

- 備考) ・造成区域内で発生した濁水は集水した上で、沈砂池等で処理し、図中の放流地点に放流する。
- ・現空港内の造成等については、施工の都度、芝張等により濁水発生源となる裸地を発生させない。
 - ・工事の進捗に応じて、放流地点の切り替え等を行う可能性がある。なお、水質汚濁防止、動植物等への影響低減の観点から、濁水量及び放流先を勘案の上、現況に応じて放流地点を適切に設定する。
 - ・B流域については、「動植物」の予測評価結果を踏まえた見直し後の「土砂採取施工想定範囲」の面積とした。

図 6.5-25 予測地点図等（工事中の排水計画）

(3) 予測方法

ア. 予測手順（河川）

予測手法は、「面整備事業環境影響評価技術マニュアル」（平成 11 年建設省都市局都市計画課監修）等を参考に、一般的に用いられる手法として、降雨により流出する雨水の流出量等をふまえ、本事業で実施する土地改変範囲から発生する浮遊物質量の量を算定し、場内調整池等での沈降効果を考慮した上で、予測地点とする河川の地点で混合した後の濃度を算出する方法とした（図 6.5-26 参照）。

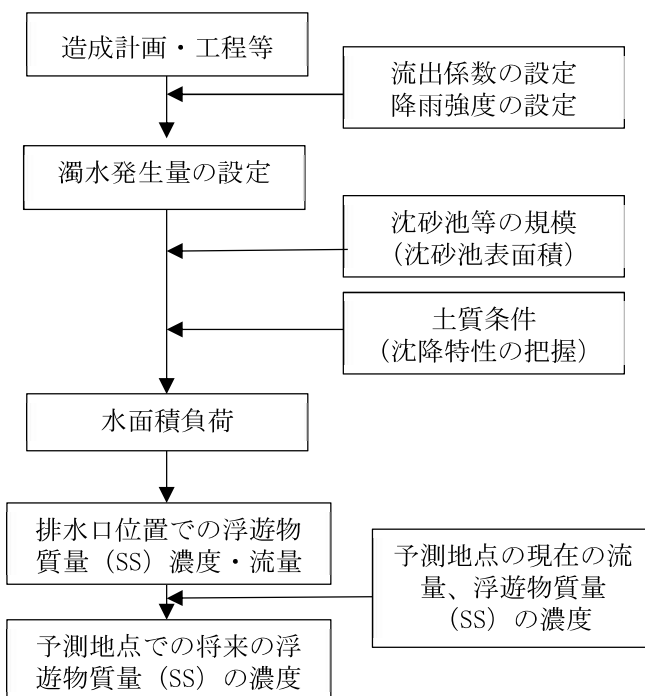


図 6.5-26 河川への濁水の予測手順

イ. 予測式（河川）

a. 仮設沈砂池の流入量

降雨による仮設沈砂池の流入量は、以下に示す合理式により計算を行った。流出係数は、「面整備事業環境影響評価技術マニュアル」（平成 11 年建設省都市局都市計画課監修）を参考に、造成部は 0.5 と設定した。

$$Q_1 = a \cdot Rf \cdot f / 1000$$

ここで、 Q_1 : 濁水の流入量 (m³/h)
 a : 濁水発生部分の面積 (m²)
 Rf : 時間雨量 (mm/h)
 f : 流出係数(0.5)

b. 土粒子の沈降速度及び沈砂池等出口の浮遊物質質量 (SS) 濃度

仮設沈砂池で除去される土粒子の沈降速度は、仮設沈砂池の水面積負荷（流入量/沈砂池面積）によって決まるため、濁水中に含まれる土粒子の沈降速度を以下に示す関係式により計算を行った。

$$V = 1,000 \cdot Q_1 / H$$

ここで、
 V : 土粒子の沈降速度 (=水面積負荷 : mm/s)
 Q_1 : 濁水の流入流量 (m³/s)
 H : 沈砂池の水面積 (m²)

沈降測定により求めた水面積負荷（沈降速度）と浮遊物質質量 (SS) 残留率の関係式を以下に示す。

沈降速度は、試料採取時の経過時間/採取口長さにより算出した。

これより、仮設沈砂池からの流出水の浮遊物質質量 (SS) の濃度計算を行った。

各流域の関係式の当てはめは、表 6.5-66 に示す各流域内及び近傍の式を設定した。

J1 浮遊物質質量 (SS) 残留率 (%) $y = 8.4122 V^{0.2765}$ (図 6.5-27 参照)

J2 浮遊物質質量 (SS) 残留率 (%) $y = 14.323 V^{0.318}$ (図 6.5-27 参照)

J3 浮遊物質質量 (SS) 残留率 (%) $y = 6.5025 V^{0.2933}$ (図 6.5-27 参照)

$C_1 = C_{※} \times$ 浮遊物質質量 (SS) 残留率 (%)

ここで、

C_1 : 仮設沈砂池等からの放流水の SS 濃度 (mg/L)

$C_{※}$: 初期 SS 濃度 (mg/L) = 2000 mg/L

表 6.5-66 関係式の当てはめ

区域	放流地点	関係式の当てはめ
A 流域	海域 (放流先①)	J1
B 流域	喜三次川	J3
C 流域	加治屋川	J2
D 流域	大川	J2
E 流域	海域 (放流先②)	J2

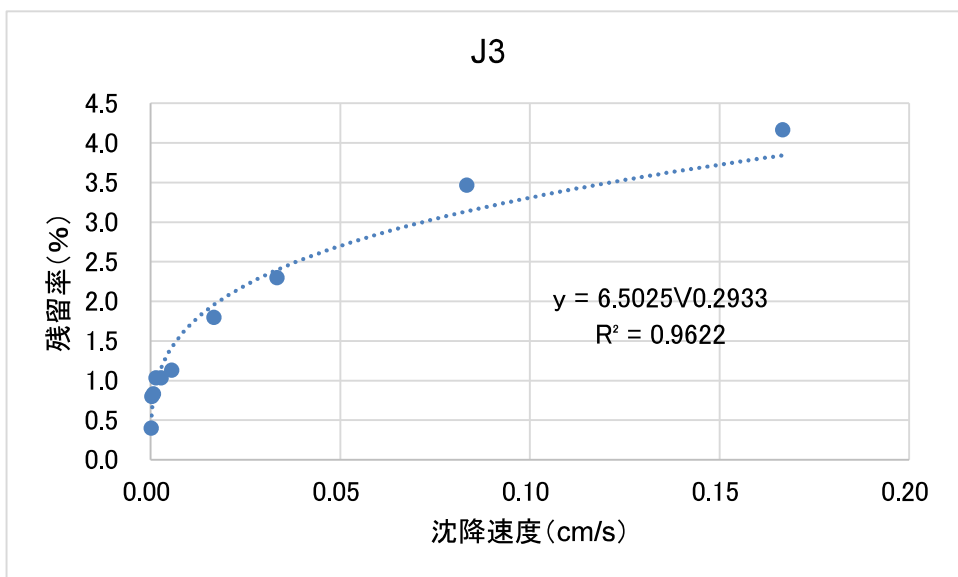
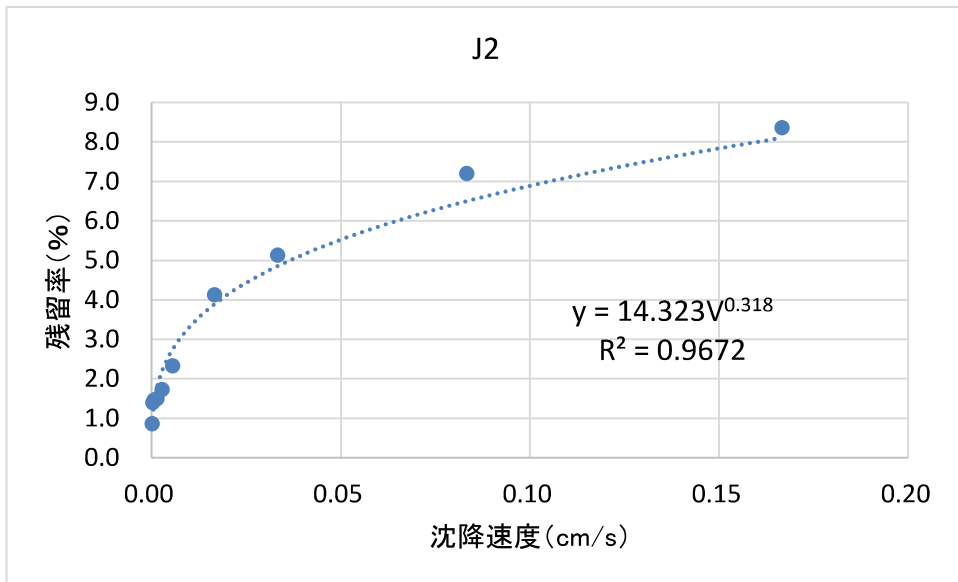
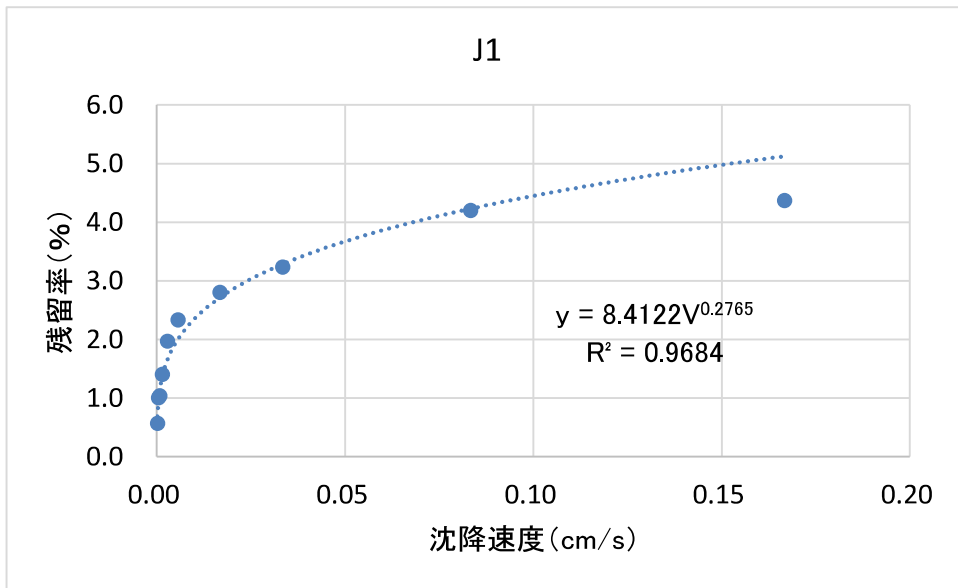


图 6.5-27 浮遊物質初期濃度換算式

c. 予測地点における浮遊物質（SS）濃度

仮設沈砂池等からの放流水が河川で混合した後（各予測地点）の浮遊物質（SS）濃度は、以下に示す完全混合式により計算を行った。

$$C = \frac{C_0 \times Q_0 + C_1 \times Q_1}{Q_0 + Q_1}$$

- ここで、C : 合流後の河川等の浮遊物質（mg/L）
 C₀ : 混合前の河川等の浮遊物質（mg/L）
 C₁ : 対象事業実施区域からの浮遊物質（mg/L）
 Q₀ : 混合前の河川等の流量（m³/h）
 Q₁ : 対象事業実施区域からの放流量（m³/h）

ウ. 予測条件（河川）

a. 造成面積

予測にあたっては、対象事業実施区域を図 6.5-28 に示す流域別に区分した上で、表 6.5-67 に示すとおり、対象事業実施区域内で改変される面積を造成区域面積とした。

なお、B流域については、「動植物」の予測評価結果を踏まえた見直し後の「土砂採取施工想定範囲」の面積とした。

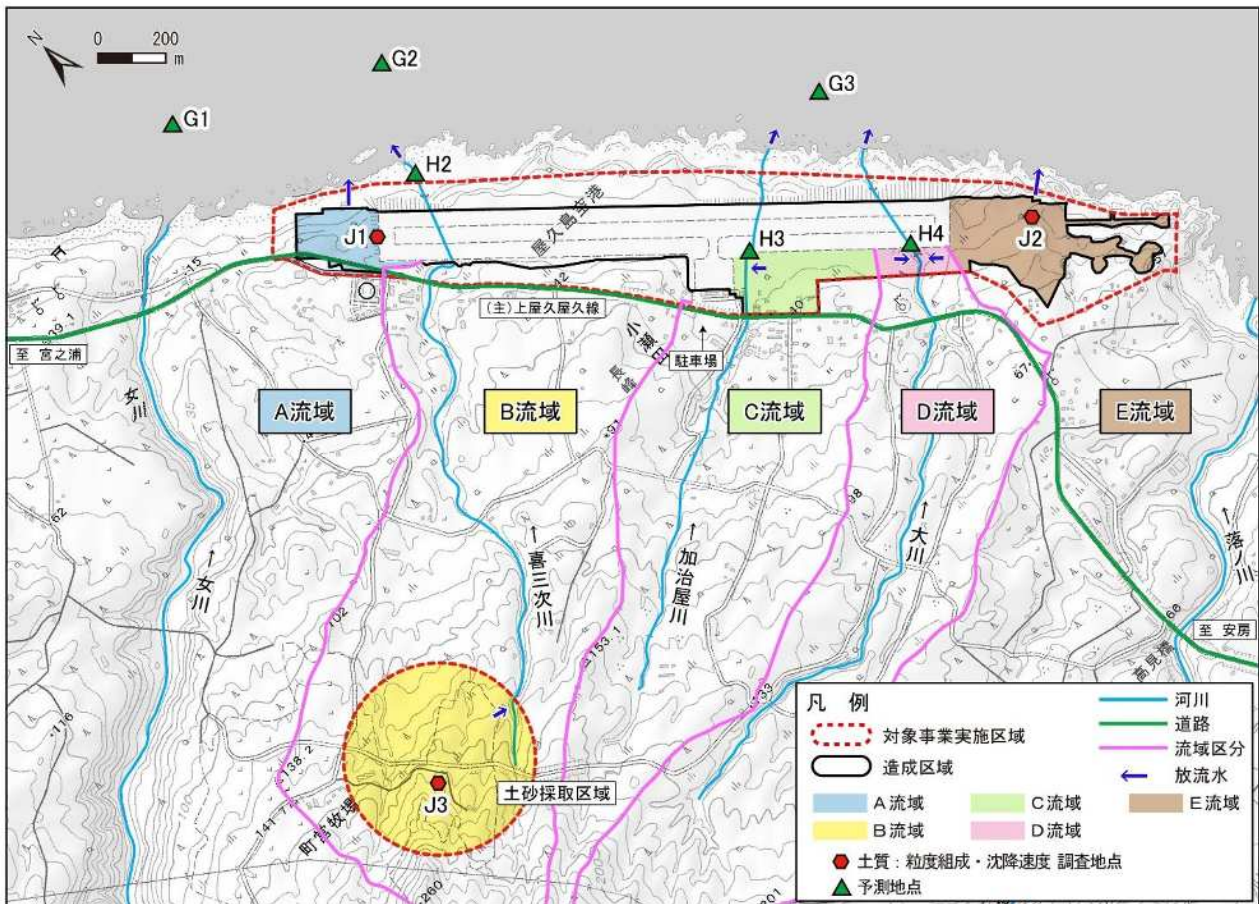
本事業では、既存空港内の着陸帯等の表土除去箇所は、施工完了の都度、芝張等により被覆することにより、裸地を発生させないものとして、発生源に含まないことと想定した。

また、既存空港からの排水や周辺の非造成区域からの排水流入等による不必要な濁水の発生を抑制し、造成区域内で発生した濁水は集水した上で、沈砂池等で処理し放流する計画である。

以上踏まえて、安全側の予測の観点に立ち、非造成区域からの雨水等により薄まることは考慮せず、造成区域からの濁水を与える条件とした。

表 6.5-67 造成区域面積

区域	放流地点	造成区域面積 (m ²)
A 流域	海域（放流先①）	35,250
B 流域	喜三次川	80,000
C 流域	加治屋川	46,300
D 流域	大川	14,000
E 流域	海域（放流先②）	101,170



- 備考) ・造成区域内で発生した濁水は集水した上で、沈砂池等で処理し、図中の放流地点に放流する。
 ・現空港内の造成等については、施工の都度、芝張等により濁水発生源となる裸地を発生させない。
 ・工事の進捗に応じて、放流地点の切り替え等を行う可能性がある。なお、水質汚濁防止、動植物等への影響低減の観点から、濁水量及び放流先を勘案の上、現況に応じて放流地点を適切に設定する。
 ・B流域については、「動植物」の予測評価結果を踏まえた見直し後の「土砂採取施工想定範囲」の面積とした。

図 6.5-28 工事時の雨水の放流地点及び予測地点（再掲）

b. 予測対象時期

予測にあたっては、各予測区域内における造成面積が最大となり、工事に伴う濁水の影響が最も大きくなる時期を予測対象年次とした。全区域ともに4年次7～9ヶ月目に全域の造成工事を実施するため、4年次7～9ヶ月目を予測対象時期とし、表 6.5-67 に示す全造成面積を対象とした。

c. 降雨強度

予測に用いる降雨強度は、「面整備事業環境影響評価技術マニュアル」（平成11年建設省都市局都市計画課監修）において、人間活動（農業用水の取水、水道原水の取水、水産用水の取水、漁業、野外レクリエーション等が該当する）がみられる日常的な降雨である、3mm/hを用いた。

日常的な降雨として設定した3mm/h以下の降雨は、図 6.5-2 に示すとおり対象事業実施区域内に設置されている屋久島特別地域気象観測所における過去10年間の時間雨量の発生頻度として87%を占めており、日降水量換算値（3mm×24=72mm）は、過去10年間の降雨強度の発生頻度の約94%を占めている。また、特異的な降雨条件についても検討した。ここで、「林地開発許可制度の手引（申請者用）」（令和3年 鹿児島県 環境林務部 森づくり推進課）に基づく屋久島町の30年確率の時間降雨は、以下の式により約79.6mm/hである。

ただし、地域特性を考慮し、また、工事期間（約 8 年間）を勘案して、過去 10 年間の時間最大降雨 107.5 mm/h を対象とした条件を設定した。

これは、同手引きの 30 年確率降雨 79 mm/h を満たす条件であるため、集中豪雨にも対応しているものと考えられる。

$$\text{熊毛郡（30 年確率降雨）} = \frac{1,772.3}{t^{2/3} + 6.951} \quad t = 60 \text{ 分} \quad \doteq 79.6 \text{ mm/h}$$

d. 仮設沈砂池

「林地開発許可制度の手引（申請者用）」（令和 3 年 鹿児島県 環境林務部 森づくり推進課）によると、盛土の場合 1ha・1 年当り 150m³ の堆砂量が見込まれる。

施工範囲 1ha の場合、仮設沈砂池の湛水面積を 10m×10m と仮定すると、仮設沈砂池の池底から水深 1.5m の容積は 150m³（10m×10m×1.5m）となり、1ha から発生する堆砂量 150m³/年と同量となる。なお、掃流現象により土砂流出を防ぐための有効水深は、「宅地防災マニュアル事例集」（1993 年 2 月、建設省）では 0.5m とされ、他府県の沈砂池の技術基準等の事例によると 1m 程度とされている。このため、1 年後でも沈砂効果を維持するために、堆砂部の上部に 1m の有効水深を確保するものとして、おおむね 1ha あたり、湛水面積 100m²、深さ 2.5m 程度の仮設沈砂池を設置することを目安とする。造成区域内で発生した濁水は仮設沈砂池に集水し、処理後に排出する。

表 6.5-68 仮設沈砂池の設置の目安

流域	放流先	面積※1、2 (m ²)	容量※1、2 (m ³)
A 流域	海域（放流先①）	350	875
B 流域	喜三次川	800	2,000
C 流域	加治屋川	460	1,150
D 流域	大川	140	350
E 流域	海域（放流先②）	1,000	2,500
合計		2,750	6,875

※ 1 面積、容量は仮設沈砂池の総量を示す。

2 仮設沈砂池の目安に示す面積、容量は裸地に濁水対策を講じない場合の値である。

e. 流出水の SS 濃度

予測に用いる SS 流出負荷量（初期濃度）は、一般的な造成工事において流出する SS 濃度として、既存知見（「土質工学における化学の基礎と応用」（昭和 60 年、土質工学会））に示される、造成工事に伴って発生する濁水濃度（200～2,000mg/L）を参考に、2,000mg/L と設定した。

f. 予測地点の現況浮遊物質（SS）の濃度及び河川流量

予測地点における現況の浮遊物質（SS）の濃度及び河川流量は、3 回実施した降雨時の現地調査結果のうち、SS 濃度が確認されなかった 3 回目を除く平均値を用いた。

表 6.5-69 降雨時の浮遊物質量及び河川流量

回数	項目	単位	調査地点名 (河川名)			
			H1 (女川)	H2 (喜三次川)	H3 (加治屋川)	H4 (大川)
1 回目	流量	m ³ /s	2.684	0.714	0.394	0.547
	浮遊物質量 (SS)	mg/L	34	6	3	2
2 回目	流量	m ³ /s	2.131	0.702	0.423	0.166
	浮遊物質量 (SS)	mg/L	5	10	18	1
平均	流量	m ³ /s	2.4075	0.708	0.4085	0.3565
		m ³ /h	8,667	2,548.8	1,470.6	1,283.4
	浮遊物質量 (SS)	mg/L	19.5	8	10.5	1.5

エ. 予測手順（海域）

海域の水の濁りの予測手順は図 6.5-29 に示すとおりである。予測にあたっては、現況と整合した流動モデルを用いて、計算値と観測値を比較することによりモデルの妥当性を検証した上で、事業計画に基づき計算条件を設定し、濁水による海域の水の濁りの変化を予測した。

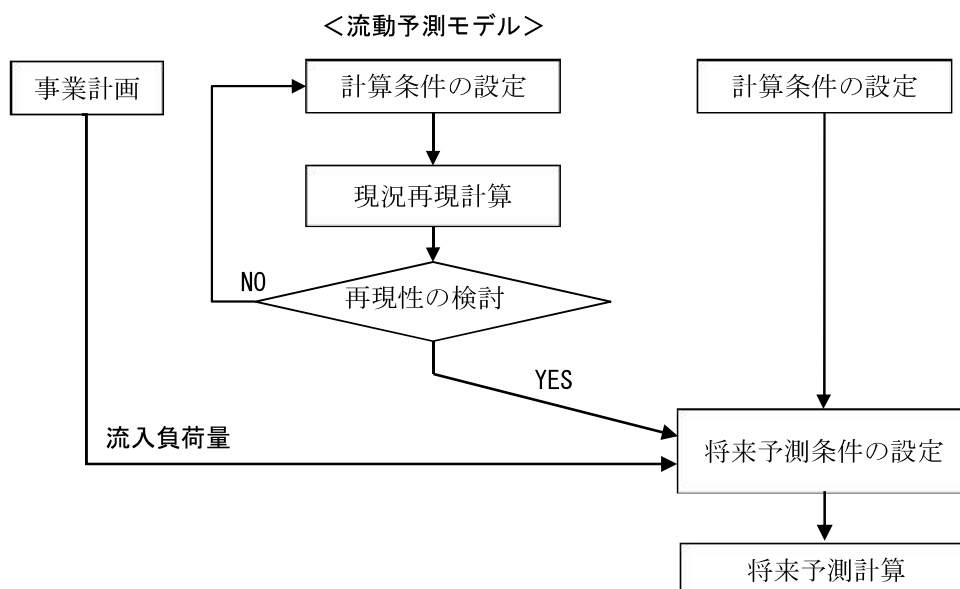


図 6.5-29 海域の水質の予測手順

オ. 予測式（海域）

a. 予測モデル

水の濁りに関して、海域の水質（SS）を予測する方法は、保存系物質の移流・拡散方程式により海域の水質濃度を予測する方法とした。なおこの方法は、陸域など外部からの負荷流入による水域で水質予測を行う際の一般的な手法である。

潮流計算モデルは、平面2次元3層非定常モデルとし、次に示す Navier-Stokes の運動方程式と連続の式を水深方向に積分した式を基本式として差分法により数値計算を行った。

b. 運動方程式

上層 (K=1) :

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U_K}{\partial t} + U_K \cdot \frac{\partial U_K}{\partial x} + V_K \cdot \frac{\partial U_K}{\partial y} + W_K \cdot \frac{U_K - U_{K+1}}{2(\zeta + h_K)} = f \cdot V_K - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) \\ & + A_h \left(\frac{\partial^2 U_K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_K}{\partial y^2} \right) - \gamma_1^2 (U_K - U_{K+1}) \sqrt{(U_K - U_{K+1})^2 + (V_K - V_{K+1})^2} / (\zeta + h_K) \\ \\ & \frac{\partial V_K}{\partial t} + U_K \cdot \frac{\partial V_K}{\partial x} + V_K \cdot \frac{\partial V_K}{\partial y} + W_K \cdot \frac{V_K - V_{K+1}}{2(\zeta + h_K)} = -f \cdot U_K - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) \\ & + A_h \left(\frac{\partial^2 V_K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_K}{\partial y^2} \right) - \gamma_1^2 (V_K - V_{K+1}) \sqrt{(U_K - U_{K+1})^2 + (V_K - V_{K+1})^2} / (\zeta + h_K) \end{aligned}$$

中層 (K=k) :

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U_K}{\partial t} + U_K \cdot \frac{\partial U_K}{\partial x} + V_K \cdot \frac{\partial U_K}{\partial y} - (W_{K-1} - W_K) \cdot \frac{U_{K-1} - U_K}{2h_K} = f \cdot V_K - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) \\ & + A_h \left(\frac{\partial^2 U_K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_K}{\partial y^2} \right) + \gamma_1^2 (U_{K-1} - U_K) \sqrt{(U_{K-1} - U_K)^2 + (V_{K-1} - V_K)^2} \\ & / h_K - \gamma_1^2 U_K \sqrt{U_K^2 + V_K^2} / h_K \\ \\ & \frac{\partial V_K}{\partial t} + U_K \cdot \frac{\partial V_K}{\partial x} + V_K \cdot \frac{\partial V_K}{\partial y} - (W_{K-1} - W_K) \cdot \frac{V_{K-1} - V_K}{2h_K} = -f \cdot U_K - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) \\ & + A_h \left(\frac{\partial^2 V_K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_K}{\partial y^2} \right) + \gamma_1^2 (V_{K-1} - V_K) \sqrt{(U_{K-1} - U_K)^2 + (V_{K-1} - V_K)^2} \\ & / h_K - \gamma_1^2 V_K \sqrt{U_K^2 + V_K^2} / h_K \end{aligned}$$

下層 (K=kb) :

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U_K}{\partial t} + U_K \cdot \frac{\partial U_K}{\partial x} + V_K \cdot \frac{\partial U_K}{\partial y} - W_{K-1} \cdot \frac{U_{K-1} - U_K}{2h_K} = f \cdot V_K - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) \\ & + A_h \left(\frac{\partial^2 U_K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_K}{\partial y^2} \right) + \gamma_1^2 (U_{K-1} - U_K) \sqrt{(U_{K-1} - U_K)^2 + (V_{K-1} - V_K)^2} \\ & / h_K - \gamma_b^2 U_K \sqrt{U_K^2 + V_K^2} / h_K \\ \\ & \frac{\partial V_K}{\partial t} + U_K \cdot \frac{\partial V_K}{\partial x} + V_K \cdot \frac{\partial V_K}{\partial y} - W_{K-1} \cdot \frac{V_{K-1} - V_K}{2h_K} = -f \cdot U_K - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) \\ & + A_h \left(\frac{\partial^2 V_K}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_K}{\partial y^2} \right) + \gamma_1^2 (V_{K-1} - V_K) \sqrt{(U_{K-1} - U_K)^2 + (V_{K-1} - V_K)^2} \\ & / h_K - \gamma_b^2 V_K \sqrt{U_K^2 + V_K^2} / h_K \end{aligned}$$

c. 連続の式

上層 (K=1) :

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [U_K (\zeta + h_K)] + \frac{\partial}{\partial y} [V_K (\zeta + h_K)] - W_K = 0$$

中層 (K=k) :

$$\frac{\partial (U_K h_K)}{\partial x} + \frac{\partial (V_K h_K)}{\partial y} - W_K + W_{K-1} = 0$$

下層 (K=kb) :

$$\frac{\partial (U_K h_K)}{\partial x} + \frac{\partial (V_K h_K)}{\partial y} + W_{K-1} = 0$$

t : 時刻 (s)

ζ : 平均水面からの潮位 (cm)

x, y : 水平方向の x、y 座標

U_K, V_K : 各層の x 方向、y 方向の流速 (cm/s)

W : 鉛直流速 (cm/s)

A_h : 水平渦動粘性係数 (cm^2/s)

f : コリオリの係数 (1/s)

γ_1^2 : 層間摩擦係数

γ_b^2 : 海底摩擦係数

H_K : 各層の厚さ (cm)

g : 重力加速度 (980 cm/s^2)

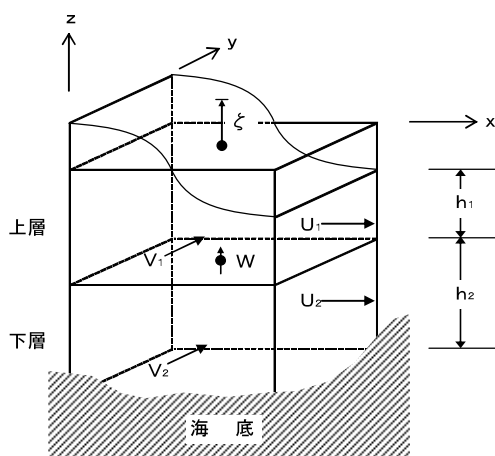


図 6.5-30 潮流予測モデルの座標系

カ. 予測条件（海域）

a. 流入量

計算範囲に流入する河川等の流入位置は図 6.5-35 に示すとおりである。

流入量は、表 6.5-72 に示す河川流入条件一覧表のとおり、平常時の現況調査結果の四季平均値を元に設定した。

b. 計算条件

潮流予測に必要な計算条件は、表 6.5-70 に示すとおりである。

表 6.5-70 計算条件一覧

項目	内容及び設定値	備考
計算領域・地形	海底地形データ (M7008) から作成	格子分割図、水深図、地形図(現況)は、図 6.5-31、図 6.5-32 参照。
格子幅	50m	対象地付近の地形を考慮して設定。
鉛直層分割	第1層：海面～2m 第2層：2m～8m 第3層：8m～海底	再現性、観測層を考慮の上設定。
水平渦動粘性係数	$5.0 \times 10^4 \text{cm}^2/\text{s}$	「沿岸海洋学：恒星社厚生閣、1989」より水平渦動粘性係数は $1.0 \times 10^1 \sim 10^8 \text{cm}^2/\text{s}$ の範囲で変化するため、再現性を考慮して設定した。
層間摩擦係数	0.0013	「環境流体汚染：森北出版」を参考に設定。
海底摩擦係数	0.0026	「環境流体汚染：森北出版」を参考に設定。
対象潮汐	中潮期(M ₂ 分潮)	
潮汐境界条件	【中潮期】 振幅 (cm) 遅角 (度) A : 63.0 0.0 B : 63.0 0.0 C : 63.0 -2.6 D : 60.4 -3.0 E : 60.2 -2.8	海上保安庁データより一港の調和定数を参考に再現性を検討の上設定した。 潮汐境界条件の設定位置は、図 6.5-34 参照。
タイムステップ	1.0 (s)	C.F.L 条件を満たす値を設定。

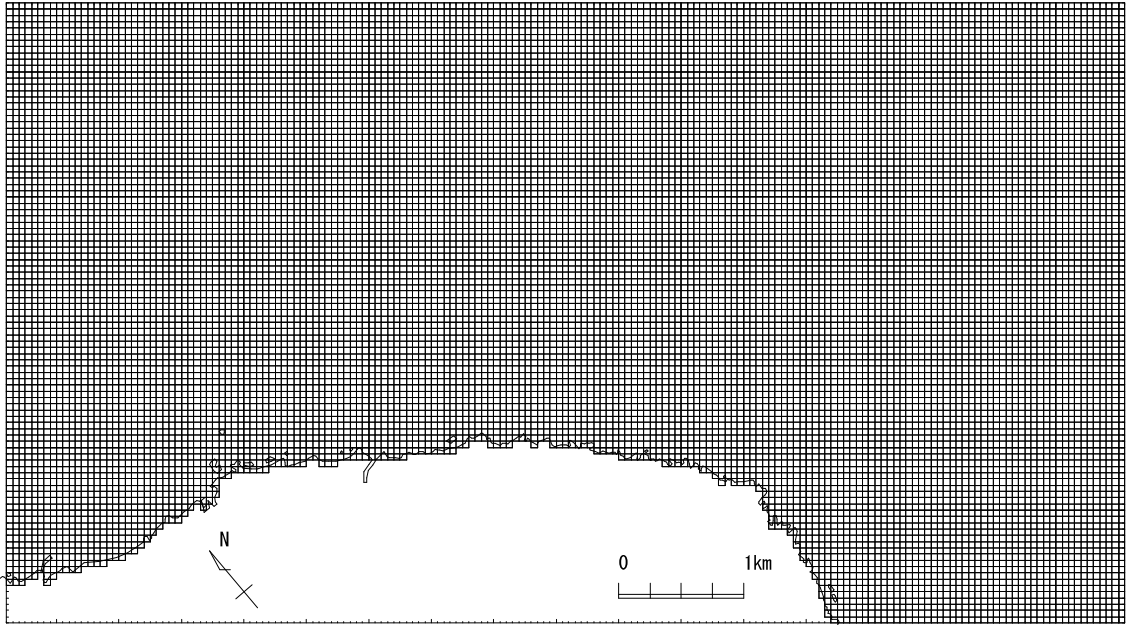


图 6.5-31 格子分割图

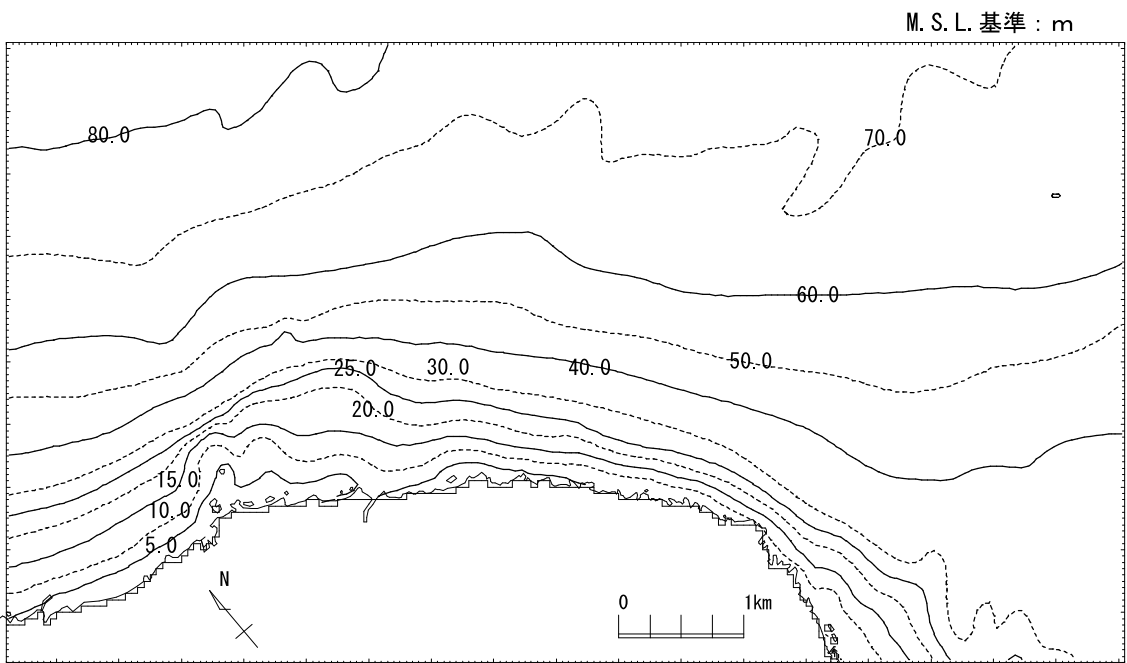


图 6.5-32 地形图、水深图

表 6.5-71 周辺の潮汐調和定数表（地点：一港）

M ₂ 分潮	一湊	西之表	種子島
振幅 (cm)	63.60	58.50	55.11
遅角 (°)	199.10	194.54	177.02

出典:一湊 「平成4年2月日本沿岸潮汐調和定数表、海上保安庁」
 西之表、種子島「潮位表掲載地点一覧表(2021年)、気象庁」

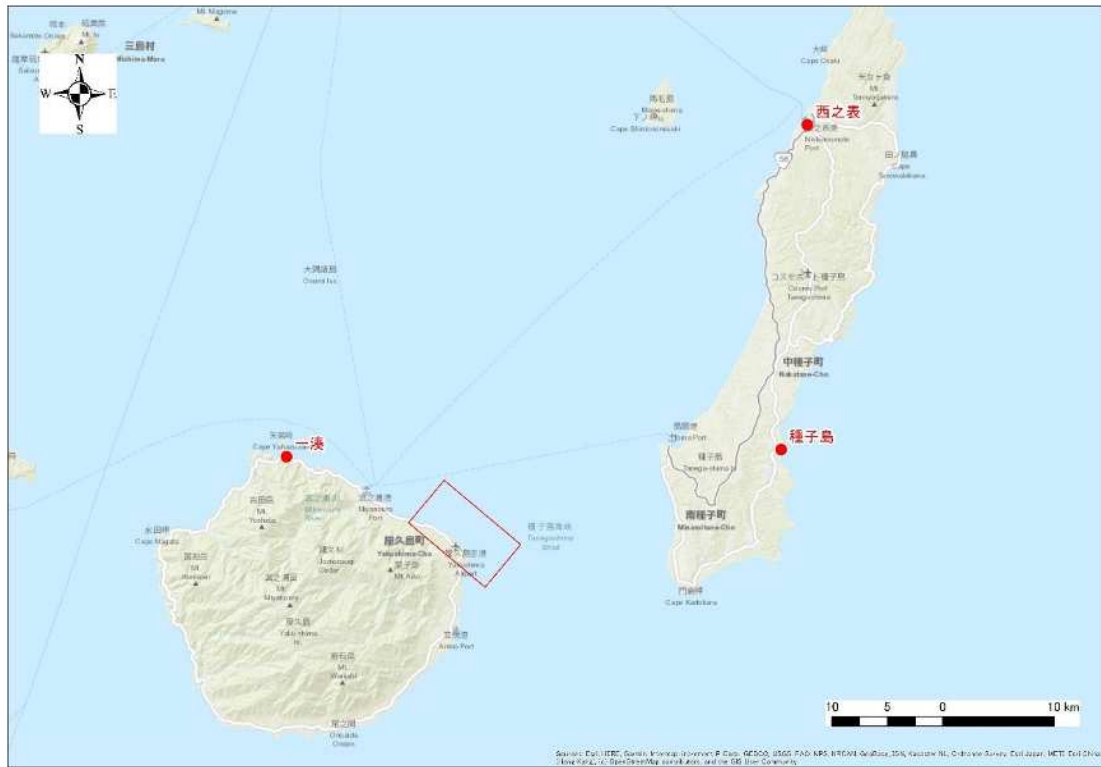


図 6.5-33 検潮所地点位置図

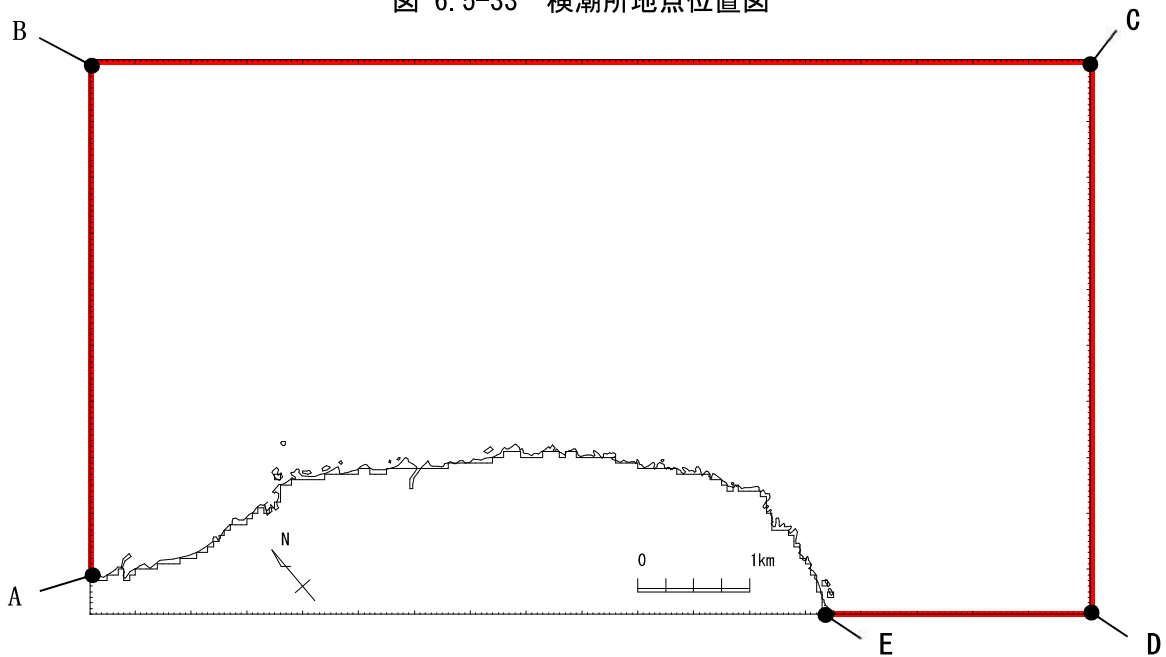


図 6.5-34 潮汐境界条件設定位置図

表 6.5-72 河川流入条件一覧表

単位：m³/day () 内は m³/s

河川No	流域名	現況
1	女川	33,372.00 (0.3863)
2	喜三次川	1,814.40 (0.0210)
3	加治屋川	414.72 (0.0048)
4	大川	1,836.00 (0.0213)

注) 現況は河川流量四季調査の平均値(表 6.5-29~表 6.5-32 を参照)を設定
(調査日： 2020年10月21日、12月17日、2021年4月8日、7月27日)

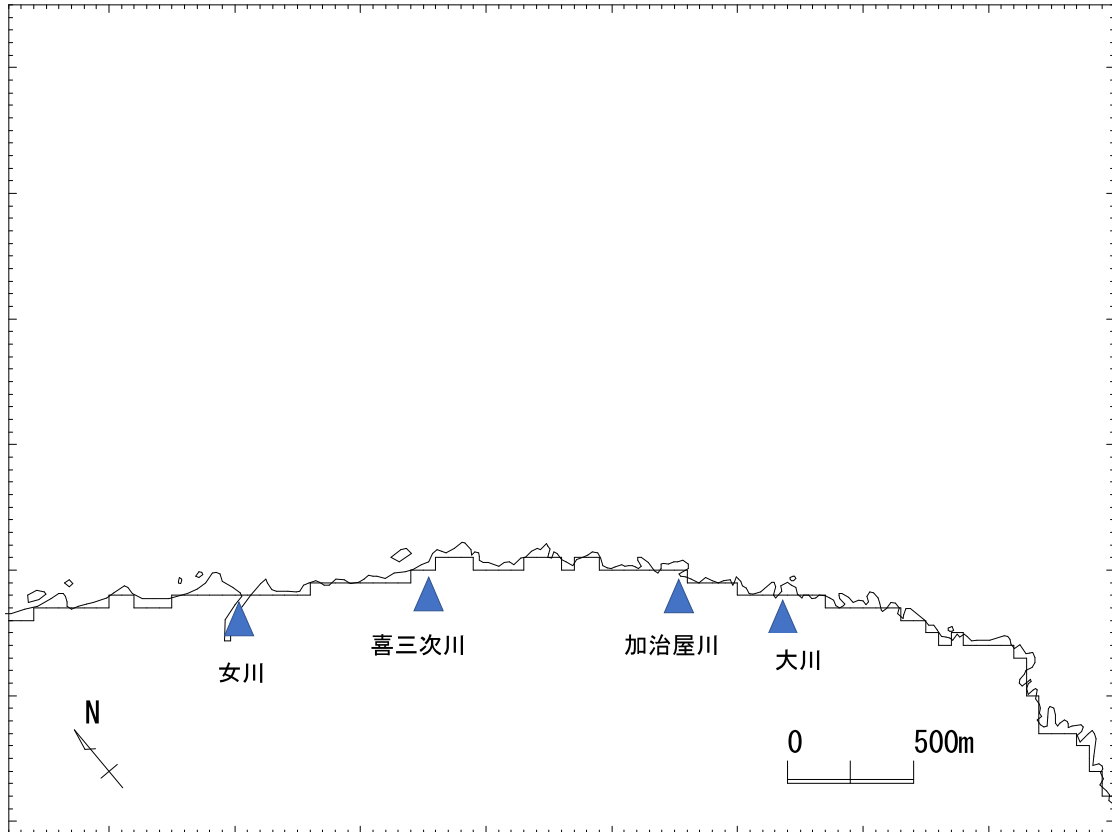


図 6.5-35 河川流入条件設定位置図

c. 再現性の検討

本予測の流動場の再現性を検討するため、2021年調査結果（冬季、夏季）を用い、計算値と観測値の潮流楕円を比較した。観測地点詳細を表 6.5-73、観測地点位置を図 6.5-36 に示した。

計算結果より、潮流観測点における中潮期の潮流楕円を求め、図 6.5-37 に観測値と計算値の比較を示した。

潮流楕円比較図をみると、各観測地点での計算結果は、観測値と楕円の大きさ、方向が概ね一致しており、再現性は良好であった。

以上より、設定した計算条件、計算モデルは屋久島空港沖合海域の流れを妥当に再現できると判断した。

表 6.5-73 観測地点詳細

地点名	観測層	観測期間
I1	表層、中層 (1.0、5.0 m)	冬季：2021年1月21日～2月4日 夏季：2021年7月17日～7月31日
I2	表層、中層、底層 (1.0、5.0、14.0 m)	
I3	表層、中層、底層 (1.0、5.0、14.0 m)	

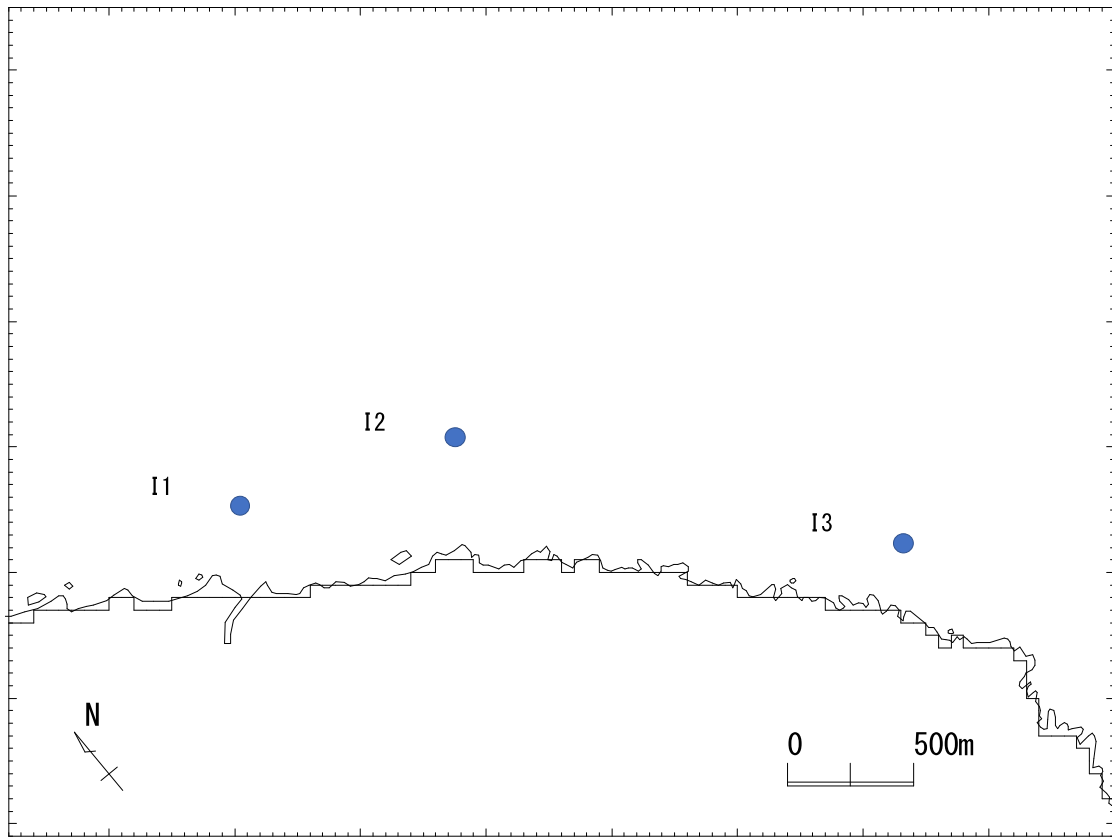


図 6.5-36 潮流調査位置図

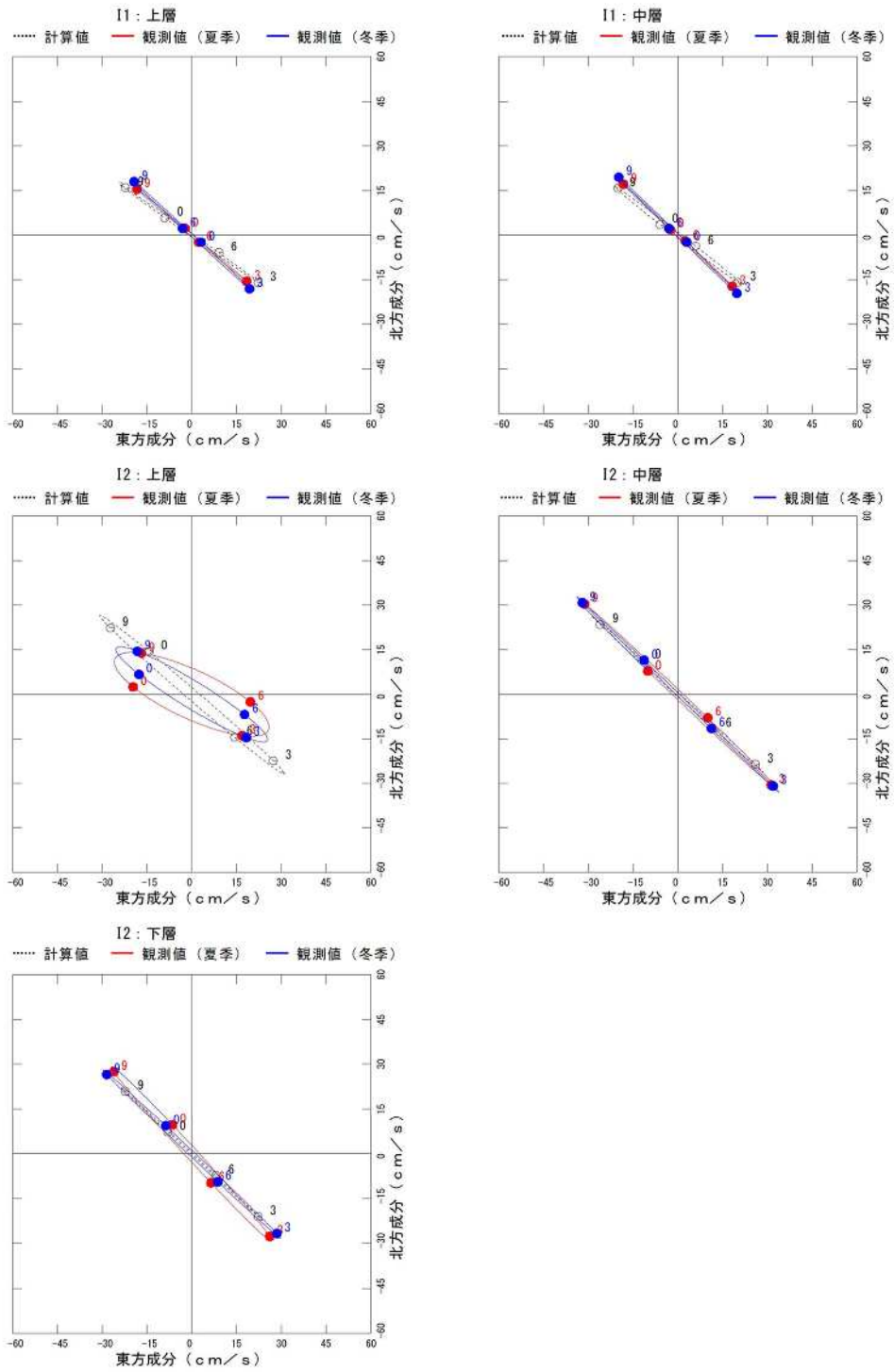


图 6.5-37 (1) 潮流橢圓比較

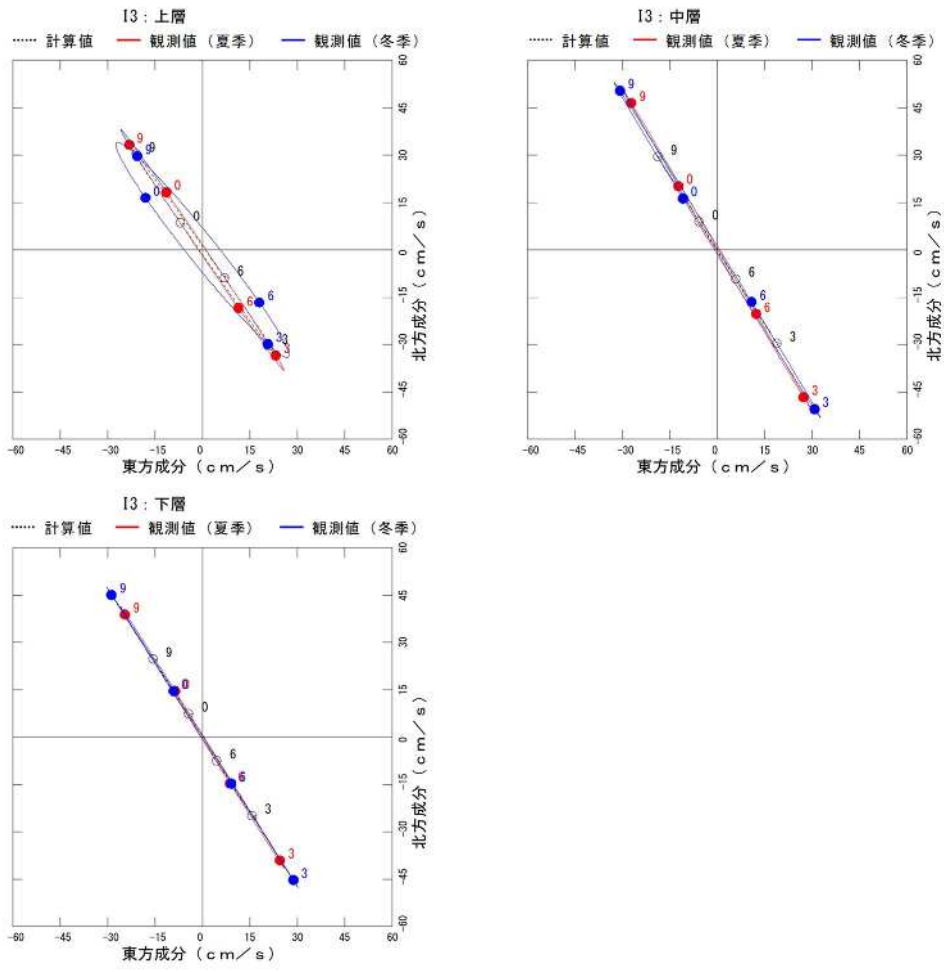


图 6.5-37 (2) 潮流橢圓比較圖

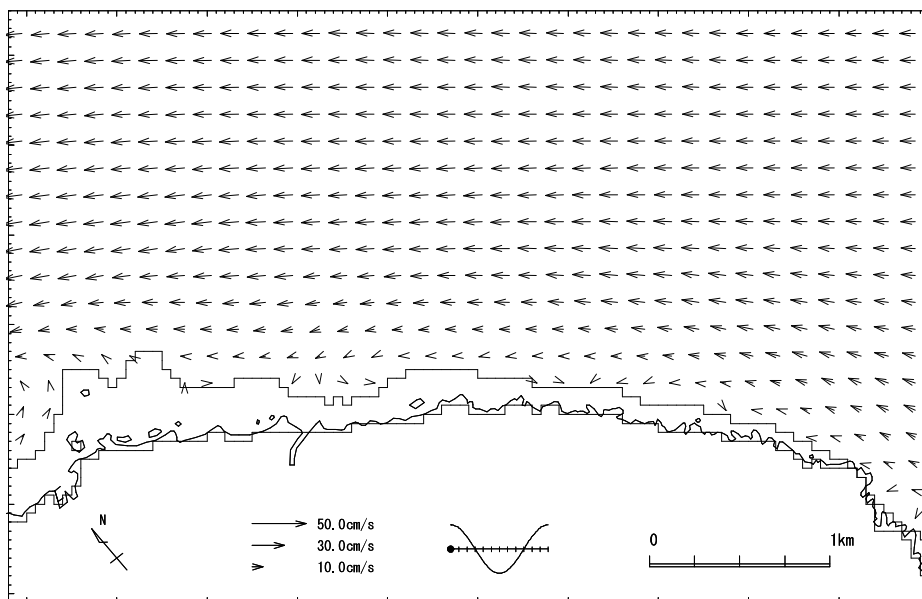
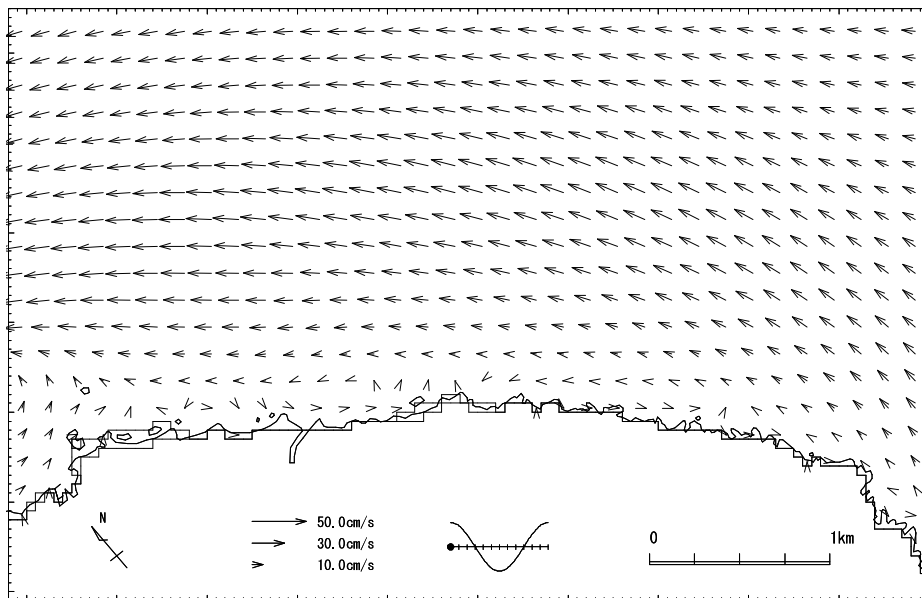
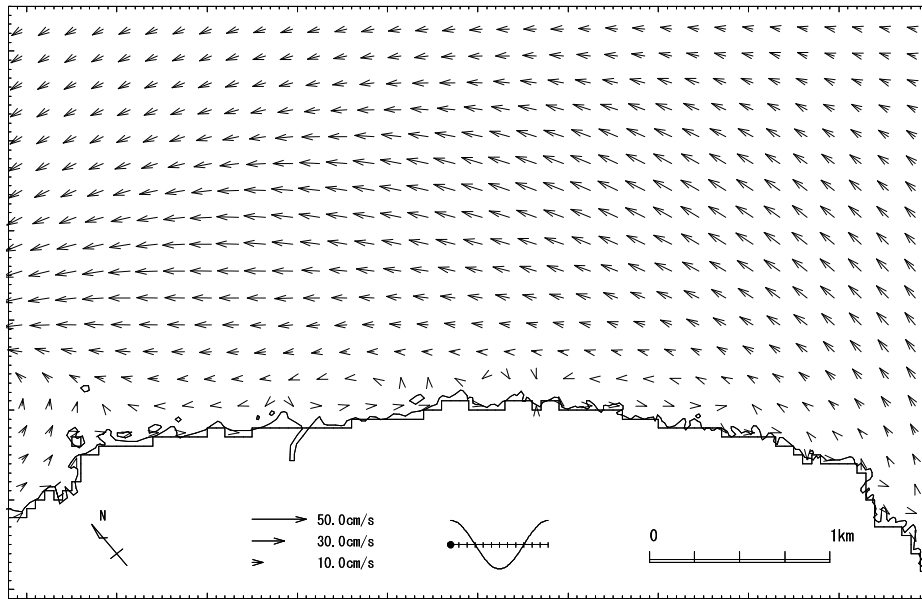


図 6.5-38 (1) 流況図 (満潮時 上から順に上層、中層、下層)

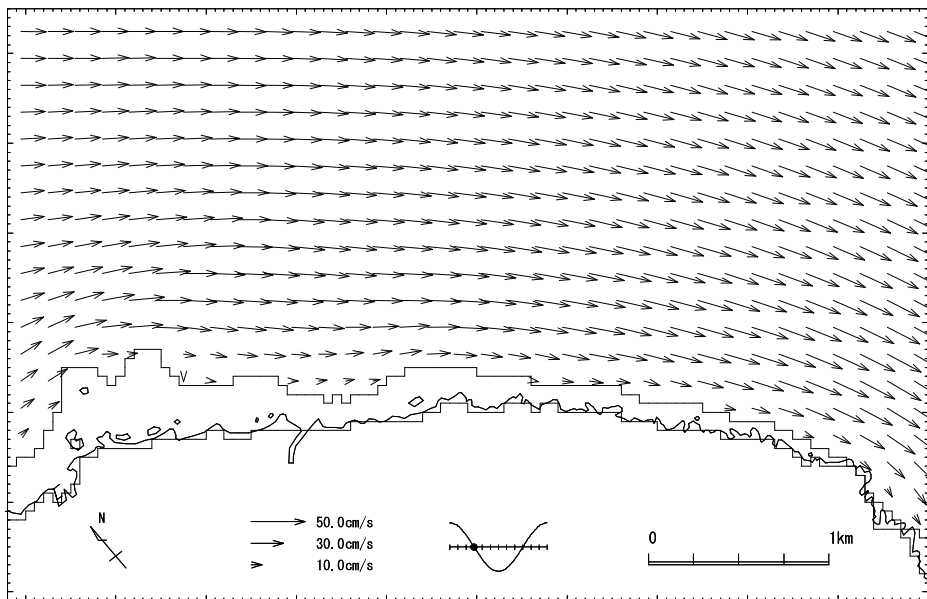
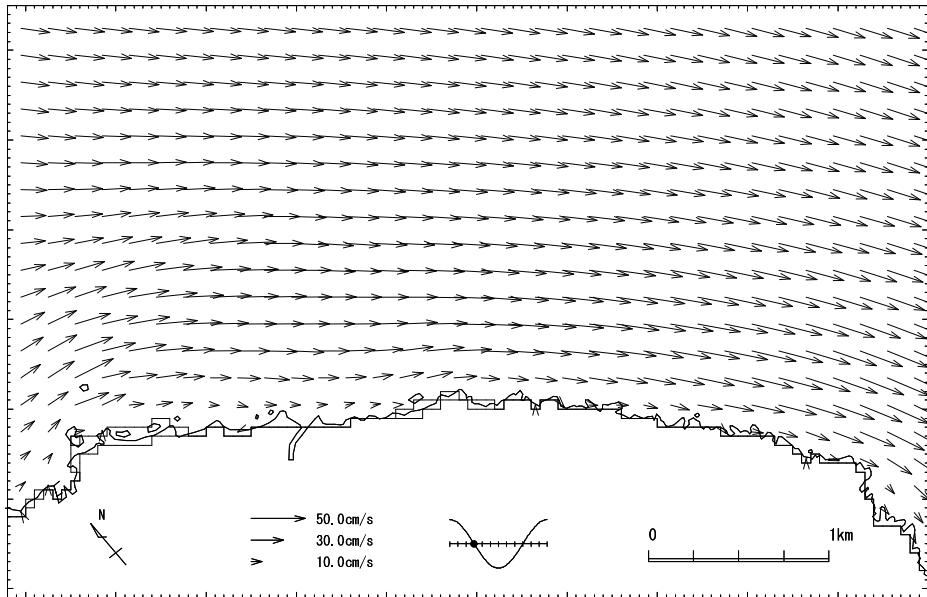
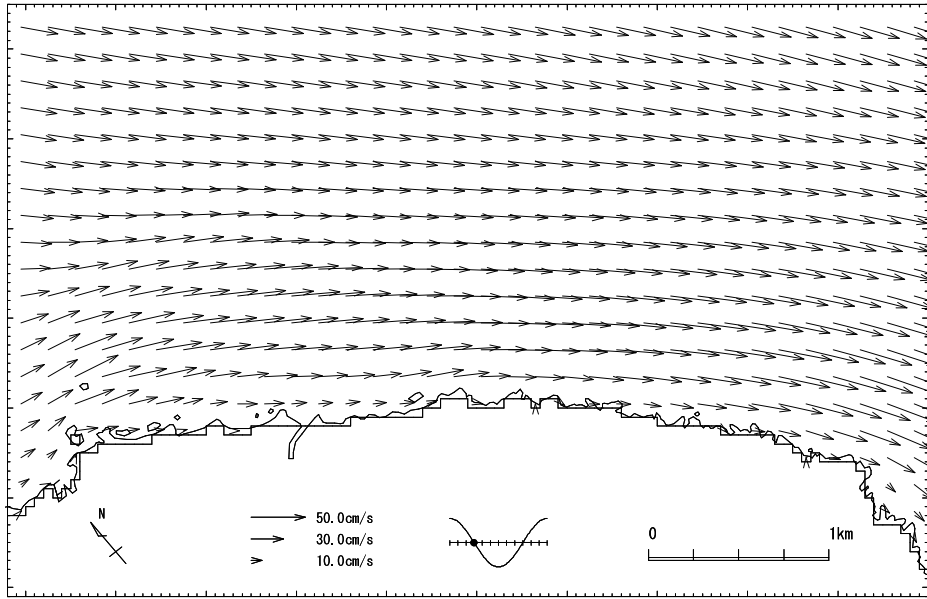


図 6.5-38(2) 流況図 (下げ潮最強時 上から順に上層、中層、下層)

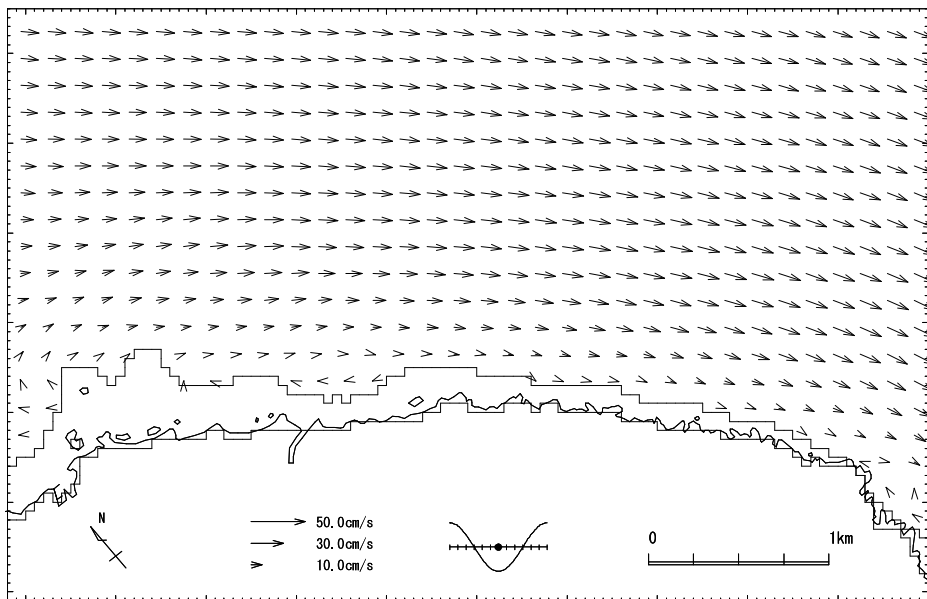
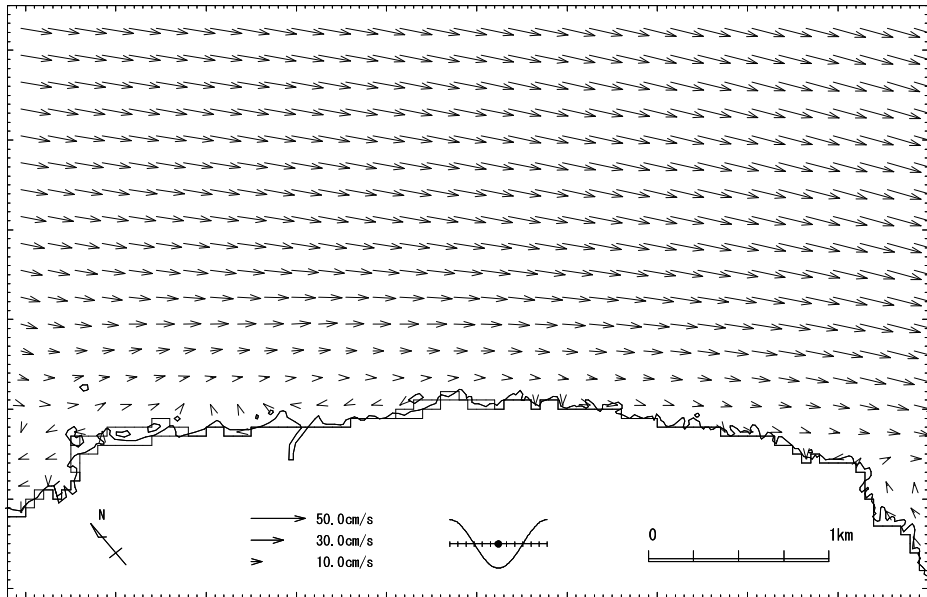
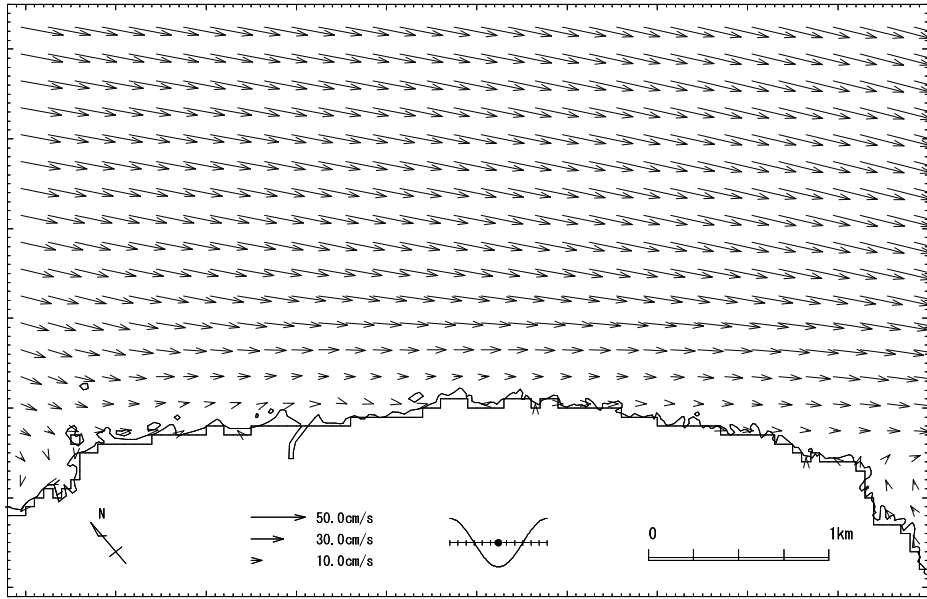


図 6.5-38 (3) 流況図 (干潮時 上から順に上層、中層、下層)

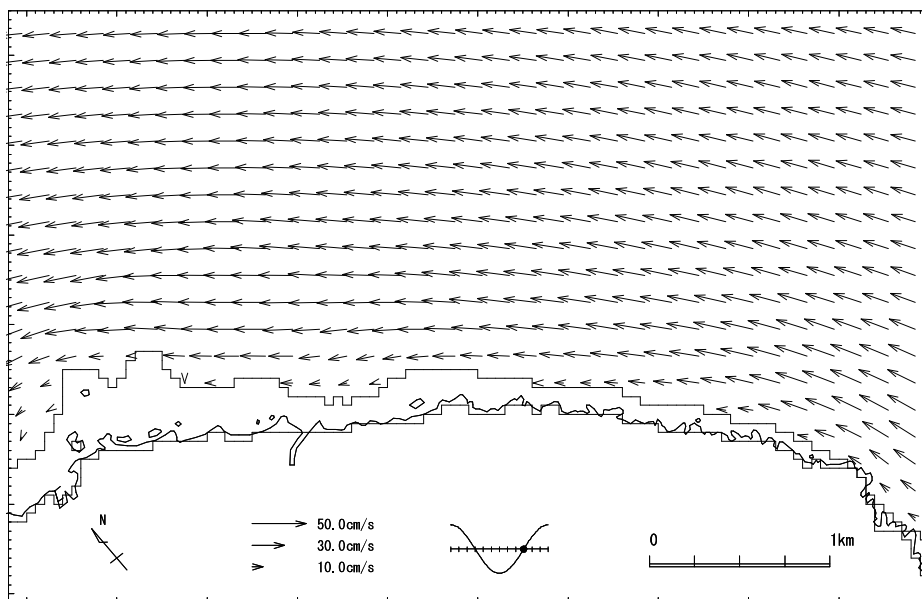
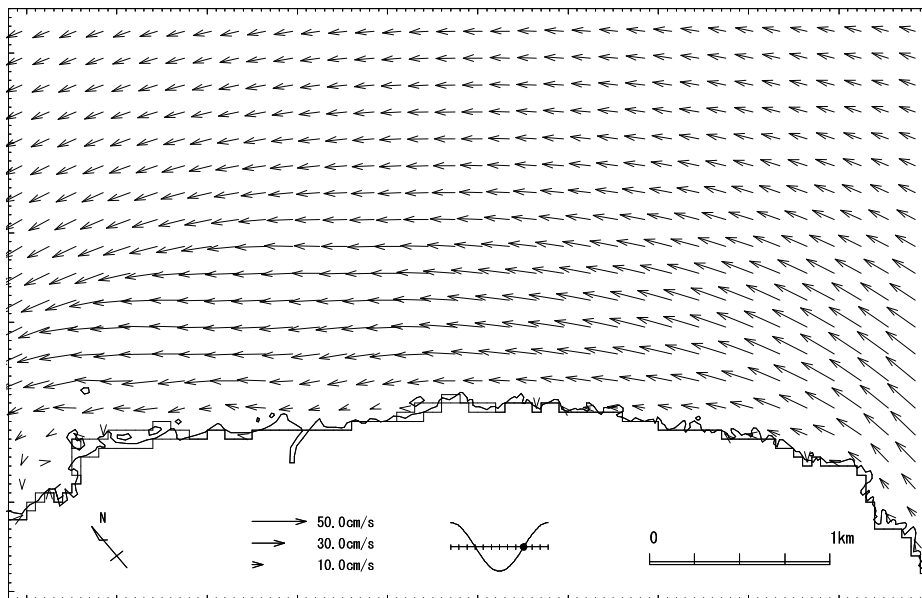
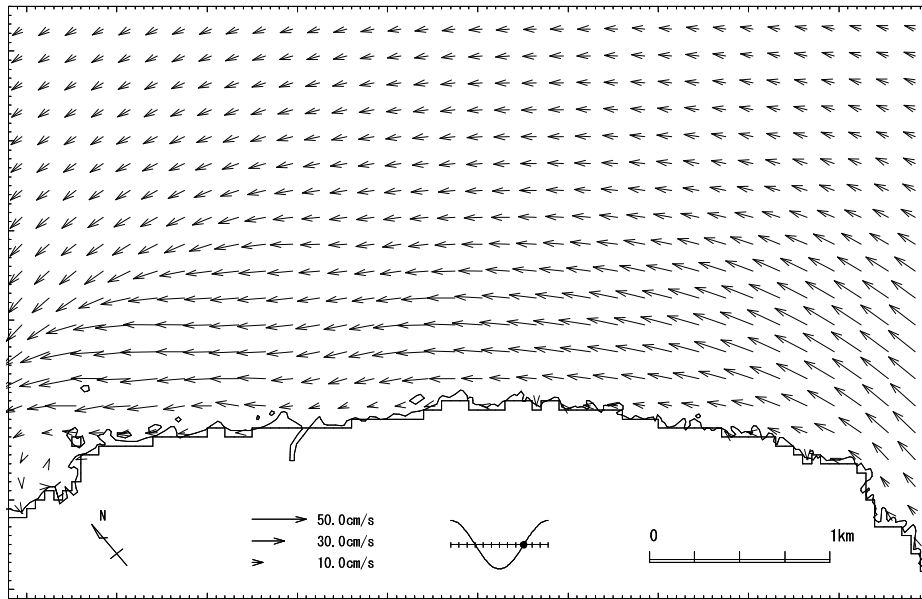


図 6.5-38 (4) 流況図 (上げ潮最強時 上から順に上層、中層、下層)

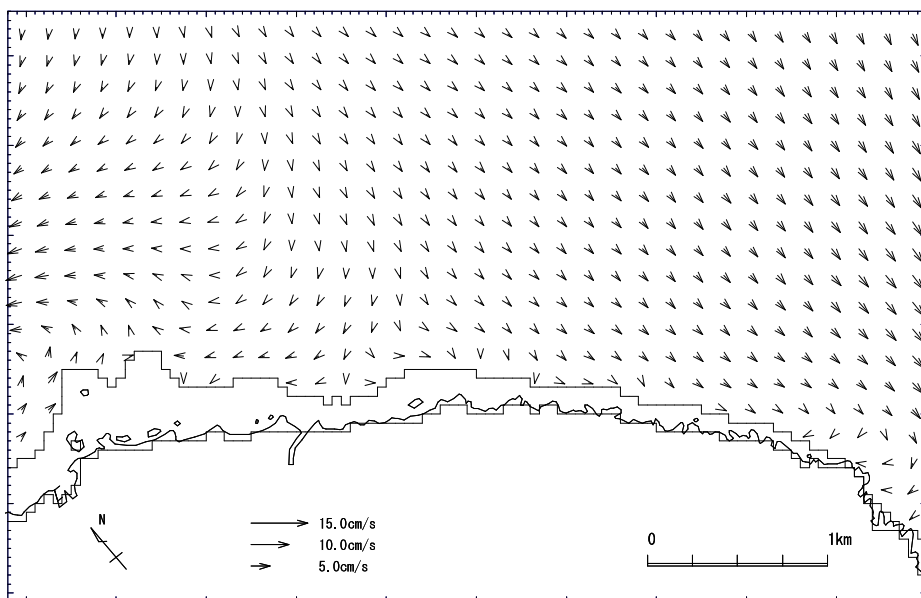
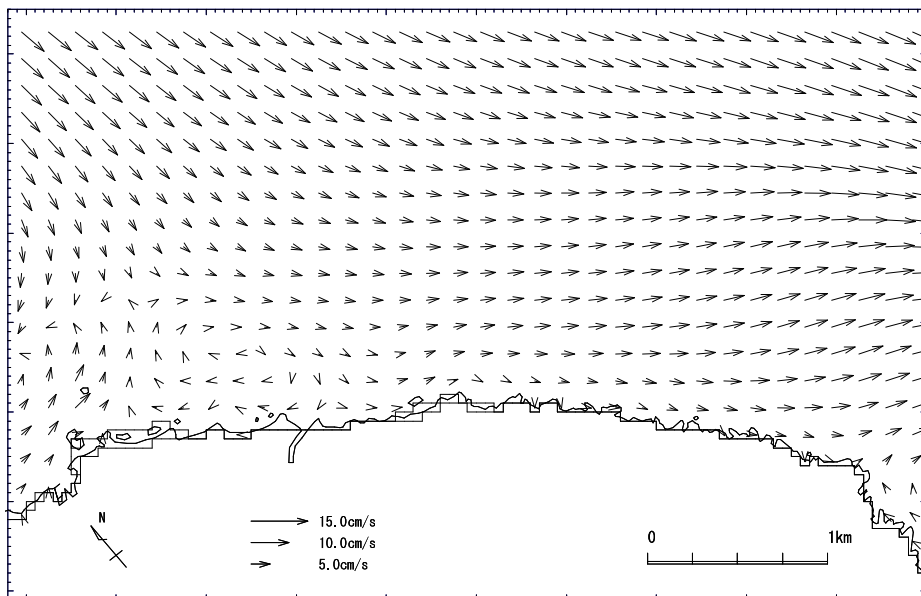
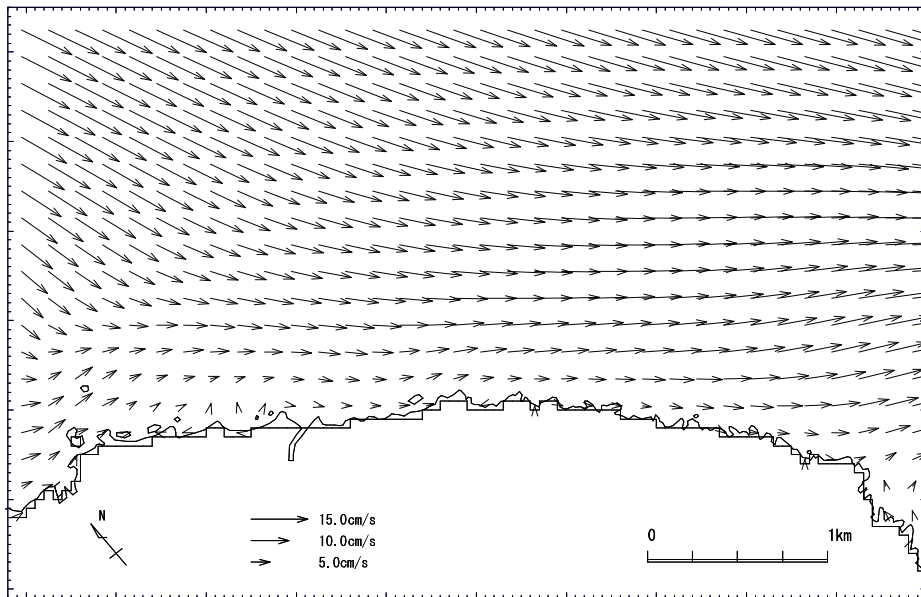


図 6.5-38 (5) 流況図 (平均流 上から順に上層、中層、下層)

キ. 水質予測

a. 予測モデル

予測の基本方程式には、Fick の拡散方程式と Stokes の沈降式を用いたモデルとした。

【拡散方程式】

上層 (K=1) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_K h_K}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(U_K \cdot S_K \cdot h_K) - \frac{\partial}{\partial y}(V_K \cdot S_K \cdot h_K) + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x h_K \frac{\partial S_K}{\partial x}\right) \\ & + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y h_K \frac{\partial S_K}{\partial y}\right) - K_z \frac{2(S_K - S_{K+1})}{(h_K + h_{K+1})} + W_K S^*_{K-1} + Q_K - W_0 S_K \end{aligned}$$

中層 (K=k) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_K h_K}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(U_K \cdot S_K \cdot h_K) - \frac{\partial}{\partial y}(V_K \cdot S_K \cdot h_K) + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x h_K \frac{\partial S_K}{\partial x}\right) \\ & + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y h_K \frac{\partial S_K}{\partial y}\right) - K_z \frac{2(S_{K-1} - S_K)}{(h_{K-1} + h_K)} + W_K S^*_{K-1} - W_{K-1} S^*_{K-1} \\ & + Q_K + W_0(S_{K-1} - S_K) \end{aligned}$$

下層 (K=kb) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_K h_K}{\partial t} = & -\frac{\partial}{\partial x}(U_K \cdot S_K \cdot h_K) - \frac{\partial}{\partial y}(V_K \cdot S_K \cdot h_K) + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x h_K \frac{\partial S_K}{\partial x}\right) \\ & + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y h_K \frac{\partial S_K}{\partial y}\right) - K_z \frac{2(S_{K-1} - S_K)}{(h_{K-1} + h_K)} - W_{K-1} S^*_{K-1} + Q_K + W_0(S_{K-1} - S_K) \end{aligned}$$

沈降速度 W_0 は、濁りに寄与する土粒子について Stokes の式から求める。

$$W_0 = \frac{g \cdot (r_s - r_w)}{18\mu} \cdot d^2$$

t	: 時刻 (sec)
x, y	: 水平方向の x、y 座標 (cm)
S_K	: 各層の濃度 ($\mu \text{ g/cm}^3$)
U_K	: 各層の x 方向の流速 (cm/s)
V_K	: 各層の y 方向の流速 (cm/s)
h_K	: 各層の層厚 (cm)
K_x, K_y	: 水平拡散係数 (cm^2/s)
K_z	: 鉛直拡散係数 (cm^2/s)
W_K	: 鉛直流速 (cm/s)
S^*_k	: $W_K > 0$ のとき $S^*_k = S_{k+1}$ 、 $W_K < 0$ のとき $S^*_k = S_k$
Q_K	: 各層への発生負荷量 ($\mu \text{ g/cm}^2/\text{s}$)
g	: 重力加速度 (980 cm/s^2)
γ_s	: 土粒子密度 (2.65 g/cm^3)
γ_w	: 海水密度 (1.00 g/cm^3)
μ	: 海水の動粘性係数 (0.0131 g/cm/s)
d	: 粒径 (cm)

b. 計算条件

計算条件は、表 6.5-74 に示すとおりである。潮流による拡散希釈については、浮遊物質の濃度が高くなる条件である中潮期として、日常的な降雨、過去 10 年間最大値の降雨を対象に海域への寄与濃度を予測した。

表 6.5-74 計算条件

項目	内容及び設定値	備考												
計算領域・地形	海底地形データ (M7008) から作成	※潮流予測と同様												
格子幅	50m	※潮流予測と同様												
鉛直層分割	第1層 (上層): 海面~2m 第2層 (中層): 2m~8m 第3層 (下層): 8m~海底	※潮流予測と同様												
水平渦動拡散係数	$5.0 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{s}$	※潮流予測と同様												
鉛直渦動拡散係数	$10 \text{ cm}^2/\text{s}$	鉛直拡散係数は、「港湾工事における濁り影響予測の手引き、平成 16 年; 国土交通省港湾局」を参考に設定												
対象潮汐	中潮期 (M ₂ 分潮)	※潮流予測と同様												
SS 負荷量条件	・ケース1 (日常的な降雨: 3mm/h) ・ケース2 (過去 10 年最大値: 107.5 mm/h)	各ケース詳細は表 6.5-76、表 6.5-77 参照、負荷量設定位置は図 6.5-39 参照												
粒径	<table border="1"> <thead> <tr> <th>代表粒径</th> <th>粒径区分</th> <th>比率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①0.0575mm</td> <td>(0.040~0.075mm)</td> <td>38.9%</td> </tr> <tr> <td>②0.0225mm</td> <td>(0.005~0.040mm)</td> <td>38.9%</td> </tr> <tr> <td>③0.0025mm</td> <td>(0.005mm 以下)</td> <td>22.2%</td> </tr> </tbody> </table>	代表粒径	粒径区分	比率	①0.0575mm	(0.040~0.075mm)	38.9%	②0.0225mm	(0.005~0.040mm)	38.9%	③0.0025mm	(0.005mm 以下)	22.2%	粒径区分はシルト (0.005~0.075mm) を 2 等分、及び粘土分 (0.005mm 以下) の 3 区分とし、代表粒径はそれぞれの区分の中央粒径とした (比率は土質の粒度組成結果から設定した)
代表粒径	粒径区分	比率												
①0.0575mm	(0.040~0.075mm)	38.9%												
②0.0225mm	(0.005~0.040mm)	38.9%												
③0.0025mm	(0.005mm 以下)	22.2%												
タイムステップ	1.0 (s)	※潮流予測と同様												

表 6.5-75 計算ケース

ケース名	濁りピーク時の潮汐条件	流量、SS 濃度
ケース 1	—	一定値、表 6.5-76 参照
ケース 2-1	満潮	表 6.5-77 参照
ケース 2-2	下げ潮 (満潮後 3 時間)	
ケース 2-3	干潮	
ケース 2-4	上げ潮 (干潮後 3 時間)	

表 6.5-76 SS負荷量条件 (ケース1)

流域	放流元	流量 (m ³ /h)	SS (mg/L)
A 流域	海域 (放流先①)	52.9	37.0
B 流域	喜三次川	2,668.8	8.8
C 流域	加治屋川	1,540.1	12.3
D 流域	大川	1,304.4	2.3
E 流域	海域 (放流先②)	151.8	50.3

注) 濁り発生時間は 24 時間 (計算結果詳細は、資料編参照)

表 6.5-77 SS負荷量条件 (ケース2)

日	時刻	時間雨量 (mm)	A流域 放流先①		B流域 喜三次川		C流域 加治屋川		D流域 大川		E流域 放流先②	
			流量(m ³ /h)	SS(mg/L)	流量(m ³ /h)	SS(mg/L)	流量(m ³ /h)	SS(mg/L)	流量(m ³ /h)	SS(mg/L)	流量(m ³ /h)	SS(mg/L)
9月4日	9時	2.5	44.1	35.2	2,648.8	8.6	1,528.5	11.9	1,300.9	2.1	126.5	47.5
	10時	2.0	35.3	33.1	2,628.8	8.5	1,516.9	11.5	1,297.4	2.0	101.2	44.2
	11時	3.0	52.9	37.0	2,668.8	8.8	1,540.1	12.3	1,304.4	2.3	151.8	50.3
	12時	0.0	0.0	0.0	2,548.8	0.0	1,470.6	10.5	1,283.4	1.5	0.0	0.0
	13時	0.5	8.8	22.6	2,568.8	8.1	1,482.2	10.6	1,286.9	1.6	25.3	28.5
	14時	0.0	0.0	0.0	2,548.8	0.0	1,470.6	10.5	1,283.4	1.5	0.0	0.0
	15時	0.0	0.0	0.0	2,548.8	0.0	1,470.6	10.5	1,283.4	1.5	0.0	0.0
	16時	0.0	0.0	0.0	2,548.8	0.0	1,470.6	10.5	1,283.4	1.5	0.0	0.0
	17時	0.0	0.0	0.0	2,548.8	0.0	1,470.6	10.5	1,283.4	1.5	0.0	0.0
	18時	1.0	17.6	27.3	2,588.8	8.2	1,493.8	10.9	1,290.4	1.7	50.6	35.5
	19時	26.5	467.1	67.7	3,608.8	20.2	2,084.1	37.0	1,468.9	14.0	1,340.5	100.6
	20時	14.5	255.6	57.3	3,128.8	14.2	1,806.3	24.0	1,384.9	7.5	733.5	83.1
	21時	10.5	185.1	52.4	2,968.8	12.2	1,713.7	19.6	1,356.9	5.5	531.1	75.0
	22時	4.5	79.3	41.4	2,728.8	9.4	1,574.8	13.6	1,314.9	2.8	227.6	57.2
23時	5.0	88.1	42.7	2,748.8	9.6	1,586.4	14.0	1,318.4	3.0	252.9	59.2	
24時	7.5	132.2	47.7	2,848.8	10.7	1,644.2	16.5	1,335.9	4.1	379.4	67.3	
9月5日	1時	2.5	44.1	35.2	2,648.8	8.6	1,528.5	11.9	1,300.9	2.1	126.5	47.5
	2時	1.5	26.4	30.6	2,608.8	8.3	1,505.3	11.2	1,293.9	1.8	75.9	40.4
	3時	2.0	35.3	33.1	2,628.8	8.5	1,516.9	11.5	1,297.4	2.0	101.2	44.2
	4時	29.0	511.1	69.4	3,708.8	21.4	2,142.0	39.6	1,486.4	15.4	1,467.0	103.5
	5時	96.5	1,700.8	96.7	6,408.8	46.6	3,704.6	95.5	1,958.9	53.1	4,881.5	151.7
	6時	107.5	1,894.7	99.6	6,848.8	49.7	3,959.2	102.5	2,035.9	58.8	5,437.9	157.0
	7時	34.0	599.3	72.5	3,908.8	23.7	2,257.7	44.7	1,521.4	18.2	1,719.9	108.9
	8時	2.0	35.3	33.1	2,628.8	8.5	1,516.9	11.5	1,297.4	2.0	101.2	44.2

注) 過去 10 年間で最大の時間降雨が確認された 2017 年 9 月 5 日 6 時の前後の 24 時間降雨状況に応じた負荷量を設定した (計算結果詳細は、資料編参照。)

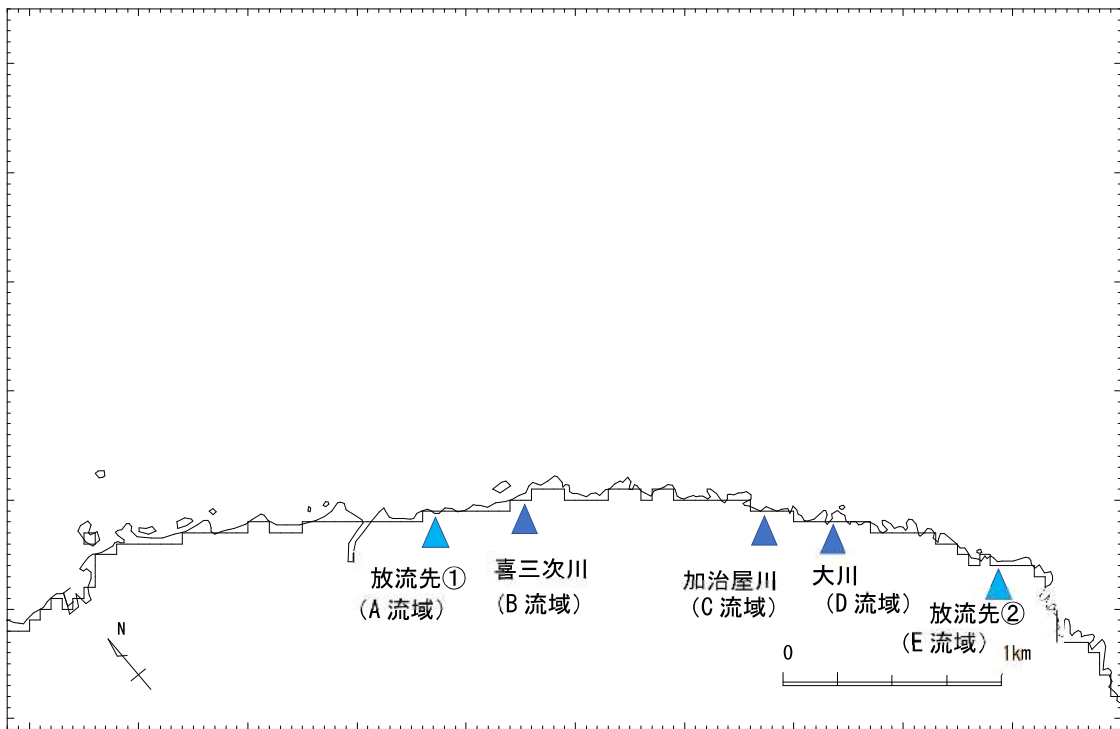


図 6.5-39 SS負荷量条件設定位置図

(4) 予測結果

ア. 河川

仮設沈砂池から放流される浮遊物質質量 (SS) の予測結果は、日常的な降雨 (3 mm/h) の場合、26.1 mg/L~50.3 mg/L で、過去 10 年の最大時間降雨 (107.5 mm/h) の場合、74.5~157.2 mg/L と予測する。また、河川水との混合後の浮遊物質質量 (SS) は、日常的な降雨の場合、2.3~12.3mg/L、過去 10 年の最大時間降雨 (107.5 mm/h) の場合、49.7~102.5mg/L と予測する (表 6.5-78 及び表 6.5-79 参照)。なお、予測結果詳細は、資料編 (資料 4-1 以降) に示す。

表 6.5-78 降雨時の浮遊物質質量及び河川流量 (日常的な降雨 : 3 mm/h)

流域	放流先	造成面積 (m ²)	放流量 (m ³ /h)	濁水 初期濃度 (mg/L)	水面積 負荷 (cm/s)	残留率 (%)	仮設沈砂池 放流水の予 測結果 (mg/L)	現況河川 流量 (m ³ /h)	現況 河川 濃度 (mg/L)	予測 結果 (mg/L)
		a	Q ₁	C _※	V	y	C ₁	Q ₀	C ₀	C
A 流域	海域 (放流先①)	35,250	52.9	2,000	0.0042	1.85	37.0	—	—	—
B 流域	H2 喜三次川	80,000	120	2,000	0.0042	1.30	26.1	2,548.8	8.0	8.8
C 流域	H3 加治屋川	46,300	69.45	2,000	0.0042	2.51	50.2	1,470.6	10.5	12.3
D 流域	H4 大川	14,000	21	2,000	0.0042	2.51	50.1	1,283.4	1.5	2.3
E 流域	海域 (放流先②)	101,170	151.8	2,000	0.0042	2.52	50.3	—	—	—

※A 流域、E 流域については、海域へ放流するため、次項の海域での予測結果に示す。

表 6.5-79 降雨時の浮遊物質質量及び河川流量 (過去 10 年最大値 : 107.5 mm/h)

流域	放流先	造成面積 (m ²)	放流量 (m ³ /h)	濁水 初期濃度 (mg/L)	水面積 負荷 (cm/s)	残留率 (%)	仮設沈砂池 放流水の予 測結果 (mg/L)	現況河川 流量 (m ³ /h)	現況 河川 濃度 (mg/L)	予測 結果 (mg/L)
		a	Q ₁	C _※	V	y	C ₁	Q ₀	C ₀	C
A 流域	海域 (放流先①)	35,250	1,895	2,000	0.15	5	99.6	—	—	—
B 流域	H2 喜三次川	80,000	4,300	2,000	0.15	3.82	74.5	2,548.8	8.0	49.7
C 流域	H3 加治屋川	46,300	2,489	2,000	0.15	7.84	156.8	1,470.6	10.5	102.5
D 流域	H4 大川	14,000	753	2,000	0.15	7.82	157.2	1,283.4	1.5	58.8
E 流域	海域 (放流先②)	101,170	5,438	2,000	0.15	7.85	157.0	—	—	—

※A 流域、E 流域については、海域へ放流するため、次項の海域での予測結果に示す。

イ. 海域

水質予測結果を図 6.5-40～図 6.5-44 に示す。最大値について、日常的な降雨では、沿岸に 0.06～0.19 mg/L 程度の寄与濃度であり、過去 10 年間最大の降雨では、1.49～18.29 mg/L 程度の寄与濃度と予測する（表 6.5-80 参照）。

また、予測地点（現地調査地点）において、浮遊物質の寄与濃度が大きい表層の降雨時の予測結果は、表 6.5-81 に示すとおりである。

日常的な降雨では、現況値 1.7～6 mg/L に対して、予測結果 1.7～6.0 mg/L、寄与濃度は 0.03 mg/L 未満、過去 10 年間最大の降雨では、予測結果 1.7～6.1 mg/L、寄与濃度は 0.5 mg/L 未満と予測する。

表 6.5-80 放流先前面海域の浮遊物質の寄与濃度（最大値：表層）

流域	放流元	寄与濃度の予測結果 (mg/L)				
		日常的な降雨	過去 10 年の最大時間降雨			
		ケース 1	ケース 2-1 満潮	ケース 2-2 下げ潮	ケース 2-3 干潮	ケース 2-4 上げ潮
A 流域	海域 (放流先①)	0.06	2.00	2.32	3.10	2.47
B 流域	喜三次川	0.52	4.59	4.85	7.01	4.74
C 流域	加治屋川	0.36	4.67	5.41	7.18	4.83
D 流域	柚打川	0.07	1.66	1.92	2.27	1.49
E 流域	海域 (放流先②)	0.19	12.28	14.29	18.29	12.43

表 6.5-81 降雨時の浮遊物質の予測結果（予測地点：表層）

予測地点	現況調査結果 (mg/L)				寄与濃度 (mg/L)					予測結果 (mg/L)					
					日常的な降雨	過去 10 年の最大時間降雨				日常的な降雨	過去 10 年の最大時間降雨				
					ケース 1	ケース 2-1 満潮	ケース 2-2 下げ潮	ケース 2-3 干潮	ケース 2-4 上げ潮	ケース 1	ケース 2-1 満潮	ケース 2-2 下げ潮	ケース 2-3 干潮	ケース 2-4 上げ潮	
G1	女川 河口前面	1	16	1	6.0	0.011	0.029	0.022	0.093	0.125	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1
G2	喜三次川 河口前面	2	1	2	1.7	0.017	0.179	0.037	0.110	0.107	1.7	1.9	1.7	1.8	1.8
G3	加治屋川・大川 河口前面	2	2	2	2.0	0.028	0.470	0.277	0.446	0.278	2.0	2.5	2.3	2.4	2.3

注) 現況調査結果は、降雨時 3 回の表層の値を示す。予測結果は、四捨五入し小数点第一位で表している。

a. ケース 1 (日常的な降雨 : 3 mm/h)

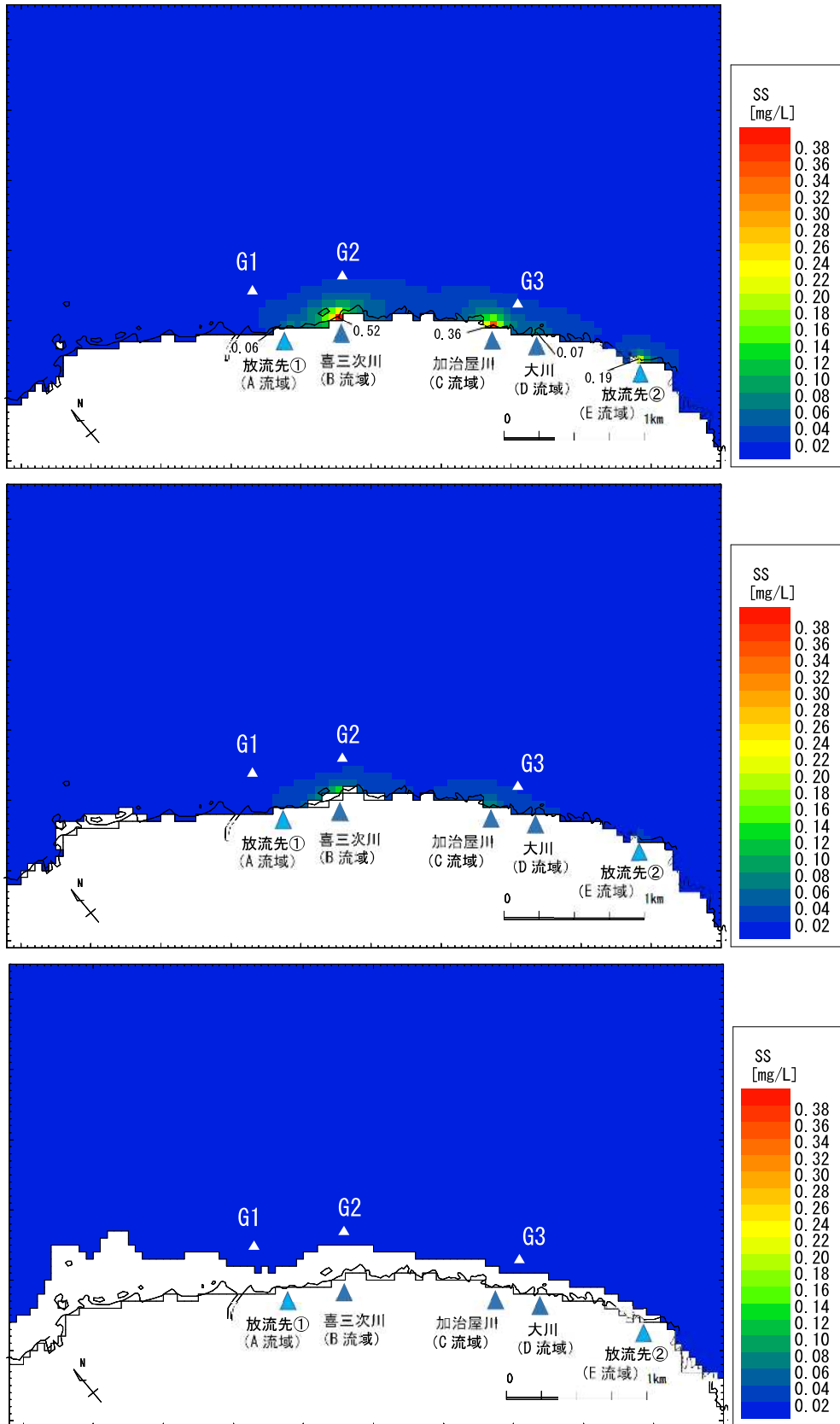
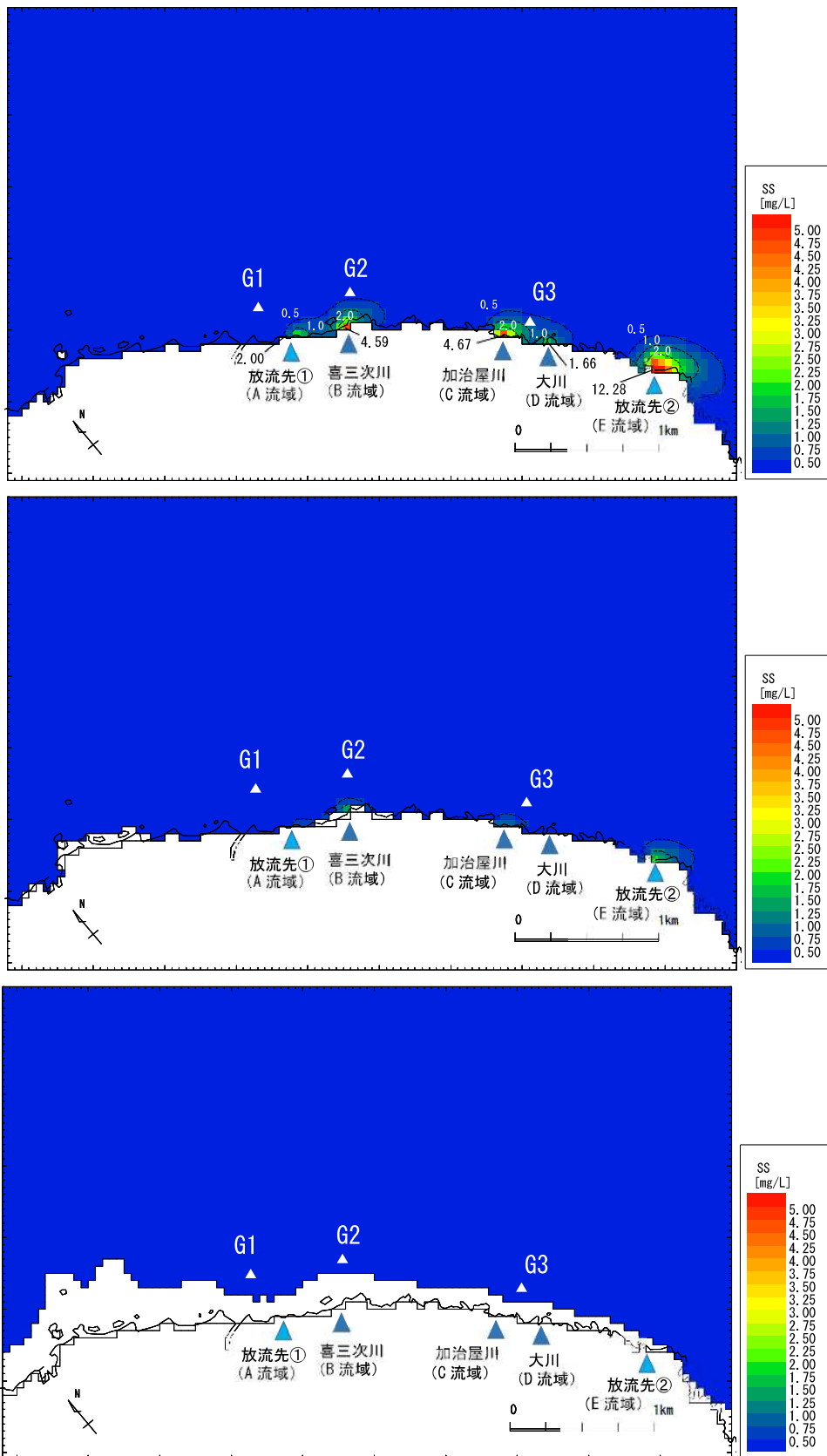


図 6.5-40濁り最大包絡分布図 (上から順に上層、中層) (4年次7~9ヶ月目)

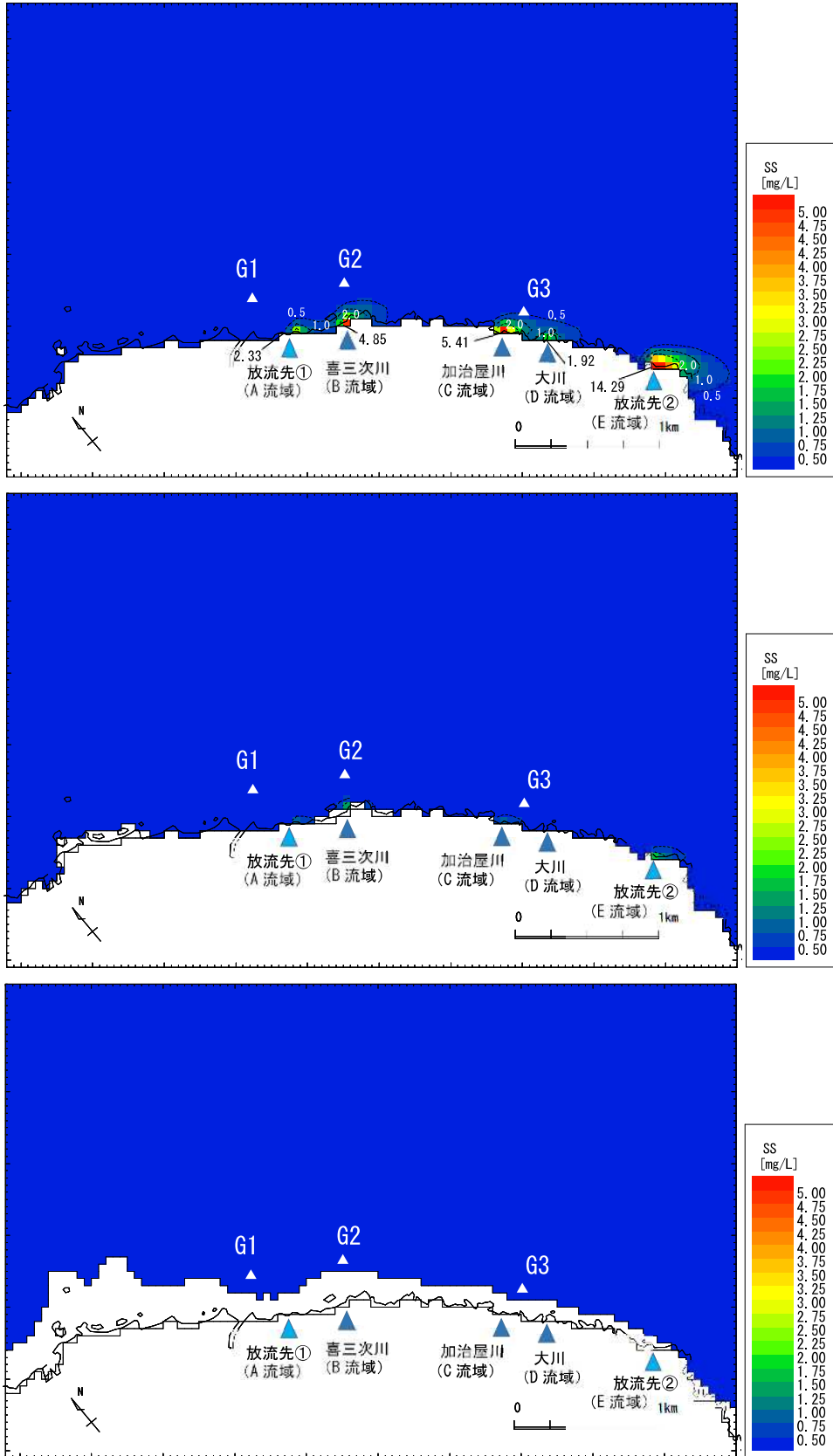
b. ケース 2-1 (過去 10 年最大値 : 107.5 mm/h) 満潮時



注) コンター線は 0.5、1.0、2.0 mg/L

図 6.5-41濁り最大包絡分布図 (上から順に上層、中層、下層) (4年次7~9ヶ月目)

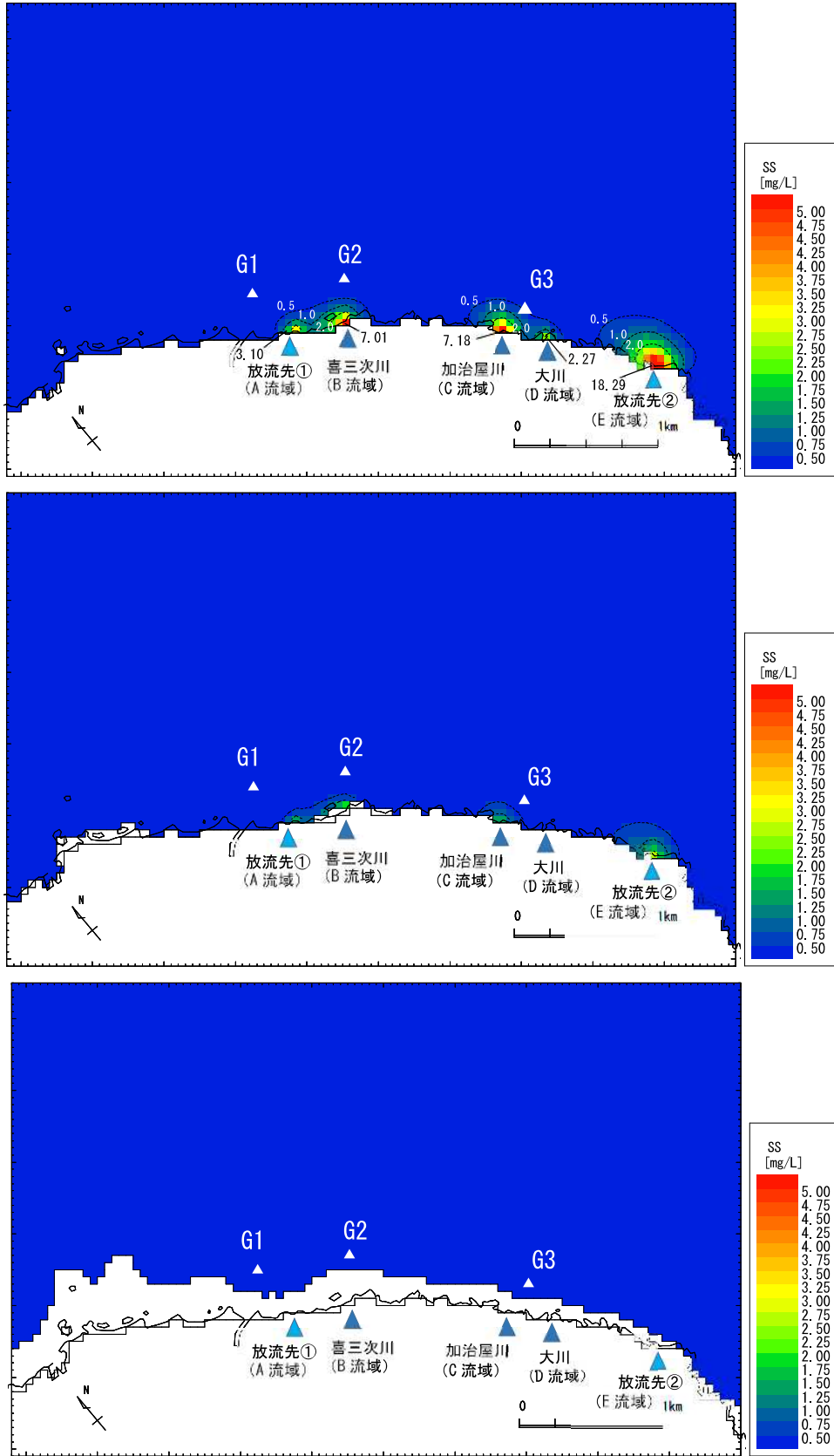
c. ケース 2-2 (過去 10 年最大値 : 107.5 mm/h) 下げ潮時 (満潮後 3 時間)



注) コンター線は 0.5、1.0、2.0 mg/L

図 6.5-42 濁り最大包絡分布図 (上から順に上層、中層、下層) (4年次7~9ヶ月目)

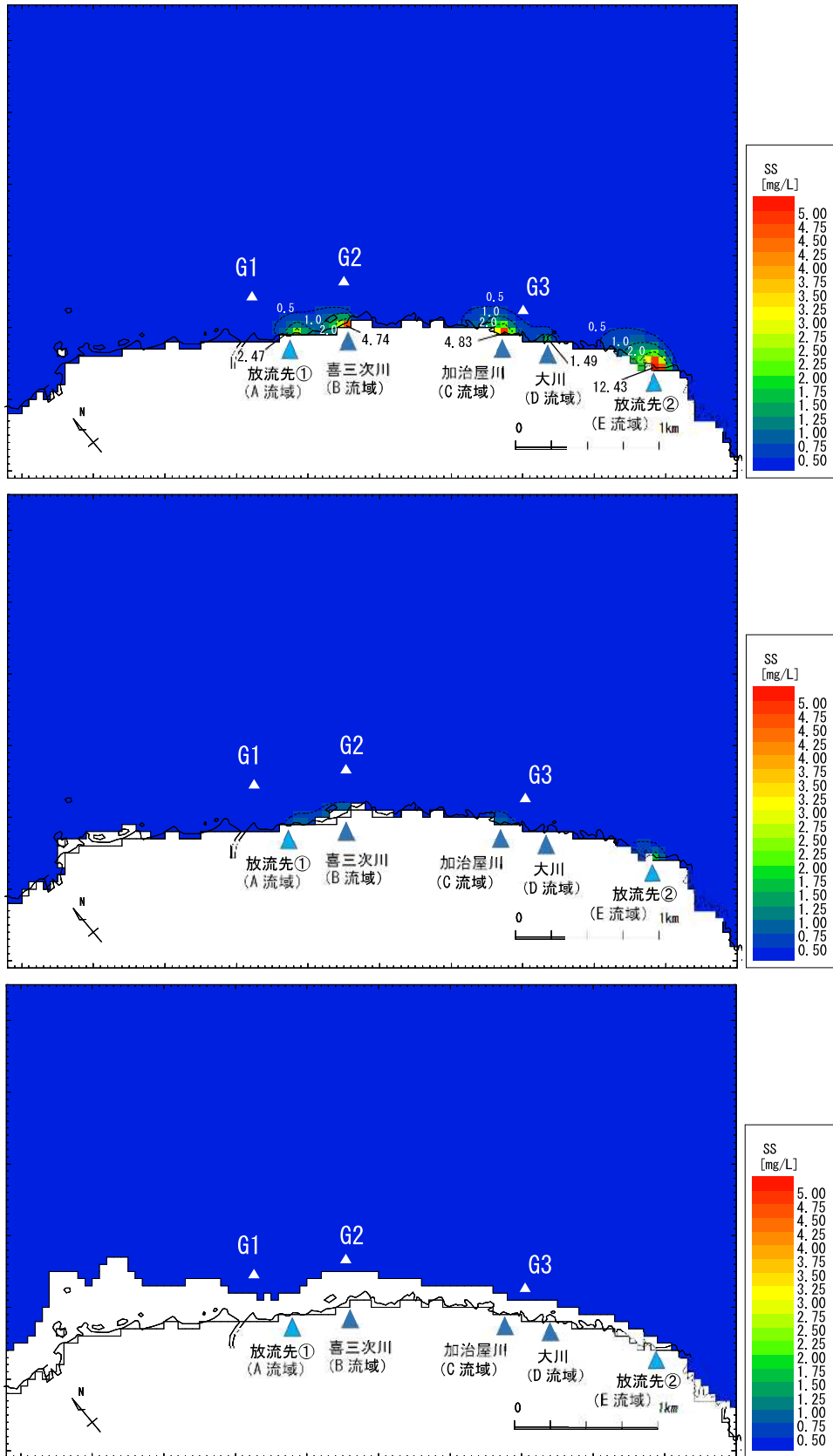
d. ケース 2-3 (過去 10 年最大値 : 107.5 mm/h) 干潮時



注) コンター線は 0.5、1.0、2.0 mg/L

図 6.5-43 濁り最大包絡分布図 (上から順に上層、中層、下層) (4年次7~9ヶ月目)

e. ケース 2-4 (過去 10 年最大値 : 107.5 mm/h) 上げ潮時 (干潮後 3 時間)



注) コンター線は 0.5、1.0、2.0 mg/L

図 6.5-44 濁り最大包絡分布図 (上から順に上層、中層、下層) (4年次7~9ヶ月目)

2) 環境保全措置

(1) 造成等の施工に伴う土砂による水の濁りを示す浮遊物質量 (SS) の濃度 (工事の実施)

ア. 環境保全措置の検討の状況

予測の結果を踏まえ、環境影響をできる限り回避又は低減することを目的として、表 6.5-82 に示すとおり環境保全措置の検討を行った。

表 6.5-82 環境保全措置の検討の状況

環境保全措置の種類	環境保全措置の内容
仮設沈砂池の設置	工事の進捗に合わせて、適宜、濁水量や放流先を勘案の上、仮設沈砂池を設け、この仮設沈砂池にて雨水排水中の浮遊物質を沈降させた上で放流する。なお、放流先の切り替え等に当たっては、水質汚濁防止、動植物等への影響低減の観点から、現況に応じて放流地点を適切に設定する。
沈砂池の土砂の定期的な除去	仮設沈砂池は、雨水排水中の浮遊物質の沈降効果を維持するため、堆砂の除去を定期的に行う。
造成面の転圧・植生の生育基盤の整備	植生の生育基盤を整備する。なお、法面の緑化は、在来の種の定着を促すため、栽培品種等の植栽・播種は行わず、植生の生育基盤を確保し、法面の侵食を防止する方法とする。
濁水処理プラントの設置	工事の実施に当たっては、仮設沈砂池が施工の妨げになる場合には濁水処理プラント等を設け、濁水処理を行う。
放流水の濁度モニタリング	対象事業実施区域の下流末端からの放流に際しては、放流水中の濁度の継続的なモニタリングを行う。
段階的施工計画	一時的な広範囲の裸地化の抑制により、濁水の発生源を低減する。
濁水発生量の低減	開発区域境に側溝等を設置し、非開発区域への降雨のうち、開発区域へと流入し、ともに沈砂設備で処理される可能性のある濁水の流入を防止する。

イ. 検討結果の整理

検討の結果、実施することとした環境保全措置及び環境保全措置の効果、効果の不確実性、他の環境に生じる新たな影響等について整理した (表 6.5-83 参照)。

なお、これらについては定量化が困難なものも含まれているが、造成等の施工に伴う土砂による水の濁りの影響をより低減するための環境保全措置として適切であると考え、採用する。