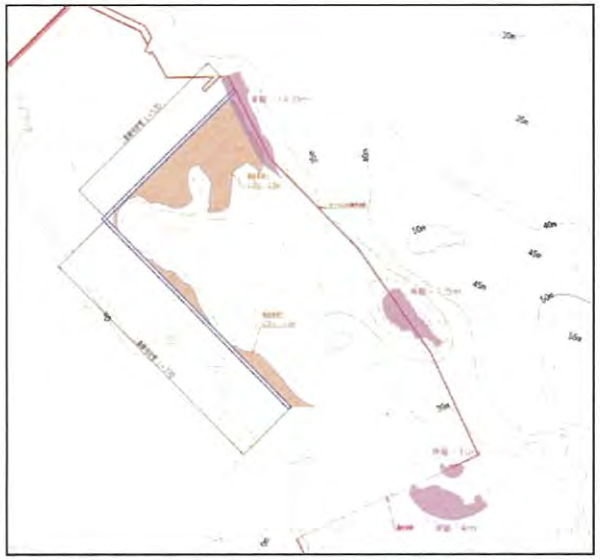


図-1.3.2　浚渫及び床掘の施工範囲

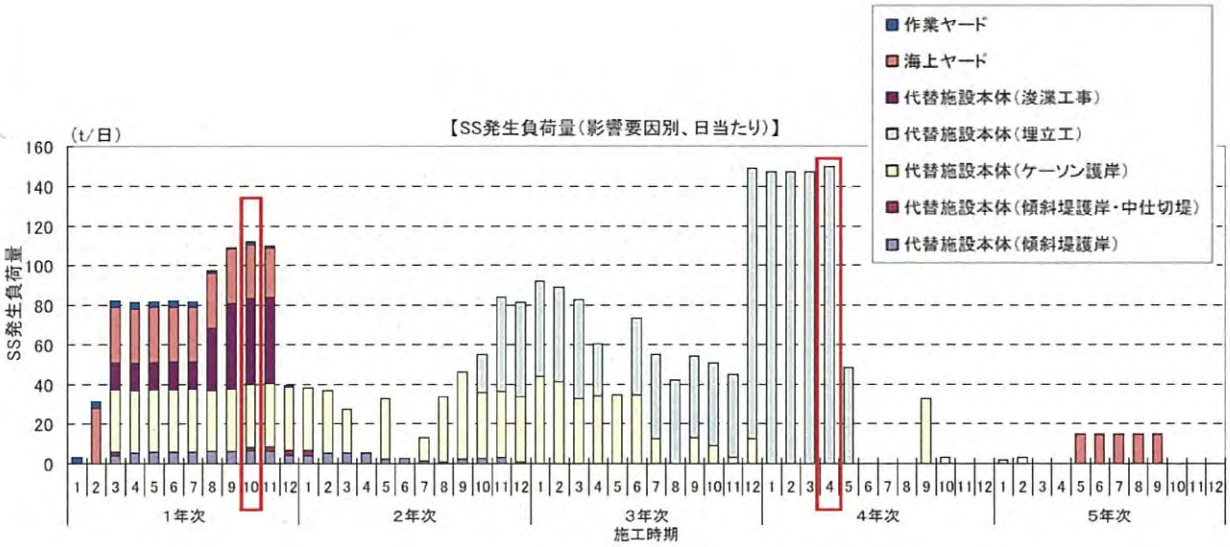


図-1.3.3　工事に伴う SS 発生量の推移

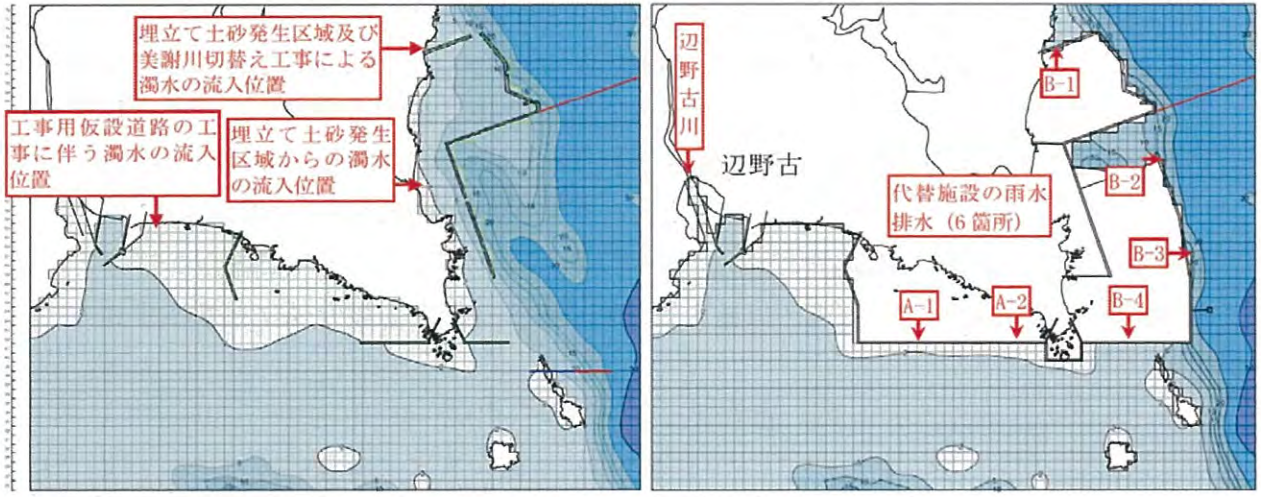


図-1.3.4　降雨時の SS 負荷の流入位置

注）左：埋立土砂発生区域における土砂採取、工事用仮設道路及び美謝川の切替えの工事に伴い発生する濁水の流入位置

右：代替施設本体（飛行場施設）の造成工事に伴い発生する濁水の流入位置

(a) 海上工事に伴い発生する水の濁り（平常時）

a) 1年次10ヶ月目の工事を想定した濁りの予測結果（図-1.3.5、図-1.3.6）

○夏季

・日最大濃度の寄与濃度2mg/Lの濁りは、第1層(0～2m)では南側護岸から約1km沖合まで汚濁防止膜の開口部から拡散し、大浦湾内では代替施設本体の北側の護岸から250m程度の範囲に拡散している。

・海上ヤード周辺に2mg/Lの分布がみられ、辺野古地先水面作業ヤードの工事及び辺野古リーフ上の護岸工事で2mg/Lの局所的な分布がみられる。

・代替施設本体の工事による濁りは、下層ほど拡散範囲が狭くなっているが、海上ヤード周辺の2mg/Lの分布範囲は第1層(0～2m)よりやや広がる傾向となっている。

○冬季

・日最大濃度の寄与濃度2mg/Lの濁りは、全ての層で工事の施工場所近傍でみられる程度となっている。

注）上記の予測結果は沈降速度が遅い場合の予測結果を示したものである。沈降速度が速い場合については、日最大濃度の寄与濃度2mg/Lの範囲は、夏季及び冬季の全層において狭まると予測されたことから、水の濁りの予測結果としては、沈降速度が遅い条件について評価していくことが適切と判断している。

SS発生位置			工種	SS発生量（t/日）
①	傾斜堤護岸	K-3	基礎捨石	1.2
②		K-4	基礎捨石	1.2
③		K-8	基礎捨石	1.9
④		K-9	目潰し砕石、腹付材、基礎捨石	2.4
⑤	中仕切堤	N-1	基礎捨石	1.2
⑥	ケーソン式護岸	C-3	基礎捨石	31.8
⑦	2重締切矢板式護岸	航路	浚渫工	43.6
⑧	海上ヤード	C.D.L-17m	捨石マウンド	19.5
⑨		C.D.L-6m	捨石マウンド	8.3
⑩	辺野古地先水面作業ヤード	漁港西側対岸	基礎工	1.0

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動率を考慮して設定しました。

図-1.3.5　SS発生位置及び発生量（1年次10ヶ月目）

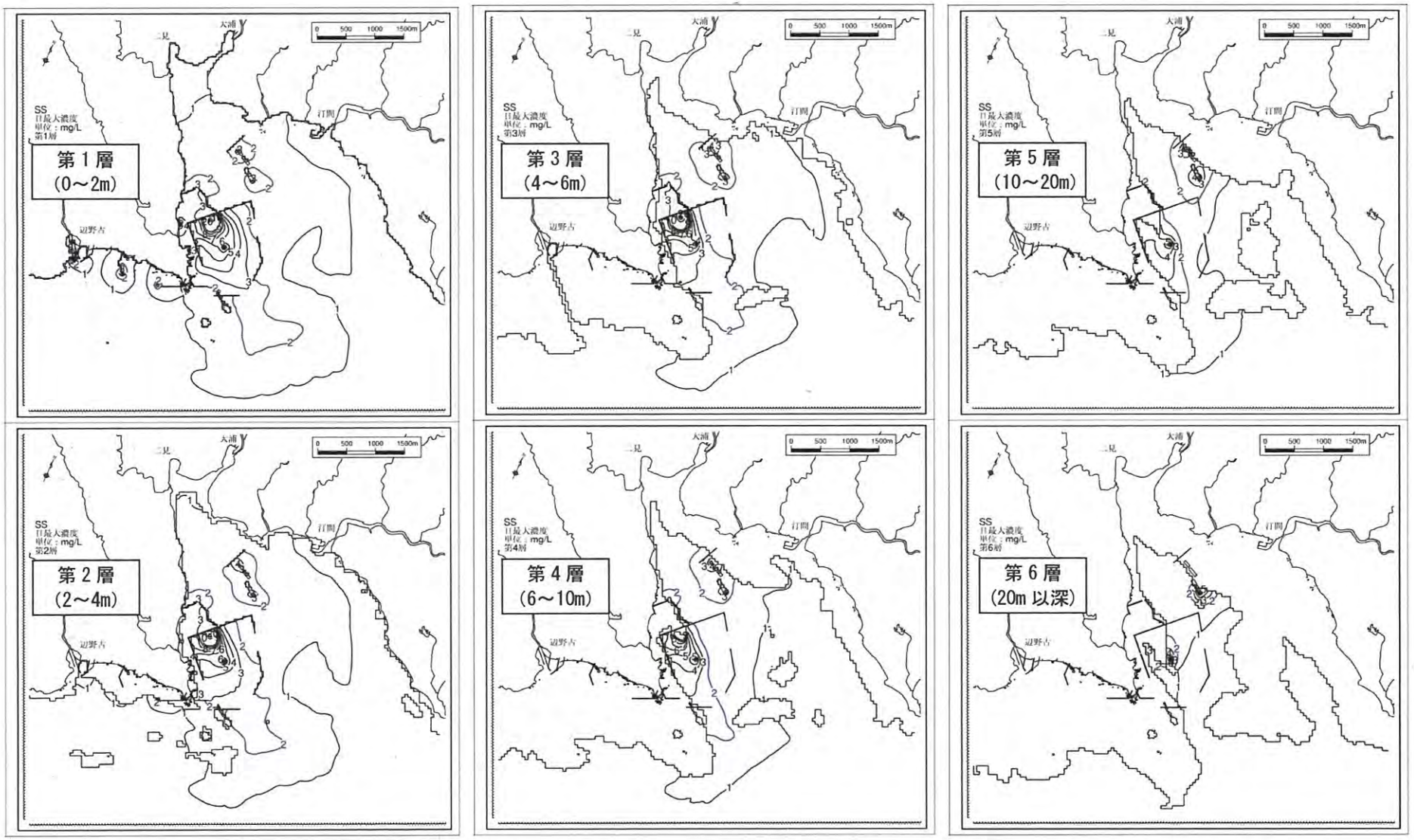


図-1.3.6(1)　評価書における海上工事に伴い発生する水の濁りの予測結果（1 年次 10 ヶ月目、夏季、日最大値）

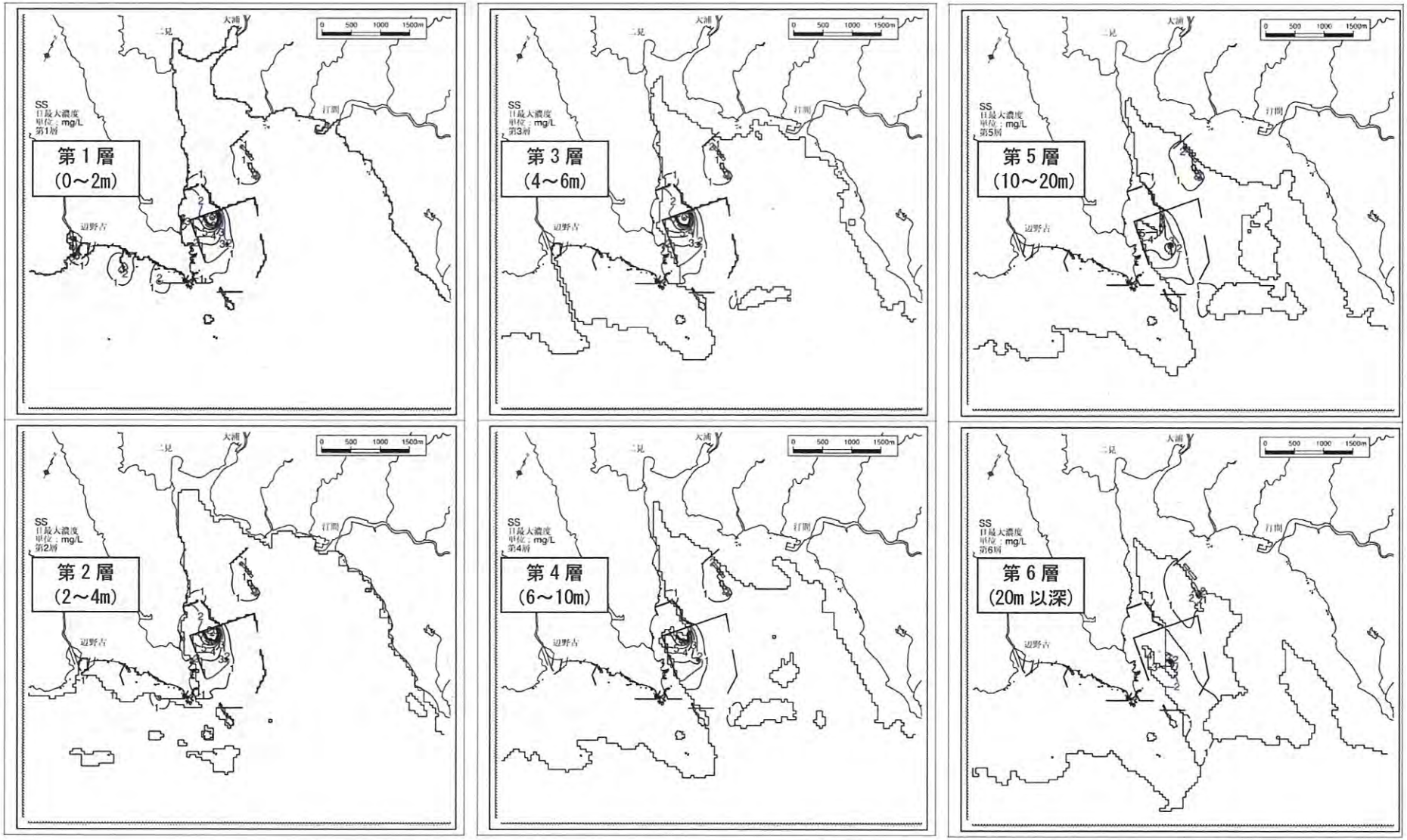


図-1.3.6(2)　評価書における海上工事に伴い発生する水の濁りの予測結果（1 年次 10 ヶ月目、冬季、日最大濃度）

b）4年次4ヶ月目の工事を想定した濁りの予測結果（図-1.3.7、図-1.3.8）

4年次4ヶ月目の工事においては、当初計画では最終の埋立区域が閉鎖系水域にならず、開口部から外側に濁りが拡散すると予測されたため、この濁りの影響を低減させるための新たな環境保全措置として、開口部に汚濁防止膜を追加展張することを計画し、その場合の予測計算を行った。

○夏季

・日最大濃度の寄与濃度2mg/Lの濁りは、当初計画に比べて低減し、第1層(0～2m)では南側護岸から約 1.5km 沖合まで拡散し、東西方向には長島の東側から大浦湾口部にかけての約1kmの範囲に広がっている。

・大浦湾奥部に対しては、代替施設本体の北側護岸よりも湾奥側には濁りはみられず、第4層(6～10m)で2mg/Lの濁りがわずかに大浦湾奥部にみられるが、代替施設本体の近傍に限られている。

○冬季

・日最大濃度の寄与濃度2mg/Lの濁りは、全ての層で工事の施工場所近傍でみられる程度となっている。

SS発生位置			工種	SS発生量（t/日）
①	埋立区域	③-7	埋立工(空港島切土)	117.6
②		③-8	埋立工(空港島切土)	32.0

注）1. 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動率を考慮して設定しました。
2. 追加展張する汚濁防止膜の効果については、汚濁防止膜の除去率50%を適用し、上記のSS発生量に除去率を考慮したSS発生量で予測しました。

図-1.3.7　SS発生位置及び発生量（4年次4ヶ月目）

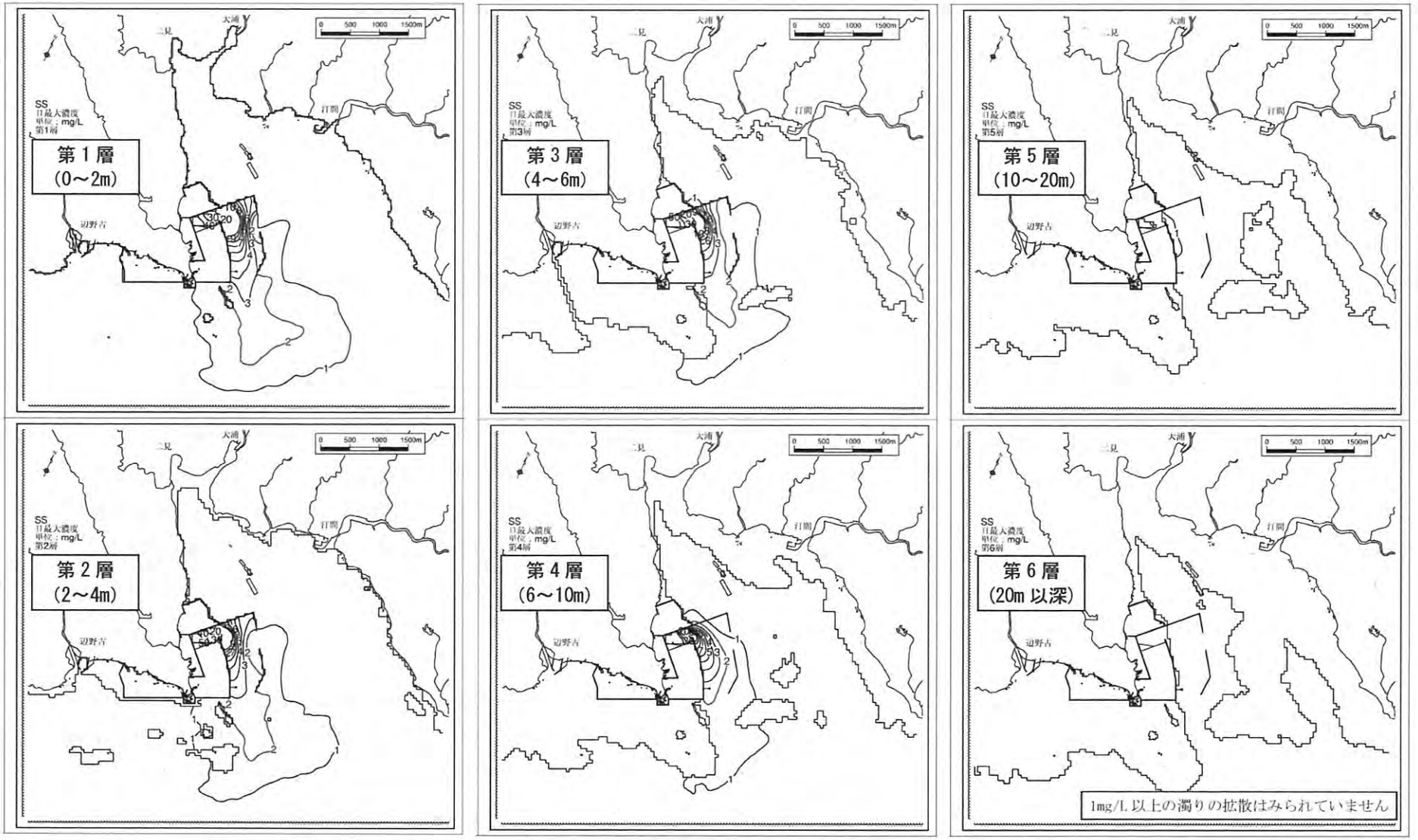


図-1.3.8(1)　評価書における海上工事に伴い発生する水の濁りの予測結果（4 年次 4 ヶ月目【汚濁防止膜の追加展張】、夏季、日最大値）

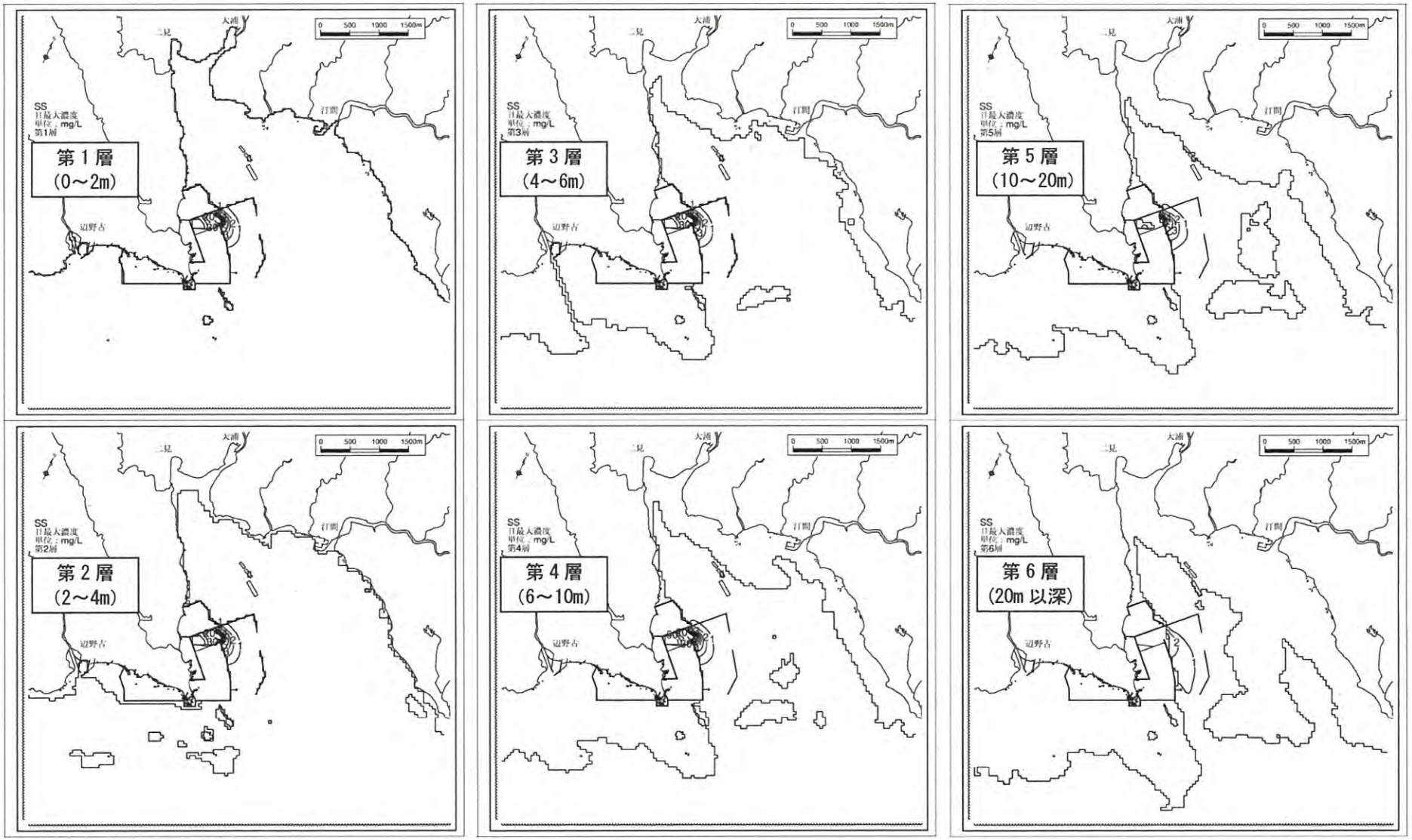


図-1.3.8(2)　評価書における海上工事に伴い発生する水の濁りの予測結果（4 年次 4 ヶ月目【汚濁防止膜の追加展張】、冬季、日最大値）

(b) 海上工事に伴い発生する水の濁りの海底への堆積（平常時）

a) 1年次10ヶ月目の工事（図-1.3.5）を想定した濁りの堆積の予測結果（図-1.3.10）

・沈降速度が遅い条件の場合は、0.1mm以上の堆積がみられる範囲は、主に汚濁防止膜内の浚渫工事等や海上ヤードの施工場所であり、1mm以上の堆積は汚濁防止膜内に限定されている。

・沈降速度が早い条件の場合は、0.1mm以上の堆積がみられる範囲は施工場所近傍の局所的な範囲に限定されている。

b) 4年次4ヶ月目の工事（図-1.3.7）を想定した濁りの堆積の予測結果（図-1.3.10）

・0.1mm以上の堆積がみられる範囲は代替施設本体の工事の施工場所で、汚濁防止膜内に限られる。

c) 全工事期間における濁りの堆積の予測結果（図-1.3.9）

・堆積がみられる範囲は、海上ヤードを含む代替施設本体の東側護岸の前面海域や南側護岸などの施工場所近傍となっている。

・代替施設本体の東側では、1mm以上の堆積が比較的広範囲に及んでいるが、堆積量の多い場所は海上ヤードの施工場所や代替施設本体の護岸近傍となっている。

・台風等の気象・海象条件による撹乱等の変動を考慮すれば、海上工事に伴う濁りの堆積が施工場所近傍で集中的に生じ、かつ、その影響が継続することはないものと考えられる。

注）全工事期間における濁りの堆積については、各予測対象時期で得られた堆積の結果を積分することにより概略値で算出したものであり、台風等の気象・海象条件によって底質は乱されないという前提に予測を行っている。なお、1年次10ヶ月目については沈降速度が遅い場合の予測結果を、4年次4ヶ月目については汚濁防止膜を追加展張した場合の予測結果を用いている。

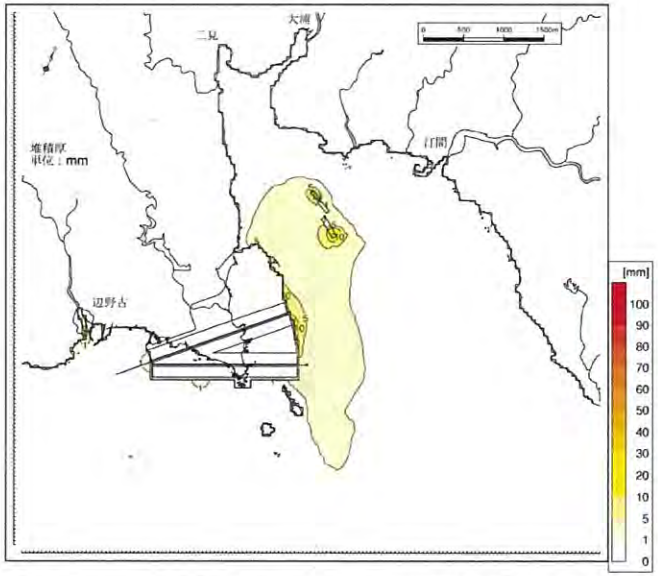


図-1.3.9　全工事期間での最大堆積厚の予測結果

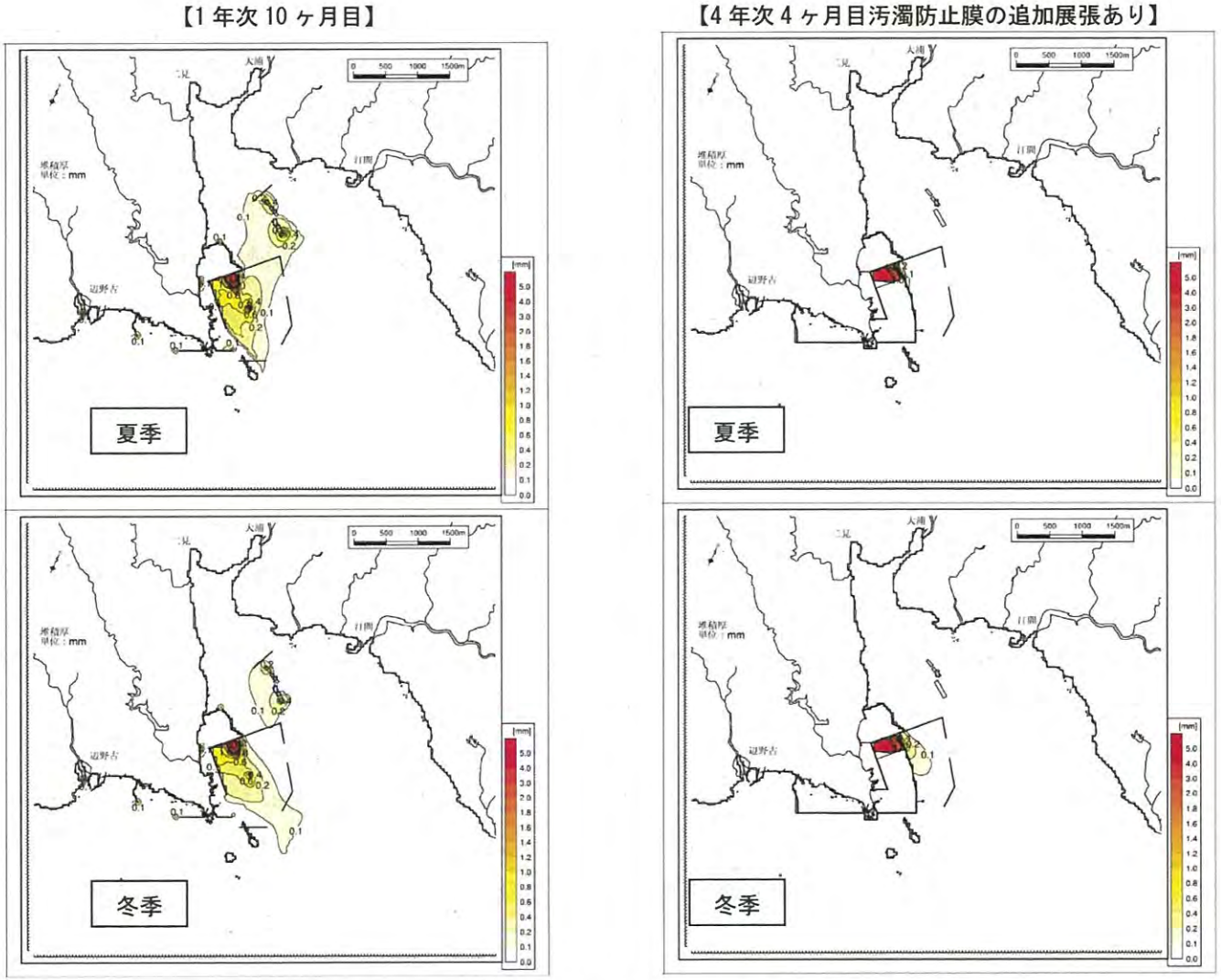


図-1.3.10　海上工事に伴う1ヶ月当たりの最大堆積厚の予測結果

(c) 海上工事に伴い発生する水の濁り及び堆積が海域生物に及ぼす影響

a) サンゴ類

○水の濁り（図-1.3.11～図-1.3.12）

・1年次10ヶ月目においては、SS 2mg/Lを上回る濃度は、長島の南側及び中干瀬の生息範囲の一部でみられるが、注目すべきサンゴ群生の分布域及び比較的高被度（被度25%以上）の生息範囲には拡散しない。

・海上ヤードにおける捨石工事（1年次10ヶ月目）による濁りは、海上ヤード西側に設置した汚濁防止膜の内側に留まり、SS 2mg/L以上の濁りは西側約300mに分布する注目すべきサンゴ群生である塊状ハマサンゴ群生の生息範囲には拡散しない。

・4年次4ヶ月目においては、汚濁防止膜を追加展張したことにより、SS 2mg/L以上の濁りは長島の南側及び中干瀬の一部の生息範囲（約11ha）でみられるが、注目すべきサンゴ群生の分布域及び比較的高被度（被度25%以上）の生息範囲には拡散しない。

・以上のように、SS 2mg/Lを超える濁りは生息範囲の一部に拡散するが、注目すべきサンゴ群生及び比較的高被度（被度25%以上）の生息範囲には拡散しないと予測され、現況の生息環境は保全されるものと推察される。しかし、工事中は濁りの監視を行い、評価基準を超える濁りがみられた場合は、施工方法の見直し等の対策を講じることにより、サンゴ類の生息環境の保全に努める。

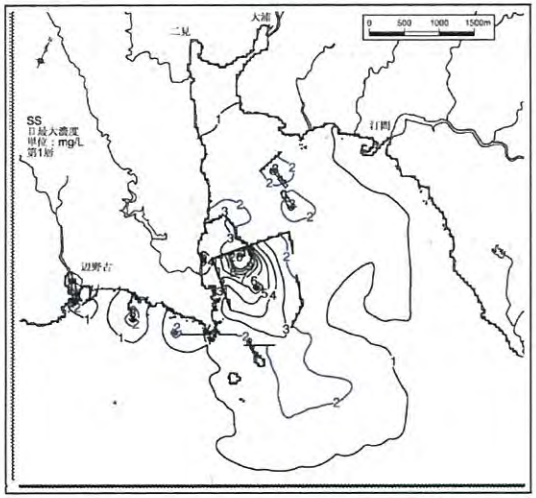
○濁りの堆積（図-1.3.13、図-1.3.14）

・サンゴ類の生息範囲におけるSPSS値の増加は、1年次10ヶ月目及び4年次4ヶ月目の1ヶ月当たり、全工事期間ともに小さく、0.4kg/m^{3}以下と予測される。また、海上ヤードの西側約300mに分布する塊状ハマサンゴ群生に対しても、汚濁防止膜の効果により濁りの堆積は防止され、SPSS値の増加は小さいと推定される。

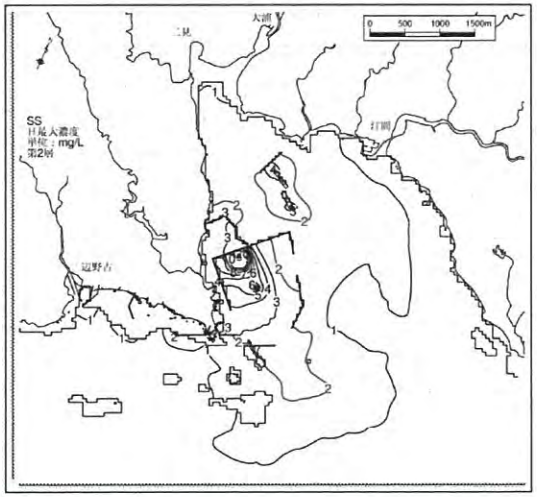
・以上のように、サンゴ類の生息範囲においては工事中の濁りの堆積に伴うSPSS値の増加は小さいと予測され、サンゴ類の現況の生息環境は維持されると推察される。

注）サンゴ類に対する濁りの保全目標として、既往知見、事業実施区域周辺における濁り（SS）の現況をもとにSS 2mg/Lを目安と考え、工事中の水の濁りがサンゴ類に及ぼす影響は、「SS 2mg/L 以下であること」を評価基準として予測・評価した。また、サンゴ類に対する濁りの堆積の影響については、サンゴ類の生息範囲におけるSPSS値が現況より大きな変化が生じないことを評価基準として予測・評価した。

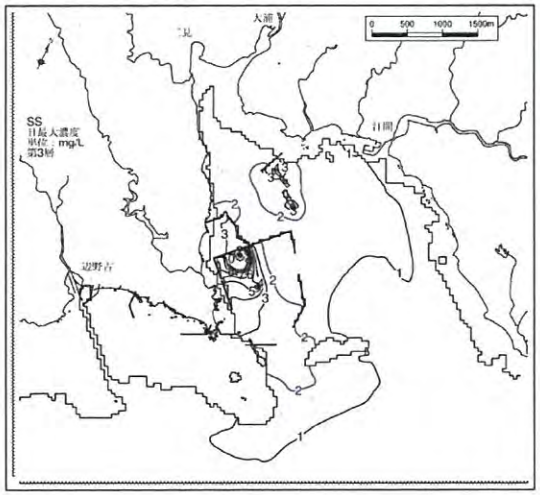
（第 1 層 （0～2m））



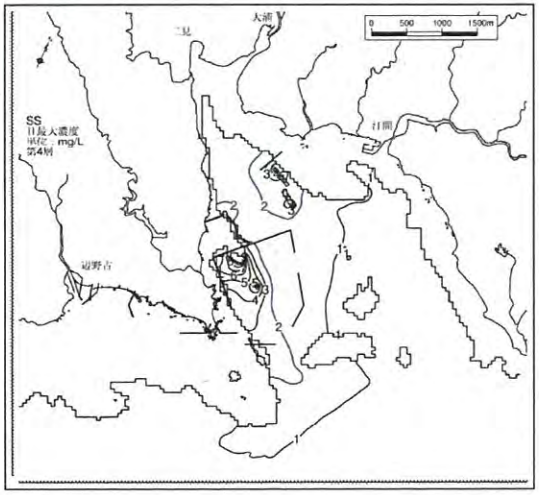
（第 2 層 （2～4m））



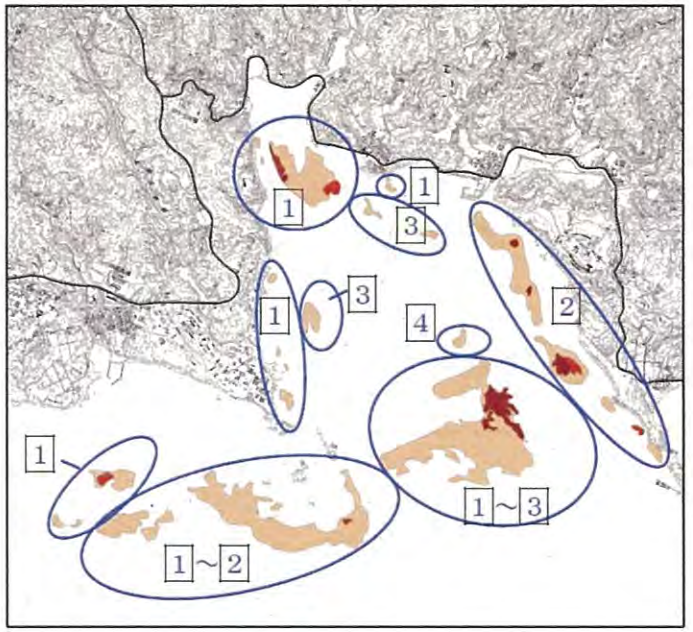
（第 3 層 （4～6m））



（第 4 層 （6～10m））



（サンゴ類の生息範囲）



【被度】

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

【生息水深層】

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

図-1.3.11　1 年次 10 ヶ月目の濁り (SS 濃度) の拡散予測結果とサンゴ類の生息範囲（夏季・日最大値）

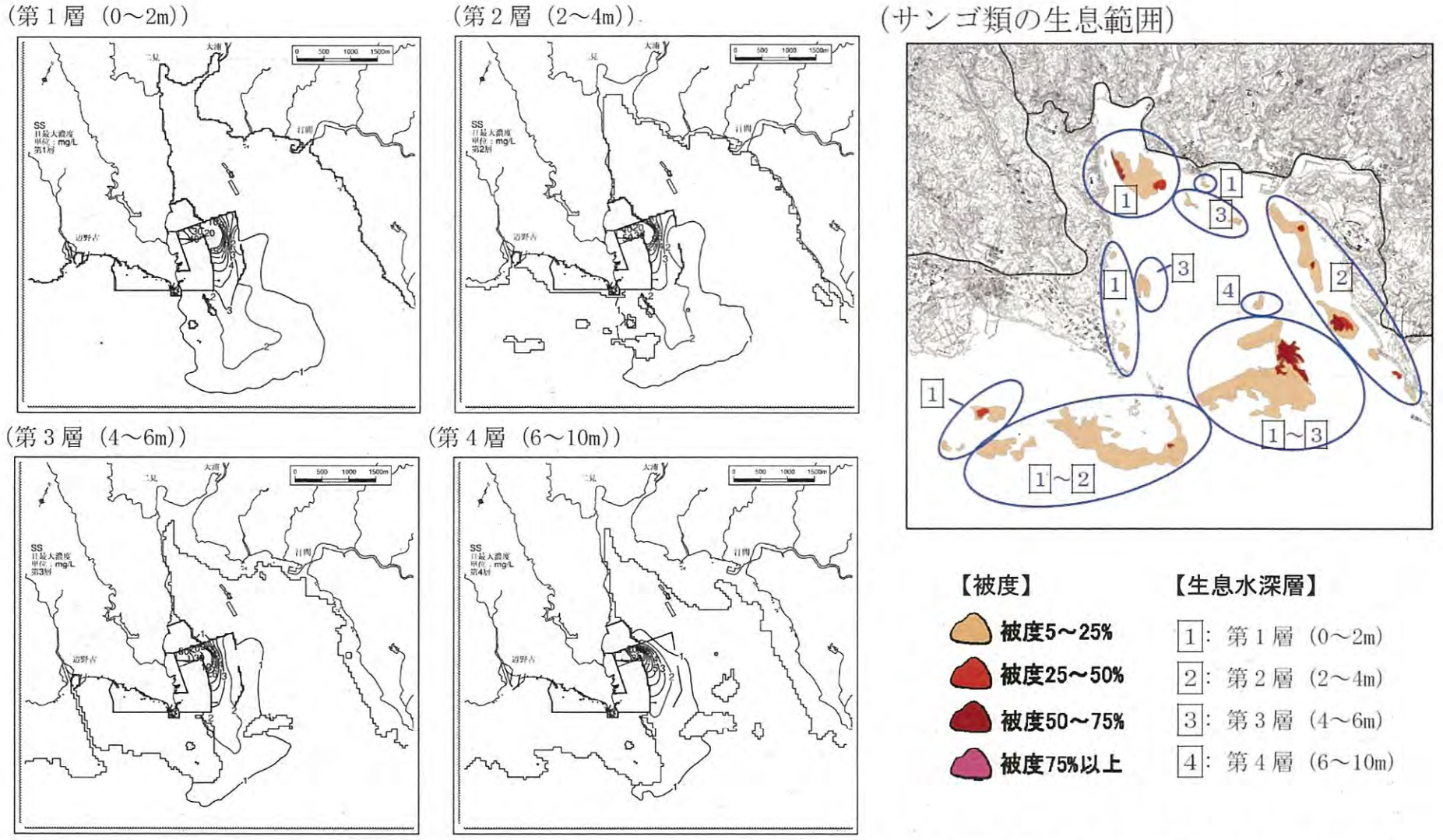
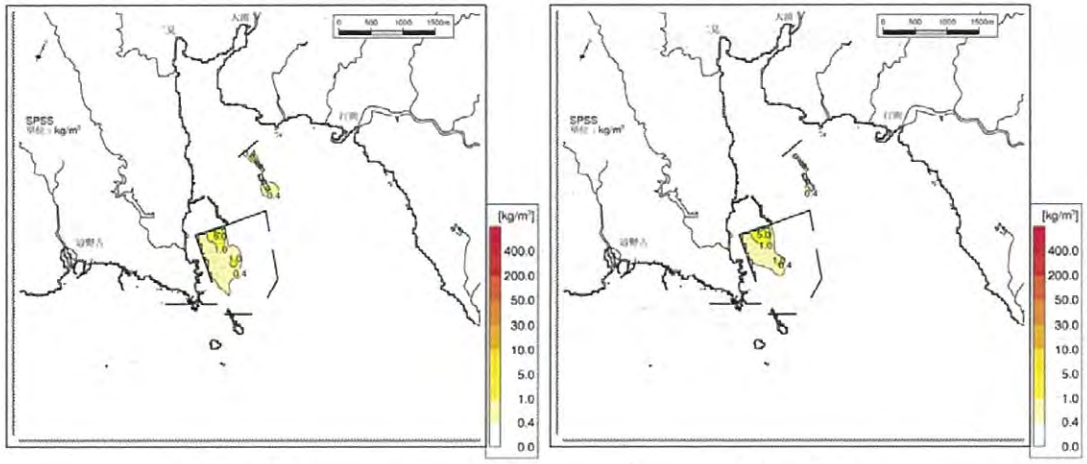


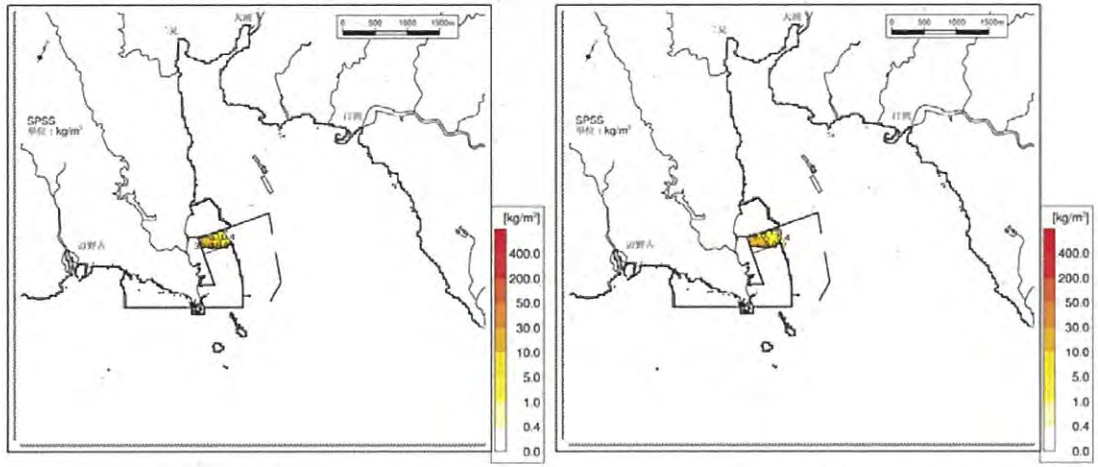
図-1.3.12　4年次4ヶ月目（汚濁防止膜の追加展張後）の濁り(SS濃度)の拡散予測結果とサンゴ類の生息範囲（夏季・日最大値）

・1年次10ヶ月目



（夏　季）　　（冬　季）

・4年次4ヶ月目（汚濁防止膜の追加展張後）



（夏　季）　　（冬　季）

（サンゴ類の生息範囲）

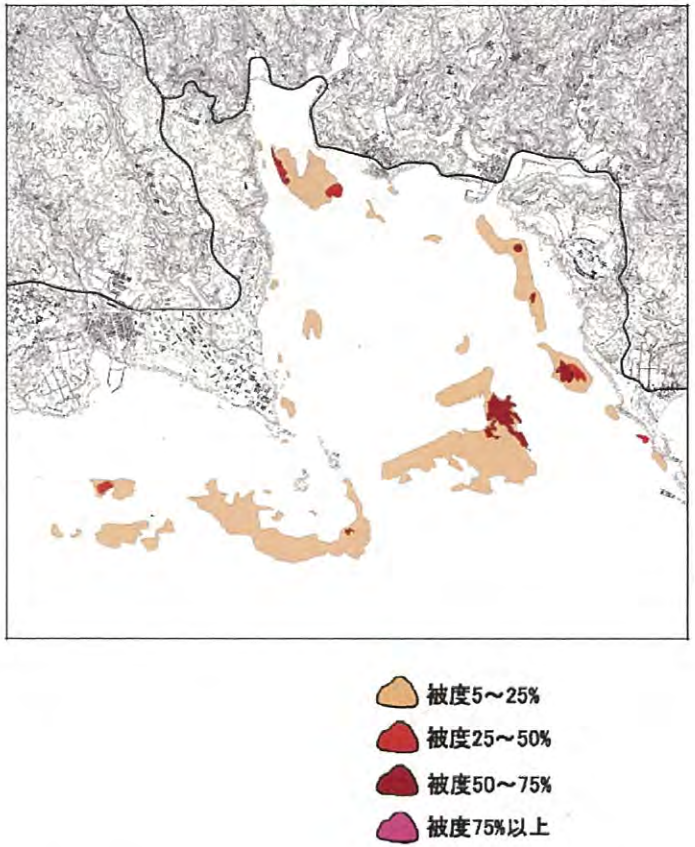
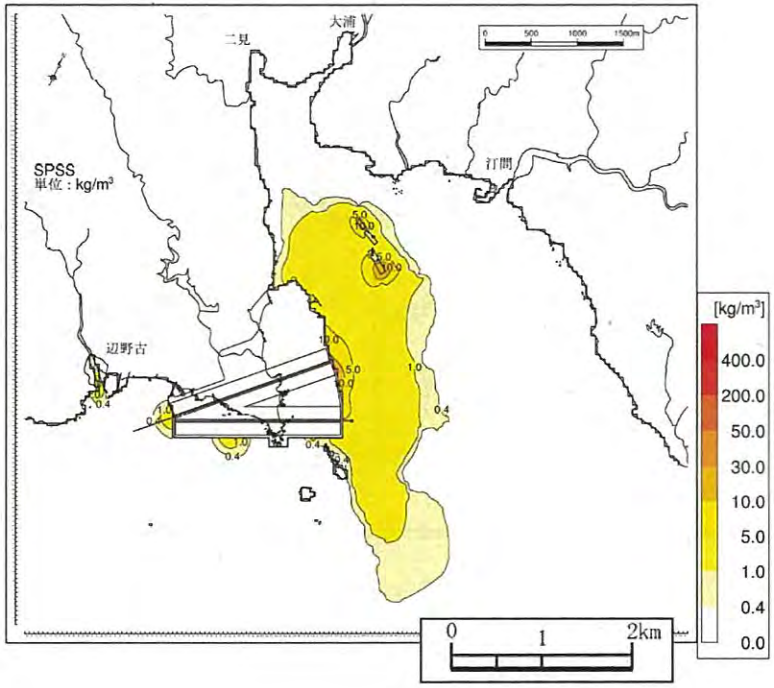


図-1.3.13　工事に伴う1ヶ月当たりのSPSS（増加分）の予測結果とサンゴ類の生息範囲

・全工事期間



（サンゴ類の生息範囲）

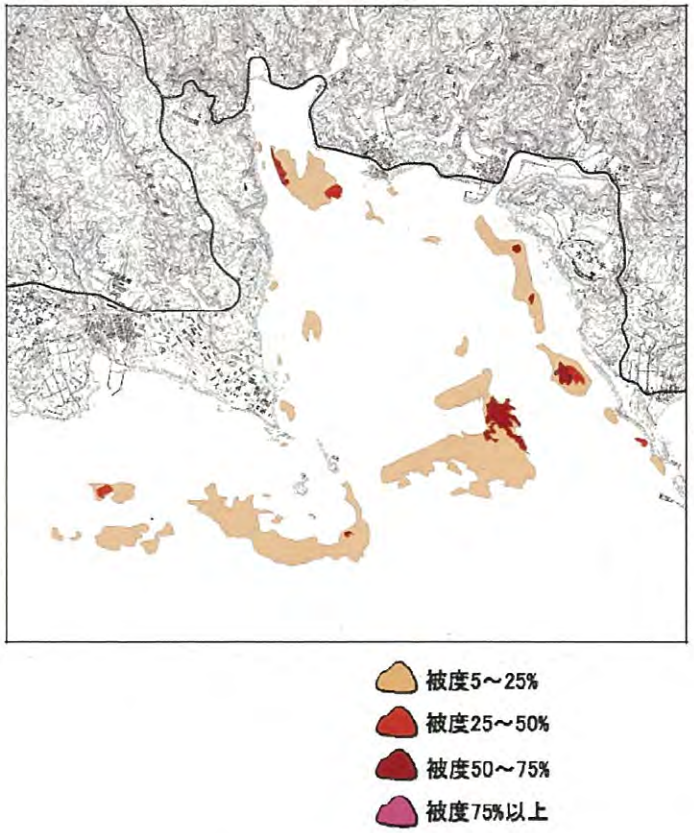


図-1.3.14　全工事期間での SPSS（増加分）の予測結果とサンゴ類の生息範囲

b）海藻草類

○海藻類（図-1.3.15、図-1.3.16）

・1年次10ヶ月目においては、生育範囲には2mg/L以上の濁りは拡散しない。

・4年次4ヶ月目には、汚濁防止膜を追加展張したことにより、生育範囲にはSS 2mg/L以上の濁りはほとんど拡散しない。

・汚濁防止膜で囲まれた海域や海上ヤードの設置工事区域の近傍では、堆積量（月最大堆積量）が 0.3mm 以上となる範囲がみられるが、生育範囲においてはほとんど堆積しない。

・以上のことから、工事中の水の濁りや堆積による生育環境の変化は小さく、現況の生育環境は維持されるものと推察される。

○海草類（図-1.3.17、図-1.3.18）

・1年次10ヶ月目においては、辺野古地先のリーフ内の施工地点近傍の生育範囲において2mg/L以上の濁りが拡散する。

・4年次4ヶ月目には、辺野古地先側の工事区域において濁りはほとんど発生しないため、当初計画においても生育範囲でSS 2mg/Lを上回る濁りは拡散せず、汚濁防止膜を追加展張したことにより、海草類の生育範囲への濁りの拡散はさらに低減する。

・堆積量（月最大堆積量）が0.1mm以上となる範囲は汚濁防止膜で囲まれた海域及び海上ヤードの設置工事区域周辺でみられるが、海草類の生育域においてはほとんど堆積しない。

・以上のことから、工事中の濁りに伴う生育環境の変化は小さいが、辺野古地先のリーフ内の施工地点近傍では評価基準を上回る濁りの拡散が予測されるため、工事中は濁りの監視を行うとともに、海草藻場の生育状況が明らかに低下してきた場合には、必要な環境保全措置を講じる。

注）海藻類については、既往知見をもとに水の濁りは「SS 2mg/L 以下であること」、堆積は「0.3mm 以下であること」を評価基準として予測を行った。また、海草類については、事業実施区域周辺における濁り（SS）の現況及び既往知見をもとに、水の濁りは「SS 2mg/L 以下であること」を評価基準として予測を行い、堆積については海草類の影響に対する定量的な関係が明確ではないため、堆積厚の予測結果をもとに定性的に予測した。

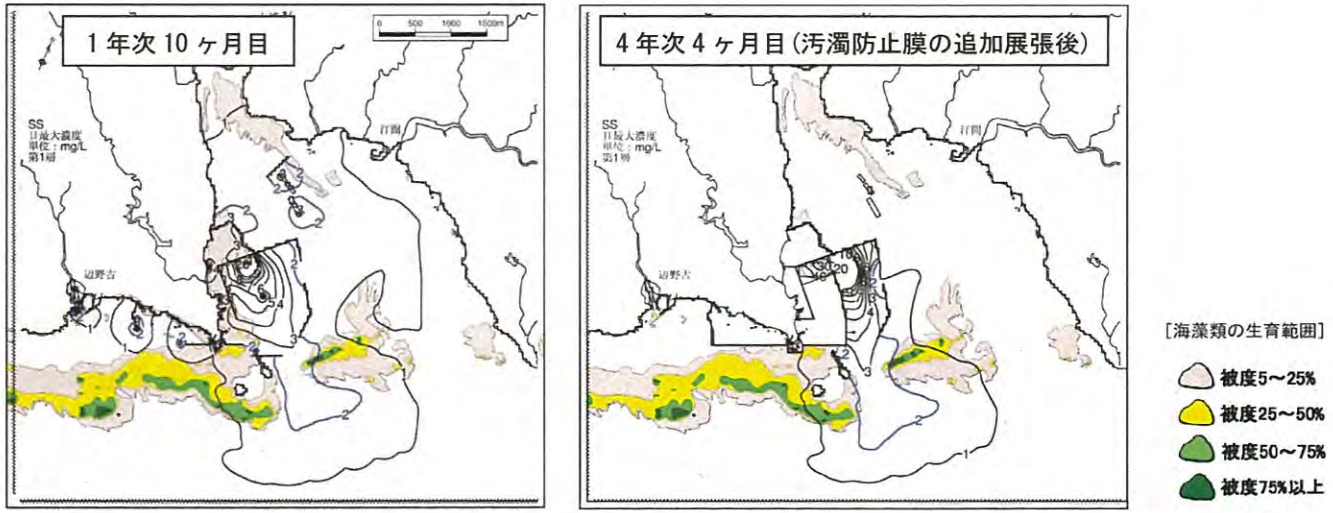


図-1.3.15　濁りの拡散予測結果と海藻類の生育範囲（夏季・日最大値・第1層（0～2m））

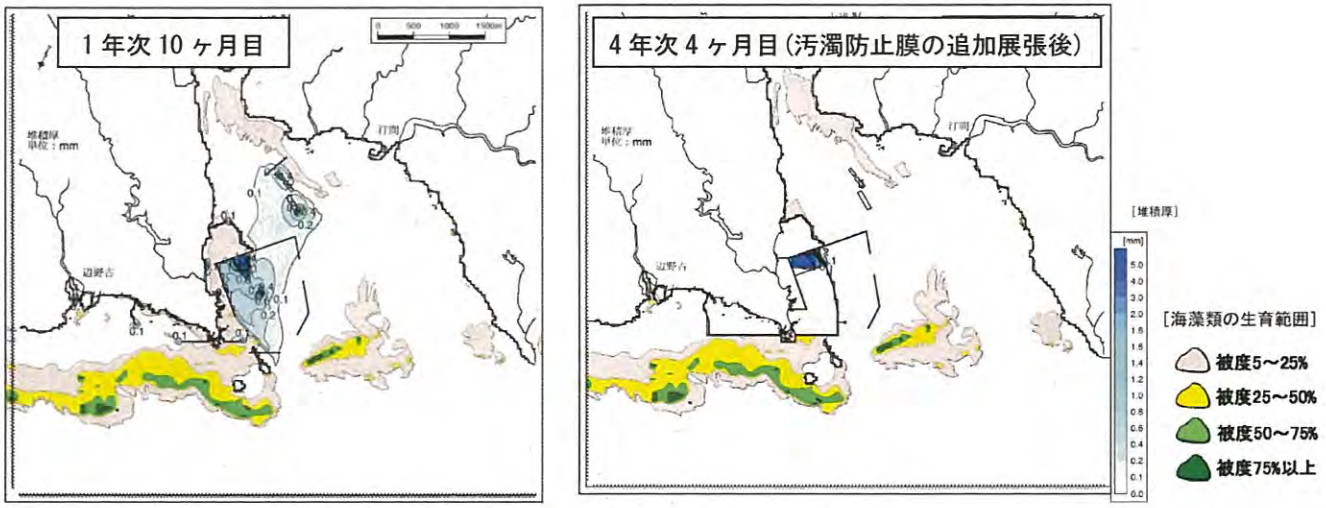


図-1.3.16　濁りの堆積予測結果と海藻類の生育範囲（夏季・1ヶ月当たりの堆積厚）

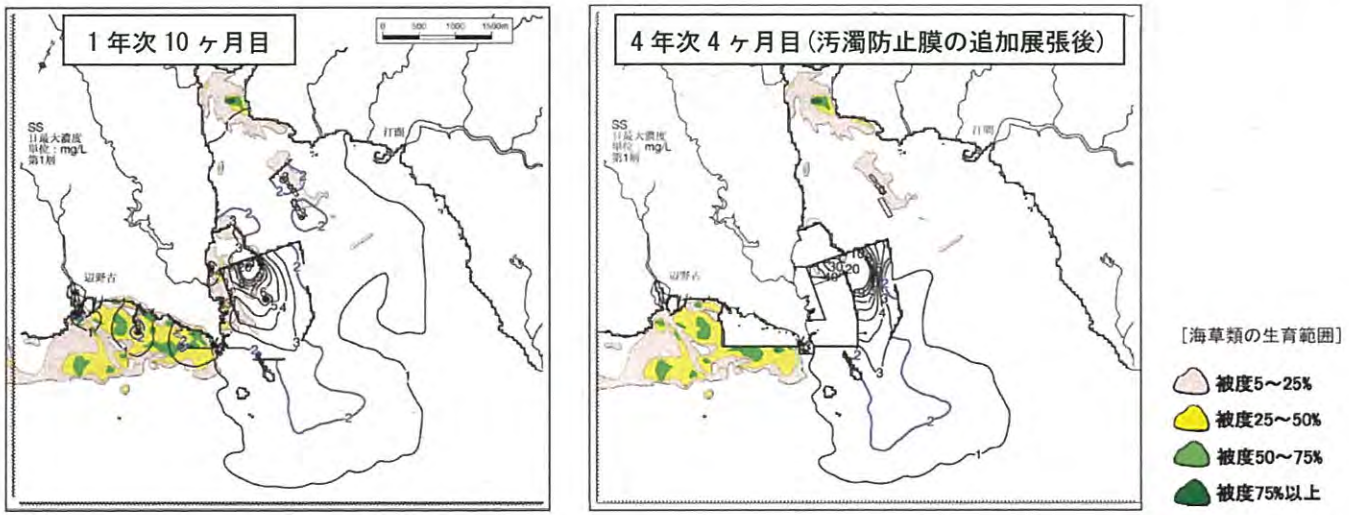


図-1.3.17　濁りの拡散予測結果と海草類の生育範囲（夏季・日最大値・第1層（0～2m））

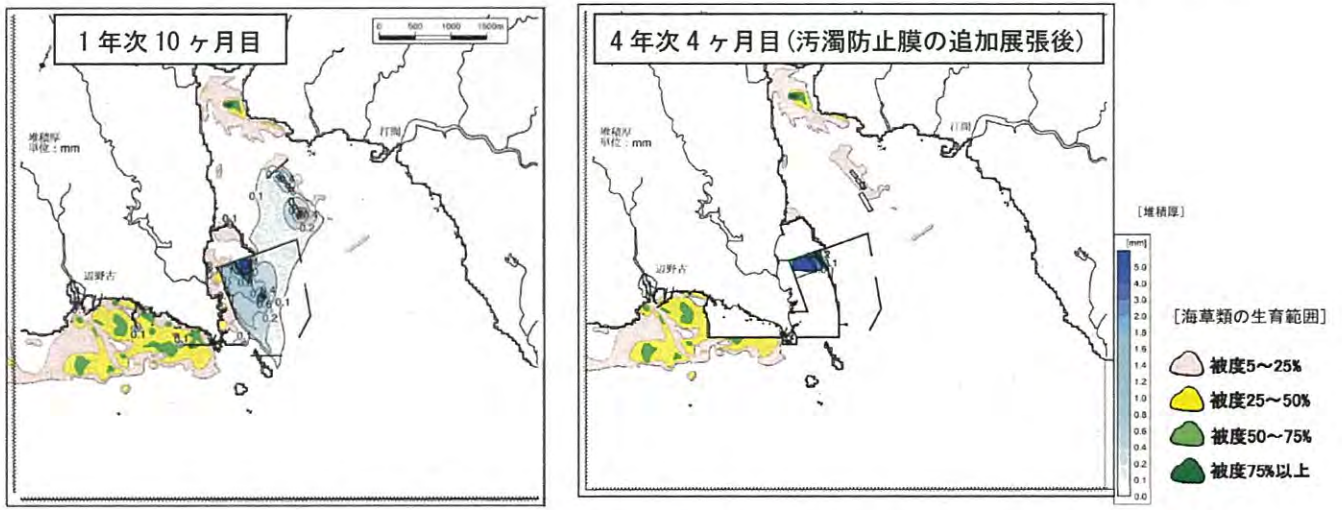


図-1.3.18　濁りの堆積予測結果と海草類の生育範囲（夏季・1ヶ月当たりの堆積厚）

2）現況における濁りの分布状況

平成 19 年度の夏季から平成 20 年度の冬季にかけて実施した濁度及び SS についての既往の調査結果を図-1.3.20に示す。

SS についてみると、平常時は辺野古川河口や大浦湾奥部の調査地点を除いて 1mg/L もしくは定量下限値（1mg/L）未満であり、降雨時においても、2mg/L を超える調査地点は辺野古川河口や大浦湾奥部とその周囲の調査地点に限られている（図-1.3.19、図-1.3.20）。

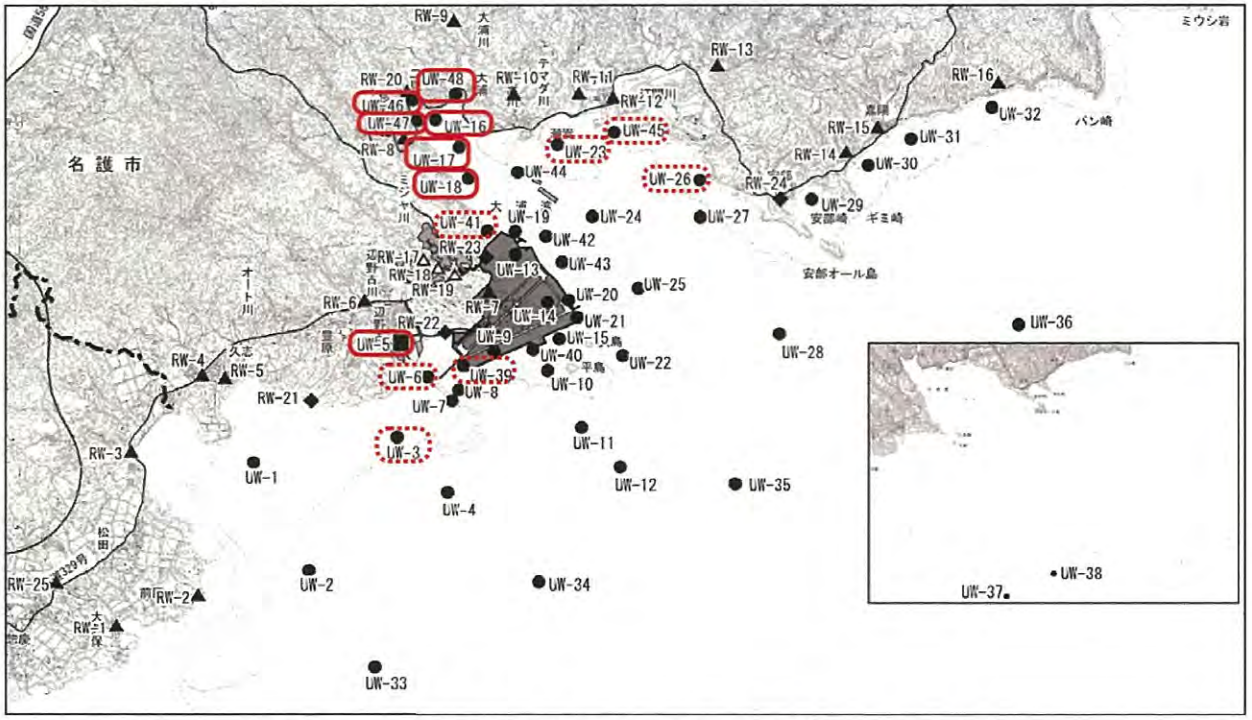


図-1.3.19　濁度及び SS についての既往の調査地点

注）1. 海域における調査地点は●もしくは■で示した 48 地点（UW-1～48）である。
2. 平成 19 年度は平常時の調査のみ 3 季（夏季、秋季、冬季）の 2 潮時（満潮時、干潮時）に 38 地点（UW-1～38）において実施している。
3. 平成 20 年度は平常時の調査を 4 季（春季～冬季）・2 潮時に、降雨時の調査を 3 回・2 潮時に、48 地点（UW-1～48）において実施している。
4. 平常時の調査（計 7 季・2 潮時）において、2mg/L 以上の SS が複数回確認された調査地点を◯で示した。
5. 降雨時の調査においてのみ、2mg/L 以上の SS が複数回確認された調査地点を◯で示した。

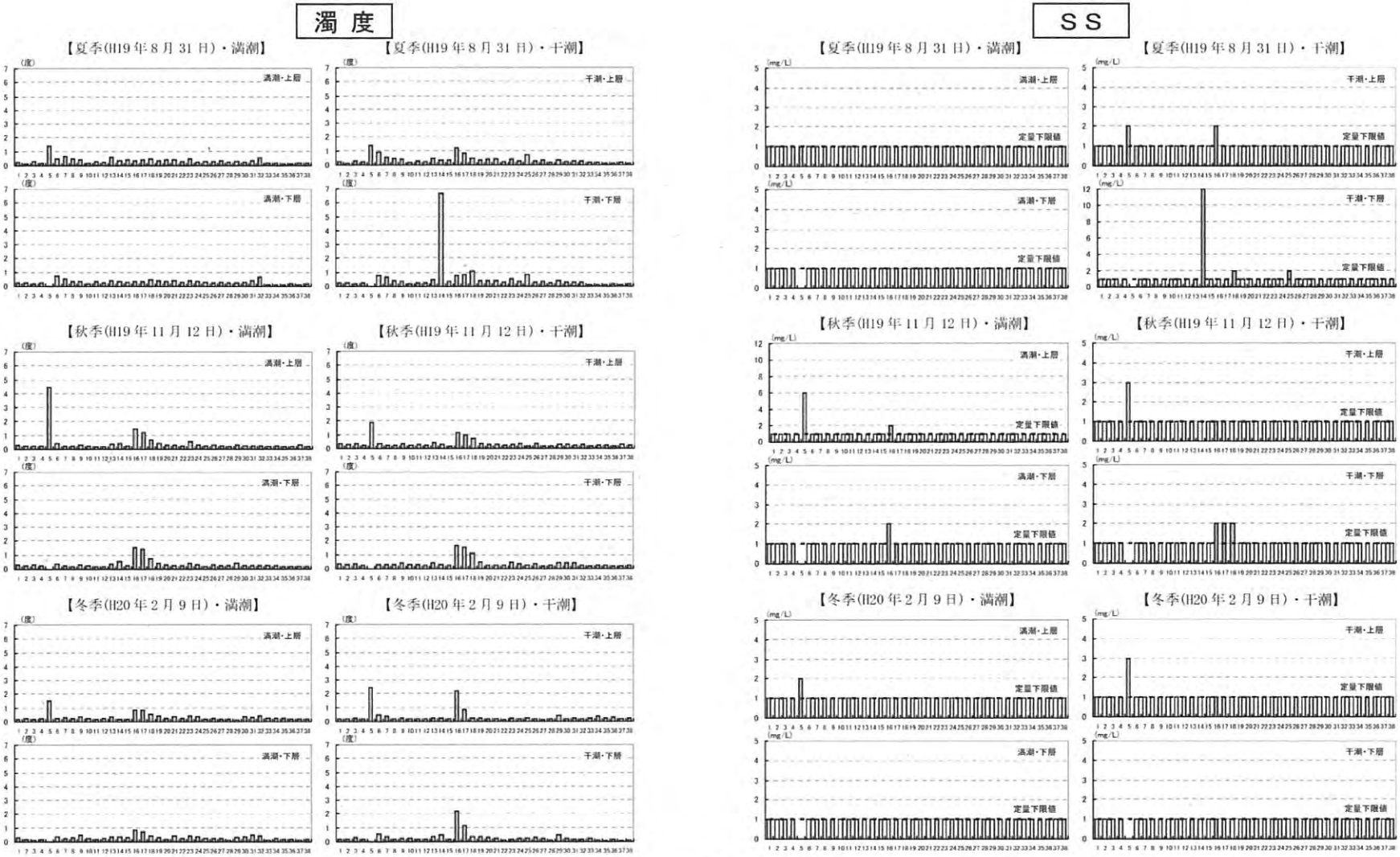


図-1.3.20(1)　既往の調査における濁度及び SS の調査結果（平成 19 年度：夏季～冬季、平常時）

注）SS の調査結果において、図中で白抜きの棒グラフは、定量下限値（破線）未満であることを示している。

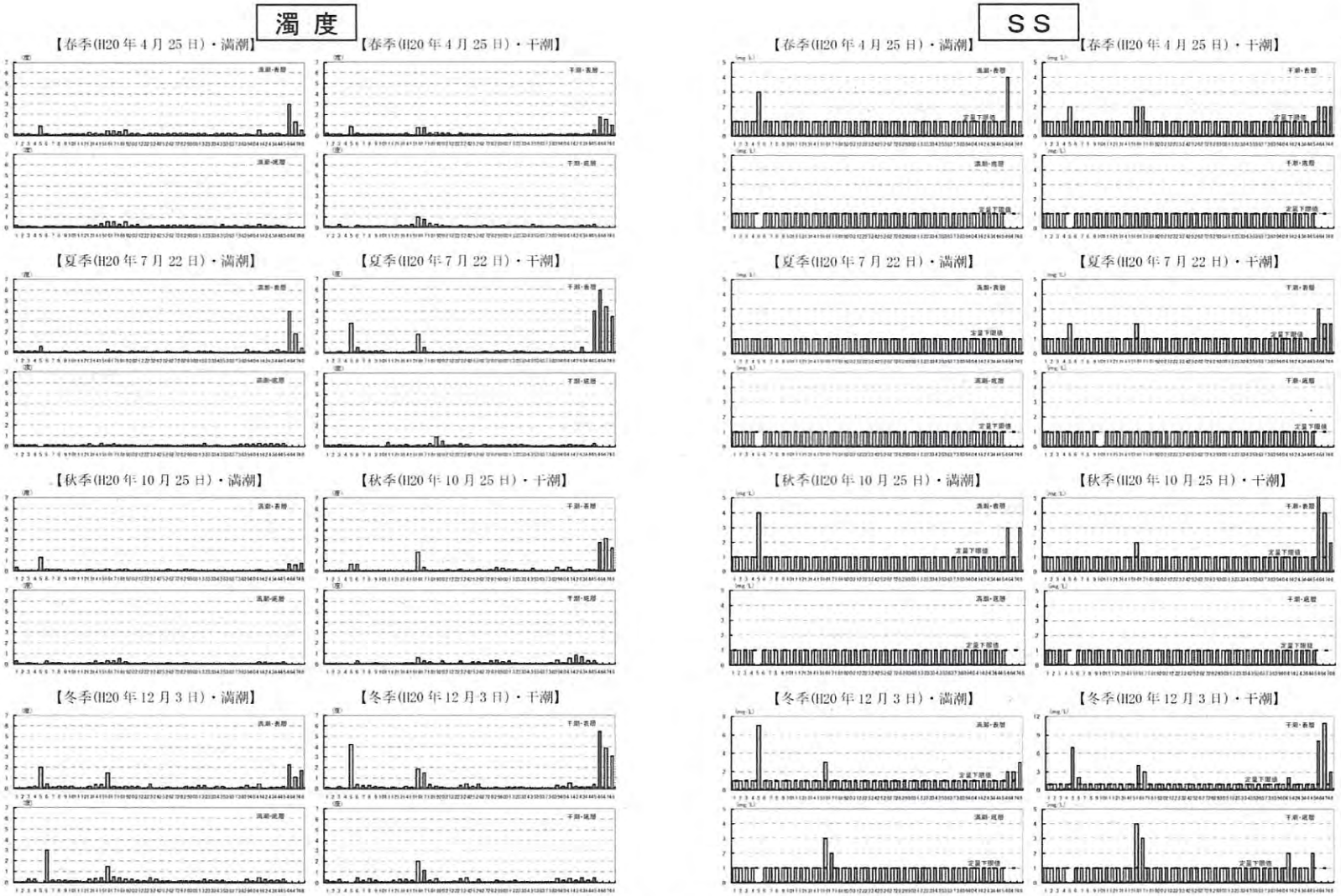


図-1.3.20(2)　既往の調査における濁度及び SS の調査結果（平成 20 年度：春季～冬季、平常時）

注）SS の調査結果において、図中で白抜きの棒グラフは、定量下限値（破線）未満であることを示している。

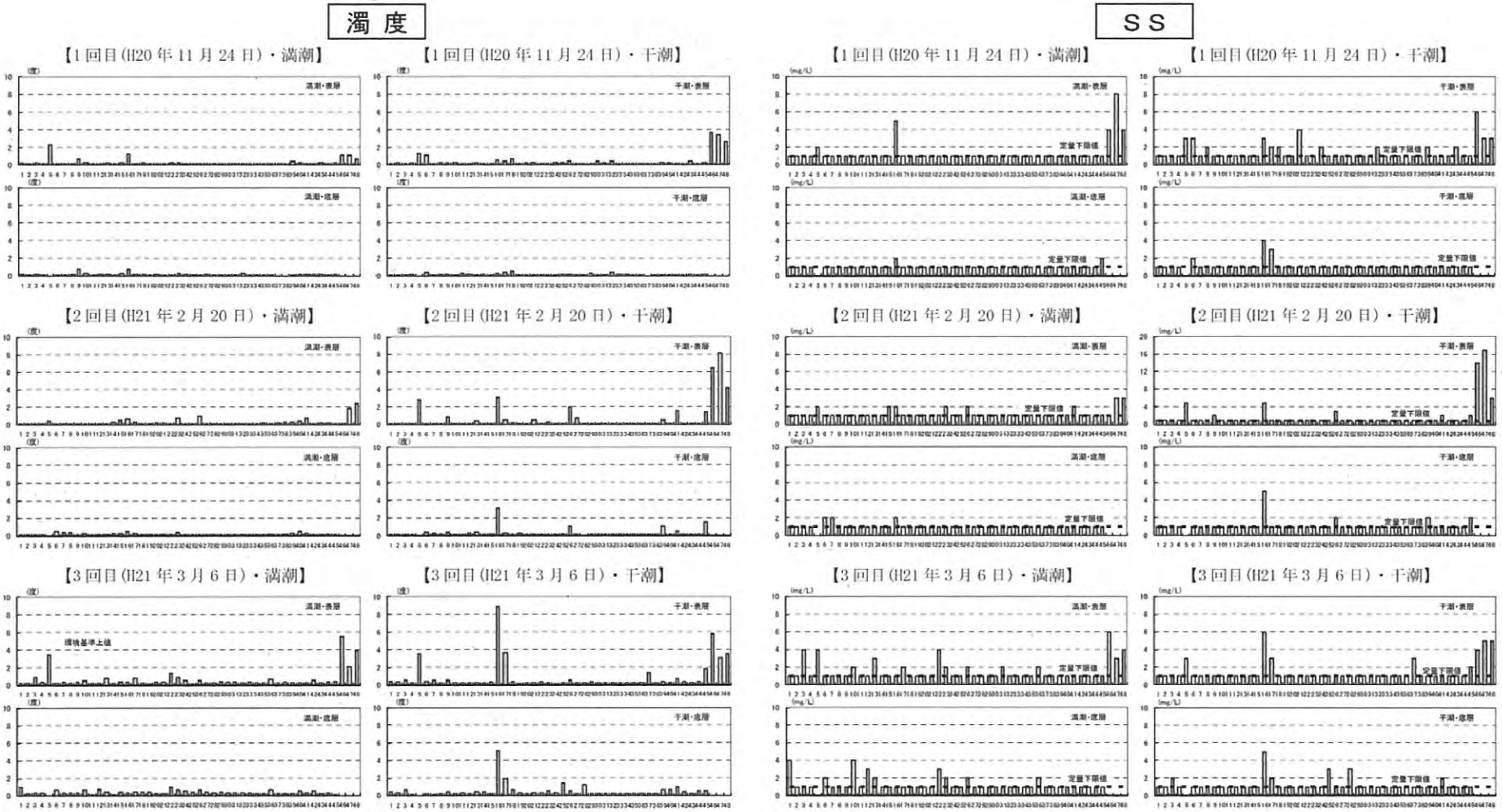


図-1.3.20(3)　既往の調査における濁度及びSSの調査結果（平成20年度：春季～冬季、降雨時）

注）SSの調査結果において、図中で白抜きの棒グラフは、定量下限値（破線）未満であることを示している。

3) 調査地点の設定の考え方

評価書においては、埋立てに関する工事の施工区域の周辺 7 地点各 3 層程度としているが、上記の調査及び予測の結果を踏まえ、調査地点は以下の考え方に基づいて設定することとする。

①濁りの発生源となる工事箇所の周囲

②サンゴ類及び海草藻場の主たる分布域近隣

③陸域からの流入や波浪による底質の巻き上げに起因する濁りが発生する河川の河口付近

(a) 工事箇所の周囲に設定する調査地点

濁りの発生が考えられる工事には以下の工事（工種）が想定されるため、調査地点は工事の進捗に応じて設定する必要がある。

・基礎捨石投入（捨石投入、基礎工)、目潰し砕石投入、裏込石投入、吸出防止工、腹付材投入

・浚渫

・埋立工

・海上ヤードの撤去

調査地点の設定位置の例として、評価書において予測の対象とした 1 年次 10 ヶ月目及び 4 年次 4 ヶ月目における調査地点の設定位置を図-1.3.21に示す。

1 年次 10 ヶ月目には代替施設本体に加えて、海上ヤード及び辺野古地先水面作業ヤードにおいて濁りの発生が想定されるため、各工事箇所の周囲に調査地点を設定するが、4 年次 4 ヶ月目には代替施設本体の埋立工のみとなるため、調査地点は代替施設本体の周囲にのみ調査地点を設定することとなる。これら工事箇所周囲の調査地点は、汚濁防止膜もしくはその開口部となる位置から 100m の範囲内に設定することとする。

なお、代替施設本体においては、大浦湾側の護岸・埋立ての施工区域周囲に汚濁防止膜を設置して濁りの拡散を低減させる計画であり、環境影響の判断は汚濁防止膜の外側の地点における調査結果をもとに行うこととするが、発生源により近い位置での濁りの状況についても把握するため、工事船の稼働状況に十分留意して、汚濁防止膜の内側にも調査地点を設定することとする。

海上ヤードの撤去時を含む他の工事実施時においても、上記の考え方に準じて、工事箇所の周囲に調査地点を設定する。

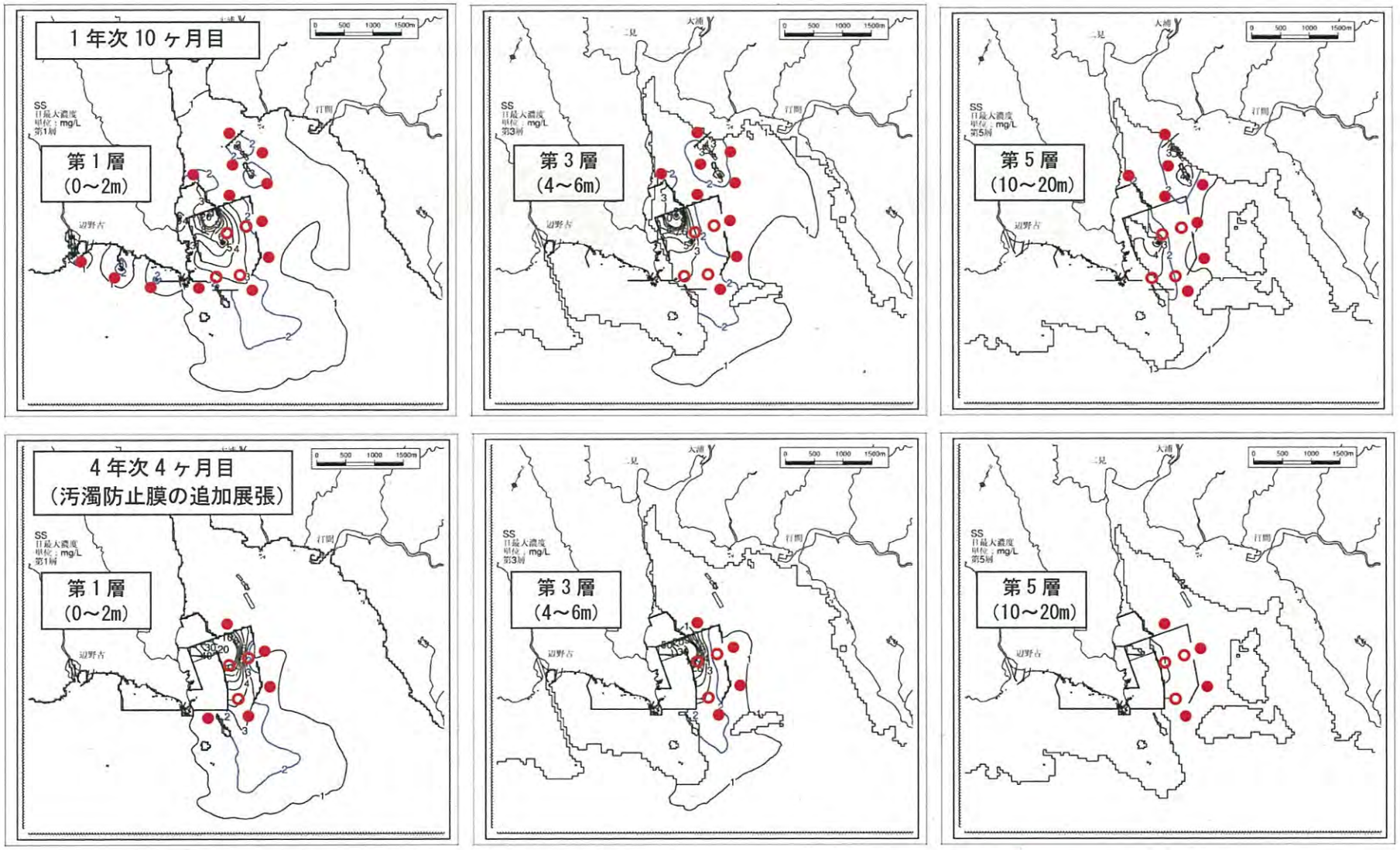


図-1.3.21　工事箇所の周囲における調査地点の設定位置（○は汚濁防止膜内、●は汚濁防止膜外）