

7.1.4 水 象

7.1.4 水 象

1) 調査の結果

(1) 調査の手法

① 調査すべき情報

調査すべき情報は、対象事業実施区域周辺の流向及び流速に関する水象の状況とした。

② 調査の基本的な手法

調査は、電磁流速計を用いた 15 昼夜連続観測とした。観測層は 1 層とし、海底面上 0.3m に電磁流速計 (INFINITY-EM JFE アドバンテック社) を固定して設置し、水平方向の流向・流速を 10 分間隔で 15 昼夜連続観測・記録した。

③ 調査地域・調査地点

調査地域は対象事業実施区域の周辺海域とし、調査地点は図 7.1.4-1 に示す 5 地点とした。

④ 調査期間等

調査時期は、夏季及び冬季の 15 昼夜とした。調査期日を表 7.1.4-1 に示す。

表 7.1.4-1 調査時期及び調査期日

調査項目	調査時期	調査期日	備考
流向・流速	夏季	令和 6 年 8 月 8 日～8 月 22 日	15 昼夜連続観測
	冬季	令和 7 年 1 月 15 日～1 月 29 日	同上

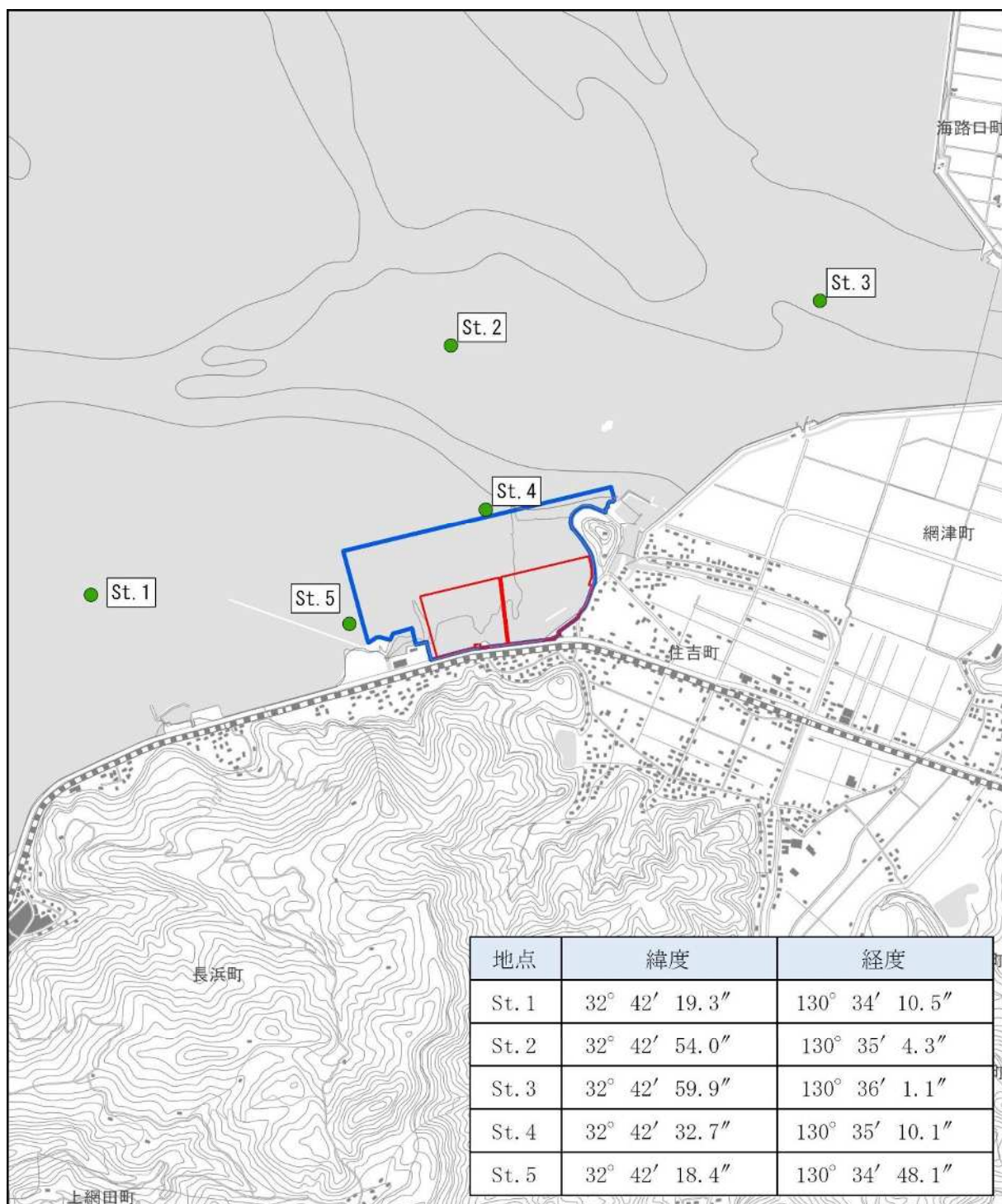


図 7.1.4-1 調査地点位置図

凡例

● 水象(流向及び流速)

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



(2) 調査結果

① 流向・流速頻度分布

10 分毎に得られた流向と流速データより、流向については 16 方位、流速については 10cm/s 毎に出現頻度を整理した。各調査地点の流向・流速出現頻度図を図 7.1.4-2、図 7.1.4-3 に示し、流速別頻度図を図 7.1.4-4、図 7.1.4-5 に示す。

流向については、夏季、冬季でほぼ同様な傾向を示し、ほとんどの地点で、西南西～南西方向の流れが最も頻度が高く、その反対方向の東北東～東向きの流れの頻度も高かった。地形を反映して、東系統の頻度が低い地点(St.4、St.5)や西北西の流れの頻度が高かった地点(St.3)があった。

流速については、夏季、冬季で異なる傾向を示し、夏季は 10cm/s 以下の流れが地点間で 60.5%～87.2%、20cm/s 以下が 88.1%～99.9%を占め、最大流速が 64cm/s であった。これに対し、冬季は、10cm/s 以下の流れが地点間で 36.8%～77.8%、20cm/s 以下が 71.3%～99.8%で、最大流速が 52cm/s であった。夏季は 10cm/s 以下の遅い流れの占める割合が高いが最大流速が大きく、冬季は逆の傾向であった。なお、干出時間は夏季が 1～27%、冬季が 8～46%であった。

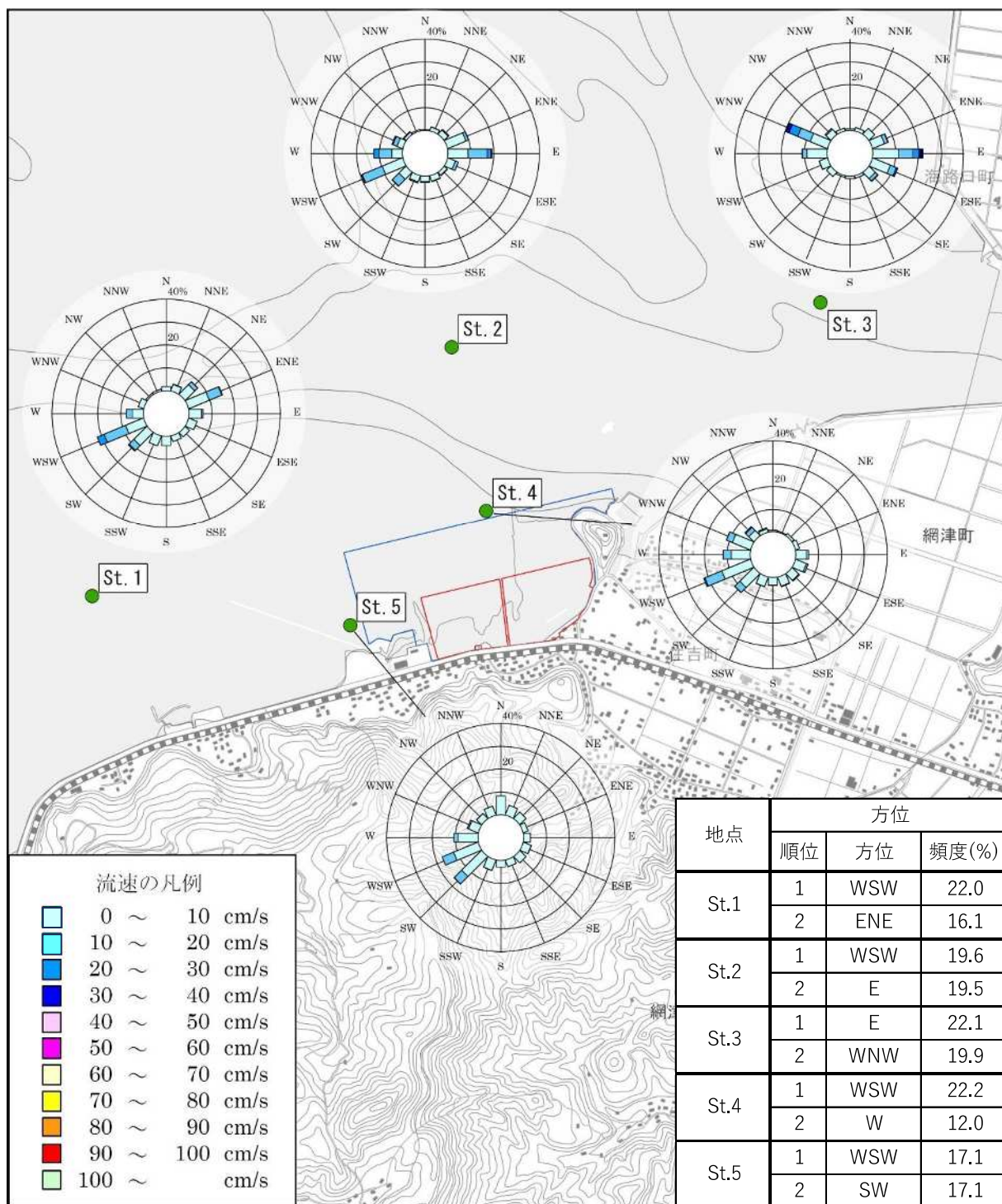
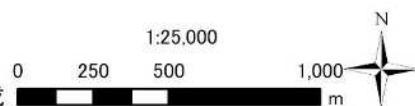


図 7.1.4-2 流向・流速出現頻度図（夏季）

凡例

- 埋立区域
- 対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



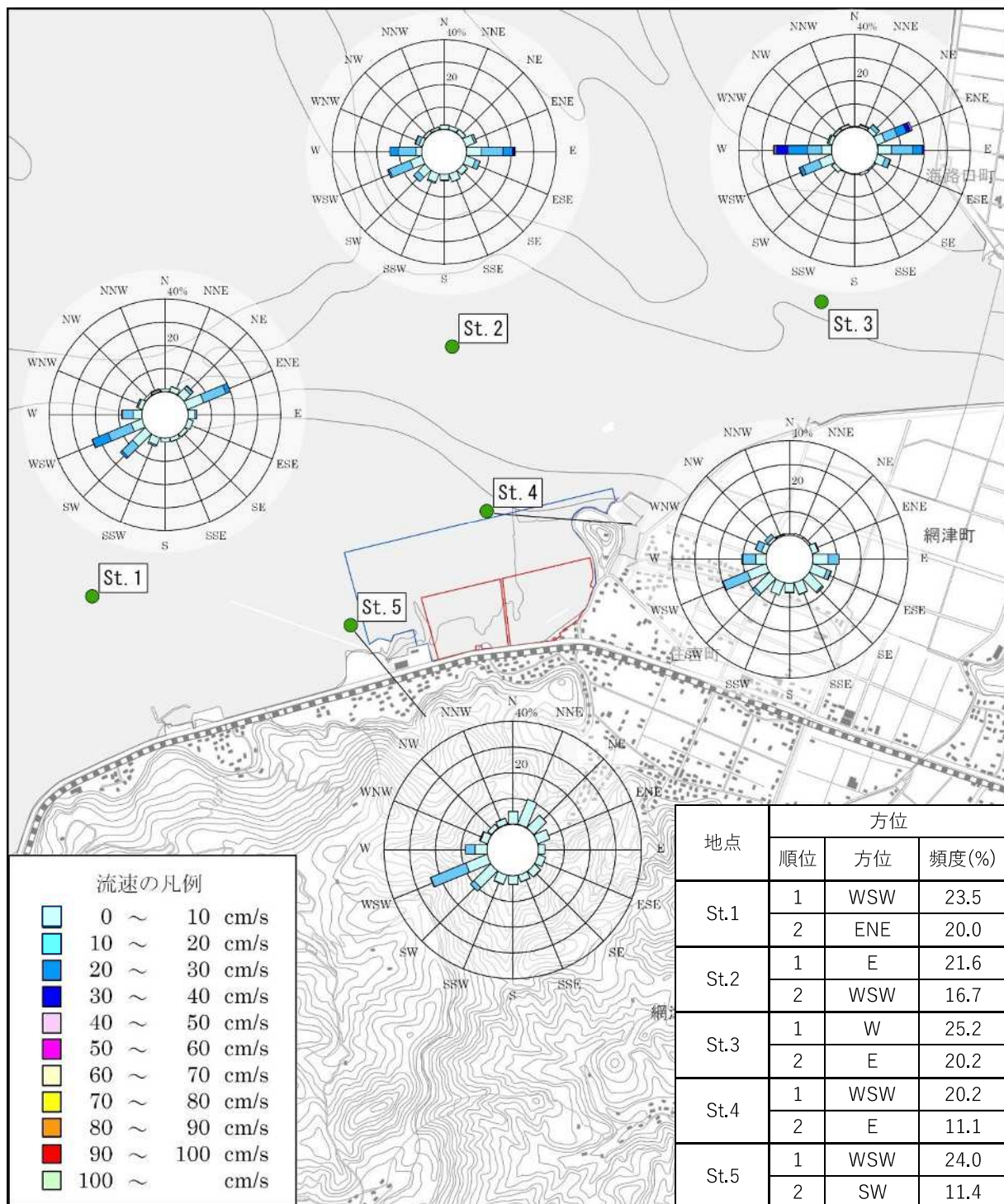
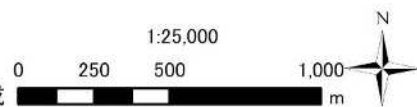


図 7.1.4-3 流向・流速出現頻度図（冬季）

凡例

- 埋立区域
- 対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



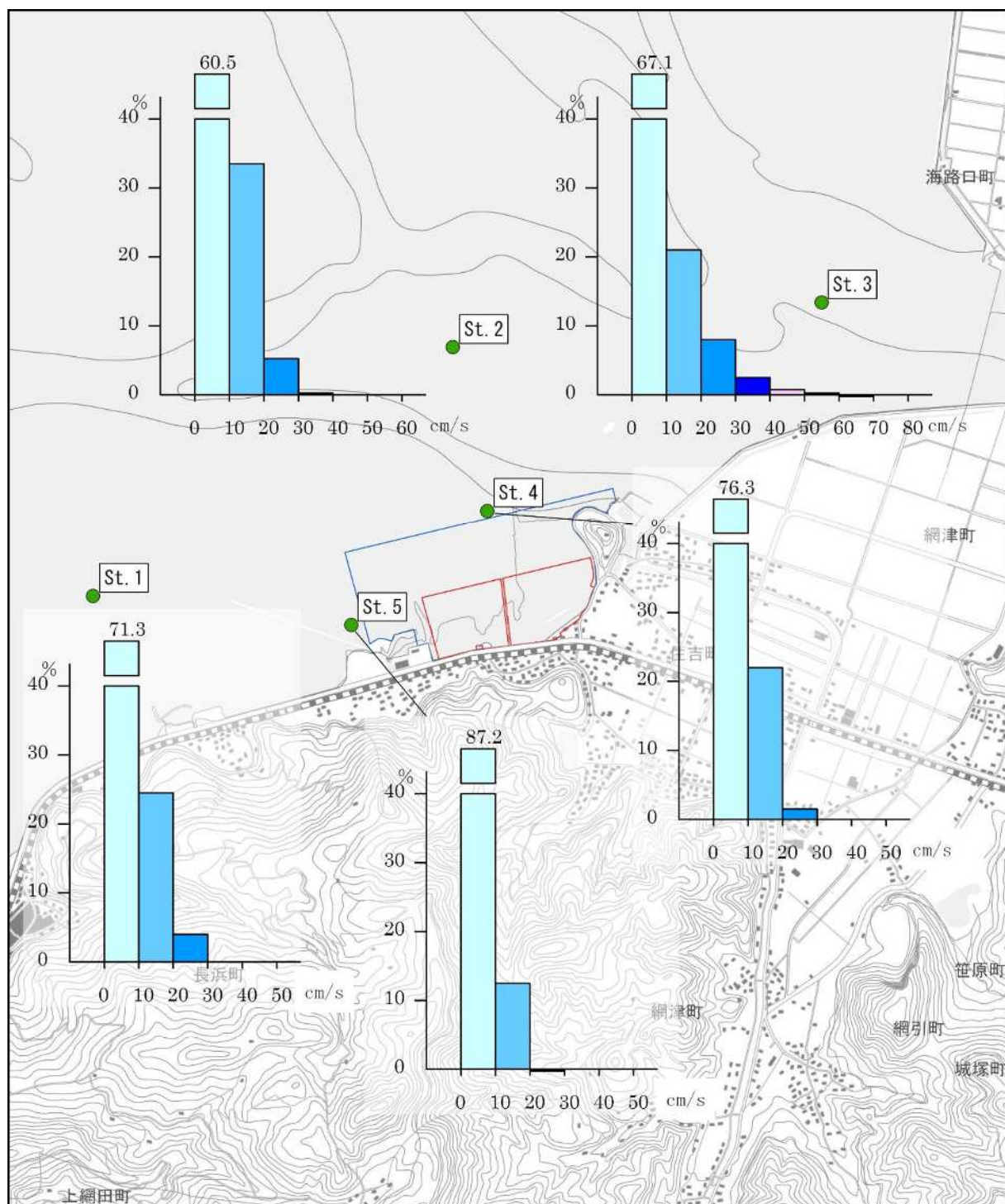


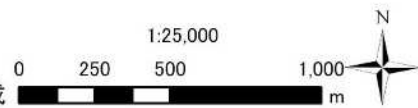
図 7.1.4-4 流速別頻度図 (夏季)

凡例

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



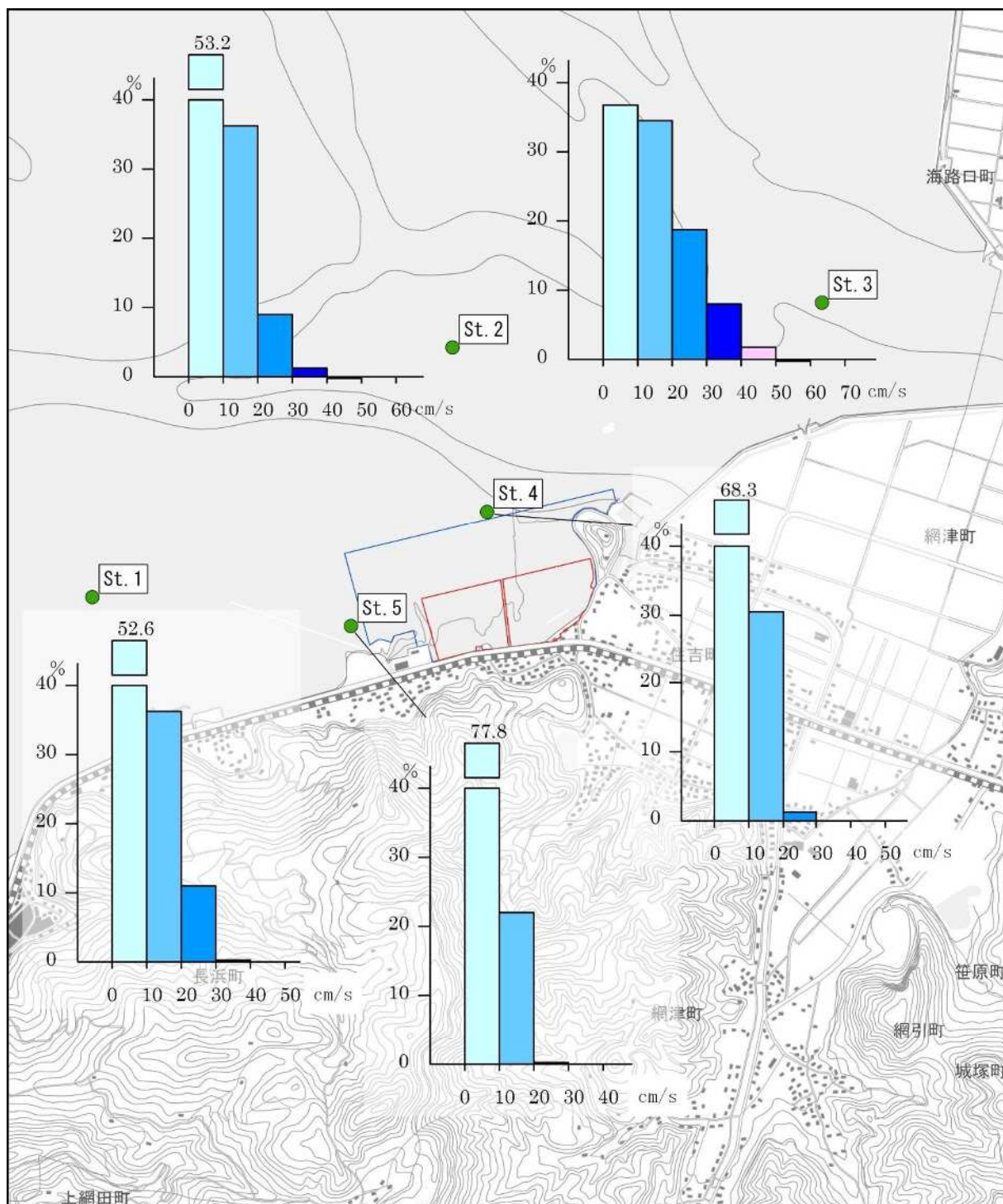


図 7.1.4-5 流速別頻度図 (冬季)

凡例

- 埋立区域
- 対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



② 潮流調和分解結果

潮流調和定数表を表 7.1.4-2、表 7.1.4-3 に示し、最も卓越する M_2 分潮流の潮流楕円を図 7.1.4-6、図 7.1.4-7 に示す。

表 7.1.4-2 潮流調和定数表（夏季）

地点 分潮		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5	
		主流向	68°	主流向	81°	主流向	289°	主流向	83°	主流向	68°
主要 4 分 潮	分潮	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °
	M_2 主太陰半日周潮	9.3	125	9.5	143	14.3	359	4.9	136	3.8	107
	S_2 主太陽半日周潮	5.7	170	5.5	186	8.8	45	3.2	167	2.4	136
	K_1 日月合成日周潮	0.8	170	0.3	125	1.8	37	0.3	163	0.3	125
	O_1 主太陰日周潮	0.7	151	0.3	58	1.6	292	0.2	31	0.3	58

表 7.1.4-3 潮流調和定数表（冬季）

地点 分潮		St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 5	
		主流向	68°	主流向	87°	主流向	286°	主流向	90°	主流向	54°
主要 4 分 潮	分潮	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °	流速 cm/s	遅角 °
	M_2 主太陰半日周潮	13.5	144	14.1	159	21.8	355	5.7	145	4.2	103
	S_2 主太陽半日周潮	7.9	190	7.7	204	10.7	42	3.4	197	3.3	164
	K_1 日月合成日周潮	1.0	299	1.4	300	1.9	157	0.7	291	0.6	255
	O_1 主太陰日周潮	1.0	174	1.6	155	1.9	338	0.3	145	0.3	52

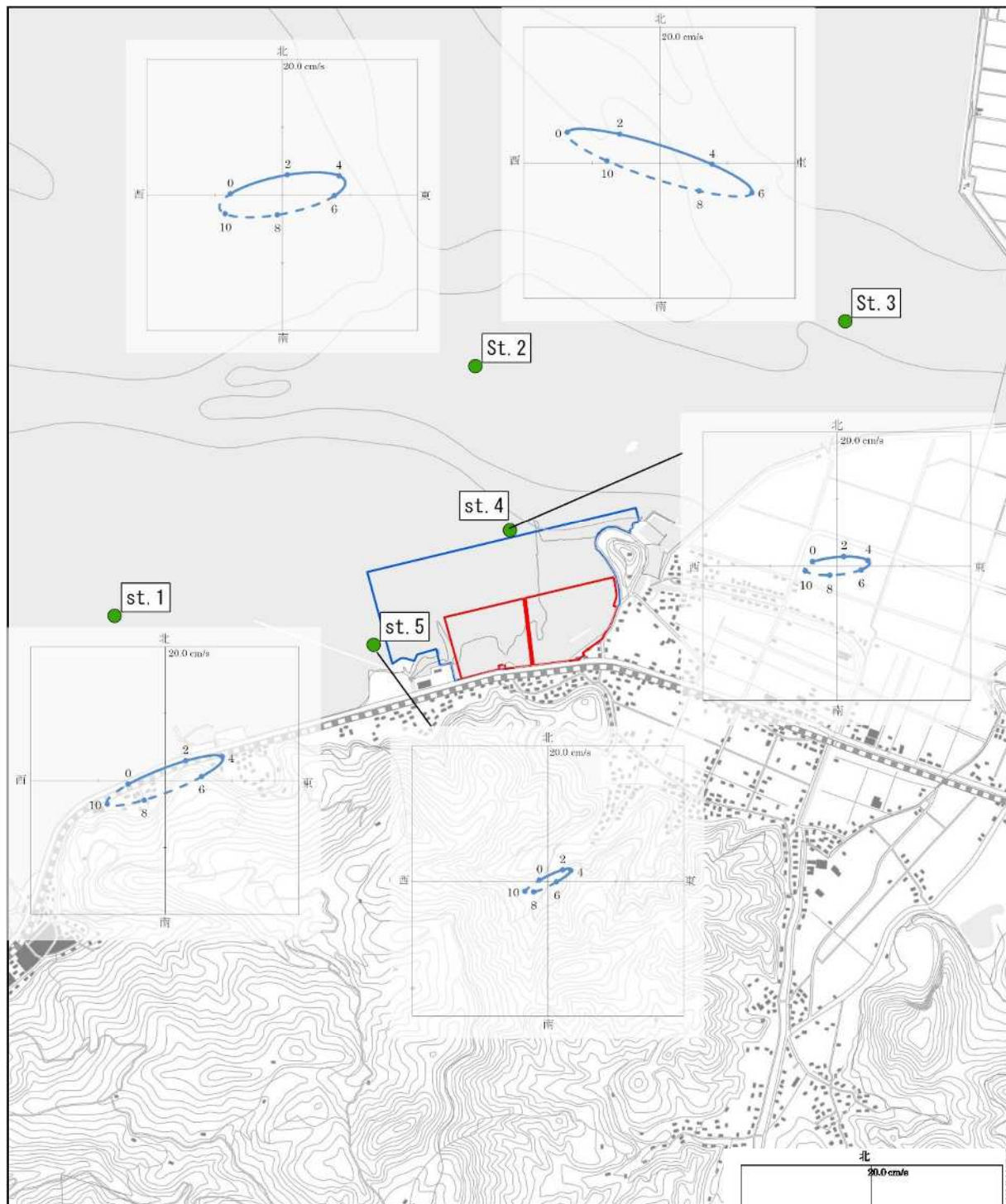
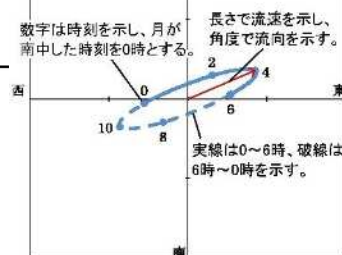


図 7.1.4-6 潮流楕円【 M_2 分潮流】(夏季)

凡例

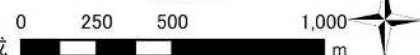
- 埋立区域
- 対象事業実施区域



潮流楕円図の説明

1:25,000

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



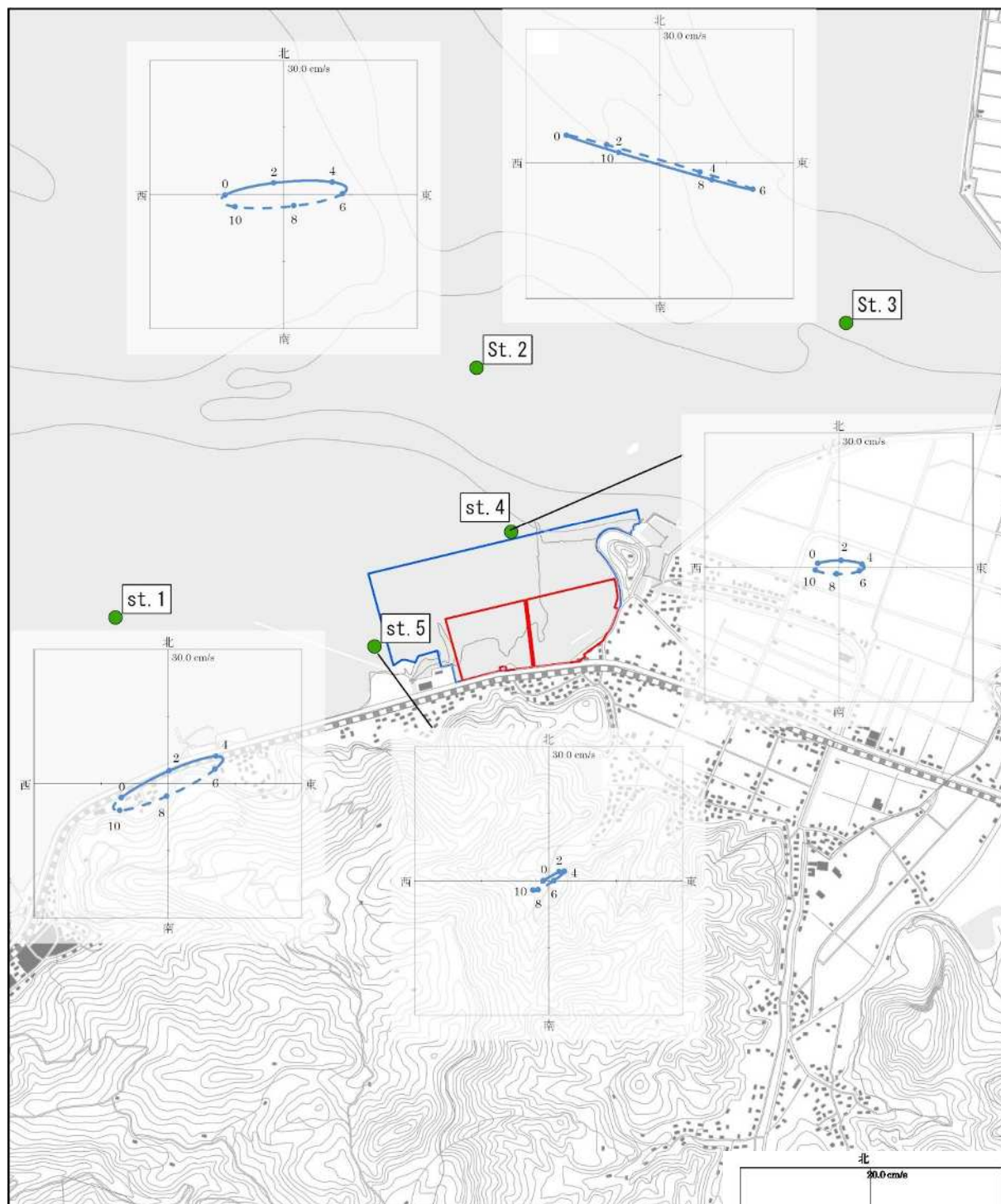
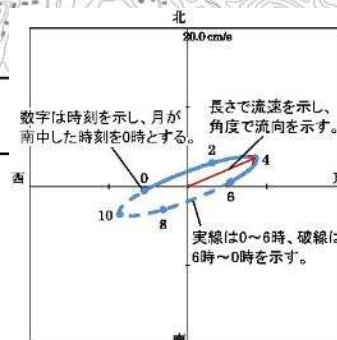


図 7.1.4-7 潮流楕円【 M_2 分潮流】(冬季)

凡例

- 埋立区域
- 対象事業実施区域



潮流楕円の説明

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



潮流非調和定数表を表 7.1.4-4、表 7.1.4-5 に示す。夏季は、潮流の半日周潮成分 (M_2+S_2) の振幅は 6.2~23.2cm/s、日周潮成分 (K_1+O_1) の振幅は 0.5~3.5cm/s の値を示し半日周潮成分が卓越している。主要 4 分潮和 ($M_2+S_2+K_1+O_1$) の振幅は 6.8~26.6cm/s、日周潮成分の対半日周潮成分比は 0.04~0.15 を示し半日周潮型となった。一方、冬季の潮流の半日周潮成分 (M_2+S_2) の振幅は 7.5~32.5cm/s、日周潮成分 (K_1+O_1) の振幅は 0.9~3.8cm/s の値を示し、夏季同様、半日周潮成分が卓越している。主要 4 分潮和 ($M_2+S_2+K_1+O_1$) の振幅は 8.4~36.3cm/s、日周潮成分の対半日周潮成分比は 0.09~0.13 を示し半日周潮型となった。

表 7.1.4-4 潮流非調和定数表（夏季）

地点	Hm+Hs	H' +Ho	Hm+Hs +H' +Ho	(H' +Ho) /(Hm+Hs)	$\kappa_m/29$
	cm/s	cm/s	cm/s	—	時
St.1	15.0	1.5	16.5	0.10	4.30
St.2	15.0	0.6	15.6	0.04	4.92
St.3	23.2	3.5	26.6	0.15	12.37
St.4	8.2	0.5	8.6	0.06	4.68
St.5	6.2	0.7	6.8	0.11	3.70

表 7.1.4-5 潮流非調和定数表（冬季）

地点	Hm+Hs	H' +Ho	Hm+Hs +H' +Ho	(H' +Ho) /(Hm+Hs)	$\kappa_m/29$
	cm/s	cm/s	cm/s	—	時
St.1	21.4	2.0	23.3	0.09	4.98
St.2	21.9	2.9	24.8	0.13	5.47
St.3	32.5	3.8	36.3	0.12	12.25
St.4	9.1	1.1	10.2	0.12	4.99
St.5	7.5	0.9	8.4	0.11	3.55

注) 非調和定数

Hm+Hs : M_2 と S_2 分潮の振幅和で、半日周潮の振幅を表す。

H' +Ho : K_1 と O_1 分潮の振幅和で、日周潮の振幅を表す。

Hm+Hs+H' +Ho : 主要 4 分潮である M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 分潮の振幅和で、潮汐、潮流振幅の最大値の概値を与える。

(H' +Ho)/(Hm+Hs) : 日周潮成分と半日周潮成分の振幅比で、潮型を示す。

潮型は次のように分類される。

$F < 0.25$ -----半日周潮型

$0.25 \leq F < 1.50$ -----混合周潮型

$1.50 \leq F$ -----日周潮型

$\kappa_m/29$: M_2 分潮の遅角を毎時角速度で除したもので、月が各地点の子午線上を経過してから、潮汐（潮流）が最高（最強）となるまでの時間を示す。

③ 平均大潮期の流況

平均大潮期の流況を図 7.1.4-8 及び図 7.1.4-9 に示す。夏季、冬季とも下げ潮時には岸に沿った湾口方向への流れを、上げ潮時は岸に沿った湾奥方向への流れを、それぞれ示す傾向であった。夏季の下げ潮最強時の流速は 5.9～22.0cm/s、上げ潮最強時の流速は 1.4～22.9cm/s であり、冬季の下げ潮最強時の流速は 6.3～32.3cm/s、上げ潮最強時の流速は 1.6～31.2cm/s で、冬季に強い流れが発生する。

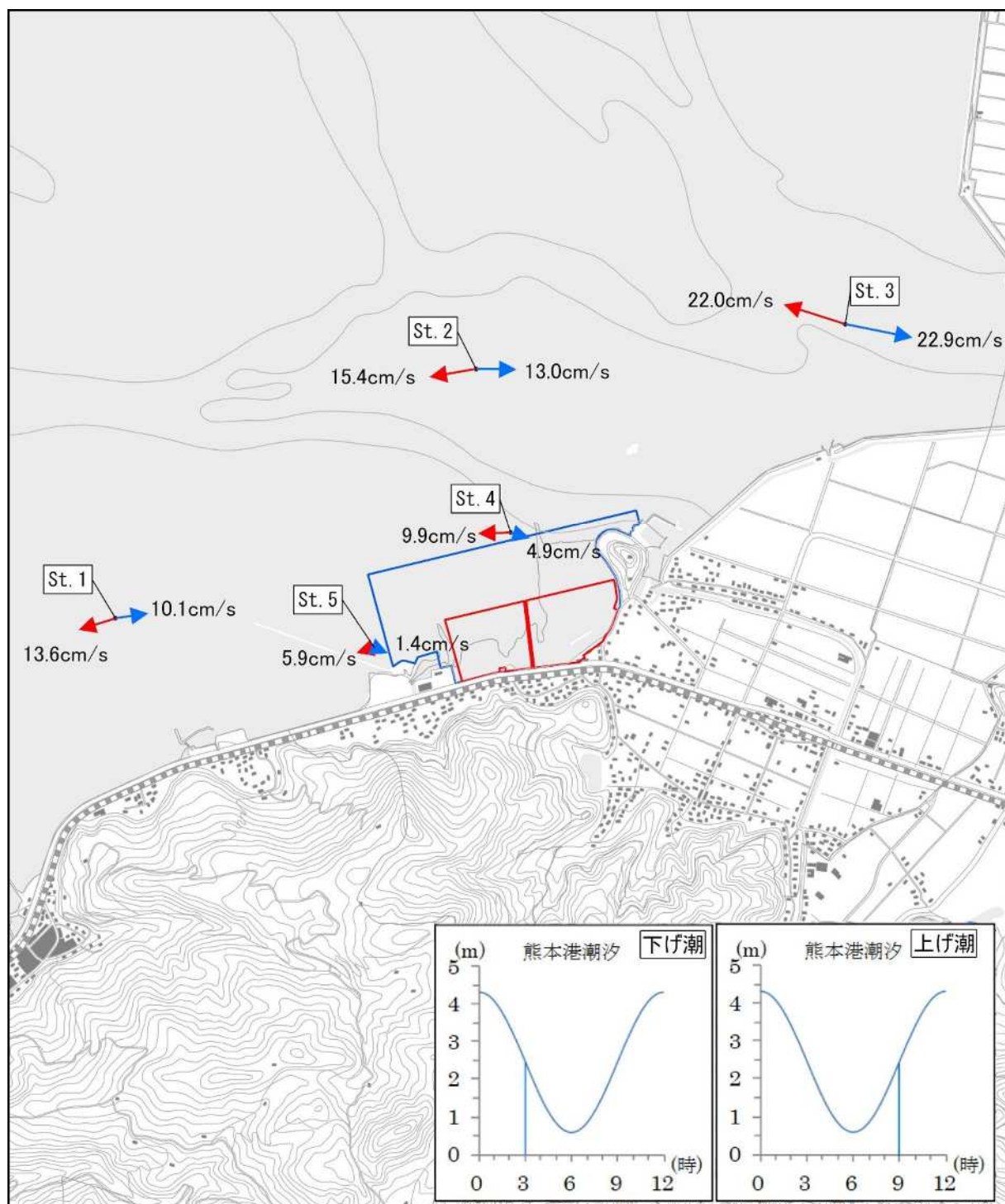


図 7.1.4-8 平均大潮期の流況図（夏季）

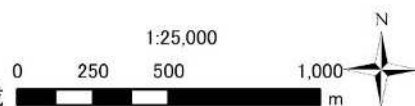
凡例

→ 下り潮時
→ 上り潮時

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



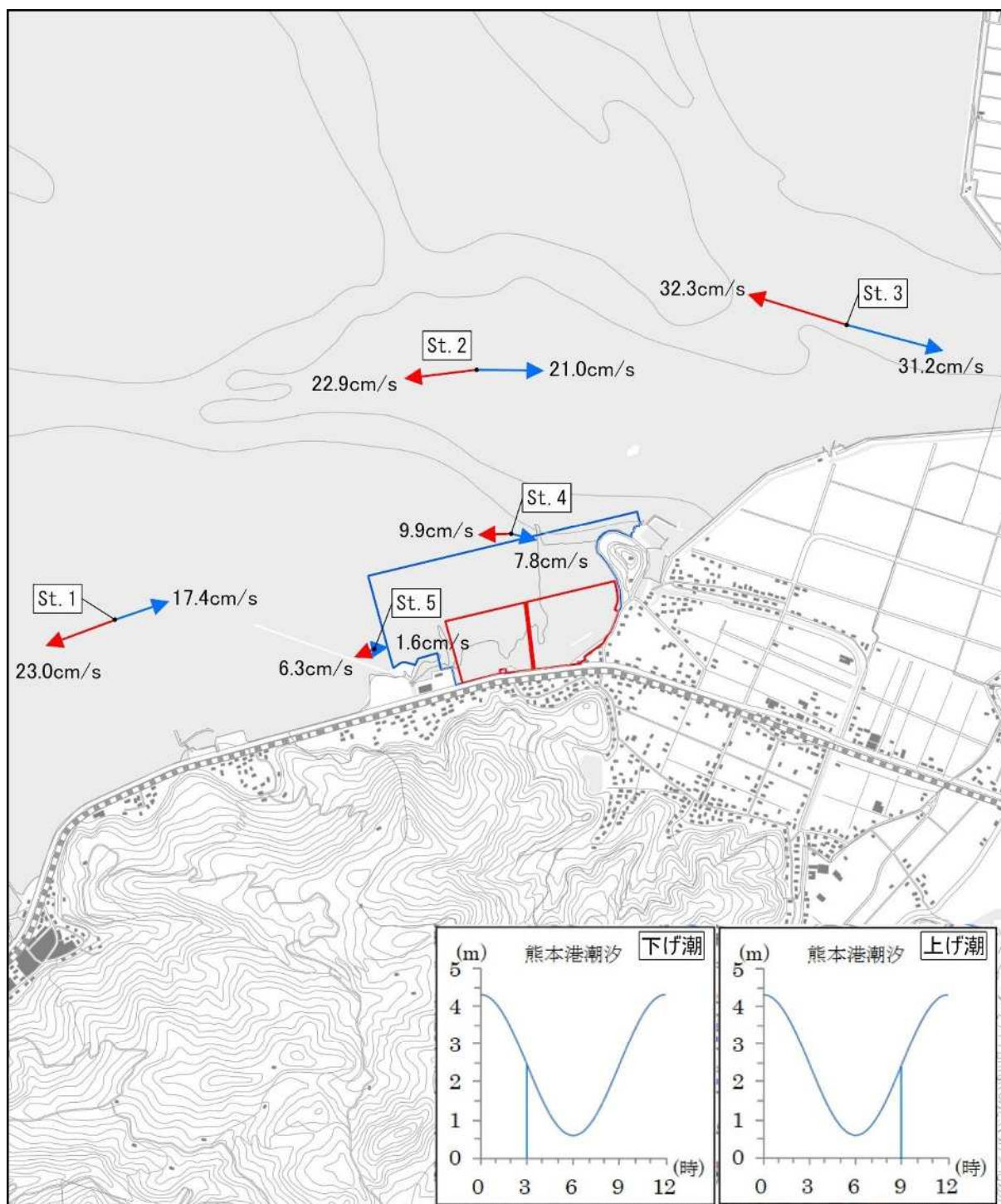


図 7.1.4-9 平均大潮期の流況図（冬季）

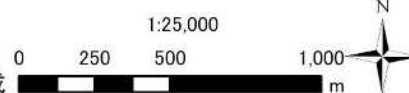
凡例

→ 下げ潮時
→ 上げ潮時

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



④ 平均流

恒流的な流れとして、現地調査結果の期間算術平均流を算出した。本書では平均流と称する。

平均流を表 7.1.4-6、図 7.1.4-10 及び図 7.1.4-11 に示す。平均流は、夏季は西南西～南西方向及び北東方向の流速 1.4～2.8cm/s の流れ、冬季は西南西～南南西方向及び北北西方向の流速 0.7～2.8cm/s であった。

表 7.1.4-6 平均流の流向流速

地点	夏季			冬季		
	流速 (cm/s)	流向 (°)	(方位)	流速 (cm/s)	流向 (°)	(方位)
St. 1	1.9	235	SW	2.8	240	WSW
St. 2	1.7	220	SW	1.7	209	SSW
St. 3	1.4	34	NE	0.7	328	NNW
St. 4	2.8	250	WSW	1.6	230	SW
St. 5	2.5	242	WSW	2.4	242	WSW

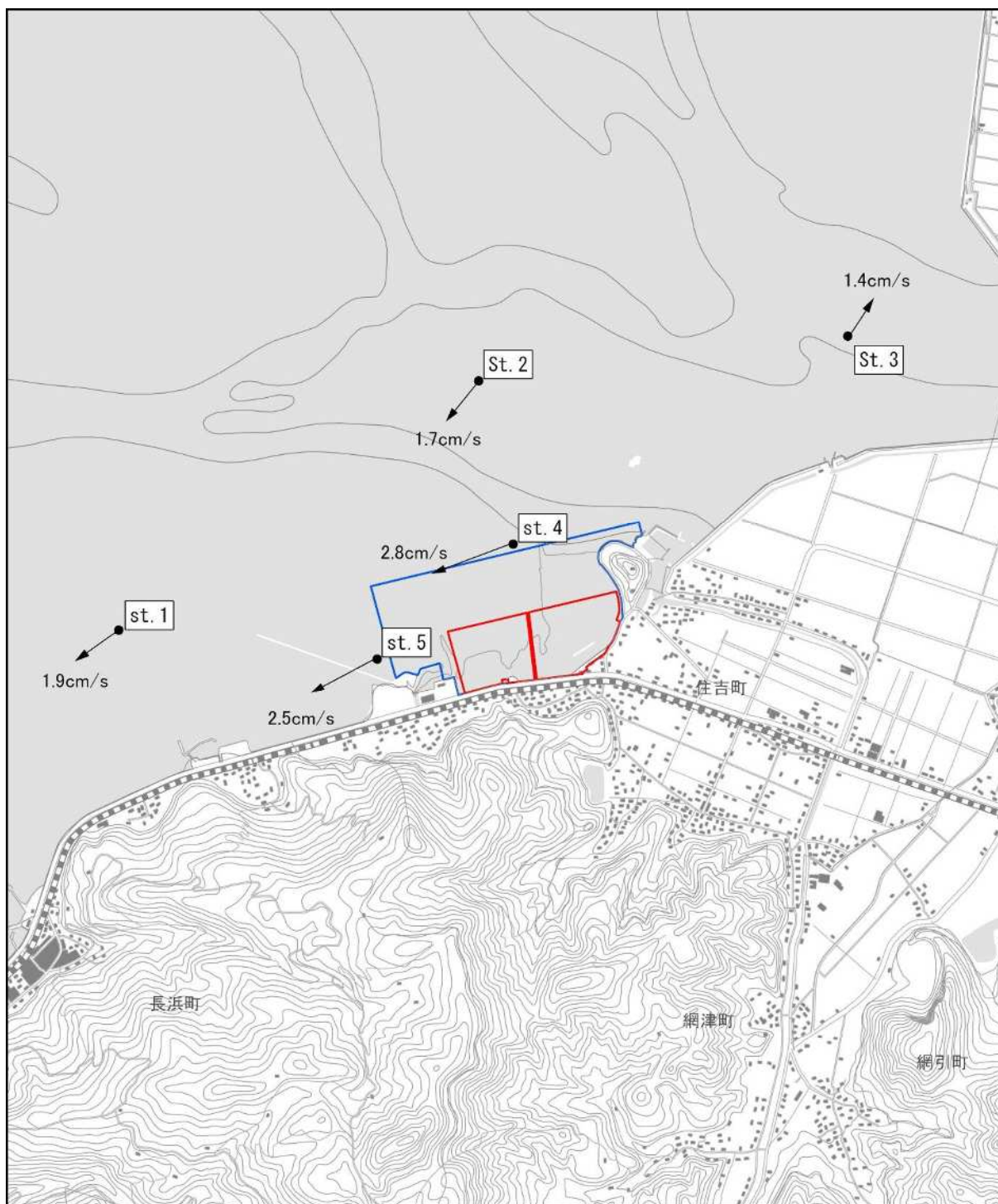


図 7.1.4-10 平均流図（夏季）

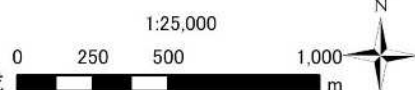
凡例

→ 流れの方向

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



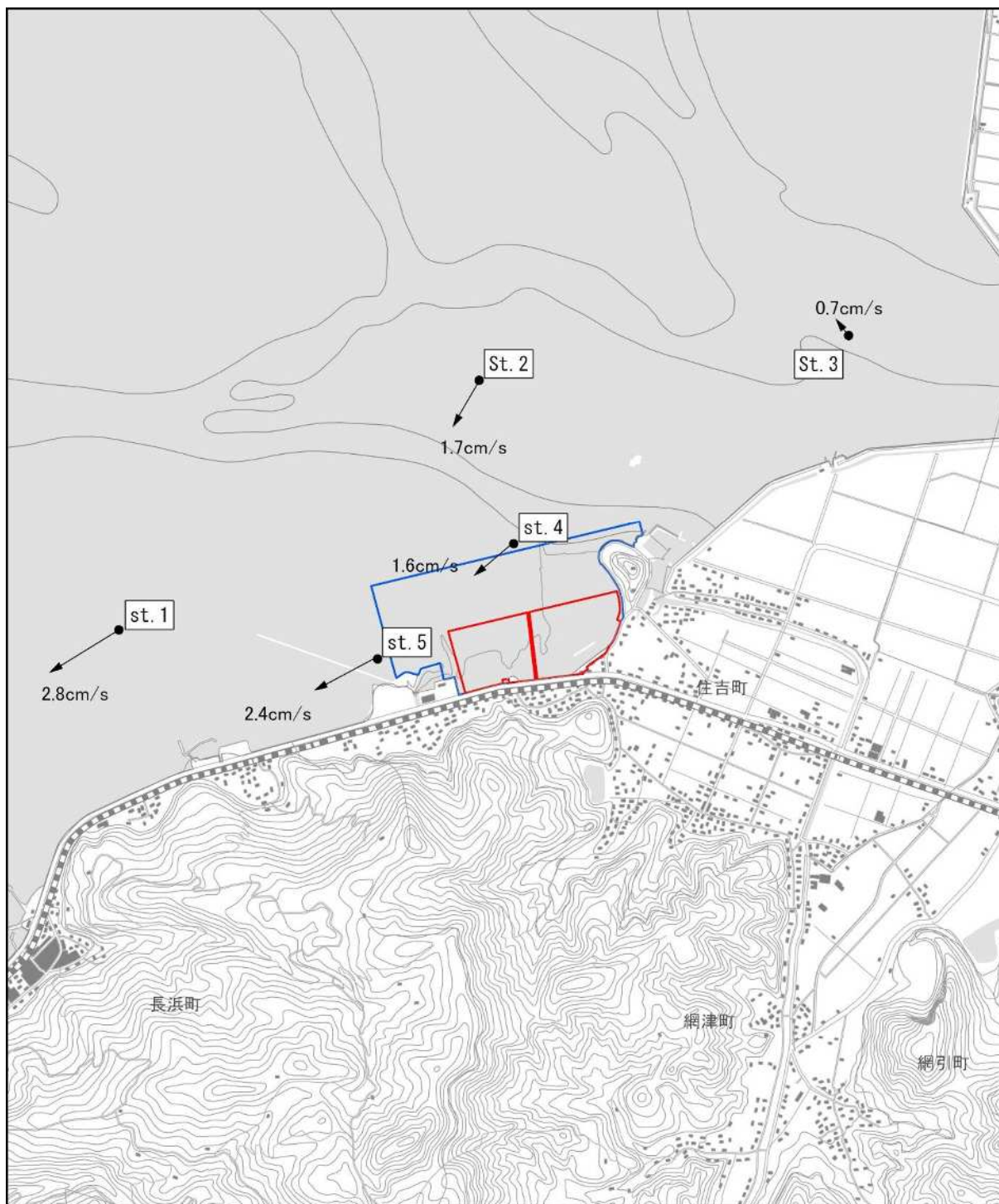


図 7.1.4-11 平均流図（冬季）

凡例

→ 流れの方向

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



⑤ 拡散係数

現地調査結果より、潮汐、潮流等の長周期成分(12 時間以上)を除いた拡散係数を算出した。潮流の現地調査結果より算出した拡散係数を表 7.1.4-7 に示す。拡散係数は $10^3\text{cm}^2/\text{s}$ から $10^5\text{cm}^2/\text{s}$ オーダーの値を示した。

表 7.1.4-7 潮流の現地調査結果より算出した拡散係数

地点	夏季		冬季	
	北方成分	東方成分	北方成分	東方成分
	(cm^2/s)	(cm^2/s)	(cm^2/s)	(cm^2/s)
St. 1	1.14×10^4	2.70×10^4	2.33×10^4	5.18×10^4
St. 2	1.24×10^4	5.33×10^4	1.20×10^4	6.44×10^4
St. 3	1.46×10^4	8.37×10^4	2.03×10^4	1.33×10^5
St. 4	1.09×10^4	3.07×10^4	6.63×10^3	4.77×10^4
St. 5	5.97×10^3	1.52×10^4	4.83×10^3	3.09×10^4

2) 予測の結果

(1) 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在に伴い変化する流況（流向・流速）とした。

(2) 予測時期

予測時期は、流況に係る環境影響が最大となる、護岸が完成する時期とした。

(3) 予測位置

予測位置は、対象事業実施区域の周辺海域とした。

(4) 予測方法

流況（流向・流速）の予測は、図 7.1.4-12 に示す手順で数値シミュレーションにより行った。現況調査結果との比較により、現況の流況を再現し、その後将来（護岸完成時）の流況を予測した。また、将来流速から現状流速を差し引いて差流速を求めた。

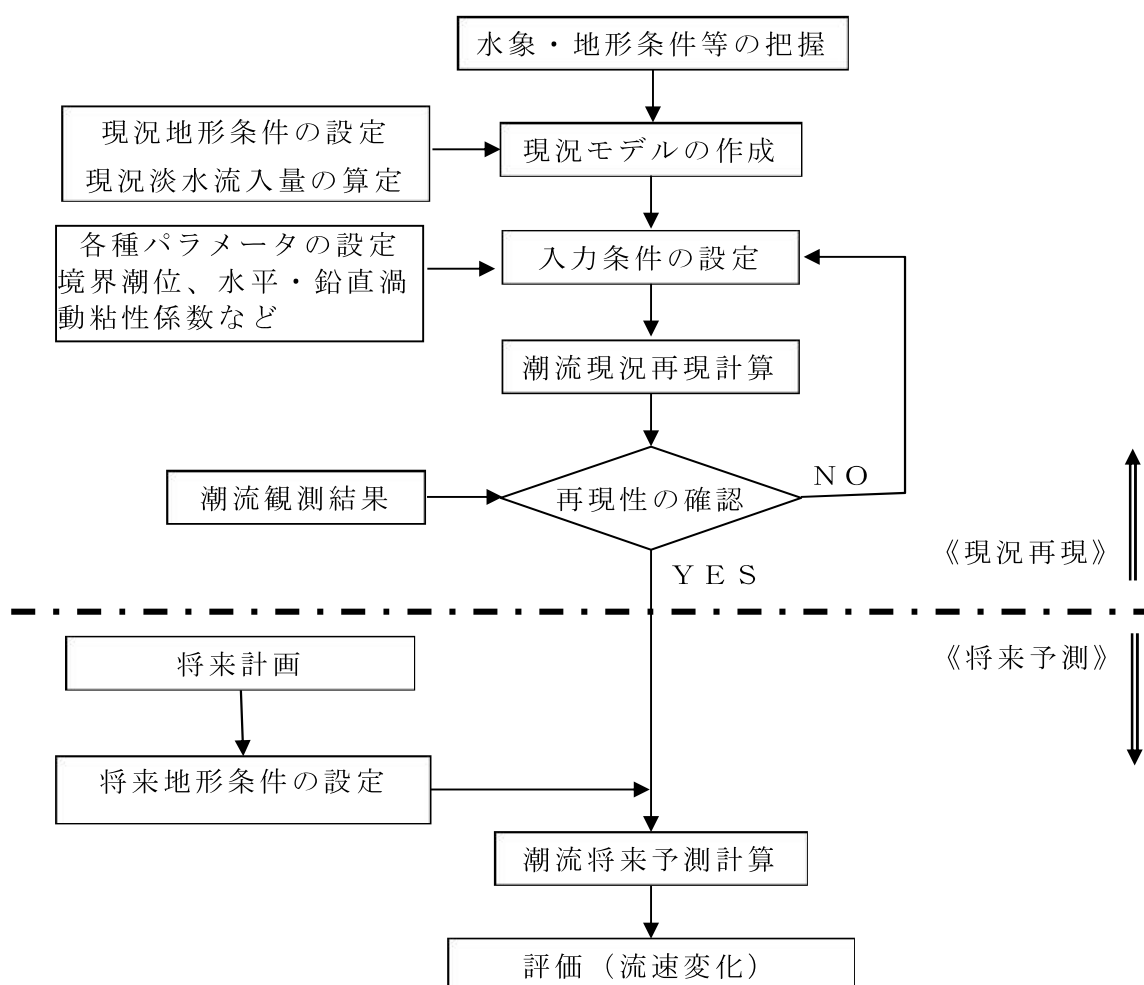


図 7.1.4-12 流況（流向・流速）の予測フロー

① 予測モデル

予測モデルは、平面 2 次元 2 層非定常モデルとし、以下に示す 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。

【運動方程式】

上層 ($i=1$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_i}{\partial t} + U_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial x} + V_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial y} + W_i \cdot \frac{U_i - U_{i+1}}{2(\zeta + h_i)} = \\ f \cdot V_i - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) - \frac{gh_i}{2\rho_i} \frac{\partial \rho_K}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 U_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_i}{\partial y^2} \right) \\ - \gamma_1^2 (U_i - U_{i+1}) \sqrt{(U_i - U_{i+1})^2 + (V_i - V_{i+1})^2} / (\zeta + h_i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_i}{\partial t} + U_i \cdot \frac{\partial V_i}{\partial x} + V_i \cdot \frac{\partial V_i}{\partial y} + W_i \cdot \frac{V_i - V_{i+1}}{2(\zeta + h_i)} = \\ -f \cdot U_i - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) - \frac{gh_i}{2\rho_i} \frac{\partial \rho_i}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 V_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_i}{\partial y^2} \right) \\ - \gamma_1^2 (V_i - V_{i+1}) \sqrt{(U_i - U_{i+1})^2 + (V_i - V_{i+1})^2} / (\zeta + h_i) \end{aligned}$$

下層 ($i=2$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial U_i}{\partial t} + U_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial x} + V_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial y} - W_{i-1} \cdot \frac{U_{i-1} - U_i}{2h_i} = \\ f \cdot V_i - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial x} \right) - \frac{gh_i}{2\rho_i} \cdot \frac{\partial \rho_i}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 U_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_i}{\partial y^2} \right) \\ + \gamma_1^2 (U_{i-1} - U_i) \sqrt{(U_{i-1} - U_i)^2 + (V_{i-1} - V_i)^2} / h_i \\ - \gamma_b^2 U_i \sqrt{U_i^2 + V_i^2} / h_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_i}{\partial t} + U_i \cdot \frac{\partial V_i}{\partial x} + V_i \cdot \frac{\partial V_i}{\partial y} - W_{i-1} \cdot \frac{V_{i-1} - V_i}{2h_i} = \\ -f \cdot U_i - g \left(\frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) - \frac{gh_i}{2\rho_i} \cdot \frac{\partial \rho_i}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 V_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_i}{\partial y^2} \right) \\ + \gamma_1^2 (V_{i-1} - V_i) \sqrt{(U_{i-1} - U_i)^2 + (V_{i-1} - V_i)^2} / h_i \\ - \gamma_b^2 V_i \sqrt{U_i^2 + V_i^2} / h_i \end{aligned}$$

【連続の式】

上層 ($i=1$) :

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [U_i(\zeta + h_i)] + \frac{\partial}{\partial y} [V_i(\zeta + h_i)] - W_i = 0$$

下層 ($i=2$) :

$$\frac{\partial (U_i h_i)}{\partial x} + \frac{\partial (V_i h_i)}{\partial y} + W_{i-1} = 0$$

【塩分拡散式】

上層 ($i=1$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i S_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i S_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i S_i}{\partial y} + (W_i \cdot S^*_i) \Big|_{z=-H_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial S_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial S_i}{\partial y} \right) - \left(K_i \frac{\partial S}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} \end{aligned}$$

下層 ($i=2$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i S_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i S_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i S_i}{\partial y} - (W_{i-1} \cdot S^*_i) \Big|_{z=-H_{i-1}} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial S_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial S_i}{\partial y} \right) + \left(K_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} \end{aligned}$$

【水温拡散式】

上層 ($i=1$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i T_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i T_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i T_i}{\partial y} + (W_i \cdot T^*_i) \Big|_{z=-H_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial T_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial T_i}{\partial y} \right) - \left(K_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} \end{aligned}$$

下層 ($i=2$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i T_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i T_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i T_i}{\partial y} - (W_i \cdot T^*_i) \Big|_{z=-H_{i-1}} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial T_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial T_i}{\partial y} \right) + \left(K_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_{i-1}} \end{aligned}$$

【状態方程式】

$$\rho = \rho(S, T)$$

$$Cl = S \times (1/1.80655)$$

$$\rho = \frac{\sigma_t}{1000} + 1$$

$$\sigma_t = \Sigma_t + (\sigma_o + 0.1324)\{1 - A_t + B_t(\sigma_o - 0.1324)\}$$

$$\sigma_o = -0.069 + 1.4708Cl - 0.001570Cl^2 + 0.0000398Cl^3$$

$$\Sigma_t = -\frac{(T - 3.98)^2 T + 283.0}{503.570 - T + 67.26}$$

$$A_t = T(4.7869 - 0.098185T + 0.0010843T^2) \times 10^{-3}$$

$$B_t = T(18.030 - 0.8164T + 0.01667T^2) \times 10^{-6}$$

各レベル内の質量輸送量 M、N は以下の通りである。

$$M_i = \int_{hi} U dz, \quad N_i = \int_{hi} V dz \quad [\text{cm}^2/\text{s}]$$

- 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_i, V_i : 各層の x 方向、y 方向の流速 (cm/s)
 W_i : 各層の鉛直流速 (cm/s)
 A_h : 水平渦動粘性係数 (cm²/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_i : 各層の厚さ (cm)
 H_i : 平均水面から海底までの深さ (cm)
 g : 重力加速度 (980cm/s²)
 ρ_i : 各層の密度 (g/cm³)
 T_i : 第 i 層の水温 (°C)
 S_i : 第 i 層の塩分濃度 (-)
 K_x, K_y : 水温・塩分に関する x、y 方向の水平渦動拡散係数 (cm²/s)
 K_z : 水温・塩分に関する鉛直拡散係数 (cm²/s)
 また、
 T_i^* : $W_i > 0$ のとき $T_i^* = T_{i+1}$ 、 $W_i < 0$ のとき $T_i^* = T_i$
 S_i^* : $W_i > 0$ のとき $S_i^* = S_{i+1}$ 、 $W_i < 0$ のとき $S_i^* = S_i$

② 予測条件

数値シミュレーションに用いた計算条件を表 7.1.4-8、表 7.1.4-9 及び図 7.1.4-13～図 7.1.4-19 に示す。

表 7.1.4-8(1) 予測条件

項目	内容及び設定値	備考
計算領域	対象地付近の地形や流況を考慮して設定 東西 9.0km×南北 6.2km の範囲とした。	図 7.1.4-13 参照。
地形	以下のデータより作成 海底地形デジタルデータ M7024 国土地理院地図（干出域） 測量調査結果 現況調査時の水深データ	図 7.1.4-14、図 7.1.4-15、図 7.1.4-17 参照。
格子幅	20m	対象地付近の地形を考慮して設定。図 7.1.4-16、図 7.1.4-18 参照。
鉛直層分割	第 1 層：海面～3m 第 2 層：3m～海底	
コリオリ係数	$2\omega \sin \theta$ (1/s) ($\theta = 32.7^\circ$)	
水平渦動粘性係数	$1.0 \times 10^4 \text{cm}^2/\text{s}$	文献 1) 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。また、現地調査で得られた水平拡散係数は $10^3 \sim 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ のオーダーであった。
層間摩擦係数	0.0013	文献 2) p. 141 を参考に設定。
海底摩擦係数	0.0026	文献 3) 資料編 p. 72 を参考に設定。
水温・塩分 水平渦動 拡散係数	$1.0 \times 10^4 \text{cm}^2/\text{s}$	文献 1) 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。
水温・塩分 鉛直渦動 拡散係数	$0.10 \text{cm}^2/\text{s}$	文献 3) p. 49 より $0.01 \sim 1.00 \text{cm}^2/\text{s}$ の範囲で変化するため、再現性を考慮して設定。
対象潮汐	$M_2 + S_2$ 潮	対象領域の代表的な流動条件で、平均大潮期の流況に該当する。
河川流入量 条件	緑川流量：111.1 m^3/s 比流量：0.101 $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 流域面積：1,100 km^2	解析範囲内の緑川を対象とした。比流量は「国土交通省 水文水質データベース（城南観測所）」の夏季平均流量（2019 年度～2023 年度の各 7～9 月）と国土数値情報の流域メッシュデータより算出した。緑川水系の流域面積は国土交通省熊本河川国道事務所 HP による。

出典等：文献 1) 「沿岸海洋学」(柳哲雄、1989 年、恒星社厚生閣)

2) 「環境流体汚染」(松梨順三郎編著、1993 年、森北出版)

3) 「港湾工事における濁りの影響予測の手引き」(国土交通省港湾局、2004 年)

国土交通省水文水質データベース (<https://www1.river.go.jp/>)

国土交通省熊本河川国道事務所 HP (<https://www.qsr.mlit.go.jp/kumamoto/river/midorikawa/gaiyou.html>)

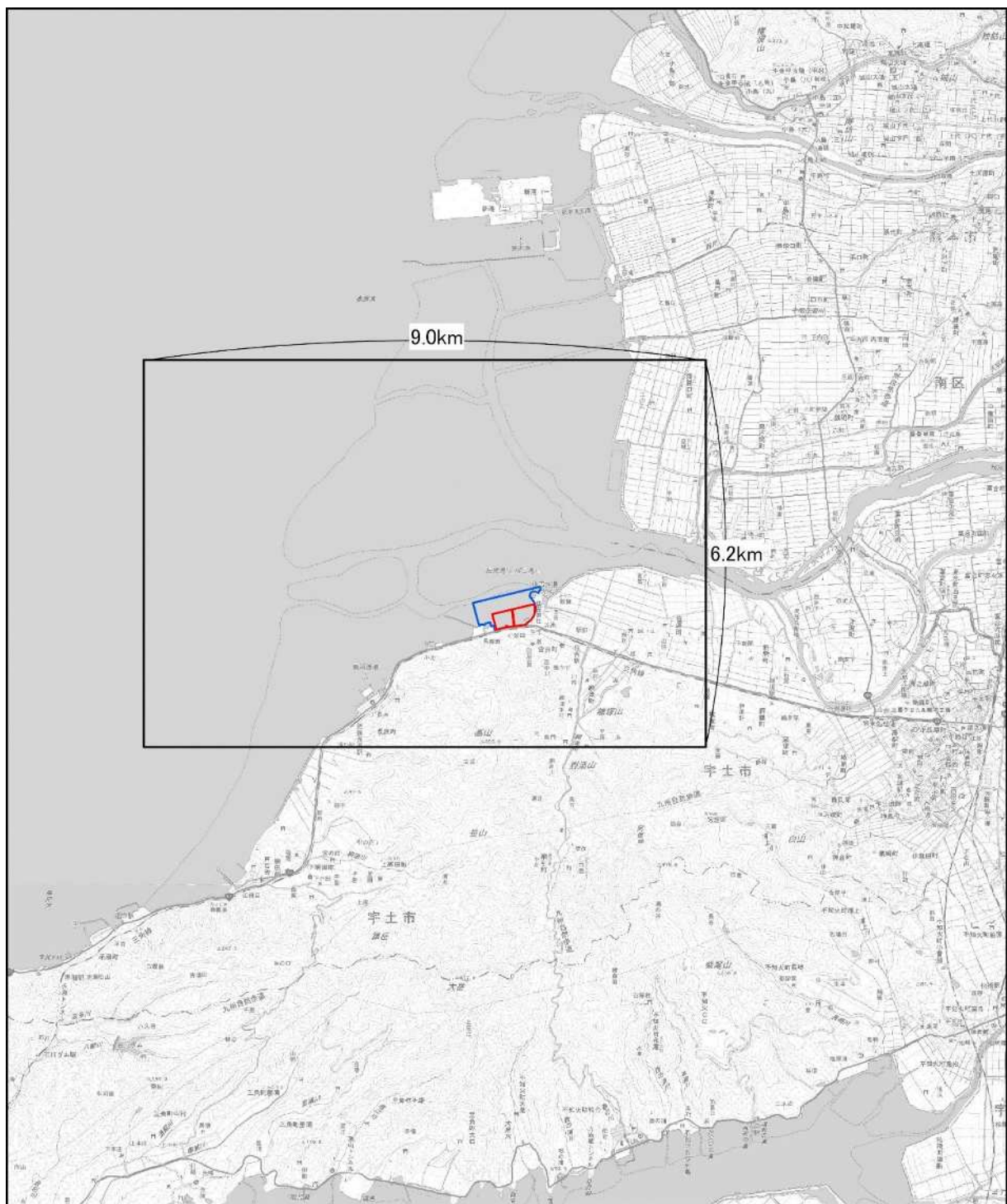


図 7.1.4-13 解析範囲図

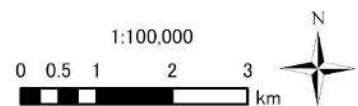
凡例

解析範囲

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



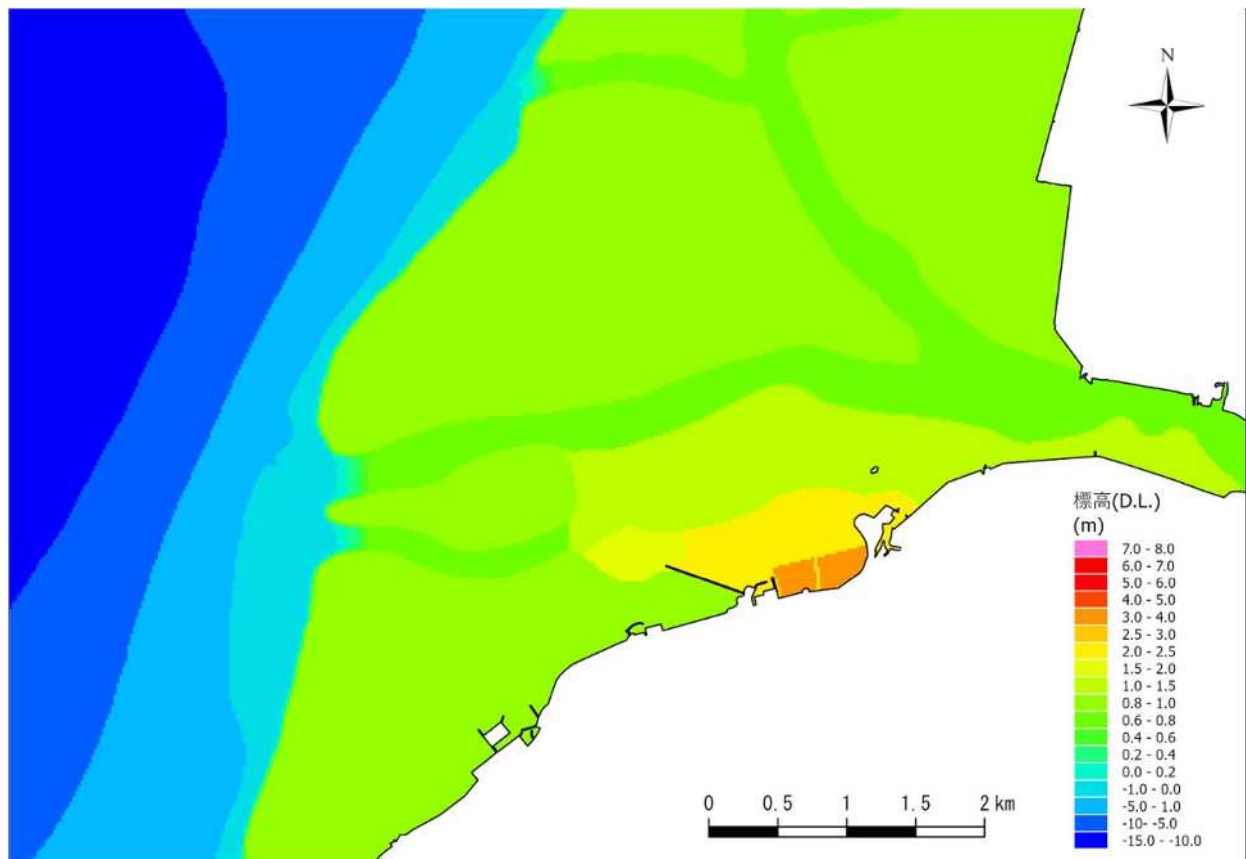


図 7.1.4-14 現況の水深図（解析範囲）

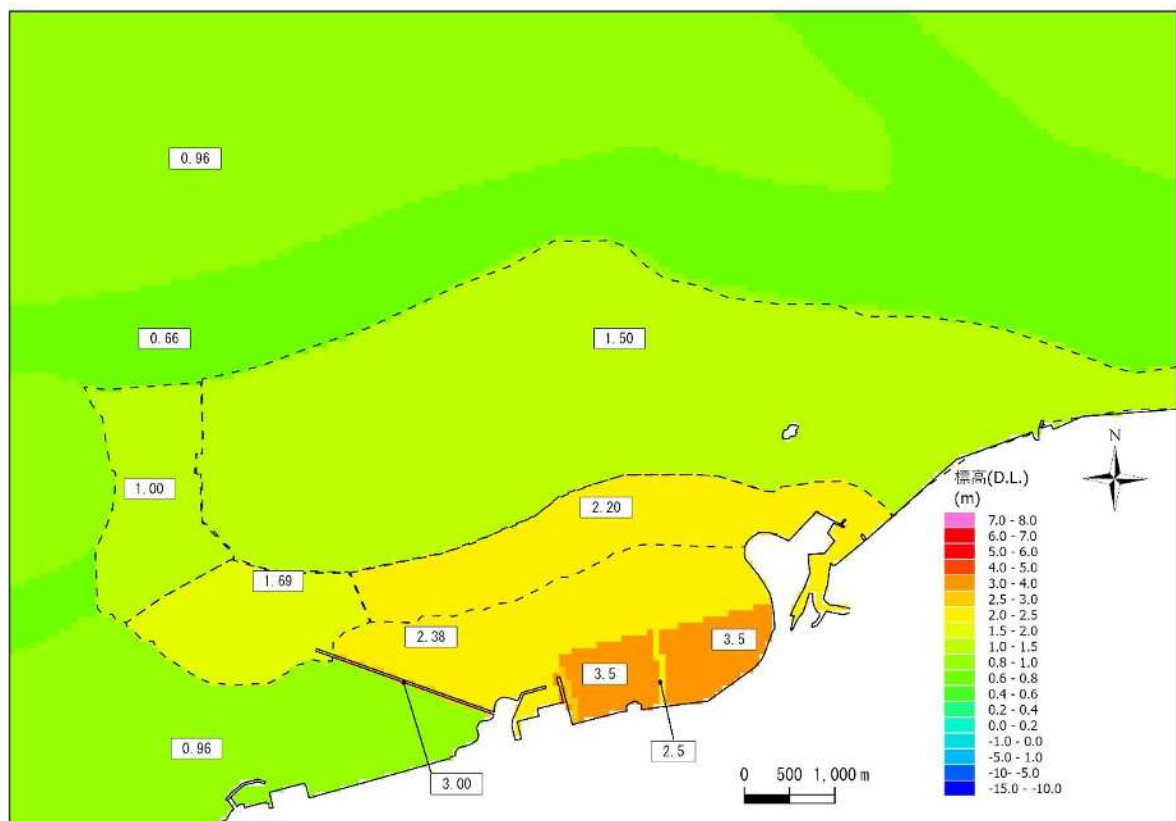


図 7.1.4-15 現況の水深図（対象事業実施区域及びその周辺）

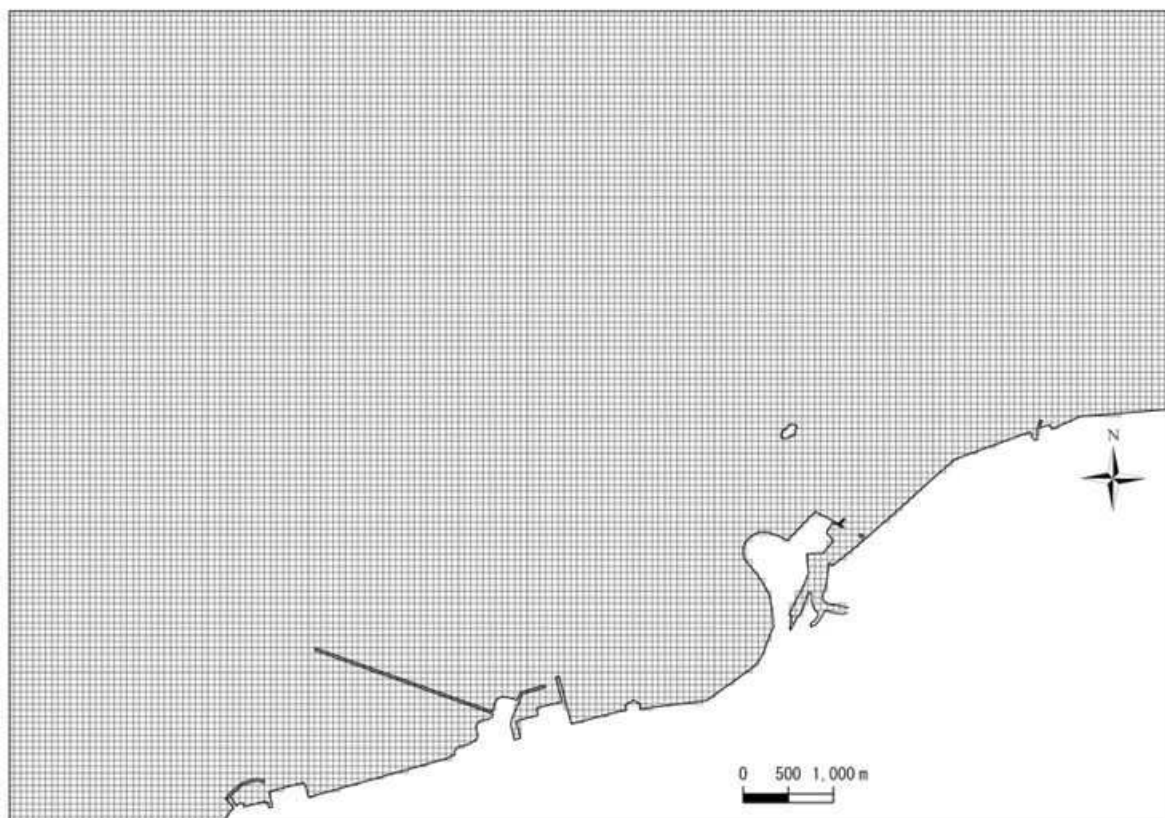


図 7.1.4-16 現況の格子分割図（対象事業実施区域及びその周辺）

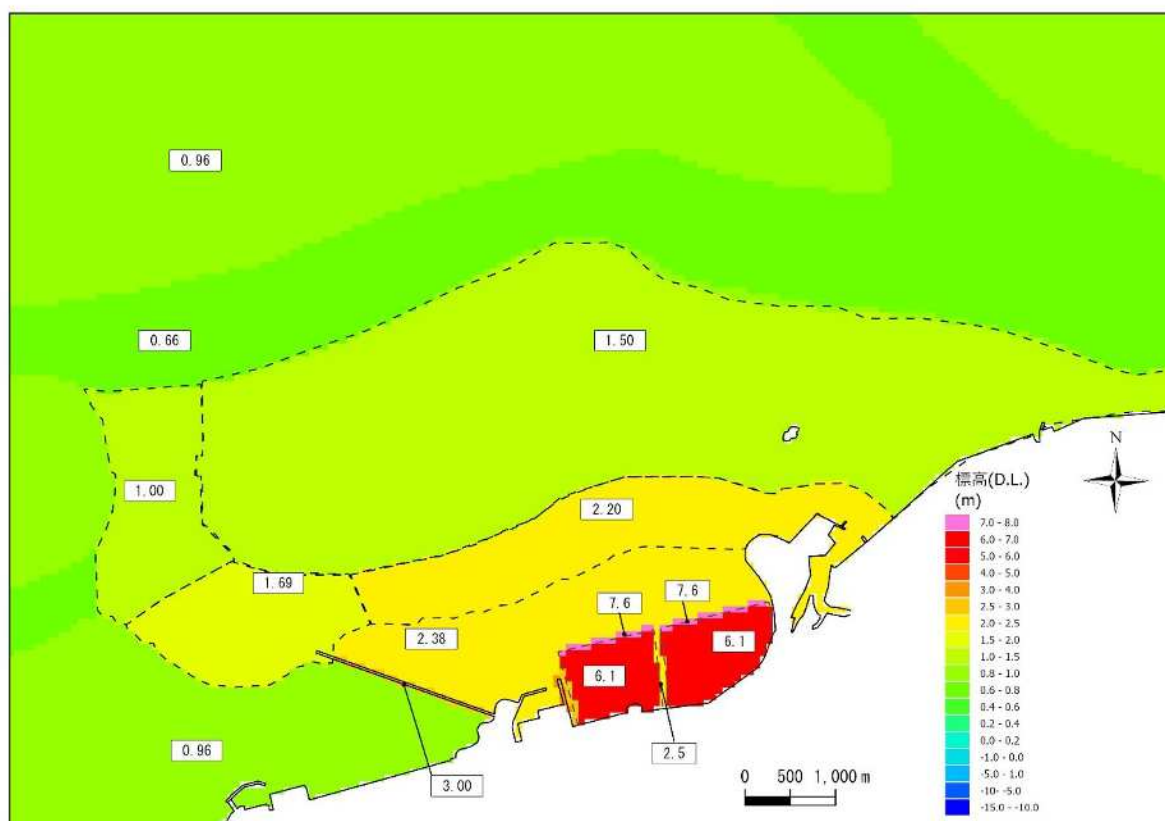


図 7.1.4-17 将来の水深図（対象事業実施区域及びその周辺）

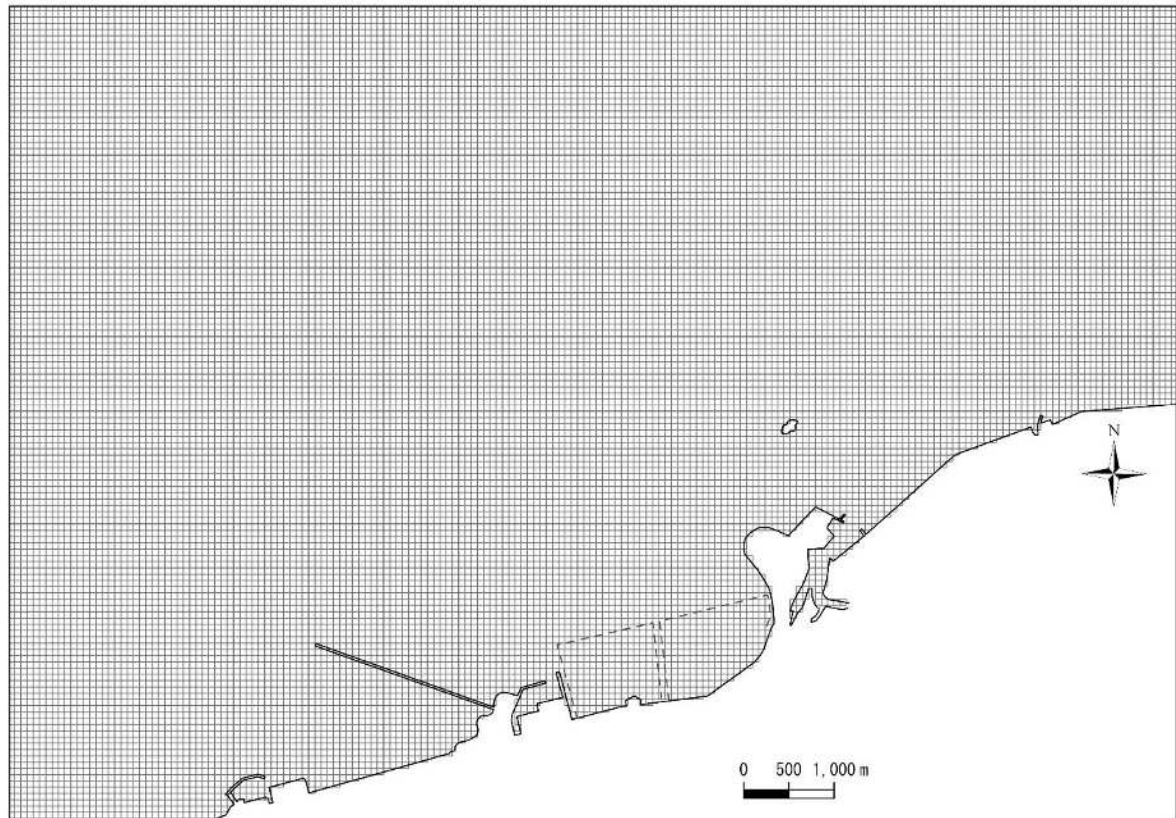


図 7.1.4-18 将来の格子分割図（対象事業実施区域及びその周辺）

表 7.1.4-8(2) 予測条件

項目	内容及び設定値				備考
河川流入 水温・塩分 条件	水温 (°C)	塩分 (-)			河川の流入水温は公共用水域水質調査（令和元年～令和 5 年の各 7～9 月）の平木橋地点を参考に設定。
	緑川 27.0	0			
潮汐境界 条件	振幅 (cm)	遅角 (°)			「潮位表掲載地点一覧表（2024 年）」より熊本の調和定数を参考に再現性を検討の上設定した（表 7.1.4-9）。 潮汐境界条件の設定位置は図 7.1.4-19 参照。
	A-B : 187.28	-2.0			
	C-D : 187.78	0.0			
水温・塩分 境界条件	境界	水温 (°C)		塩分 (-)	
		第1層	第2層	第1層	第2層
	A	27.3	27.3	24.1	24.1
	B	27.3	27.3	24.1	24.1
	C	27.3	27.3	24.1	24.1
	D	27.3	27.3	24.1	24.1
タイム ステップ	1.0 s				CFL 条件を満たす値を設定。

注) CFL は Courant-Friedrichs-Lewy computational stability criterion の略で、CFL 条件はタイムステップの最大を許容する条件。「格子点間隔 / 最大流速 > タイムステップ」を満たす条件をいう。
出典：「令和元年度(2019 年度)～令和 5 年度(2023 年度) 公共用水域水質調査結果」（熊本県環境生活部環境局環境保全課提供）

表 7.1.4-9 熊本の潮汐調和定数表

	M ₂ 分潮	S ₂ 分潮	K ₁ 分潮	O ₁ 分潮
振幅 (cm)	130.30	57.51	27.94	21.51
遅角 (°)	253.20	287.58	217.35	197.70

出典:「潮位表掲載地点一覧表 (2024 年)」(気象庁 HP)

(<https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/station2024.php>)

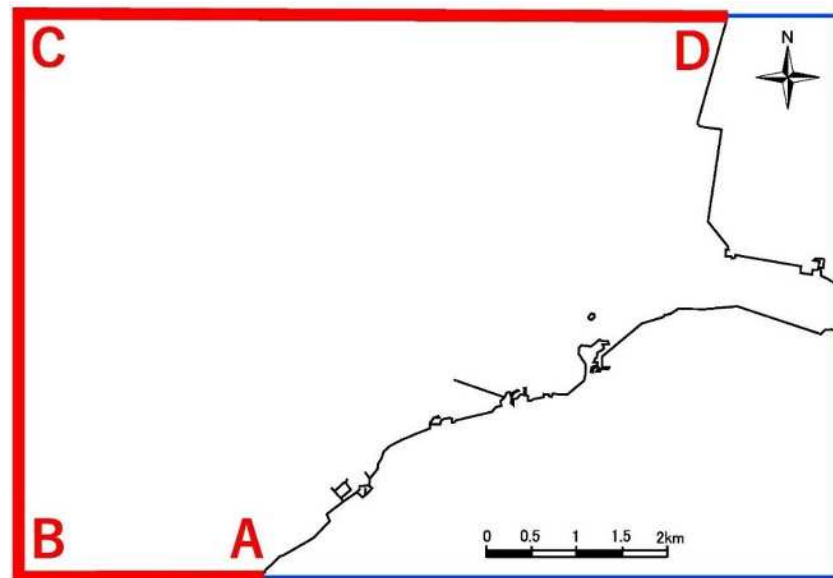


図 7.1.4-19 潮汐境界条件設定位置図

(5) 予測結果

① 再現検証

再現検証は数値計算結果と流れ、塩分、水温の観測結果の比較で行った。流れについては令和 6 年 8 月 8 日～8 月 22 日に実施した現地調査結果を用い、潮流楕円 (M₂+S₂ 潮) と平均流を、それぞれ比較した。塩分については、令和 6 年 7 月 22 日に実施した現地調査結果と計算結果を比較した。水温については、2019 年度(令和元年度)～2023 年度(令和 5 年度)公共用水域水質調査結果(熊本県提供)と計算結果を比較した。

潮流楕円については、図 7.1.4-20 に示すとおり、計算結果は現地調査結果と楕円の大きさ、方向が概ね一致しており、再現性は良好であった。一方、平均流については、図 7.1.4-21 に示すとおり、1 地点を除いて計算結果は現地調査結果と同様に沖合への流向を示した。また、水温、塩分については、図 7.1.4-22 及び図 7.1.4-23 に示すとおり、水温は計算結果と観測結果が一致し、塩分は計算結果が観測結果をやや下回る結果となった。

以上のようにほとんどの地点で、潮流・平均流の誤差は小さく、本検討で設定した計算条件、計算モデルは対象海域の流況を良好に再現できていると判断した。

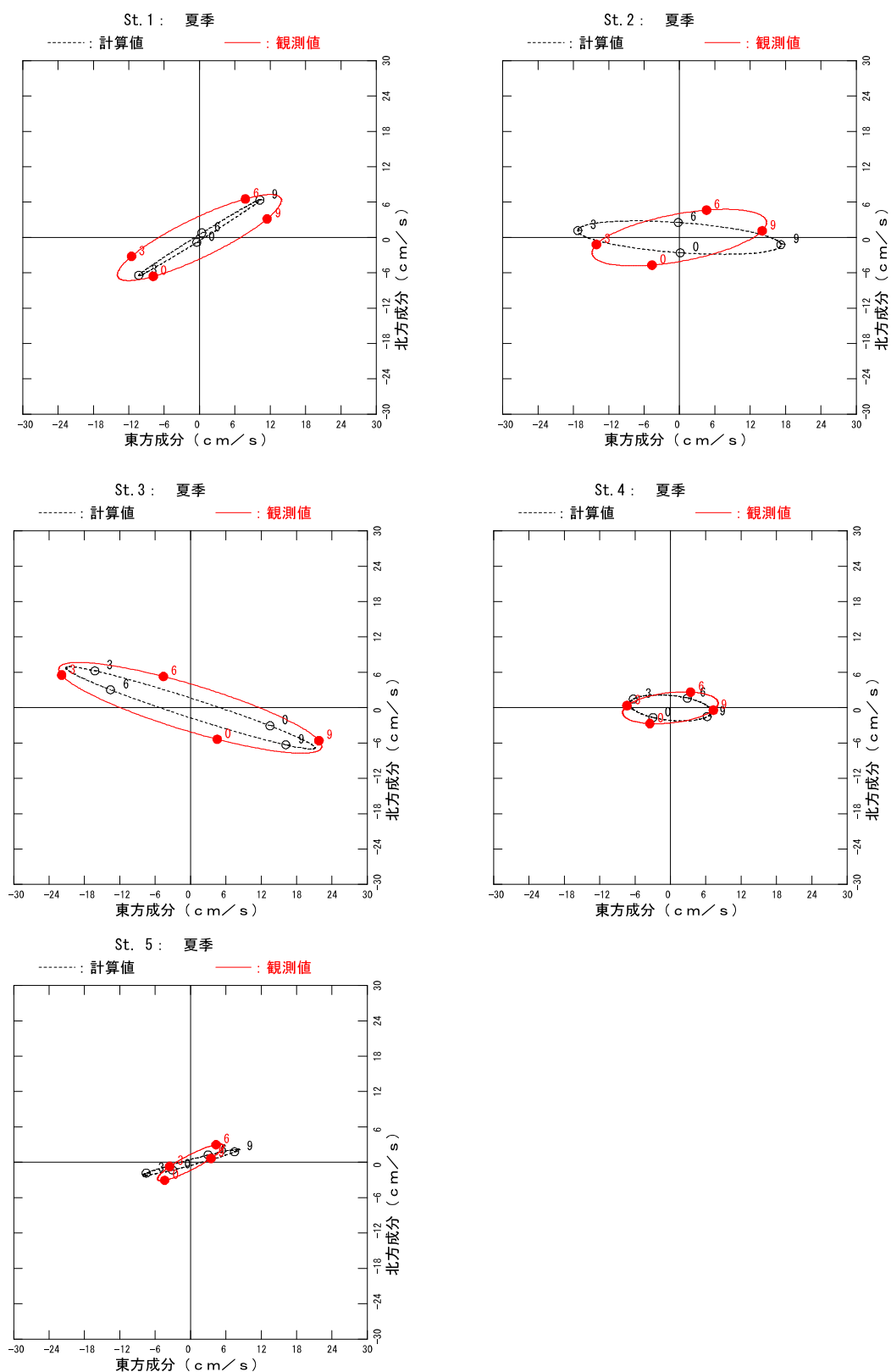
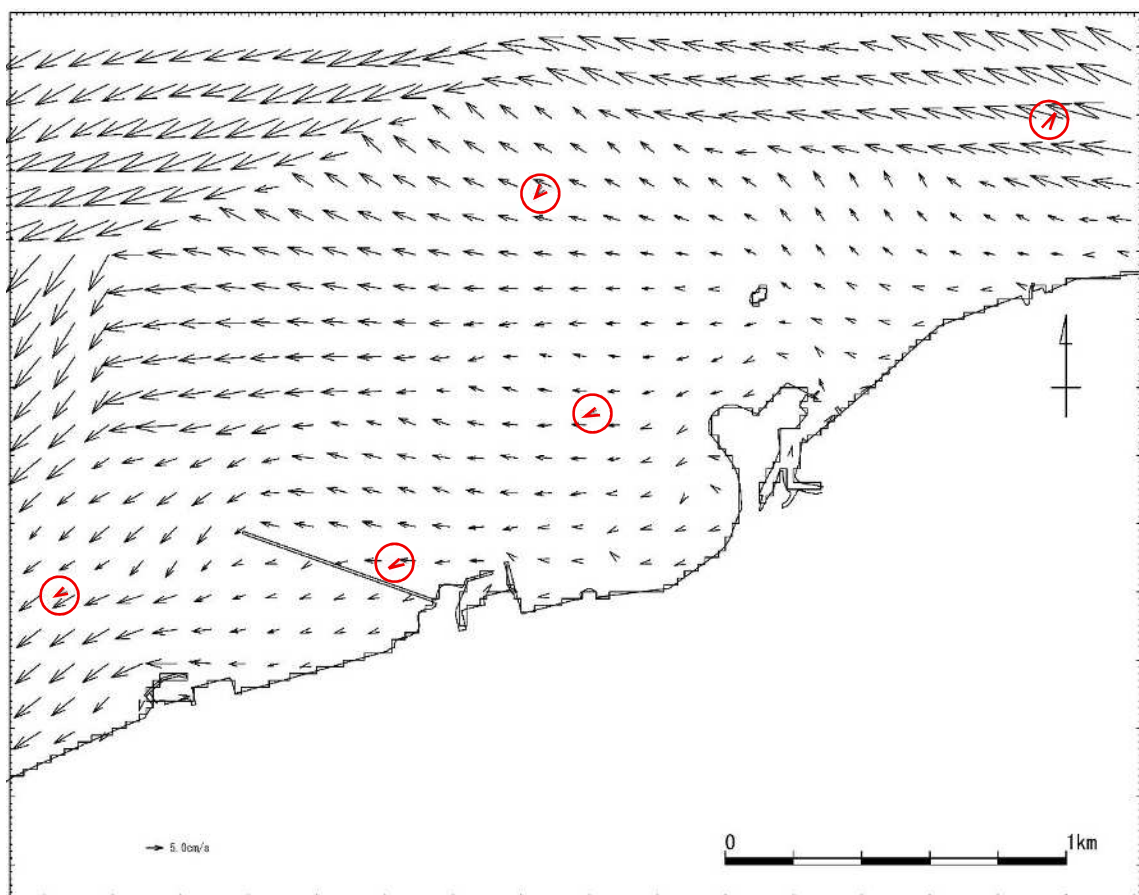


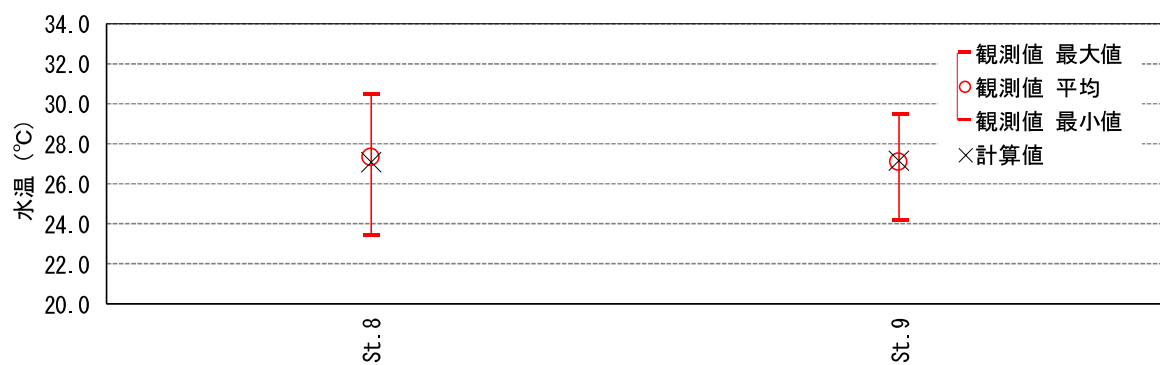
図 7.1.4-20 潮流橢円比較



注)ベクトルは5メッシュ間引いて表示。
 ベクトルの黒表示は計算結果、ベクトルの赤表示と赤丸は現地調査結果を示す。
 流速 3.0cm/s 以下はハットマークで表示。

図 7.1.4-21 平均流比較

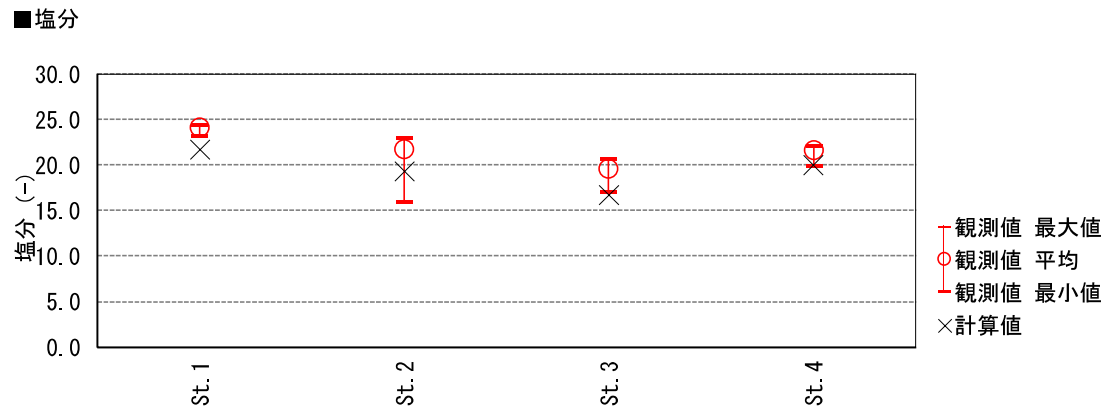
■水温



地点 No.	地点名	計算結果	観測結果（夏季）		
		平均	平均	最大値	最小値
St. 8	緑川河口	27.1℃	27.3℃	30.5℃	23.4℃
St. 9	緑川地先	27.1℃	27.1℃	29.5℃	24.2℃

注) 観測結果：令和元年度(2019年度)～令和5年度(2023年度) 公共用水域水質調査結果
 (熊本県環境生活部環境局環境保全課)

図 7.1.4-22 水温比較図



地点 No.	計算結果	調査結果（夏季）		
	平均	平均	最大値	最小値
St. 1	21.7	24.1	24.3	23.1
St. 2	19.3	21.8	22.9	15.8
St. 3	16.7	19.6	20.6	17.0
St. 4	20.0	21.6	22.1	19.9

注）調査結果：令和 6 年 7 月 22 日現地調査結果

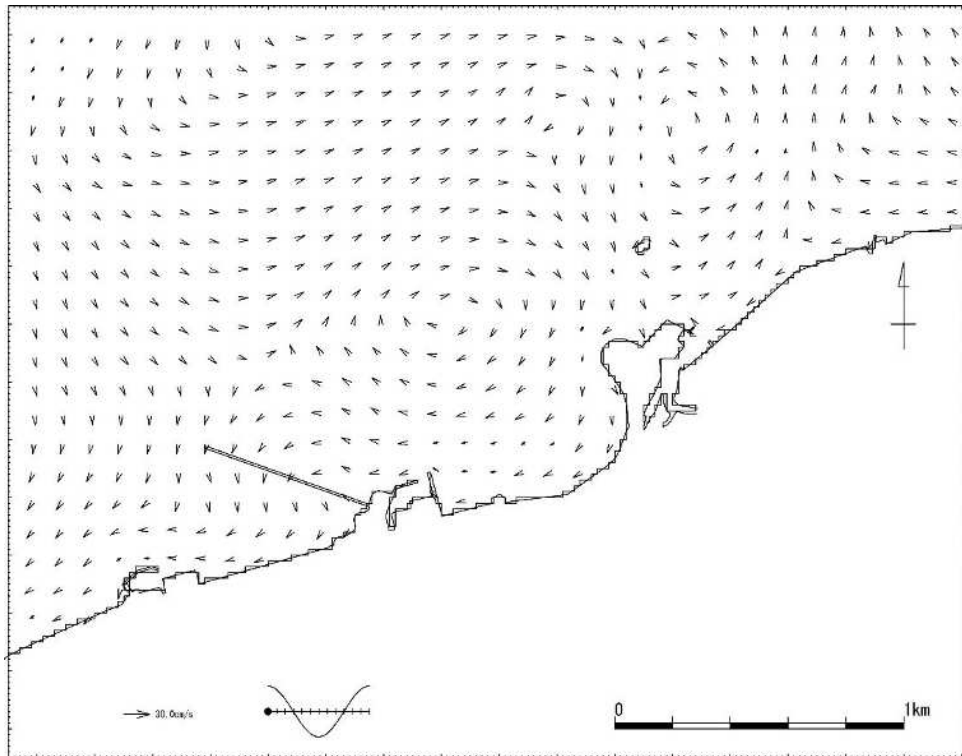
図 7.1.4-23 塩分比較図

② 予測結果

対象事業実施区域周辺の現況及び将来の流況図（満潮時、下げ潮時、干潮時、上げ潮時、平均流）及び将来流速から現況流速を差し引いた差流速図（満潮時、下げ潮時、干潮時、上げ潮時、平均流）を図 7.1.4-24～図 7.1.4-38 に示す。

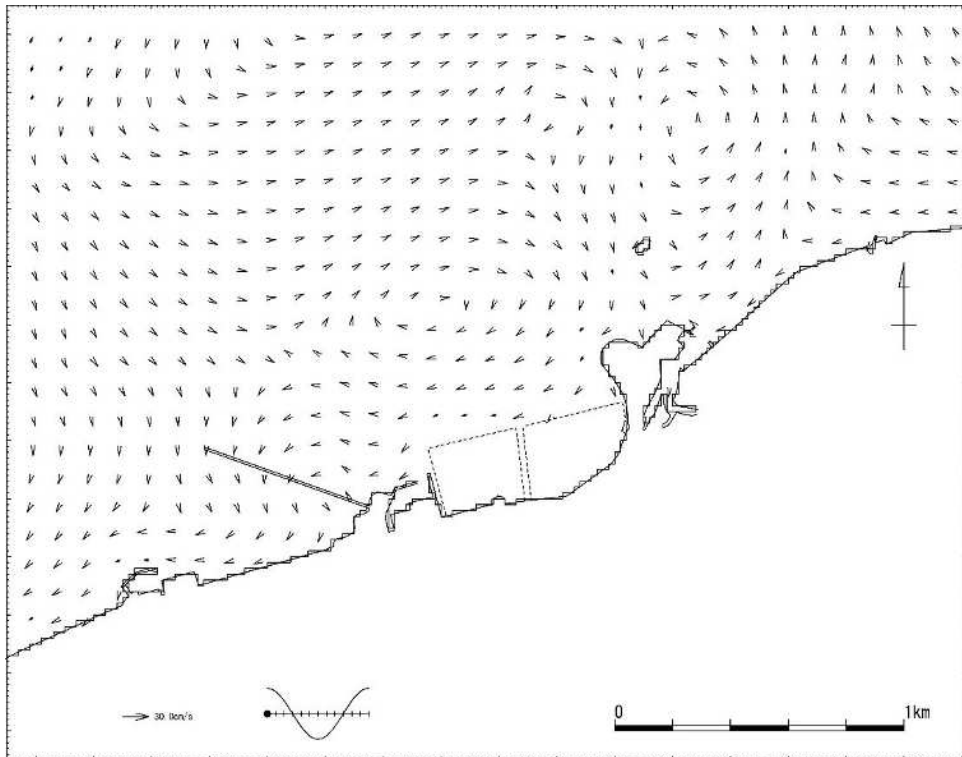
対象事業実施区域が冠水する満潮時に±2.0cm/s 程度の流速差が発生し、対象事業実施区域前面で-6.0cm/s 程度であった。下げ潮時は対象事業実施区域前面で-6.0cm/s 程度、上げ潮時は対象事業実施区域から 400m離れた北東で±1.0cm/s 程度であった。平均流は対象事業実施区域前面で-3.0cm/s 程度であった。

以上から、埋立による流速変化の範囲は対象事業実施区域近傍に限られ、周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測される。



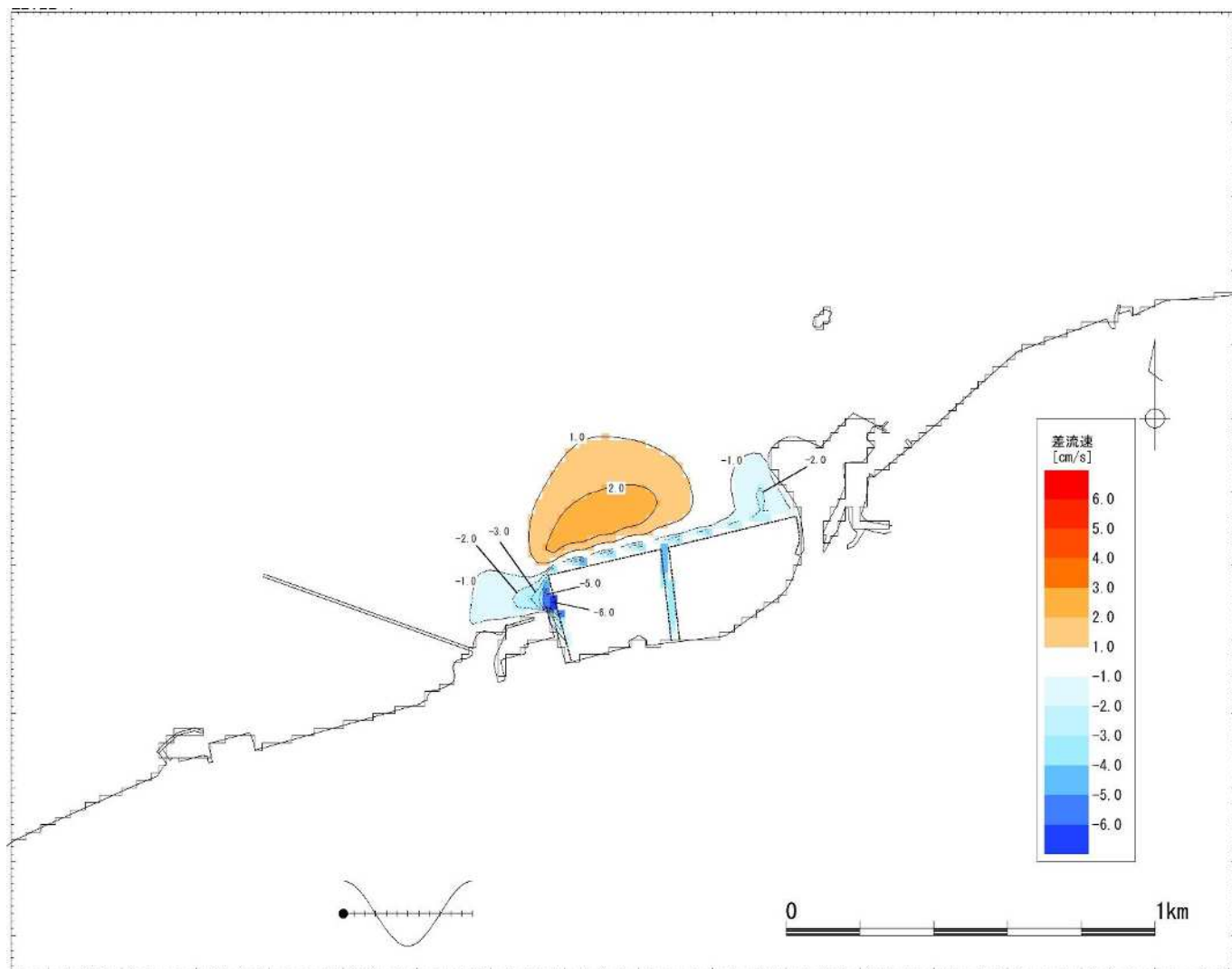
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-24 流況図 (現況：満潮時 第 1 層)



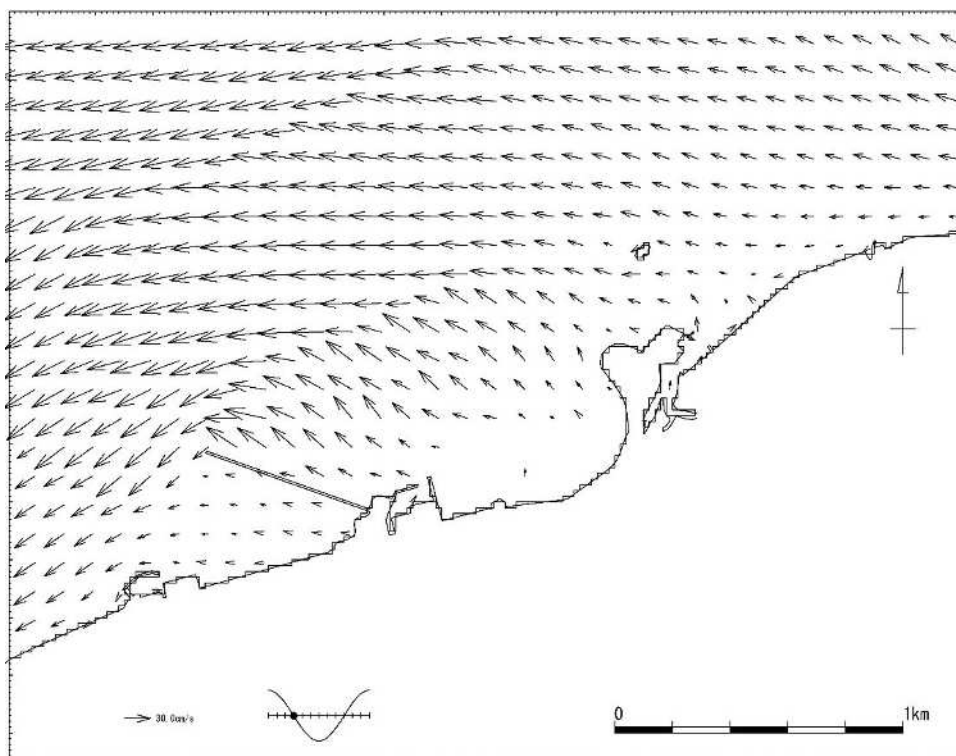
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-25 流況図 (将来：満潮時 第 1 層)



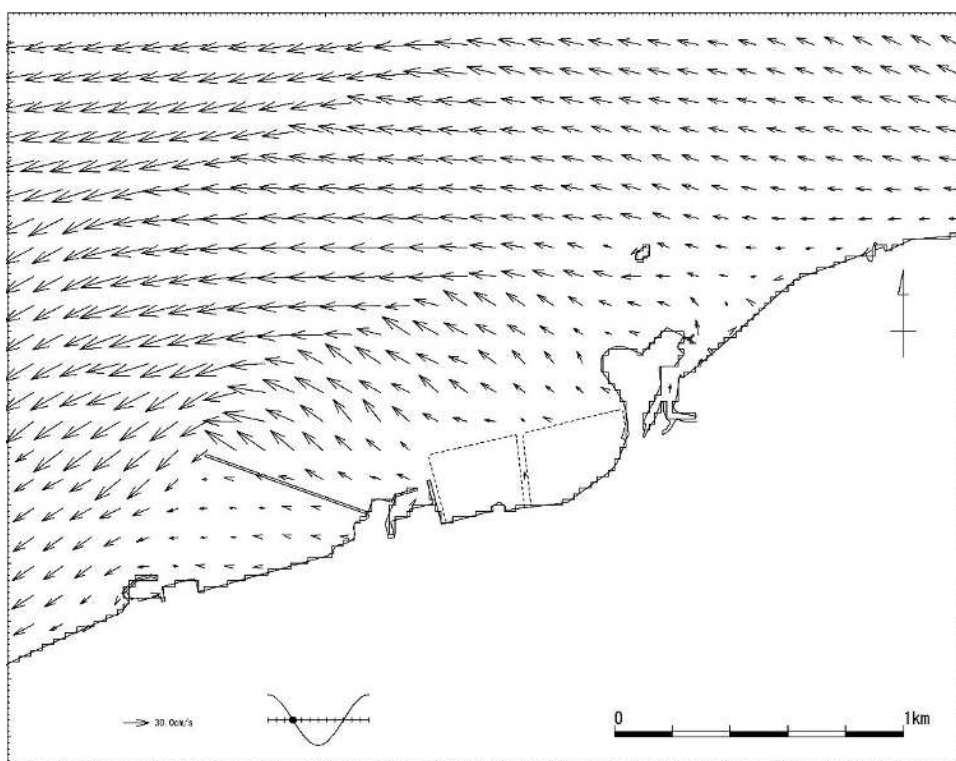
注) 差流速値 = 将来流速 - 現況流速 で算出した。
 + は将来流速、- は現況流速が速いことを示す。

図 7.1.4-26 差流速図 (満潮時 第 1 層)



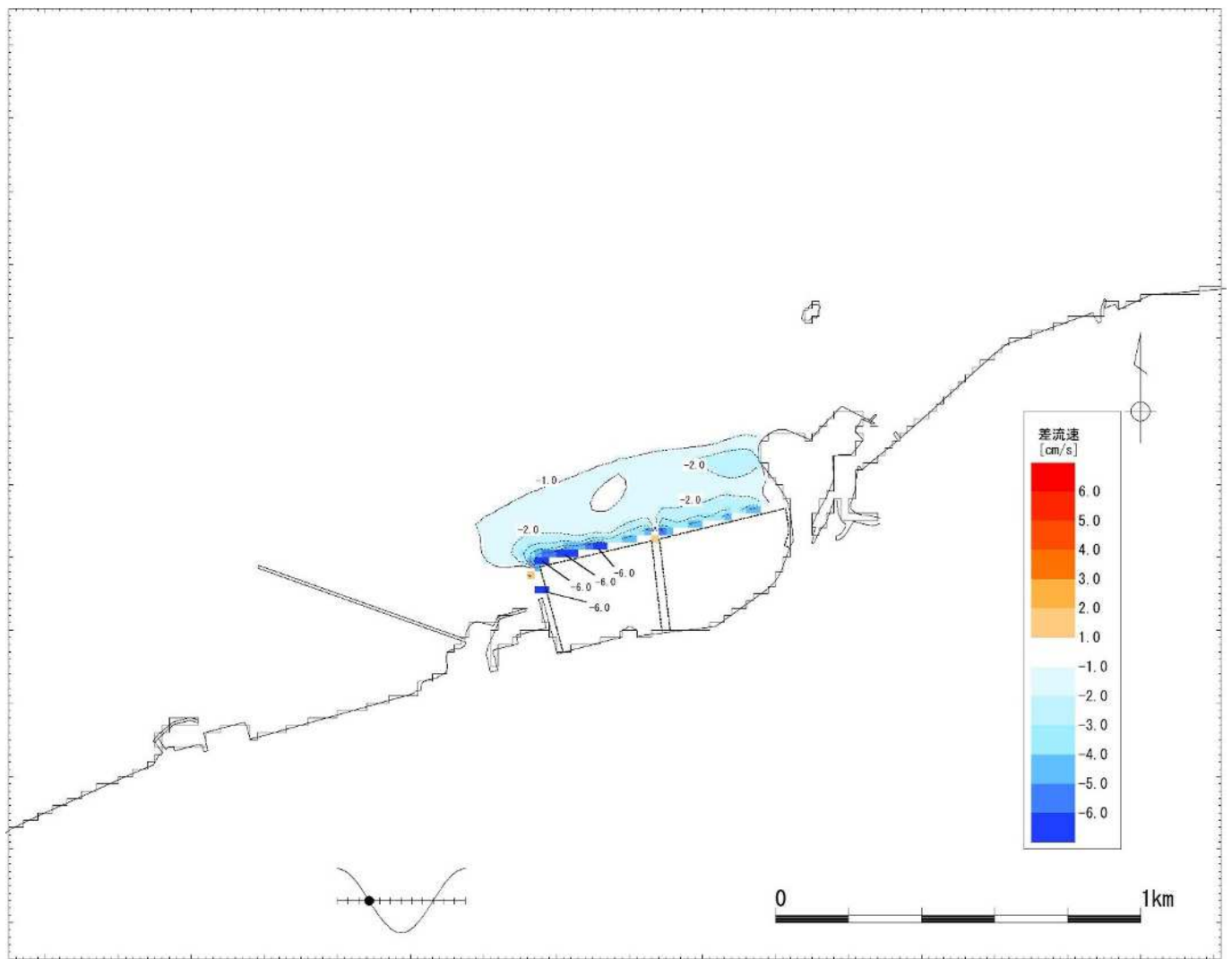
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-27 流況図（現況：下げ潮時 第 1 層）



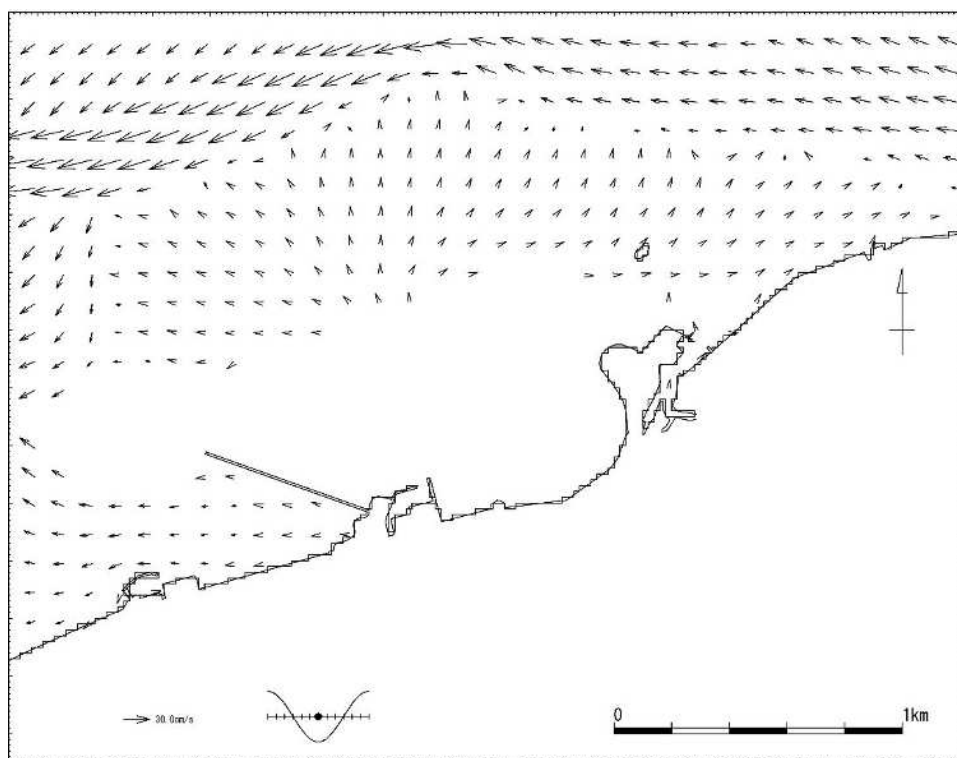
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-28 流況図（将来：下げ潮時 第 1 層）



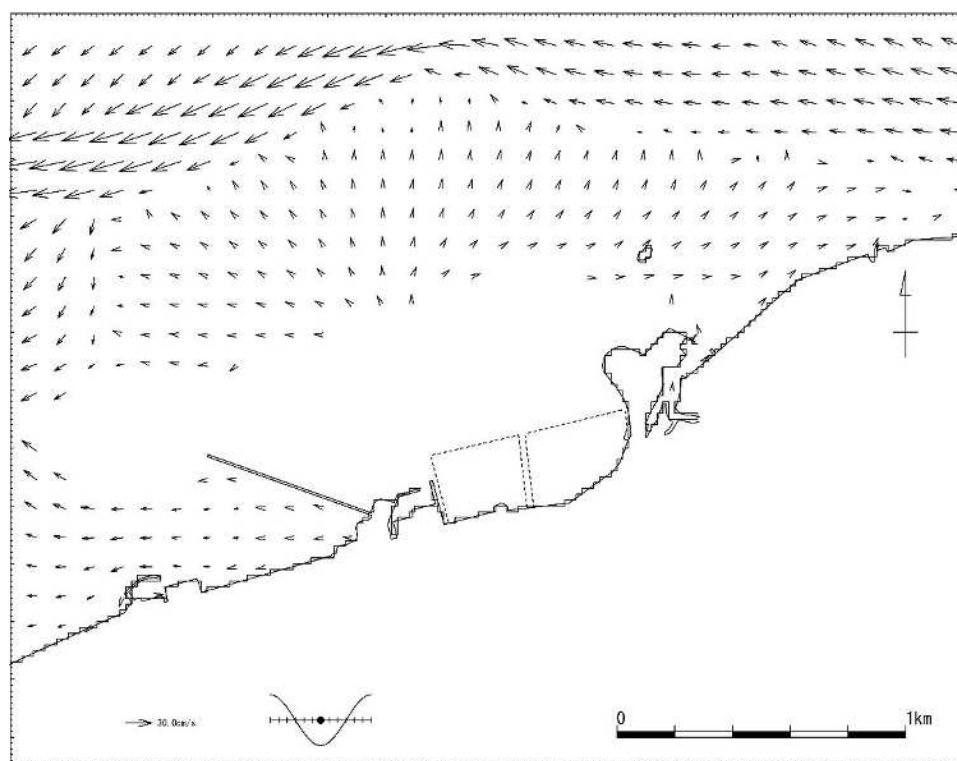
注) 差流速値 = 将来流速 - 現況流速 で算出した。
 + は将来流速、- は現況流速が速いことを示す。

図 7.1.4-29 差流速図（下げ潮時 第 1 層）



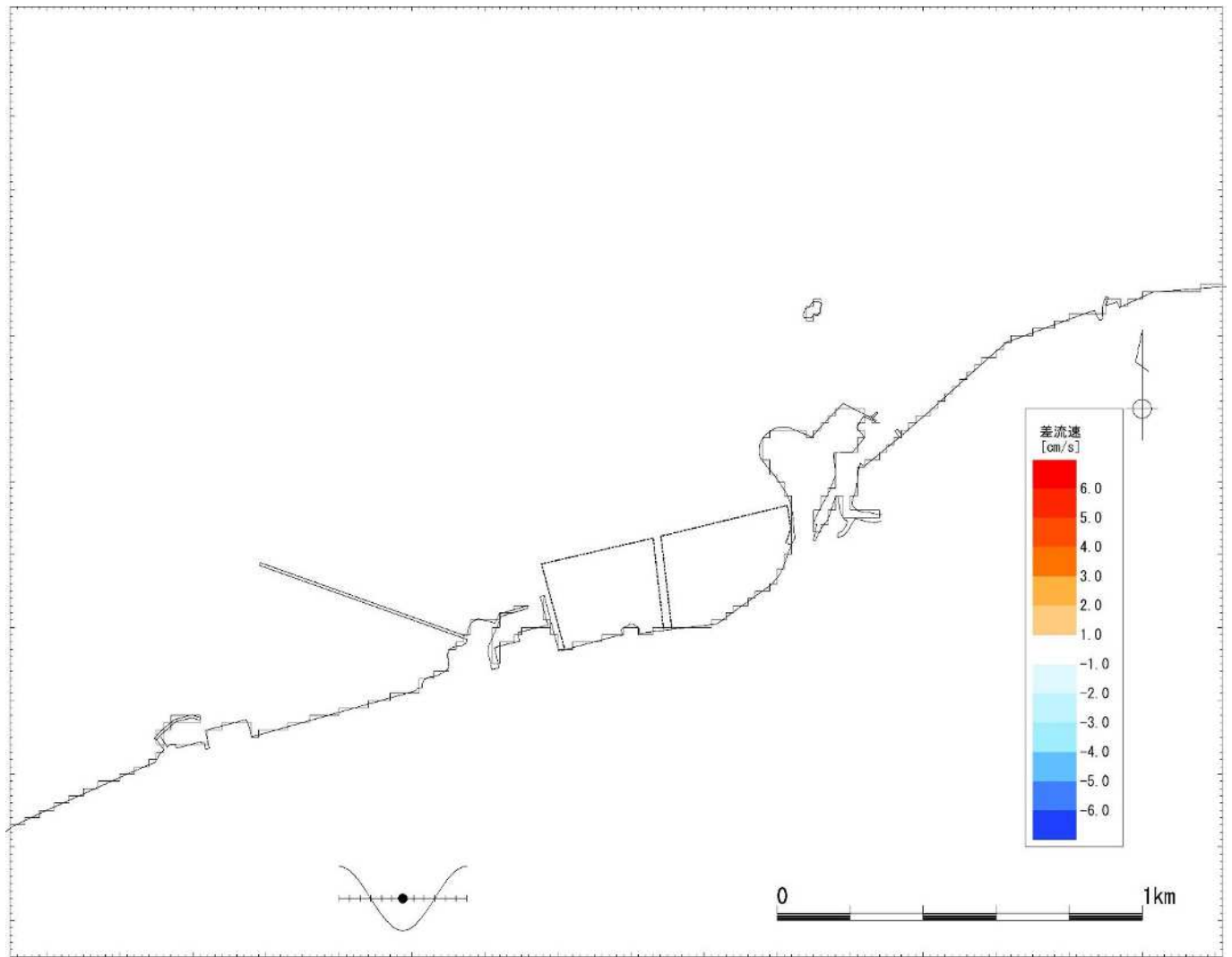
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-30 流況図 (現況 : 干潮時 第 1 層)



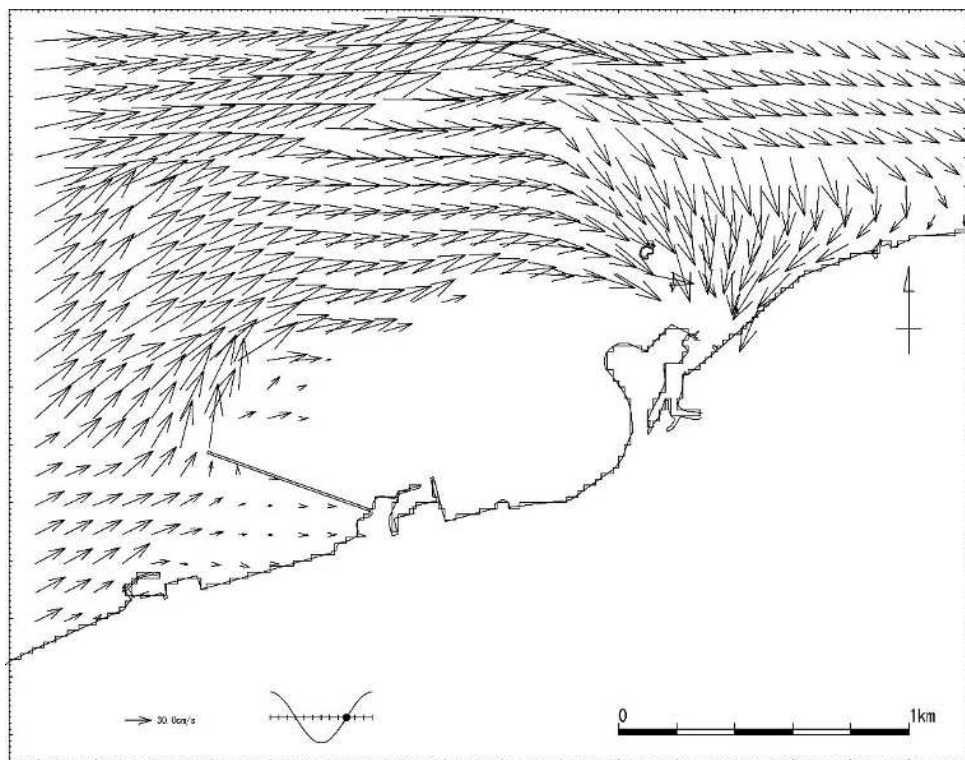
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-31 流況図 (将来 : 干潮時 第 1 層)



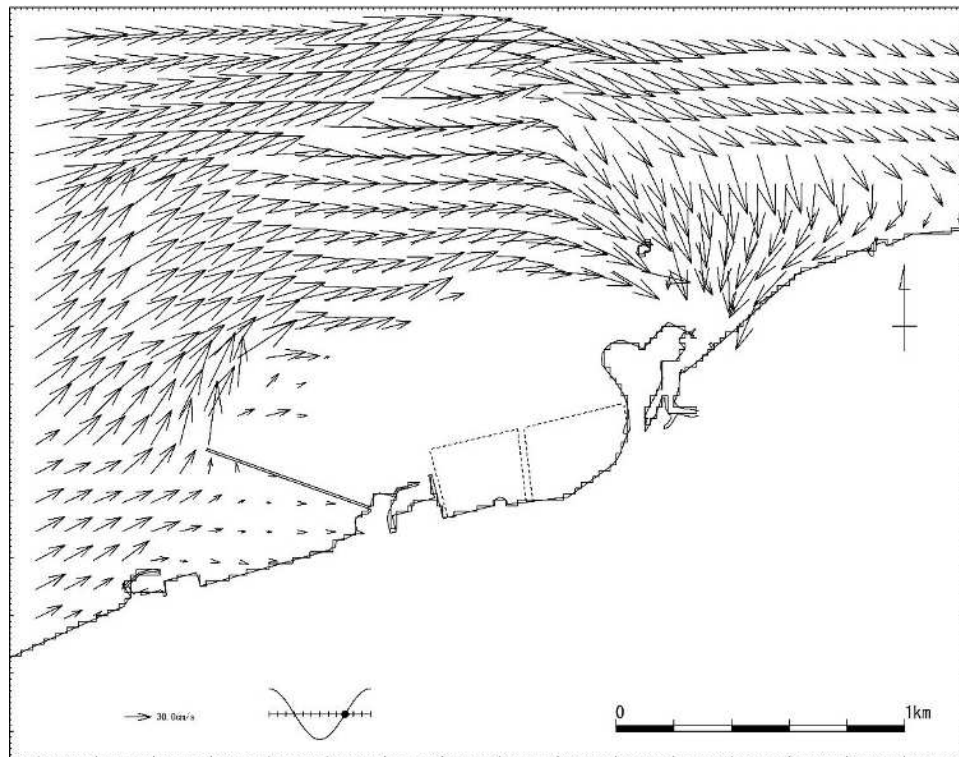
注) 差流速値 = 将来流速 - 現況流速 で算出した。
 + は将来流速、- は現況流速が速いことを示す。
 本図で示す差流速値は-1.0～1.0cm/s の範囲内である。

図 7.1.4-32 差流速図 (干潮時 第 1 層)



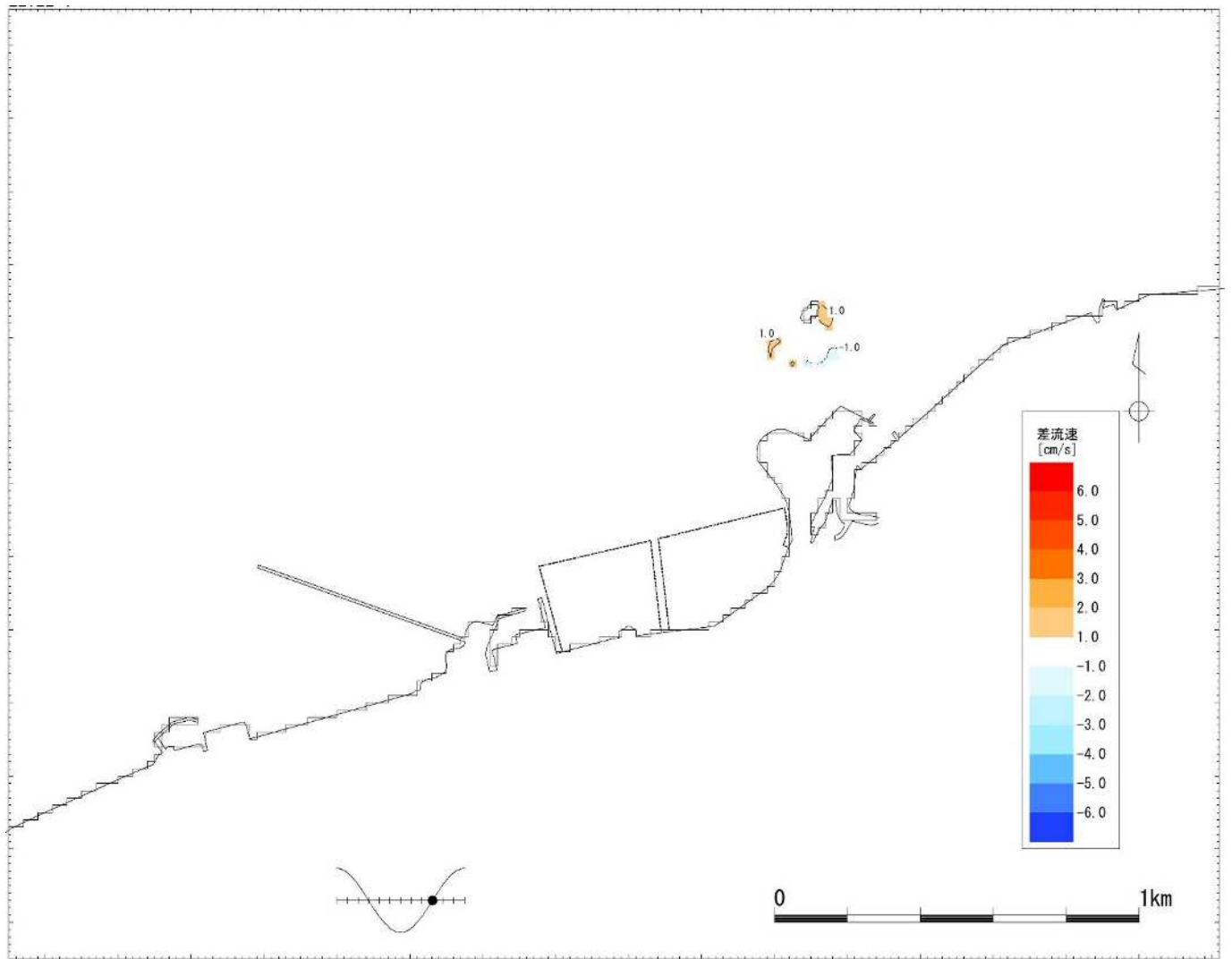
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-33 流況図 (現況 : 上げ潮時 第 1 層)



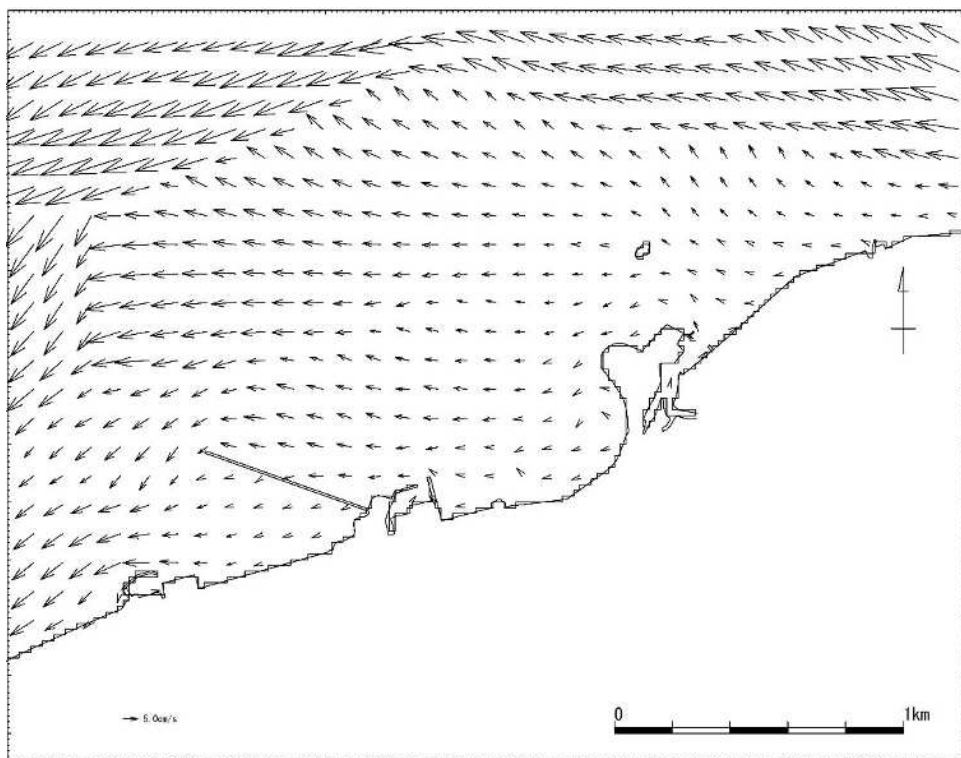
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-34 流況図 (将来 : 上げ潮時 第 1 層)



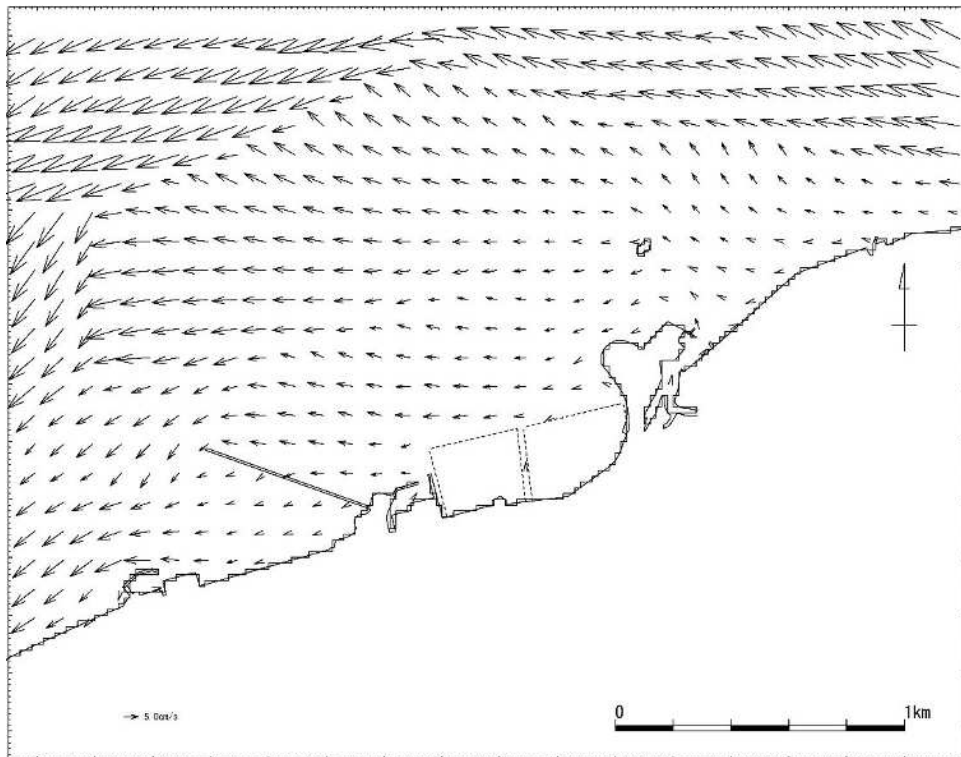
注) 差流速値 = 将来流速 - 現況流速 で算出した。
 + は将来流速、- は現況流速が速いことを示す。

図 7.1.4-35 差流速図（上げ潮時 第1層）



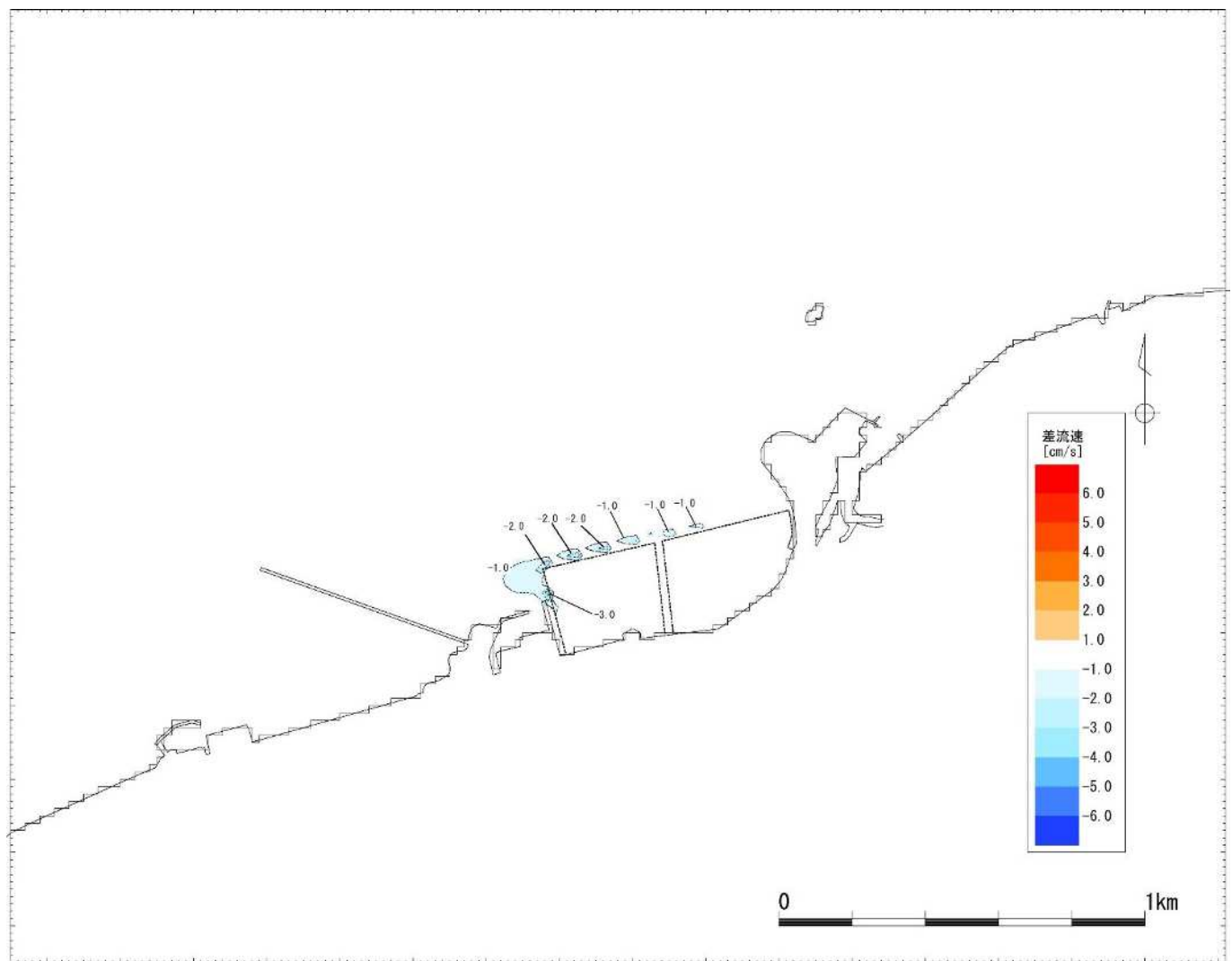
注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-36 流況図 (現況 : 平均流 第 1 層)



注) ベクトルは 5 メッシュ間引いて表示
 流速 5.0cm/s 以下はハットマークで表示

図 7.1.4-37 流況図 (将来 : 平均流 第 1 層)



注) 差流速値 = 将来流速 - 現況流速 で算出した。
 + は将来流速、- は現況流速が速いことを示す。

図 7.1.4-38 差流速図 (平均流 第 1 層)

3) 環境の保全のための措置

環境の保全のための措置の検討は、環境影響がない又は極めて小さいと判断される場合以外に行う。

(1) 土地又は工作物の存在

事業の実施による流況（流向・流速）への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置の検討は行わない。

4) 事後調査

事後調査は、予測の不確実性が大きい場合又は知見が不十分で、その効果が予測できない環境保全措置を講ずる場合は、その不確実性に係る環境影響の程度を勘案して、事後調査を実施する。

(1) 土地又は工作物の存在

予測手法として用いた数値シミュレーション（平面 2 次元 2 層非定常モデル）は、科学的知見に基づいて設定されたものであり、合理的に十分対応できる手法であることから、予測の不確実性はないものと考えられる。また、事業の実施による流況への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置は講じない。

よって、事後調査は実施しない。

5) 評価の結果

(1) 評価の手法

予測結果を踏まえ、事業の実施による流況への影響が、事業者により実行可能な範囲でできる限り回避、又は低減されており、環境保全への配慮が適正になされているかどうかを検討した。

(2) 評価の結果

予測の結果、事業の実施による流況の変化は、対象事業実施区域近傍に限られ、周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測されたことから、事業の実施による流況への影響は、事業者の実施可能な範囲で低減されていると評価する。

7.1.5 水質

7.1.5 水 質

1) 調査の結果

(1) 調査の手法

① 調査すべき情報

調査すべき情報は水質及び底質の状況である。水質調査項目は、水質汚濁に係る環境基準が定められている項目（生活環境の保全に関する項目[生活環境項目]、人の健康の保護に関する項目[健康項目]、ダイオキシン類）、クロロフィル a、水温及び塩分とした。底質調査項目は、含水率、強熱減量、水素イオン濃度、硫化物、化学的酸素要求量、全窒素、全リン、粒度組成とした。

② 調査の基本的な手法

現地で採水、採泥を行い、現地測定及び室内分析を行った。

採水の方法は「水質調査方法」（昭和 46 年 9 月 30 日、環水管第 30 号）に準拠した。水質の分析方法は、「JIS K 0102」（平成 28 年 3 月 22 日改正）もしくは「水質汚濁に係る環境基準について」（昭和 46 年 12 月 28 日環境庁告示第 59 号）に準拠した。クロロフィル a の分析方法は、「海洋観測指針 6.3.3」（気象庁、1999 年）に準拠した。

採泥の方法は「水質調査方法」及び「底質調査方法」（平成 24 年 8 月、環境省 水・大気環境局）を参考にし、底質の分析方法は「底質調査方法」及び「JIS A 1204」に準拠した。

③ 調査地域・調査地点

調査地域は、対象事業実施区域及びその周辺とした。

水質及び底質の調査地点は、対象事業実施区域周辺の沿岸部と干潟部の水質及び底質の状況を把握するために、潮流を考慮して地点を選定した。

調査地点の位置を図 7.1.5-1 に示す。

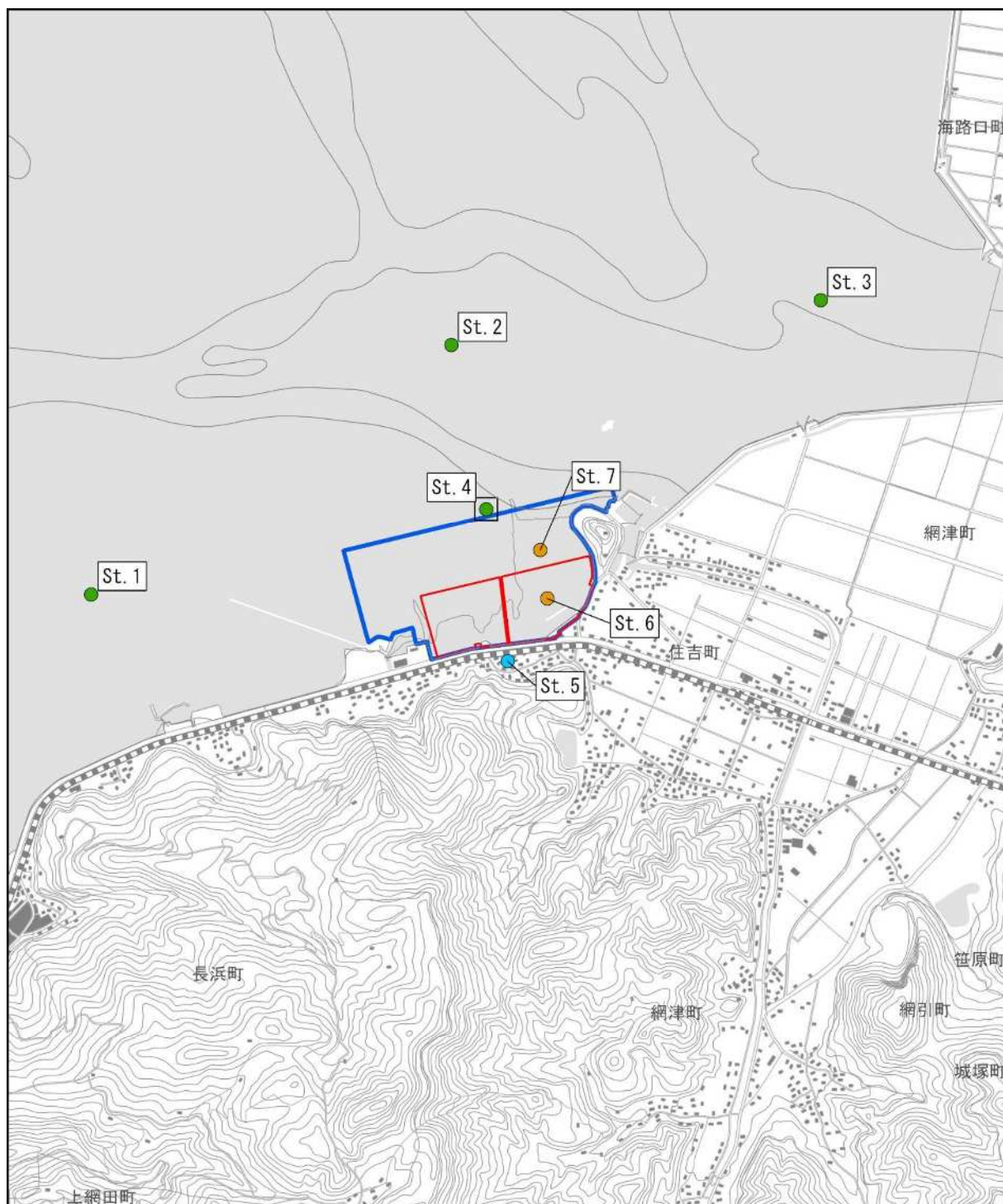


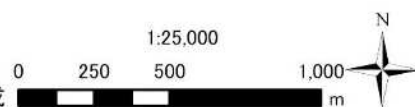
図 7.1.5-1 調査地点位置図

凡例

- 水質(生活環境項目・水温及び塩分)・底質
- 水質(健康項目・ダイオキシン類)
- 水質(生活環境項目)
- 底質(1季)

- 埋立区域
- 対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院)(<https://www.gsi.go.jp/kiban/>)をもとに作成



④ 調査期間等

調査時期は、季節による変化を把握するため四季とした。

調査期日は、各季1日として試料採取を行った。小部田排水路は、小部田集落からの排水が生じたタイミングで採水を行った。

調査時期及び調査期日を表 7.1.5-1、表 7.1.5-2 に示す。

表 7.1.5-1 調査時期及び調査期日（海域の水質、底質、水温及び塩分）

調査項目	調査時期	調査期日
水質（海域）、底質、 水温及び塩分	冬 季	令和 6 年 2 月 26 日
	春 季	令和 6 年 4 月 23 日
	夏 季	令和 6 年 7 月 22 日
	秋 季	令和 6 年 10 月 2 日

表 7.1.5-2 調査時期及び調査期日（小部田排水路の水質）

調査項目	調査時期	調査期日
水質（小部田排水路）	冬 季	令和 7 年 1 月 14 日
	春 季	令和 6 年 5 月 25 日
	夏 季	令和 6 年 7 月 22 日
	秋 季	令和 6 年 10 月 21 日

(2) 調査結果

① 水質の状況（水の汚れ、水の濁り）

a. 生活環境の保全に関する環境基準

海域の調査地点 St. 1～St. 4 において、調査地点間の水質の大きな違いは見られなかった。調査海域は緑川の河口付近が B 類型に指定され、St. 3 のみが B 類型海域に位置する。その他の海域は A 類型に指定されている。

化学的酸素要求量について、St. 1～St. 4 のいずれの地点でも生活環境の保全に関する環境基準（生活環境項目）を超過する時期があった。

溶存酸素量について、St. 1、St. 2、St. 4 では、夏季と秋季に生活環境項目の環境基準を満足できない時期があった。基準値を満足できない要因のひとつに、季節的な要因による海水温の上昇が挙げられる。St. 3 では基準を満足していた。

大腸菌数について、St. 4 で環境基準を超過する時期があった。

全窒素、全リンについて、調査海域はⅢ類型に指定されている。全窒素について St. 3 及び St. 4 で環境基準を超過する時期があった。全リンについて、St. 1～St. 4 のいずれの地点でも環境基準値を超過する時期があった。

調査地点 St. 1～St. 4 のいずれの地点でも、全亜鉛、ノニルフェノール、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩について、生物特 A 類型の環境基準をすべて満足していた。

調査地点 St. 5（小部田排水路）から海域に流入する排水は、調査時期により水質に変化が見られた。四季を通して小部田集落の生活雑排水が流入していると考えられ、大腸菌数、全窒素、全リン、直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩は、海域の水質よりも高い濃度であった。特に、冬季は、化学的酸素要求量、浮遊物質濃度、クロロフィル a の濃度が上昇しており、のり加工場からの排水による影響が考えられた。

水質調査結果（生活環境項目等）を表 7.1.5-3 に示す。また環境基準（生活環境項目等）を表 7.1.5-4 に示し、環境基準の適合状況を表 7.1.5-5 に示す。

表 7.1.5-3(1) 水質調査結果（生活環境項目等）

分析項目	調査地点	St. 1（海域）				St. 2（海域）			
	調査時期	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
	年月日	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	曇
気温	℃	9. 6	16. 8	29. 3	23. 7	10. 8	17. 1	31. 7	23. 3
水温	℃	11. 9	17. 8	29. 8	27. 6	12. 2	17. 9	29. 7	27. 2
水素イオン濃度	—	8. 0	8. 1	8. 0	8. 0	8. 0	8. 0	8. 0	8. 0
化学的酸素要求量	mg/l	2. 6	1. 6	3. 4	1. 7	1. 8	2. 0	3. 8	1. 8
浮遊物質	mg/l	48	7	6	7	22	13	5	5
溶存酸素量	mg/l	8. 7	8. 0	6. 6	6. 1	8. 7	7. 5	7. 0	6. 2
大腸菌数	CFU/100ml	7	3	1未満	1	20	18	1	4
n-ヘキサン抽出物質(油分等)	mg/l	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満
全窒素	mg/l	0. 30	0. 25	0. 40	0. 22	0. 29	0. 45	0. 57	0. 37
全リン	mg/l	0. 071	0. 037	0. 078	0. 057	0. 048	0. 066	0. 091	0. 064
全亜鉛	mg/l	0. 002	0. 007	0. 006	0. 005	0. 002	0. 002	0. 007	0. 003
ノニルフェノール	mg/l	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩	mg/l	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満
クロロフィル a	μg/l	8. 5	2. 5	2. 0	2. 6	5. 5	3. 4	4. 2	1. 4
分析項目	調査地点	St. 3（海域）				St. 4（海域）			
	調査時期	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
	年月日	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2	R6. 2. 26	R6. 4. 23	R6. 7. 22	R6. 10. 2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	雨
気温	℃	11. 3	17. 0	30. 2	23. 3	11. 3	17. 3	29. 7	23. 3
水温	℃	11. 7	18. 0	29. 5	27. 1	11. 9	18. 1	29. 6	27. 3
水素イオン濃度	—	7. 8	8. 0	8. 1	7. 9	8. 0	7. 9	8. 0	7. 9
化学的酸素要求量	mg/l	2. 3	2. 0	3. 5	2. 0	3. 2	2. 4	2. 9	2. 0
浮遊物質	mg/l	35	16	7	8	41	27	10	7
溶存酸素量	mg/l	8. 8	7. 3	7. 6	6. 3	8. 6	7. 4	7. 1	6. 2
大腸菌数	CFU/100ml	12	35	9	8	26	34	5	6
n-ヘキサン抽出物質(油分等)	mg/l	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満
全窒素	mg/l	0. 85	0. 54	0. 66	0. 60	0. 43	0. 64	0. 55	0. 54
全リン	mg/l	0. 092	0. 077	0. 11	0. 088	0. 063	0. 10	0. 098	0. 099
全亜鉛	mg/l	0. 001	0. 007	0. 003	0. 002	0. 001未満	0. 003	0. 002	0. 002
ノニルフェノール	mg/l	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩	mg/l	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満	0. 0006未満
クロロフィル a	μg/l	5. 3	4. 0	6. 7	1. 4	4. 8	2. 6	4. 3	1. 3

注) 赤枠は環境基準不適合を示す。

表 7.1.5-3(2) 水質調査結果（生活環境項目等）

分析項目	調査地点	St. 5(小部田排水路)			
	調査時期	冬季	春季	夏季	秋季
	年月日	R7. 1. 14	R6. 5. 25	R6. 7. 22	R6. 10. 21
天候	—	晴	晴	晴	晴
気温	℃	13. 1	30. 1	34. 5	28. 0
水温	℃	12. 8	23. 4	33. 4	24. 4
水素イオン濃度	—	7. 2	7. 6	7. 7	7. 5
化学的酸素要求量	mg/l	29	3. 5	5. 5	2. 6
浮遊物質	mg/l	100	7	13	6
溶存酸素量	mg/l	7. 3	7. 6	7. 4	6. 0
大腸菌数	CFU/100ml	2220	530	1700	1300
n-ヘキサン抽出物質(油分等)	mg/l	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満	0. 5未満
全窒素	mg/l	2. 3	3. 0	1. 2	1. 7
全リン	mg/l	0. 40	0. 58	0. 51	0. 30
全亜鉛	mg/l	0. 015	0. 002	0. 004	0. 008
ノニルフェノール	mg/l	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満	0. 00006未満
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩	mg/l	0. 0041	0. 012	0. 0063	0. 0040
クロロフィル a	μg/l	120	0. 5未満	7. 7	2. 3

表 7.1.5-4 環境基準（生活環境項目等）

分析項目	環境基準	
水素イオン濃度	—	7. 8以上8. 3以下
化学的酸素要求量	mg/l	A類型: 2以下 B類型: 3以下
浮遊物質	mg/l	—
溶存酸素量	mg/l	A類型: 7. 5以上 B類型: 5以下
大腸菌数	CFU/100ml	A類型: 20以下 B類型: 基準なし
n-ヘキサン抽出物質(油分等)	mg/l	検出されないこと
全窒素	mg/l	0. 6以下
全リン	mg/l	0. 05以下
全亜鉛	mg/l	0. 01以下
ノニルフェノール	mg/l	0. 0007以下
直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩	mg/l	0. 006以下
ダイオキシン類	pg-TEQ/l	1以下

表 7.1.5-5 環境基準（生活環境項目）の適合状況

項目	地点	冬季	春季	夏季	秋季
水素イオン濃度	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	○	○	○
化学的酸素要求量	St. 1	●	○	●	○
	St. 2	○	○	●	○
	St. 3	○	○	●	○
	St. 4	●	●	●	○
溶存酸素量	St. 1	○	○	●	●
	St. 2	○	○	●	●
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	●	●	●
大腸菌数	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	—	—	—	—
	St. 4	●	●	○	○
n 抽出ヘキサ 物質サン	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	○	○	○
全窒素	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	●	○	●	○
	St. 4	○	●	○	○
全リン	St. 1	●	○	●	●
	St. 2	○	●	●	●
	St. 3	●	●	●	●
	St. 4	●	●	●	●
フッ素、鉛、亜鉛、銅、ニッケル、セレン、ベンゼン、ホルムアルデヒド、その他有機物質	St. 1	○	○	○	○
	St. 2	○	○	○	○
	St. 3	○	○	○	○
	St. 4	○	○	○	○

注) ○:環境基準適合を示す。
 ●:環境基準不適合を示す。
 —:環境基準値の設定がないことを示す。

b. 人の健康の保護に関する環境基準

調査を行った St.4 では、全ての項目について、人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）を満足していた。水質調査結果（健康項目）を表 7.1.5-6 に示す。

表 7.1.5-6 水質調査結果（健康項目）

分析項目	調査地点	St.4（海域）	環境基準
	調査時期	夏季	
	年月日	R6. 7. 22	
カドミウム	mg/l	0.0003未満	0.003以下
全シアン	mg/l	0.1未満	検出されないこと
鉛	mg/l	0.001未満	0.01以下
六価クロム	mg/l	0.005未満	0.02以下
砒素	mg/l	0.002	0.01以下
総水銀	mg/l	0.0001未満	0.0005以下
アルキル水銀	mg/l	0.0005未満	検出されないこと
P C B	mg/l	0.0005未満	検出されないこと
ジクロロメタン	mg/l	0.002未満	0.02以下
四塩化炭素	mg/l	0.0002未満	0.002以下
1,2-ジクロロエタン	mg/l	0.0004未満	0.004以下
1,1-ジクロロエチレン	mg/l	0.01未満	0.1以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/l	0.004未満	0.04以下
1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	0.05未満	1以下
1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	0.0006未満	0.006以下
トリクロロエチレン	mg/l	0.001未満	0.01以下
テトラクロロエチレン	mg/l	0.001未満	0.01以下
1,3-ジクロロプロペン	mg/l	0.0002未満	0.002以下
チウラム	mg/l	0.0006未満	0.006以下
シマジン	mg/l	0.0003未満	0.003以下
チオベンカルブ	mg/l	0.002未満	0.02以下
ベンゼン	mg/l	0.001未満	0.01未満
セレン	mg/l	0.001未満	0.01未満
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	mg/l	0.17	10以下
1,4-ジオキサン	mg/l	0.005未満	0.05以下

c. ダイオキシン類

ダイオキシン類の調査を行った St.4 で、ダイオキシン類による水質汚濁に係る環境基準を満足していた。

水質調査結果（ダイオキシン類）を表 7.1.5-7 に示す。

表 7.1.5-7 水質調査結果（ダイオキシン類）

分析項目	調査地点	St.4（海域）	基準値 水質 （水底の底質を除く。）
	調査時期	夏季	
	年月日	R6.7.22	
ダイオキシン類	pg-TEQ/l	0.26	1以下

d. 水温・塩分

St.1～St.4 で各季、水温、塩分の鉛直分布を現地測定した。その結果を図 7.1.5-2 及び図 7.1.5-3 に示す。

水温は 12.5～29.9℃の範囲であった。冬季が最も低く、次いで、春季、秋季で高くなり、夏季が最も高かった。夏季にも明瞭な水温躍層は形成されていなかった。また、明瞭な地点間の差は、各季、みられなかった。

一方、塩分については、塩分は 15.8～31.3mg/l の範囲で、季節別では降雨の影響を受けやすい夏季に低下し、降雨量が少ない冬季に高くなる傾向を示した。地点間では湾口に近い St.1 で最も高く、St.2、St.3、St.4 は陸水の影響を受けている状況を示し、緑川河口沖の St.3 で他の地点より低い塩分を示す傾向を示した。夏季 St.2 と秋季 St.4 のように、明瞭な塩分躍層が観測されたこともあった。

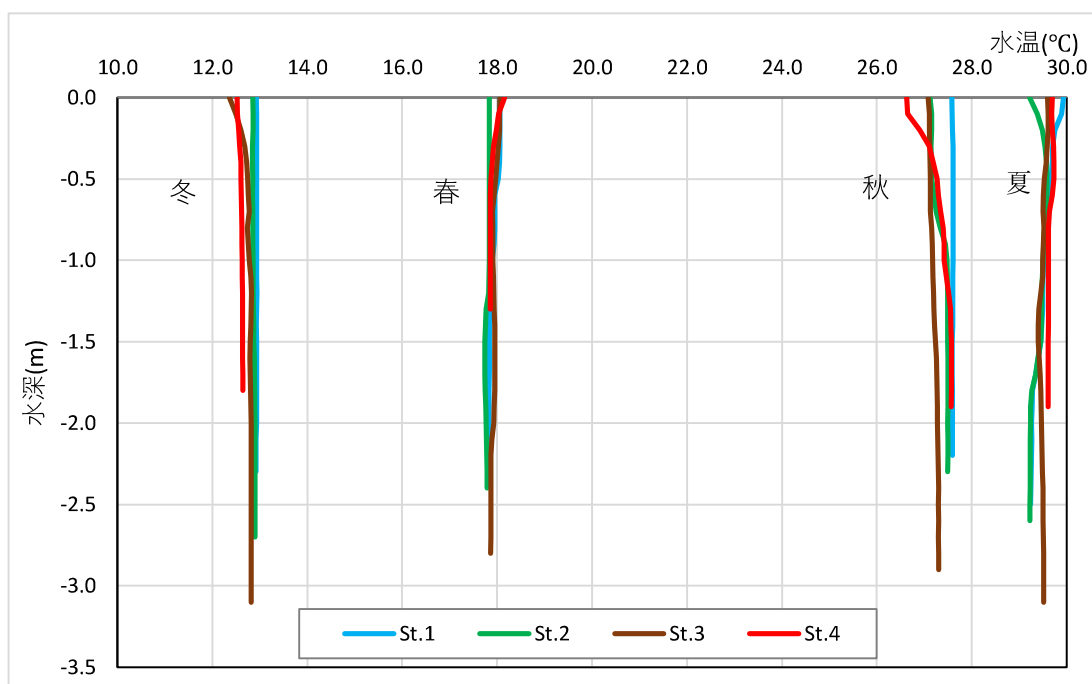


図 7.1.5-2 季別水温鉛直分布

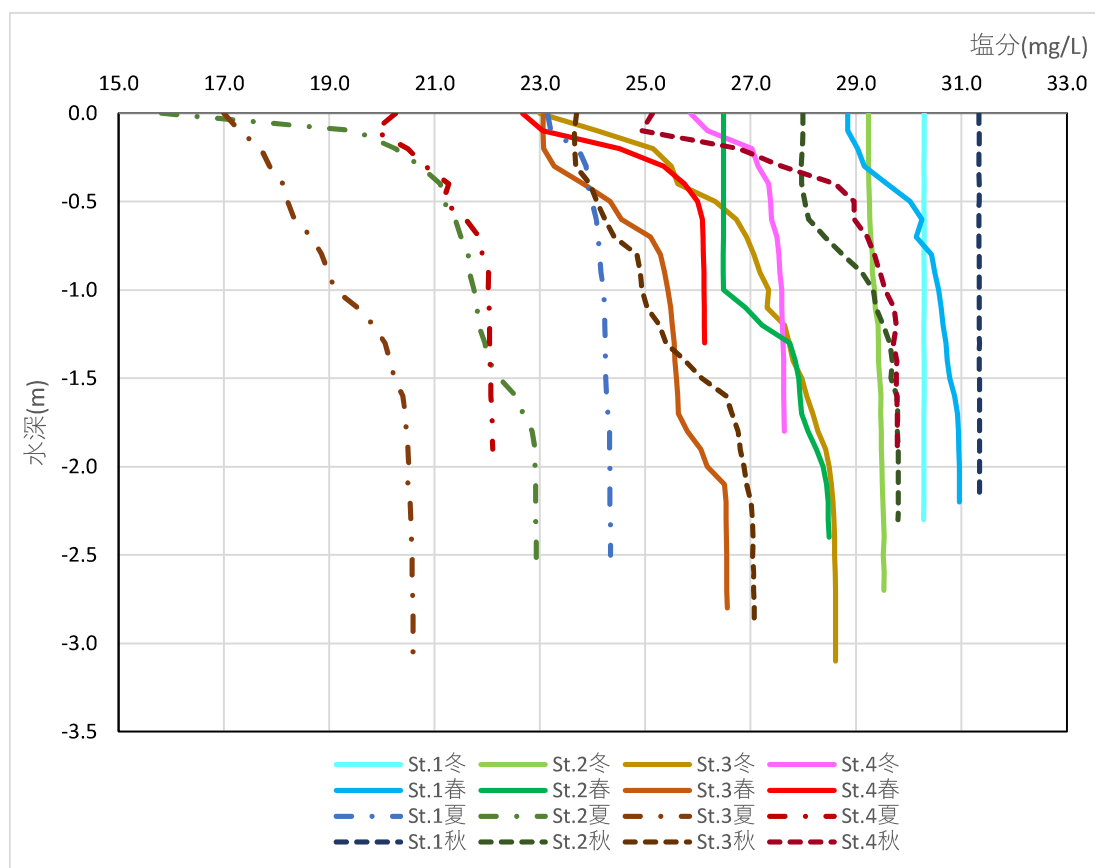


図 7.1.5-3 季別塩分鉛直分布

② 底質の状況

a. 粒度組成、一般項目

底質調査結果を表 7.1.5-8 に示す。礫分は St.1 以外ではほとんど含まれておらず、各地点の底質は主に、砂分、シルト分、粘土分で構成されていた。St.1、St.4 では、砂分（0.075mm～2mm）が約 90%を占めていた。次いで、砂分が多い地点は、St.3（砂分：約 50%～約 71%）、St.7（砂分：約 51%）、St.2（砂分：約 20%～約 51%）、St.6（約 12%）の順であった。いずれの地点でも砂分の割合が減ると、それに代わってシルト分及び粘土分の割合が増加した。

St.1、St.4 に比べ、St.2、St.3、St.6、St.7 では全窒素、全リン、化学的酸素要求量（過マンガン酸カリウムによる酸素要求量）、硫化物、強熱減量が高く、底質の栄養塩類や有機物が多い傾向があった。

参考に、底質の水産用水基準を表 7.1.5-9 に示す。水産用水基準と比較すると、St.2 は化学的酸素要求量（基準値 20mg/g）、硫化物（基準値 0.2mg/g）が冬季、春季に基準を超過していた。St.3 は、硫化物（基準値 0.2mg/g）が夏季に基準を超過していた。

表 7.1.5-8 底質調査結果

分析項目	調査地点	St.1 (海域)				St.2 (海域)			
	調査時期	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
	年月日	R6.2.26	R6.4.23	R6.7.22	R6.10.2	R6.2.26	R6.4.23	R6.7.22	R6.10.2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	曇
気温	℃	9.6	16.8	29.3	23.7	10.8	17.1	31.7	23.3
乾燥減量 (含水率)	%	22.0	22.8	22.9	24.2	44.6	43.2	35.8	33.8
強熱減量	%	2.6	2.6	2.6	4.2	9.0	9.7	6.5	6.2
水素イオン濃度	—	8.8	8.4	8.4	8.6	7.1	7.1	7.4	8.1
硫化物	mg/g	0.04	0.06	0.07	0.03	0.54	0.23	0.18	0.02
過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	mg/g	2.3	1.9	2.1	4.5	28	42	11	11
全窒素	mg/g	0.33	0.28	0.25	0.87	2.8	3.8	1.0	1.9
全リン	mg/g	0.30	0.32	0.31	0.37	0.88	0.99	0.72	0.62
礫分 (2mm～75mm)	%	0.0	0.7	0.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.4
砂分 (0.075mm～2mm)	%	93.7	91.8	92.6	79.9	20.1	39.0	47.0	51.3
シルト分 (0.005mm～0.075mm)	%	2.1	2.9	2.2	5.5	63.1	42.7	38.6	38.0
粘土分 (0.005mm未満)	%	4.2	4.6	4.5	12.4	16.8	18.3	14.4	10.3
土粒子の密度	g/cm ³	2.504	2.685	2.599	2.681	2.617	2.592	2.650	2.592

分析項目	調査地点	St.3 (海域)				St.4 (海域)			
	調査時期	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
	年月日	R6.2.26	R6.4.23	R6.7.22	R6.10.2	R6.2.26	R6.4.23	R6.7.22	R6.10.2
天候	—	晴	曇	晴	曇	晴	曇	晴	雨
気温	℃	11.3	17.0	30.2	23.3	11.3	17.3	29.7	23.3
乾燥減量 (含水率)	%	35.1	26.4	30.9	24.4	25.5	24.2	26.0	22.4
強熱減量	%	5.2	3.5	5.2	3.9	1.8	2.2	2.2	2.0
水素イオン濃度	—	8.0	7.4	7.5	7.8	8.2	8.1	8.1	8.2
硫化物	mg/g	0.18	0.11	0.28	0.09	0.06	0.06	0.05	0.02
過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	mg/g	15	7.1	6.9	6.0	1.8	1.8	1.7	1.7
全窒素	mg/g	1.7	0.74	1.0	0.98	0.29	0.28	0.23	0.38
全リン	mg/g	0.72	0.48	0.62	0.51	0.30	0.29	0.29	0.31
礫分 (2mm～75mm)	%	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
砂分 (0.075mm～2mm)	%	53.4	70.8	50.4	70.7	92.5	92.7	91.1	90.0
シルト分 (0.005mm～0.075mm)	%	29.3	16.5	33.3	15.9	3.0	3.2	3.8	5.0
粘土分 (0.005mm未満)	%	17.3	12.6	16.3	13.3	4.5	4.1	5.0	4.9
土粒子の密度	g/cm ³	2.661	2.656	2.559	2.650	2.647	2.640	2.650	2.641

分析項目	調査地点	St.6 (海域)	St.7 (海域)
	調査時期	春季	春季
	年月日	R6.4.23	R6.4.23
天候	—	曇	曇
気温	℃	18.4	20.4
乾燥減量 (含水率)	%	32.2	28.1
強熱減量	%	6.3	4.9
水素イオン濃度	—	7.7	7.9
硫化物	mg/g	0.16	0.13
過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	mg/g	16	14
全窒素	mg/g	1.3	1.0
全リン	mg/g	0.70	0.55
礫分 (2mm～75mm)	%	0.0	0.0
砂分 (0.075mm～2mm)	%	11.7	50.9
シルト分 (0.005mm～0.075mm)	%	67.9	32.8
粘土分 (0.005mm未満)	%	20.4	16.3
土粒子の密度	g/cm ³	2.549	2.631

注) 赤枠は水産用水基準不適合を示す。

表 7.1.5-9 底質の水産用水基準

	底質
1)	河川及び湖沼では、有機物などによる汚泥床、みずわたなどの発生をおこさないこと。
2)	海域では乾泥としてCOD _{OH} （アルカリ性法）は20mg/g乾泥以下、硫化物は0.2mg/g乾泥以下、ノルマルヘキサン抽出物質0.1%以下であること。
3)	微細な懸濁物が岩面、礫、または砂利などに付着し、種苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと。
4)	海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律に定められた溶出試験（昭和48年2月17日環境庁告示第14号）により得られた検液中の有害物質のうち水産用水基準で基準値が定められている物質については、水産用水基準の基準値の10倍を下回ること。ただし、カドミウム、PCBについては溶出試験で得られた検液中の濃度がそれぞれの化合物の検出下限値を下回ること。
5)	ダイオキシン類の濃度は150pgTEQ/gを下回ること。

出典：「水産用水基準第8版(2018年版)」(公益社団法人日本水産資源保護協会、2018年)

2) 予測の結果

(1) 土地又は工作物の存在（水の汚れ）

① COD、T-N、T-P

a. 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在により潮流が変化することによる、水質の変化とした。予測する物質等は海域の有機汚濁の指標となる化学的酸素要求量(COD)及び有機汚濁の発生に関係が深い、全窒素(T-N)、全リン(T-P)とした。

b. 予測時期

予測時期は、流況の変化が最大となって、水の汚れに係る環境影響が最大となる、護岸が完成する時期とした。

c. 予測位置

予測位置は対象事業実施区域及びその周辺海域とした。

d. 予測方法

水の汚れの予測は、図 7.1.5-4 に示す手順で数値シミュレーションにより行った。水の汚れに関する項目（COD、T-N、T-P）について、現況調査結果との比較により、現況の濃度を再現し、その後将来(護岸完成時)の濃度を予測した。また、将来濃度から現況濃度を差し引いて差濃度を求めた。

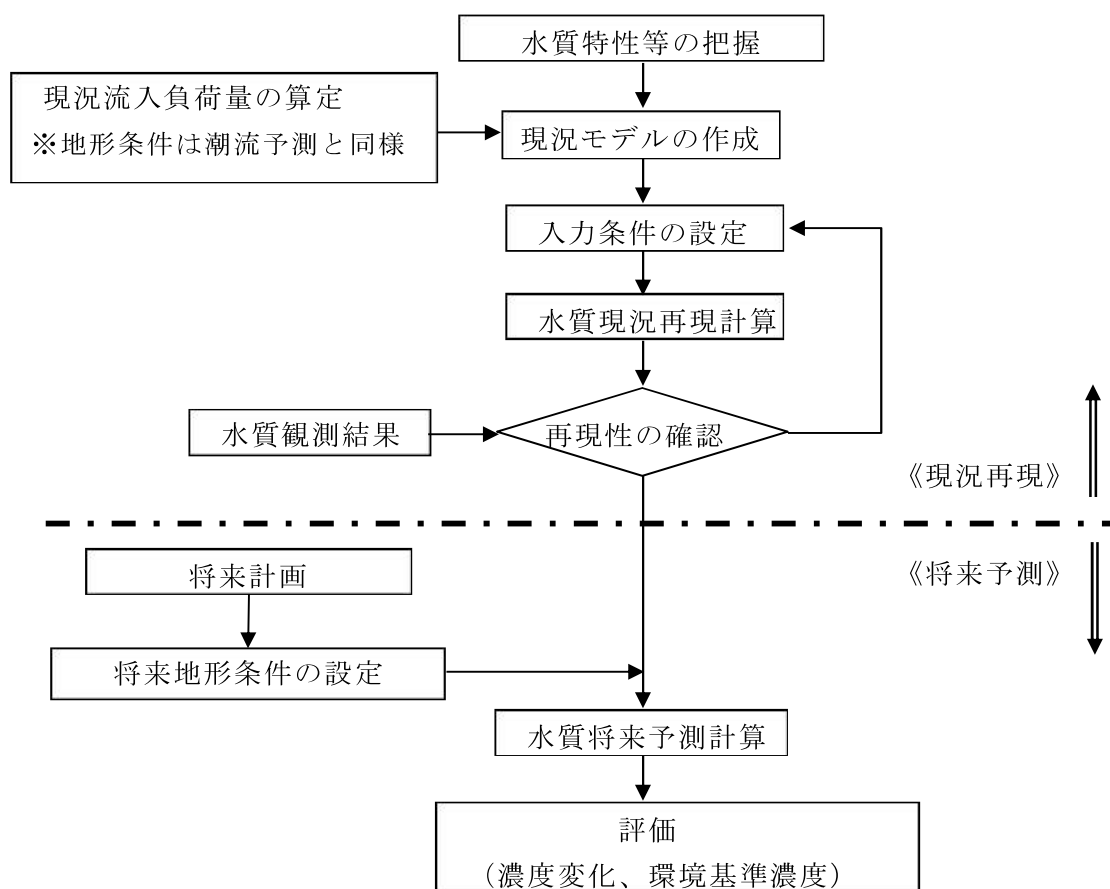
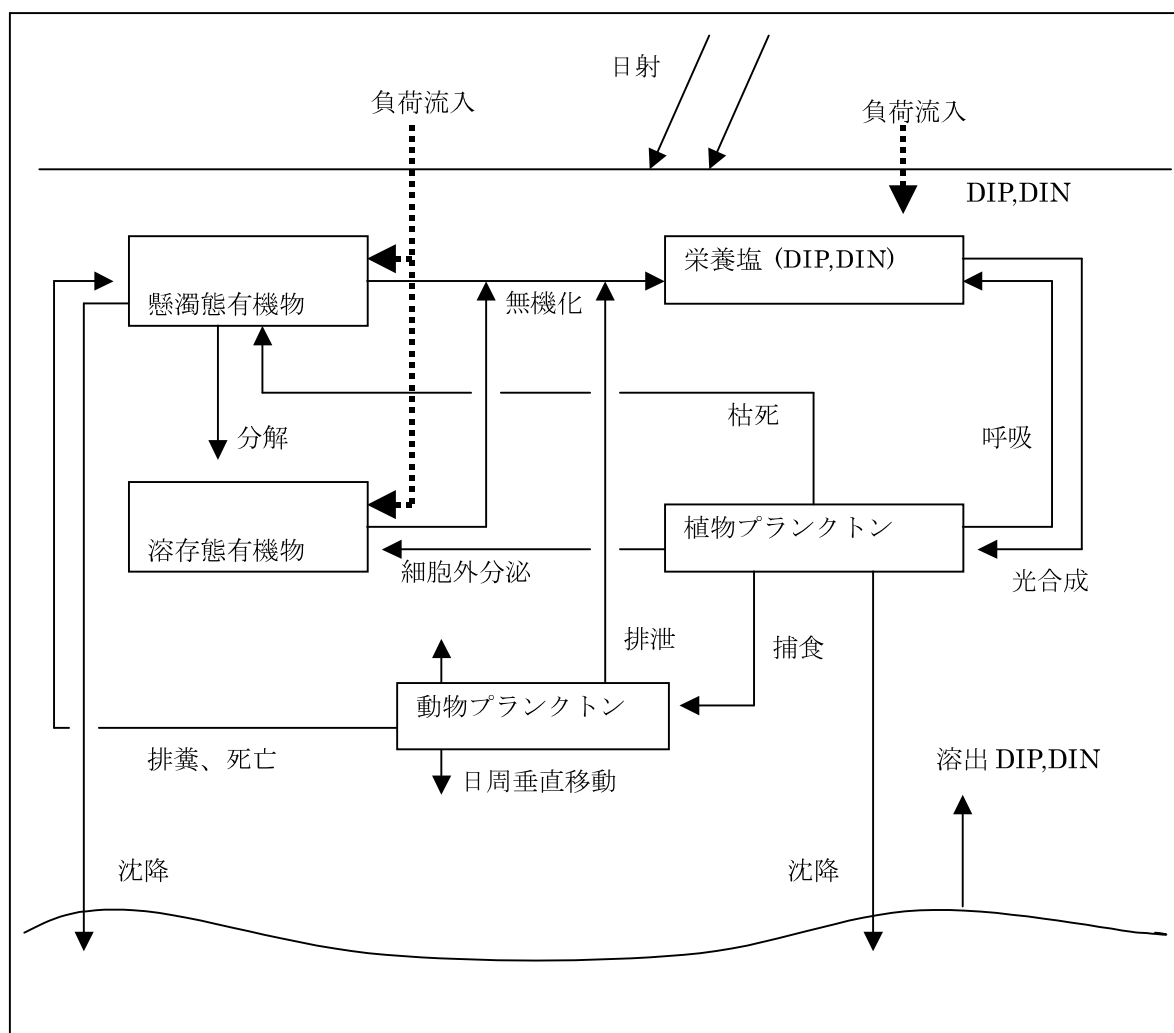


図 7.1.5-4 水の汚れの予測フロー

(a) 予測モデル

富栄養化モデルの構成模式図を図 7.1.5-5 に示す。



注) DIP は「溶存態無機リン」を、DIN は「溶存態無機窒素」をそれぞれ示す。

出典：「流体環境汚染」（松梨順三郎編著、1993 年、森北出版）

図 7.1.5-5 富栄養化モデルの構成模式図

水質計算のモデル式は、Fick の拡散方程式を基礎式とした以下のモデルを採用した。また、本予測モデルは、植物プランクトンの増殖による水質変化（内部生産）や底泥からの栄養塩の溶出を考慮した富栄養化モデル（低次生態系モデル）を用いた。

【モデル基礎式】

上層 ($i=1$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i B_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i B_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i B_i}{\partial y} + (W_i \cdot T^*_i) \Big|_{z=-H_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial B_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial B_i}{\partial y} \right) - \left(K_z \frac{\partial B}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} + \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right) + Q_i \end{aligned}$$

下層 ($i=2$) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial h_i B_i}{\partial t} = & -\frac{\partial M_i B_i}{\partial x} - \frac{\partial N_i B_i}{\partial y} - (W_i \cdot T^*_i) \Big|_{z=-H_i} \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \left(h_i K_x \frac{\partial B_i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h_i K_y \frac{\partial B_i}{\partial y} \right) + \left(K_z \frac{\partial B}{\partial z} \right) \Big|_{z=-H_i} + \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right) \end{aligned}$$

ただし、各レベル内の物質輸送量 M 、 N は以下の通りである。

$$M_k = \int_{h_i} U dz, \quad N_k = \int_{h_i} V dz$$

ここで、 U, V, W : x, y, z 方向の流速成分

K_x, K_y, K_z : x, y, z 方向の渦動拡散係数

B : 各セル内の平均濃度

h_i : 各層の厚さ、 H_i : 海面からの海底までの深さ

Q_i : 単位時間・単位面積当たりの水質負荷量

T^*_i : $W_i > 0$ のとき $T^*_i = T_{i+1}$ 、 $W_i < 0$ のとき $T^*_i = T_i$

【植物プランクトン (P : mgC/m³)】

$$\frac{dP}{dt} = \text{光合成による増殖}(B_1) - \text{細胞外分泌}(B_2) - \text{呼吸}(B_3)$$

$$- \text{動物プランクトンによる被食}(B_4) - \text{枯死}(B_5) - \text{沈降}(B_6)$$

$$B_1 = v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P$$

$$B_2 = \mu_3(P) \cdot B_1$$

$$B_3 = v_3(T) \cdot P$$

$$B_4 = v_4(T, P) \cdot Z$$

$$B_5 = v_5(T) \cdot P$$

$$B_6 = w_p \frac{\partial P}{\partial z}$$

●植物プランクトンの最大増殖速度

$$v_1 = v_1(T) = \alpha_1 \exp(\beta_1 T)$$

α_1 : 0°Cにおける最大成長速度[day⁻¹]

β_1 : 温度係数[°C⁻¹]

●光－光合成応答

$$\mu_2(I) = \frac{I}{I_{opt}} \exp \left[1 - \frac{I}{I_{opt}} \right]$$

$$I_z = I_0 \exp(-kz)$$

$$k = k_0 + \gamma[Chl - a : C_p] \cdot P$$

I_{opt} : 最適光量

k : 消散係数($k_0 = 0.1$, $\gamma = 0.0179$)

●栄養塩による成長の制限

$$\mu_1(DIN, DIP) = \min \left\{ \frac{N}{K_N + N}, \frac{P}{K_P + P} \right\}$$

K_N, K_P : 溶存態無機窒素(DIN)、及び溶存態無機リン(DIP)の摂取に関する半飽和定数

●細胞外分泌

$$\mu_3(P) = 0.135 \exp\{-0.00201 \cdot [Chl - a : C_p] \cdot P\}$$

P : 炭素量単位[mgC/m³]の植物プランクトン生物量

$[Chl - a : C_p]$: Chl-a/C 比

●呼吸

$$v_3(T) = \alpha_2 \exp(\beta_2 T)$$

α_2 : 0℃における呼吸速度 [day⁻¹]
 β_2 : 温度係数 [°C⁻¹]

● 枯死

$v_5(T) = \alpha_3 \exp(\beta_3 T)$
 α_3 : 0℃における枯死速度 [day⁻¹]
 β_3 : 温度係数 [°C⁻¹]

● 沈降

w_p : 沈降速度 [m/day]

【動物プランクトン (Z:mgC/m³)】

$$\frac{dZ}{dt} = \text{摂食}(B_4) - \text{排糞}(B_7) - \text{排泄}(B_8) - \text{自然死亡}(B_9) \pm \text{日周垂直移動}(B_{10})$$

$$B_4 = v_4(T, P) \cdot Z$$

$$B_7 = (1 - e) \cdot B_4$$

$$B_8 = (e - g) \cdot B_4$$

$$B_9 = v_6(T) \cdot Z$$

$$B_{10} = w_z(t) \frac{\partial Z}{\partial z}$$

● 摂食

$v_4(T, P) = \alpha_4 \exp(\beta_4 T) [1 - \exp\{\lambda(\Pi^* - \Pi)\}]$
 α_4 : 0℃における最大摂食速度 [day⁻¹]
 β_4 : 温度係数 [°C⁻¹]
 Π^* : 餌の閾値濃度 [mgC/m³]

● 排泄および排糞

g : 総成長効率
 e : 消化効率

● 自然死亡

$v_6(T) = \alpha_5 \exp(\beta_5 T)$
 α_5 : 0℃における死亡速度 [day⁻¹]
 β_5 : 温度係数 [°C⁻¹]

● 日周垂直移動

$$w_z(t) = -w_{down} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{DL} t\right)$$

$$w_z(t) = w_{up} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{1 - DL} (t - DL)\right)$$

w_z : 最大降下または上昇速度
 w_{down} : 最大下降速度 [m/day]
 w_{up} : 最大上昇速度 [m/day]
 DL : 日長

【懸濁態有機物 (POC:mgC/m³)】

$$\begin{aligned} \frac{dPOC}{dt} = & \text{植物プランクトン枯死}(B_5) + \text{動物プランクトン排糞}(B_7) \\ & + \text{動物プランクトン自然死亡}(B_9) - \text{細菌による分解}(B_{11}) \\ & - \text{分解余剰物生成}(B_{12}) - \text{沈降}(B_{13}) \\ & + \text{系外からの流入}(q_{POC}) \end{aligned}$$

$$B_5 = v_5(T) \cdot P$$

$$B_7 = (1 - e) \cdot v_4(T, P) \cdot Z$$

$$\begin{aligned}
B_9 &= v_6(T) \cdot Z \\
B_{11} &= v_7(T, DO) \cdot POC \\
B_{12} &= \xi \cdot B_{10} \\
B_{13} &= w_{poc} \frac{\partial POC}{\partial z}
\end{aligned}$$

●細菌による分解

$$v_7 = (T, DO) = \alpha_6 \exp(\beta_6 T) \cdot \frac{DO}{K_{DO}^1 + DO}$$

α_6 : 0℃における分解速度[day⁻¹]
 β_6 : 温度係数[℃⁻¹]
 K_{DO}^1 : 酸素制限の半飽和値[mg/l]

●分解余剰物生成

ξ : デトリタスの直接無機化量に対する余剰物生成割合

●沈降

w_{poc} : 沈降速度[m/day]

【溶存態有機物 (DOC:mgC/m³)】

$$\begin{aligned}
\frac{dDOC}{dt} &= \text{植物プランクトン細胞外分泌}(B_2) + \text{POM分解余剰生成}(B_{12}) \\
&\quad - \text{無機化}(B_{14}) + \text{系外からの流入}(q_{DOC}) \\
B_2 &= \mu_3(P) \cdot v(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\
B_{12} &= \kappa \cdot v_7(T, DO) \cdot POC \\
B_{14} &= v_8(T, DO) \cdot DOC
\end{aligned}$$

●無機化

$$v_8(T, DO) = \alpha_7 \exp(\beta_7 T) \cdot \frac{DO}{K_{DO}^2 + DO}$$

α_7 : 0℃における DOC の無機化速度[day⁻¹]
 β_7 : 温度係数[℃⁻¹]
 K_{DO}^2 : 酸素制限の半飽和値[mg/l]

【溶存態無機リン (DIP: μg-atm/l)】

$$\begin{aligned}
\frac{dDIP}{dt} &= -\text{植物プランクトンによる摂取}([P:C_P]B_1) \\
&\quad + \text{植物プランクトンの呼吸}([P:C_P]B_3) \\
&\quad + \text{動物プランクトンの排泄}([P:C_Z]B_8) \\
&\quad + \text{懸濁態有機物の無機化}([P:C_{POM}]B_{11}) \\
&\quad + \text{溶存態有機物の無機化}([P:C_{DOM}]B_{14}) \\
&\quad + \text{底泥からの回帰 (溶出)} (B_{15}) \\
&\quad + \text{系外から流入}(q_{DIP}) \\
B_1 &= v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\
B_3 &= v_3(T) \cdot P \\
B_8 &= (e - g) \cdot v_4(T, P) \cdot Z \\
B_{11} &= v_7(T, DO) \cdot POC \\
B_{14} &= v_8(T, DO) \cdot DOC \\
B_{15} &= v_9(T, DO) / h_b
\end{aligned}$$

●底泥からの回帰 (溶出)

$$v_9(T, DO) = \alpha_9 \exp(\beta_9 T - \gamma_P DO)$$

α_9 : 0℃における溶出速度[mgP/m²・day]
 β_9 : 温度係数[℃⁻¹]
 γ_P : D0 濃度による溶出の抑制効果を表すパラメータ[(mgO₂/l)⁻¹]
 h_b : 底層の厚さ[m]

【溶存態無機窒素 (DIN: $\mu\text{g-atm/l}$)】

$$\frac{dDIN}{dt} = -\text{植物プランクトンによる摂取}([N:C_P]B_1)$$

$$\begin{aligned} & + \text{植物プランクトンの呼吸}([N:C_P]B_3) \\ & + \text{動物プランクトンの排泄}([N:C_Z]B_8) \\ & + \text{懸濁態有機物の無機化}([N:C_{POM}]B_{11}) \\ & + \text{溶存態有機物の無機化}([N:C_{DOM}]B_{14}) \\ & + \text{底泥からの回帰 (溶出)} (B_{16}) \\ & + \text{系外から流入}(q_{DIN}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_1 &= v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\ B_3 &= v_3(T) \cdot P \\ B_8 &= (e - g) \cdot v_4(T, P) \cdot Z \\ B_{11} &= v_7(T, DO) \cdot POC \\ B_{14} &= v_8(T, DO) \cdot DOC \\ B_{16} &= v_{10}(T, DO) / h_b \end{aligned}$$

● 底泥からの回帰

$$v_{10}(T, DO) = \alpha_{10} \exp(\beta_{10}T - \gamma_N DO)$$

α_{10} : 0°Cにおける $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出速度 [$\text{mgN/m}^2 \cdot \text{day}$]

β_{10} : 温度係数 [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

γ_N : DO 濃度による溶出の抑制効果を表すパラメータ [$(\text{mgO}_2/\text{l})^{-1}$]

h_b : 底層の厚さ [m]

【溶存酸素 (DO: mg/l)】

$$\frac{dDO}{dt} = \text{光合成による供給}(D_1 = [TOD:C_P]B_1)$$

$$\begin{aligned} & - \text{植物プランクトンの呼吸による消費}(D_2 = [TOD:C_P]B_3) \\ & - \text{動物プランクトンの呼吸による消費}(D_3 = [TOD:C_Z]B_8) \\ & - \text{懸濁態有機物の無機化に伴う消費}(D_4 = [TOD:C_{POM}]B_{11}) \\ & - \text{溶存態有機物の無機化に伴う消費}(D_5 = [TOD:C_{DOM}]B_{14}) \\ & - \text{底泥による酸素消費}(D_6) + \text{再曝気}(D_7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_1 &= v_1(T) \cdot \mu_1(DIP, DIN) \cdot \mu_2(I) \cdot P \\ B_3 &= v_3(T) \cdot P \\ B_8 &= (e - g) \cdot v_4(T, P) \cdot Z \\ B_{11} &= v_7(T, DO) \cdot POC \\ B_{14} &= v_8(T, DO) \cdot DOC \\ D_6 &= v_{11}(T) / h_b \\ D_7 &= k_a(DO_S - DO) / h_s \end{aligned}$$

● 底泥による酸素消費

$$v_{11}(T) = \alpha_8 \exp\{\beta_8(T - T_B)\} [\text{mgO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{day}]$$

α_8 : 水温 $T = T_B$ [$^{\circ}\text{C}$]における酸素消費速度

β_8 : 温度係数 [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

h_b : 底層の厚さ [m]

● 再曝気

DO_S : 飽和酸素量

k_a : 再曝気係数

h_s : 表層の厚さ [m]

ここで、基礎式における使用記号は、以下に示すとおりである。

t	: 時間(s)
T_i	: 第 i 層の水温(°C)
P_i	: 第 i 層の植物プランクトン濃度(mgC/m ³)
Z_i	: 第 i 層の動物プランクトン濃度(mgC/m ³)
POC_i	: 第 i 層の懸濁態有機炭素(POC)濃度(mgC/m ³)
DOC_i	: 第 i 層の溶存態有機炭素(DOC)濃度(mgC/m ³)
DIN_i	: 第 i 層の無機態窒素(I-N)濃度(μ g-at/l)
DIP_i	: 第 i 層の無機態りん(I-P)濃度(μ g-at/l)
DO_i	: 第 i 層の溶存酸素(DO)濃度(mg/l)
W_{poci}	: 第 i 層の POC の沈降速度(m/s)
q_{POC}	: POC の流入負荷フラックス(mgC/m ² ・s)
q_{DOC}	: DOC の流入負荷フラックス(mgC/m ² ・s)
q_{DIN}	: DIN 流入負荷フラックス(mgN/m ² ・s)
q_{DIP}	: DIP 流入負荷フラックス(mgP/m ² ・s)
$C_P:C_{hl}$	: 植物プランクトン体内の C/Chl. a 比(-)
$N:C_P$	: 植物プランクトン体内の N/C 比(-)
$N:C_Z$	: 動物プランクトン体内の N/C 比(-)
$N:C_{POM}$	: 懸濁態有機物中の N/C 比(-)
$N:C_{DOM}$	: 溶存態有機物中の N/C 比(-)
$P:C_P$	: 植物プランクトン体内の P/C 比(-)
$P:C_Z$	: 動物プランクトン体内の P/C 比(-)
$P:C_{POM}$	: 懸濁態有機物中の P/C 比(-)
$P:C_{DOM}$	: 溶存態有機物中の P/C 比(-)
$TOD:C_P$	: 植物プランクトン体内の TOD/C 比(-)
$TOD:C_Z$	: 動物プランクトン体内の TOD/C 比(-)
$TOD:C_{POM}$	: 懸濁態有機物中の TOD/C 比(-)
$TOD:C_{DOM}$	: 溶存態有機物中の TOD/C 比(-)

(b) 予測条件

数値シミュレーションに用いた計算条件を表 7.1.5-10、図 7.1.5-6 及び図 7.1.5-7 に示す。

表 7.1.5-10(1) 予測条件

項目	内容及び設定値	備考
計算領域	対象地付近の地形や流況を考慮して設定	「7.1.4 水象 2) 予測の結果(4) 予測方法」と同じ設定とした。
地形	以下のデータより作成 海底地形デジタルデータ M7024 国土地理院地図（干出域） 埋立護岸平面図 調査地点水深	同上
格子幅	20m	同上
鉛直層分割	第 1 層：海面～3m 第 2 層：3m～海底	同上
対象時期	夏季	計算対象時期は植物プランクトン等の内部生産過程の影響が大きい夏季とし、75%値と年平均値への換算は、図 7.1.5-6 に示す公共用水域水質調査結果の相関式を用いた。
流動条件	潮流計算結果（M ₂ +S ₂ 潮）	
水平渦動拡散係数	1.0×10 ⁴ cm ² /s	出典 1)p.97 より水平渦動拡散係数は 1.0×10 ¹ ～10 ⁸ cm ² /s の範囲で変化するため、再現性を考慮して設定。また、現地調査で得られた水平拡散係数は 10 ³ ～10 ⁵ cm ² /s のオーダーであった。
鉛直渦動拡散係数	0.10cm ² /s	出典 2)p.49 より 0.01～1.00cm ² /s の範囲で変化するため、再現性を考慮して設定。
水質濃度境界条件	COD(mg/l) T-N(mg/l) T-P(mg/l) A: 2.00 0.27 0.027 B: 2.00 0.27 0.027 C: 2.00 0.27 0.027 D: 2.00 0.27 0.027	濃度境界条件は現地調査結果（令和 6 年 7 月 22 日測定）と出典 3)より令和元年～令和 5 年の各 7～9 月の観測結果を参考に再現性を考慮して設定した。 境界濃度の設定位置は図 7.1.5-7 に示す。
負荷流入量条件	緑川の負荷流入量を設定 COD: 30,182(kg/日) T-N: 11,791(kg/日) T-P: 880(kg/日)	出典 3)より夏季平均濃度(令和元年～令和 5 年の各 7～9 月)に流量を乗じて設定した。
タイムステップ	1.0s	CFL 条件を満たす値を設定。
計算時間	10 潮汐（120 時間 助走期間含む）	12 時間の周期定常計算を 10 回反復し、結果は計算が安定した最後の 24 時間を使用した。

注)CFL は Courant-Friedrichs-Lewy computational stability criterion の略で、CFL 条件はタイムステップの最大を許容する条件。「格子点間隔 / 最大流速 × タイムステップ」を満たす条件をいう。

出典：1)「沿岸海洋学」(柳哲雄、1989 年、恒星社厚生閣)

2)「港湾工事における濁りの影響予測の手引き」(国土交通省港湾局、2004 年)

3)「令和元年度(2019 年度)水質調査結果(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2021 年)

「令和 2 年度(2020 年度)水質調査結果(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2022 年)

「令和 3 年度(2021 年度)水質調査結果(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2023 年)

「令和 4 年度(2022 年度)水質調査結果(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2024 年)

「令和 5 年度(2023 年度)水質調査結果(公共用水域及び地下水)」(熊本県、2025 年)

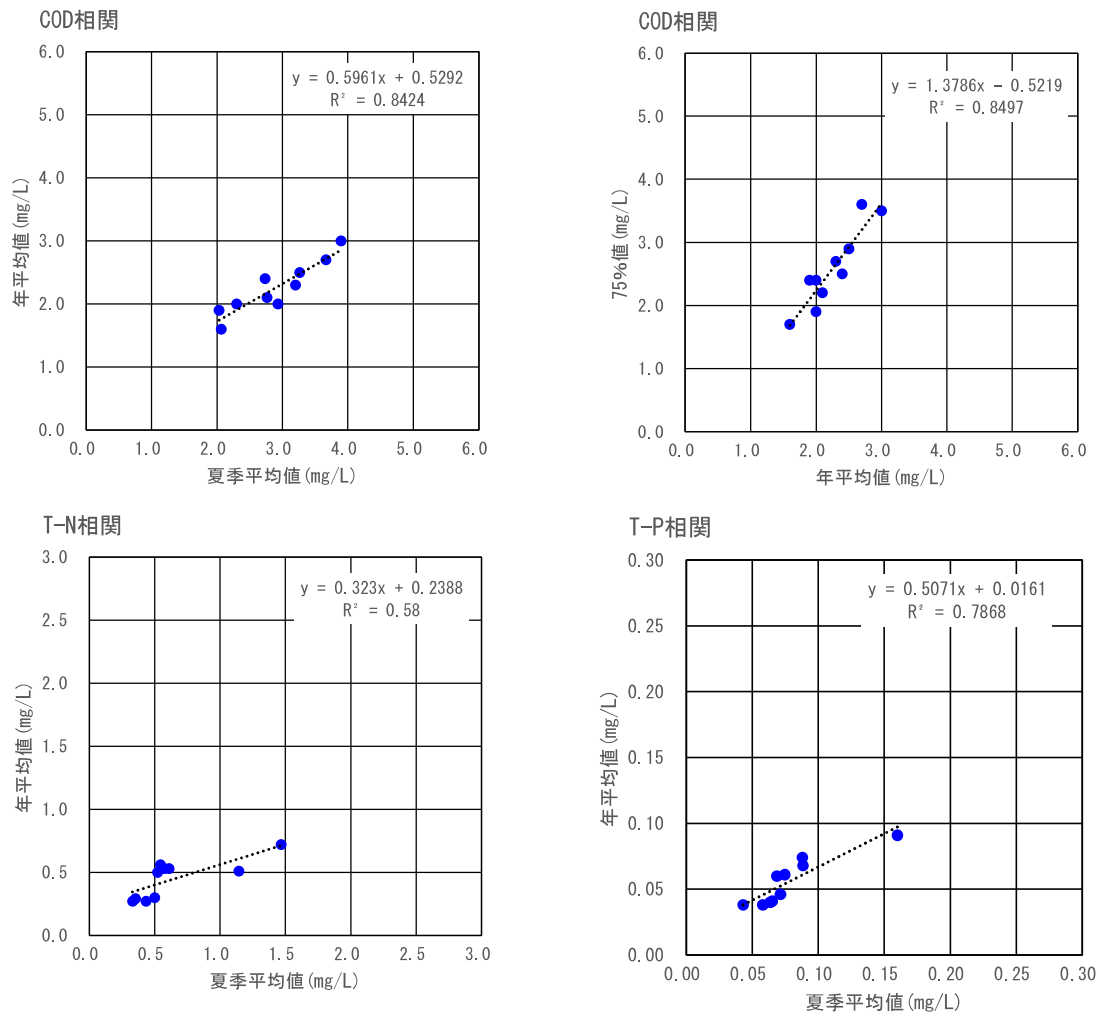


図 7.1.5-6 水質相關図
(左上：COD 年平均、右上：COD75%値、左下：T-N、右下：T-P)

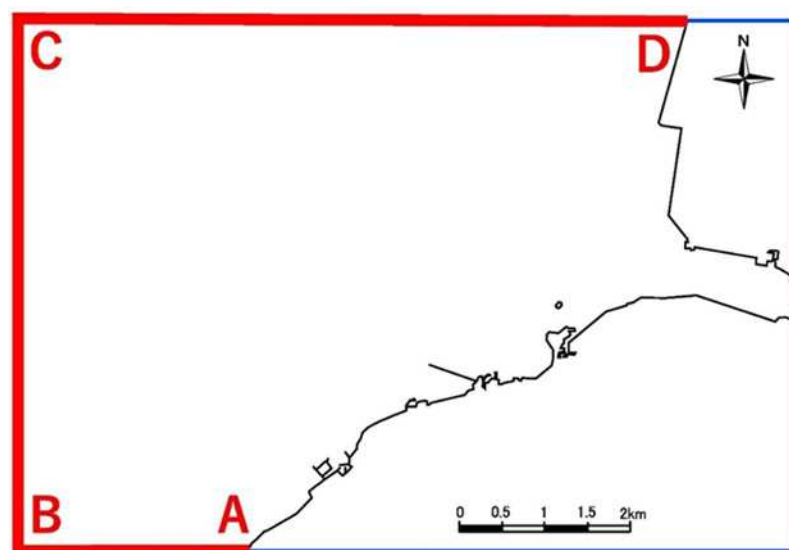


図 7.1.5-7 水質濃度境界条件設定位置図

表 7.1.5-10(2) 予測条件

項 目	生物過程		単 位	設定値	備 考
植物プランクトン (P)	光合成	増殖速度	1/day	0.851	1)0.851、2)0.893 を参考に設定
		温度係数	－	0.063	1)0.063、2)0.633 を参考に設定
		光合成最適光量	Cal/cm ² /日	200	1)200、2)200 を参考に設定
		リン半飽和濃度	μg-at/l	0.1	1)0.1、2)0.1 を参考に設定
		窒素半飽和濃度	μg-at/l	3.0	1)3.0、2)3.0 を参考に設定
	枯死	枯死速度	1/day	0.01	1)0.01 を参考に設定
		温度係数	－	0.0693	1)0.0693 を参考に設定
	呼吸	呼吸速度	1/day	0.01	1)0.03、2)0.01 を参考に設定
		温度係数	－	0.0524	1)0.0519、2)0.0524 を参考に設定
	沈降	沈降速度	m/day	0.10	1)0.173、2)0.1 を参考に設定
	組成比	Chl. a/C	(mg/mg)	0.021	2)0.021 を参考に設定
		P/C	(mg/mg)	0.8	2)0.8 を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	11.71	2)11.71 を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.41	1)3.47、2)3.410 を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.511	1)1.51、2)1.511 を参考に設定
動物プランクトン (Z)	摂食	最大摂食速度	1/day	0.18	1)0.18、2)0.81 を参考に設定
		温度係数	－	0.0693	1)0.0693、2)0.0693 を参考に設定
	死亡	死亡速度	1/day	0.054	1)0.054、2)0.054 を参考に設定
		温度係数	－	0.0693	1)0.0693、2)0.0693 を参考に設定
	排糞・排出	同化効率	－	0.7	1)0.7、2)0.7 を参考に設定
		成長効率	－	0.3	1)0.3、2)0.3 を参考に設定
	組成比	P/C	(mg/mg)	0.704	2)0.704 を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	13.20	2)13.20 を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.51	2)3.51 を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.55	2)1.55 を参考に設定
		分解速度	1/day	0.20	1)0.1、2)0.2 を参考に設定
		温度係数	－	0.0693	1)0.0693、2)0.07 を参考に設定
		D0 制限の半飽和値	(mg/l)	1.0	1)1.0、2)1.0 を参考に設定
		沈降速度	m/day	0.432	1)0.432、2)0.432 を参考に設定
		P/C	(mg/mg)	0.5048	2)0.5048 を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	9.921	2)9.921 を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.30	2)3.30 を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.46	2)1.46 を参考に設定

出典：1)「流体環境汚染」（松梨順三郎編著、1993年、森北出版）

2)「水理公式集 2018年版」（土木学会、2019年）

表 7.1.5-10(3) 予測条件

項 目	生物過程		単 位	設定値	備 考
溶存有機物 (DOC)	無機化	分解速度	1/day	0.02	1)0.02、2)0.02を参考に設定
		温度係数	—	0.0693	1)0.0693、2)0.0693を参考に設定
		DO制限の 半飽和値	(mg/l)	1.0	1)1.0、2)1.0を参考に設定
	組成比	P/C	(mg/mg)	0.2581	2)0.2581を参考に設定
		N/C	(mg/mg)	7.143	2)7.143を参考に設定
		TOD/C	(mg/mg)	3.12	2)3.12を参考に設定
		COD/C	(mg/mg)	1.38	2)1.38を参考に設定
溶存態無機リン (DIP)	溶出	溶出速度	(mg/m ² ・day)	2.45	1)2.45、2)2.45を参考に設定
溶存態無機窒素 (DIN)	溶出	溶出速度	(mg/m ² ・day)	24.5	1)24.5、2)24.5を参考に設定
溶存酸素 (DO)	消費	酸素消費速度	(mg/m ² ・day)	1500.0	1)1500、2)1500を参考に設定

出典：1) 「流体環境汚染」(松梨順三郎編著、1993年、森北出版)

2) 「水理公式集 2018年版」(土木学会、2019年)

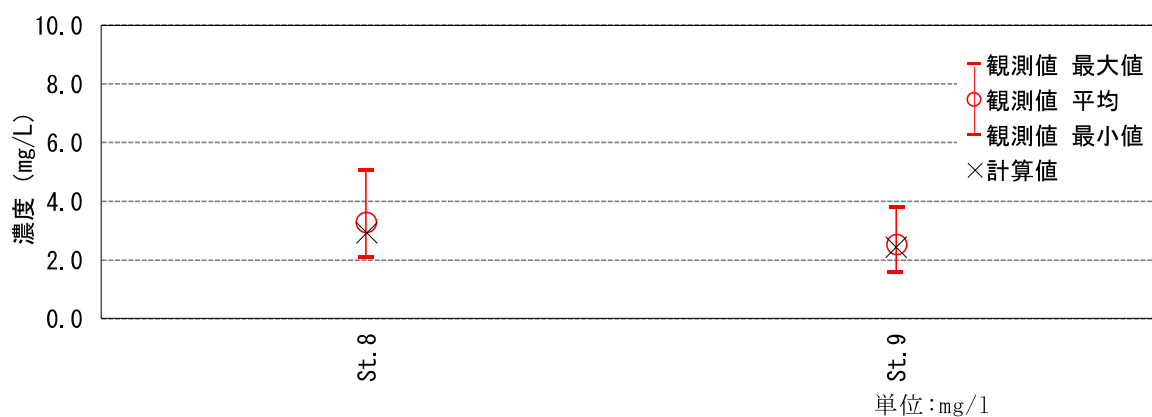
e. 予測結果

(a) 再現検証

数値シミュレーションの水質の再現性を検討するため、令和元年度～令和5年度の公用水域水質調査結果(熊本県)の7月～9月観測結果と計算結果の濃度を比較した。比較地点は、熊本県の観測地点の St.8 緑川河口及びの St.9 緑川地先とした(第3章 図 3.1-14 参照)。

図 7.1.5-8～図 7.1.5-10 の濃度比較図に示すとおり、計算結果は、全ての項目において熊本県の観測結果の最大最小の範囲内に分布しており、本検討で設定した計算条件、計算モデルは対象海域の水質を良好に再現できていると判断した。

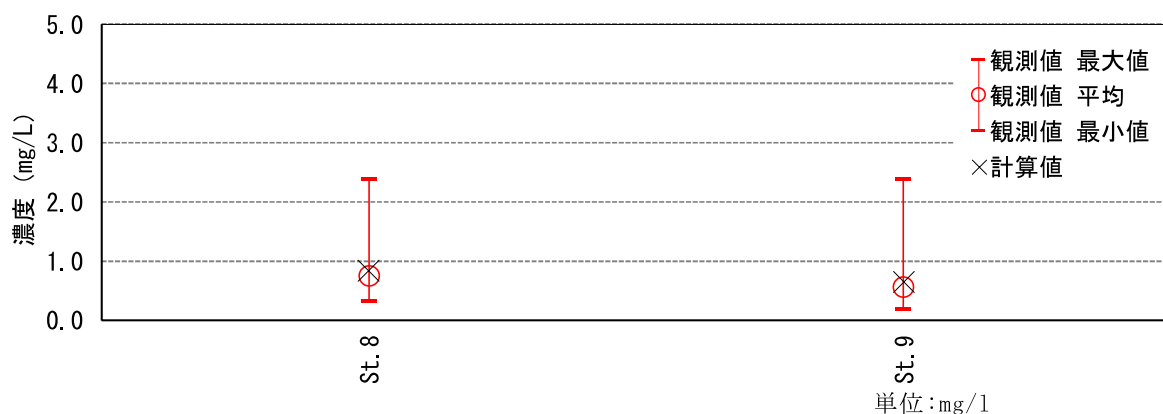
■COD



注) 観測結果の出典:表 7.1.5-10(1)の出典 3)

図 7.1.5-8 COD 濃度比較図

■T-N

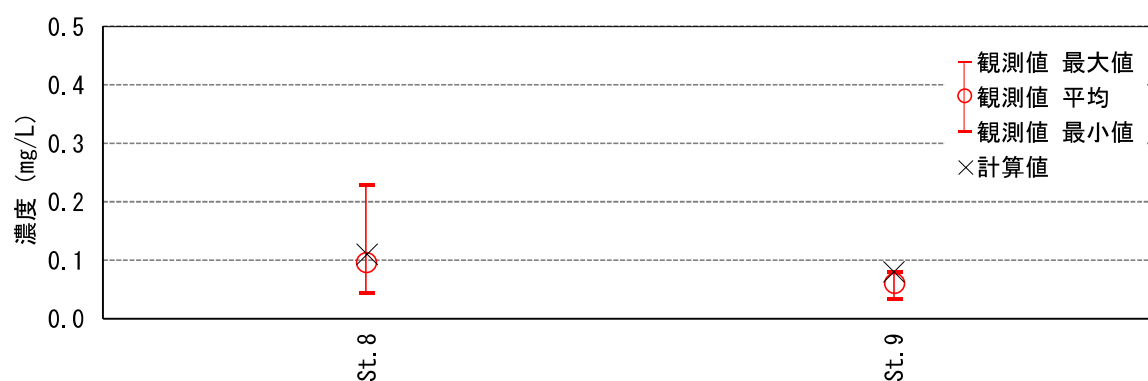


注) 観測結果の出典:表 7.1.5-10(1)の出典 3)

T-N は「全窒素」を示す。

図 7.1.5-9 T-N 濃度比較図

■ T-P



単位:mg/l

地点 No.	地点名	計算結果	観測結果 (夏季)		
		平均	平均	最大値	最小値
St. 8	緑川河口	0.109	0.096	0.230	0.044
St. 9	緑川地先	0.080	0.060	0.081	0.034

注) 観測結果の出典:表 7.1.5-10(1)の出典 3)

T-P は「全リン」を示す。

図 7.1.5-10 T-P 濃度比較図

(b) 予測結果

対象事業実施区域及び周辺の現況及び将来の水質濃度分布図、将来濃度から現況濃度を差し引いた差濃度図を図 7.1.5-11～図 7.1.5-22 に示す。

現況の濃度分布図は COD (夏季平均値及び 75% 値)、T-N (夏季平均値及び年平均値)、T-P (夏季平均値及び年平均値) について示した。将来の水質濃度分布図及び差濃度図は、COD (75% 値)、T-N (年平均値)、T-P (年平均値) について示した。

COD、T-N、T-P すべての項目で、対象事業実施区域及び周辺にて将来濃度の上昇が予測された。上昇する濃度は最大で COD が 0.13mg/l、T-N が 0.0086mg/l、T-P が 0.0016mg/l と予測された。COD 及び T-N の濃度が上昇する範囲は対象事業実施区域及び近傍の極めて狭い範囲に限られた。T-P は対象事業実施区域とその隣接海域で濃度上昇が認められた。COD 及び T-N に比べるとやや広い範囲に及んでいる。

いずれにしても濃度の変化が小さいことと、濃度が上昇する範囲が対象事業実施区域及び近傍に限られることから、本事業が周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測される。

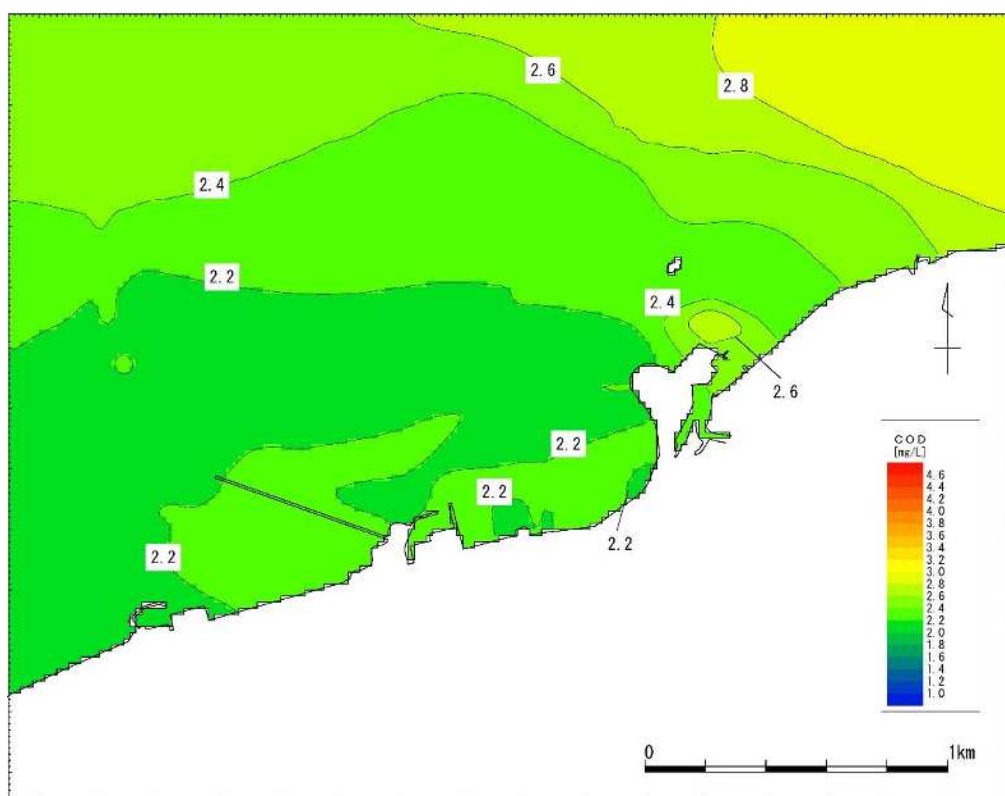


図 7.1.5-11 現況の COD 濃度分布図（夏季平均値 第 1 層）

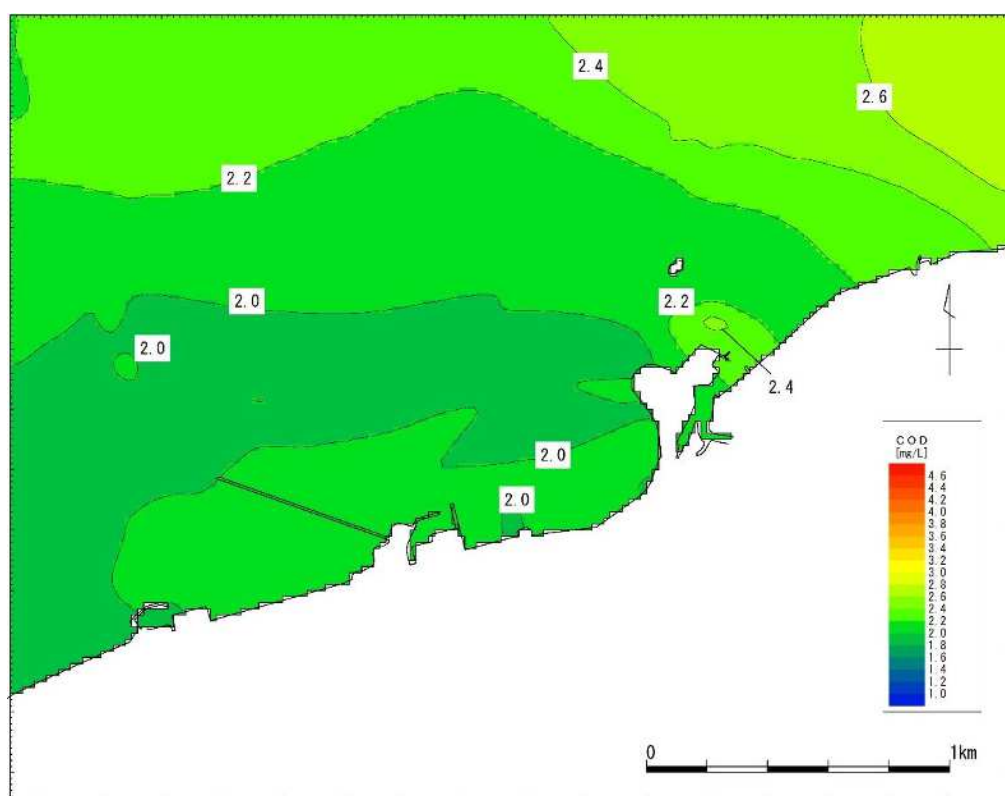


図 7.1.5-12 現況の COD 濃度分布図（75%値 第 1 層）

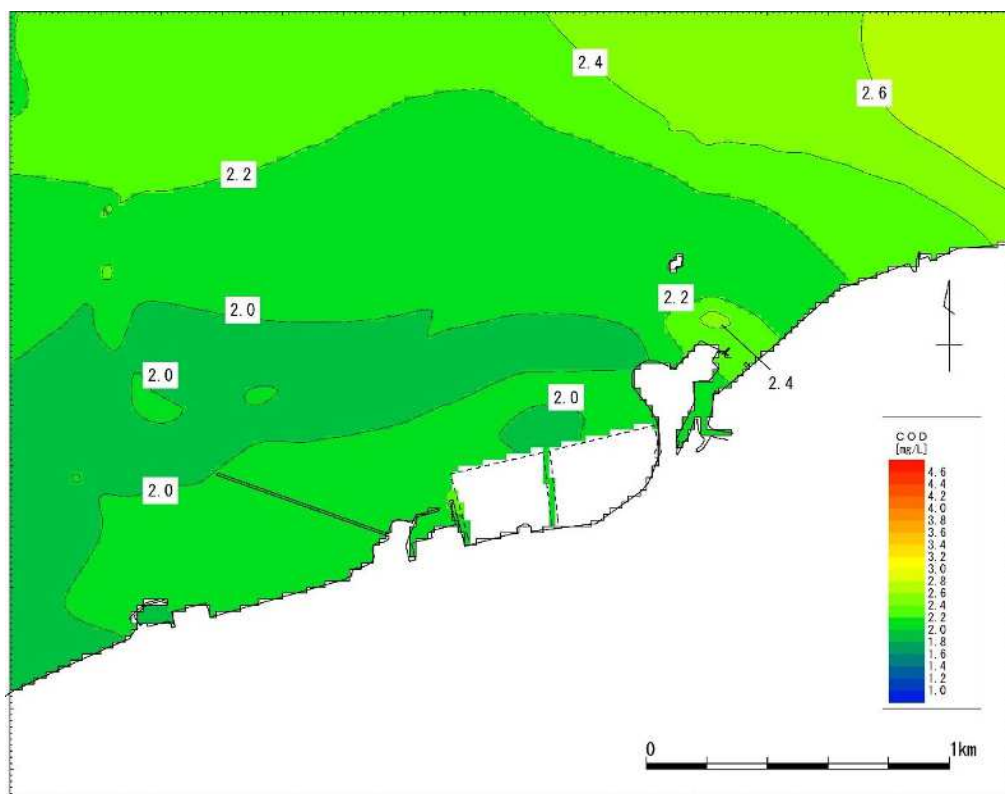
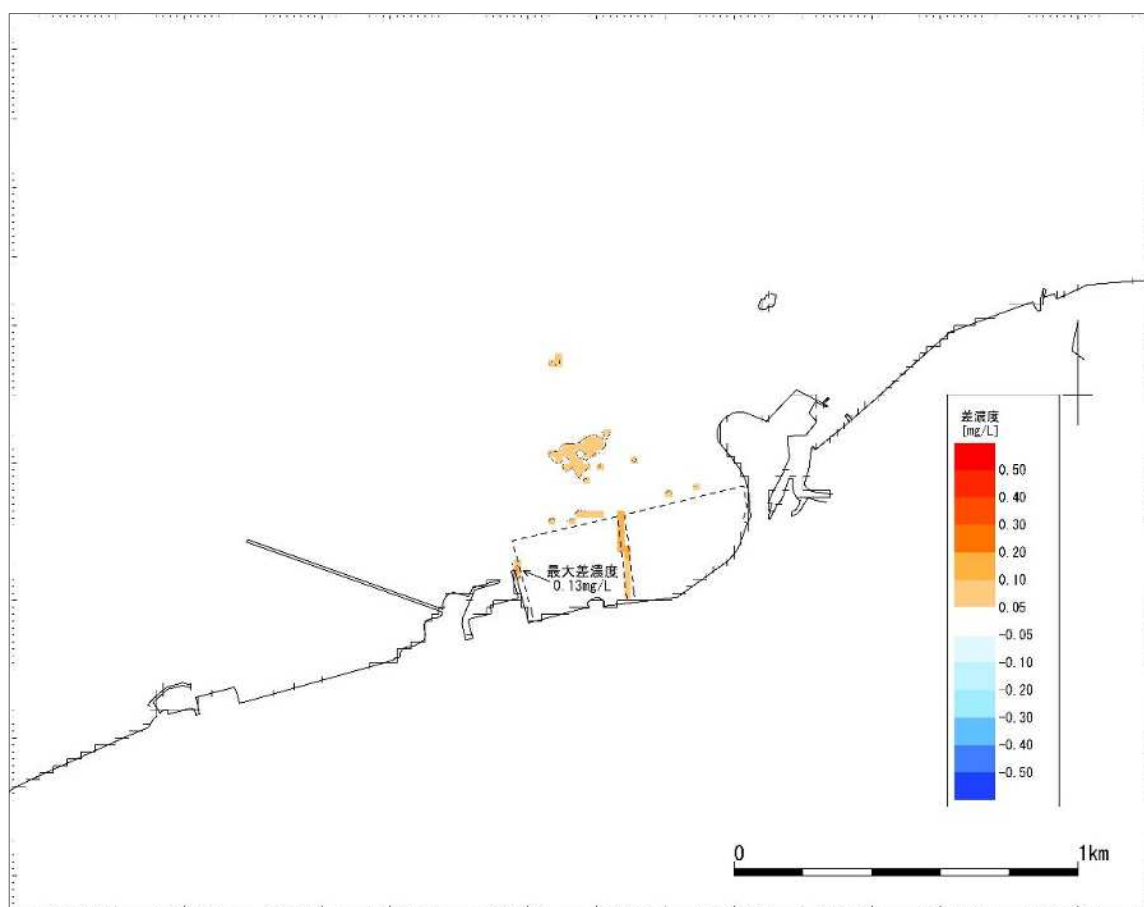


図 7.1.5-13 将来の COD 濃度分布図 (75%値 第 1 層)



注) 差濃度値=将来濃度-現況濃度 で算出した。
 +は将来濃度が、-は現況濃度がそれぞれ高い事を示す。

図 7.1.5-14 COD 差濃度図 (75%値 第 1 層)

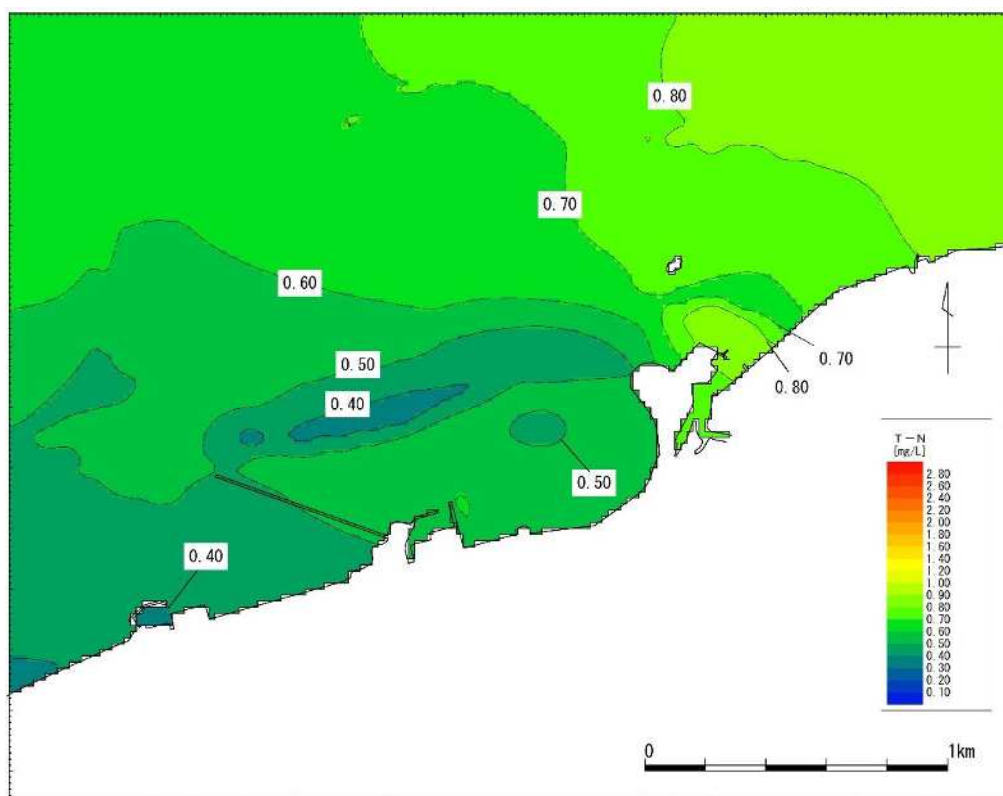


図 7.1.5-15 現況の T-N 濃度分布図（夏季平均値 第 1 層）

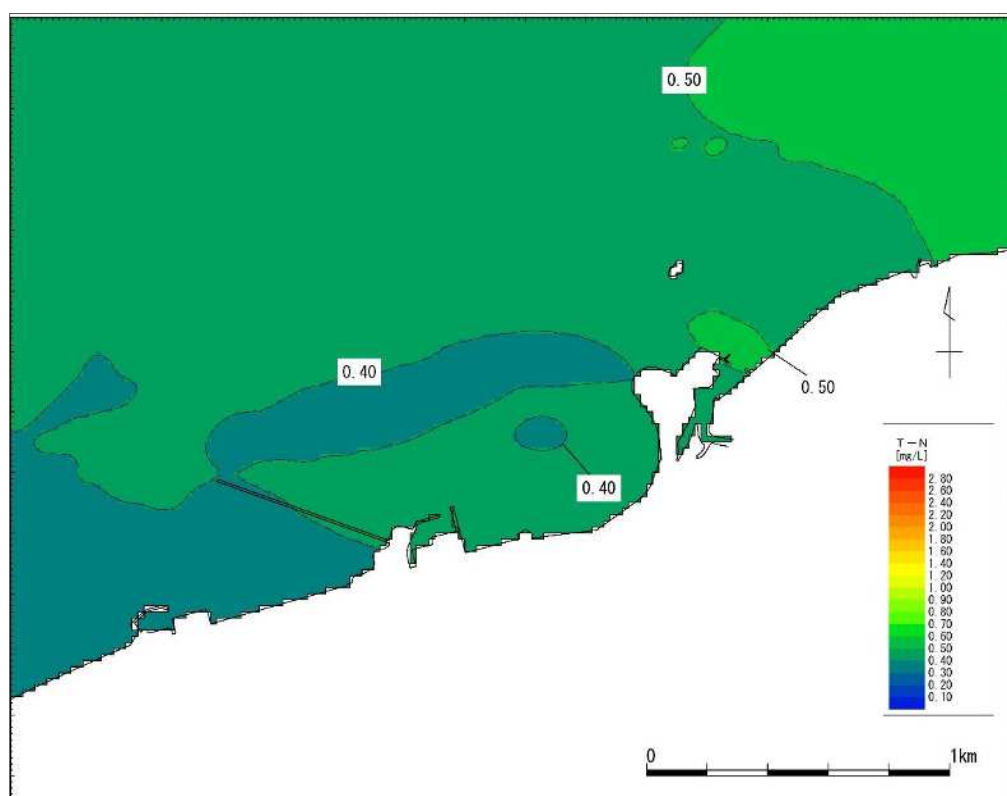


図 7.1.5-16 現況の T-N 濃度分布図（年平均値 第 1 層）

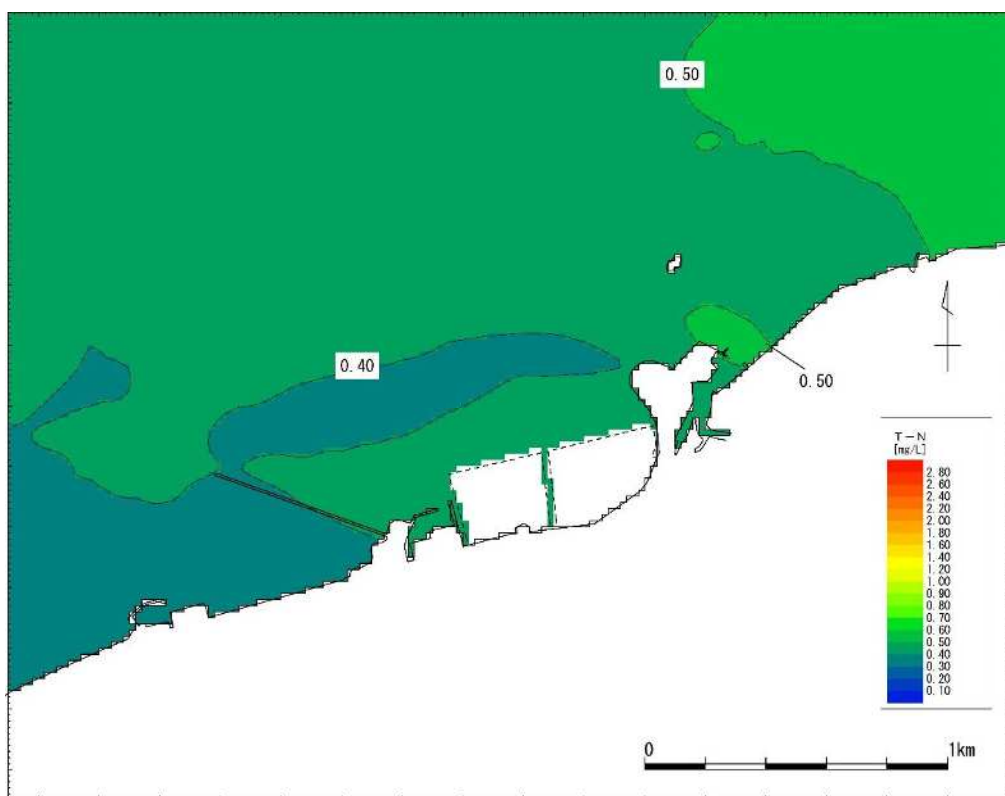
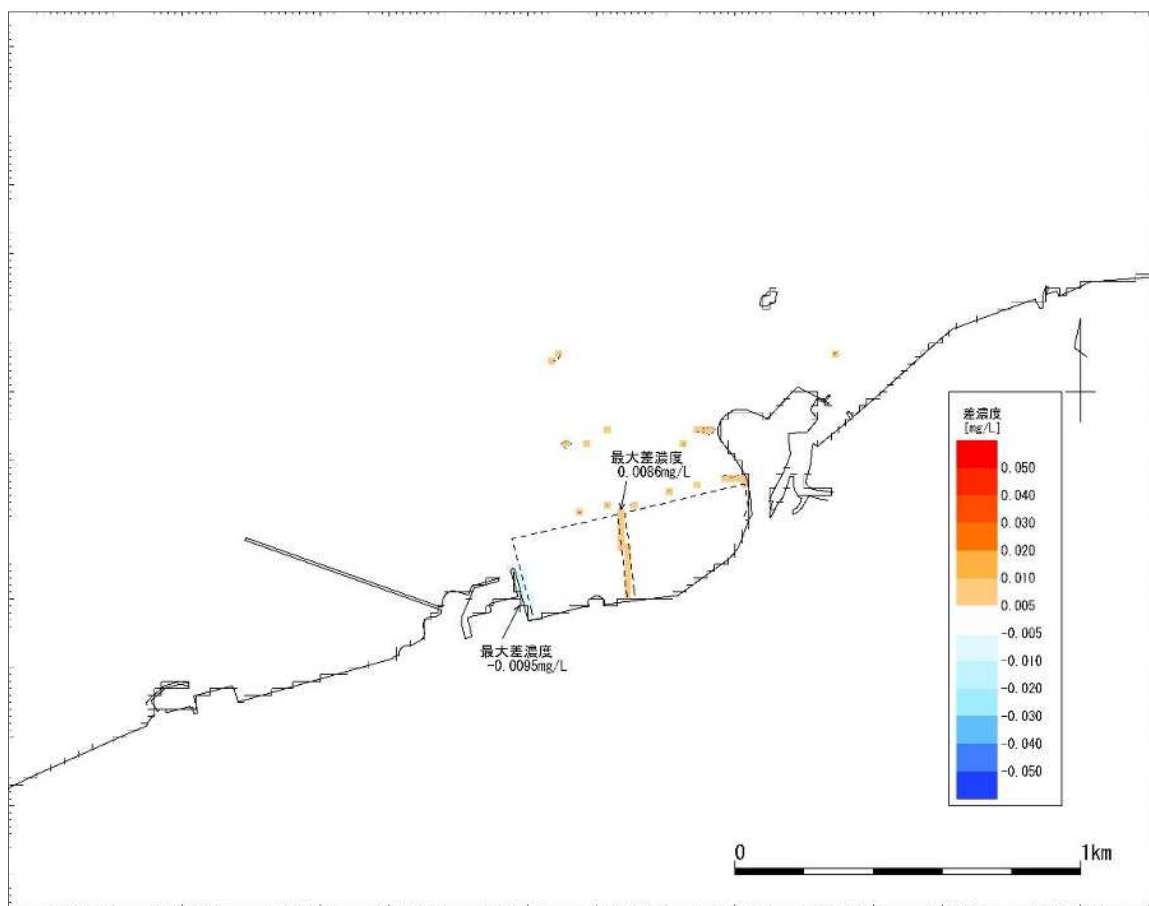


図 7.1.5-17 将来の T-N 濃度分布図（年平均値 第 1 層）



注) 差濃度値＝将来濃度－現況濃度 で算出した。
 ＋は将来濃度が、－は現況濃度がそれぞれ高い事を示す。

図 7.1.5-18 T-N 差濃度図（年平均値 第 1 層）

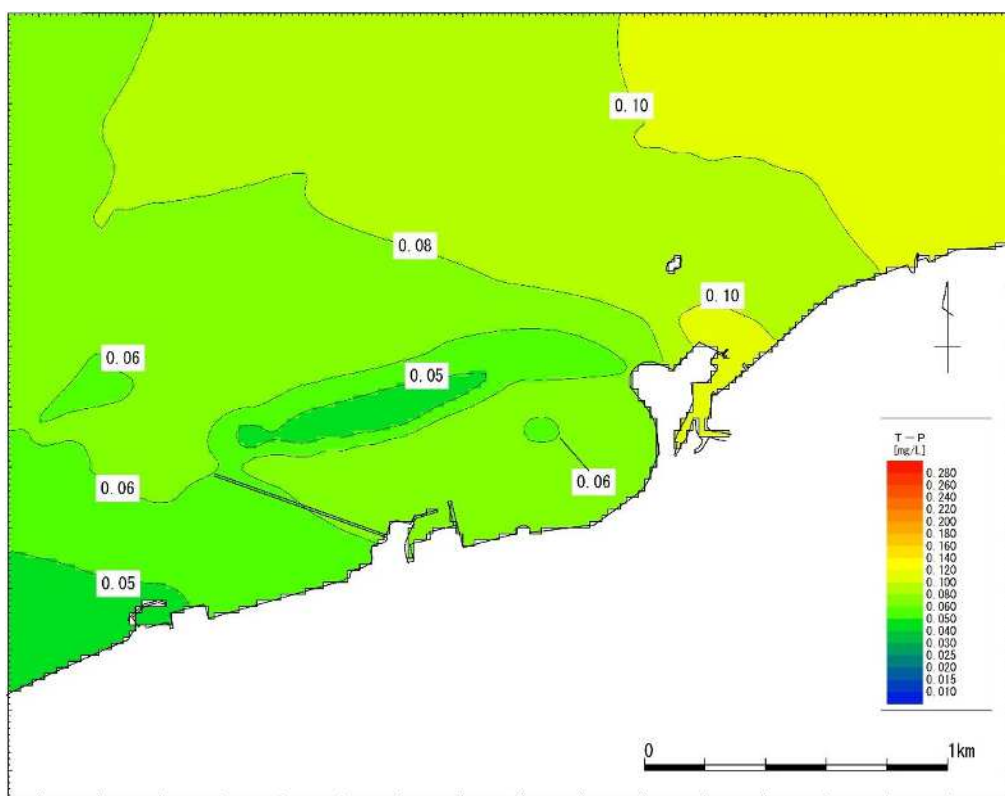


図 7.1.5-19 現況の T-P 濃度分布図（夏季平均値 第 1 層）

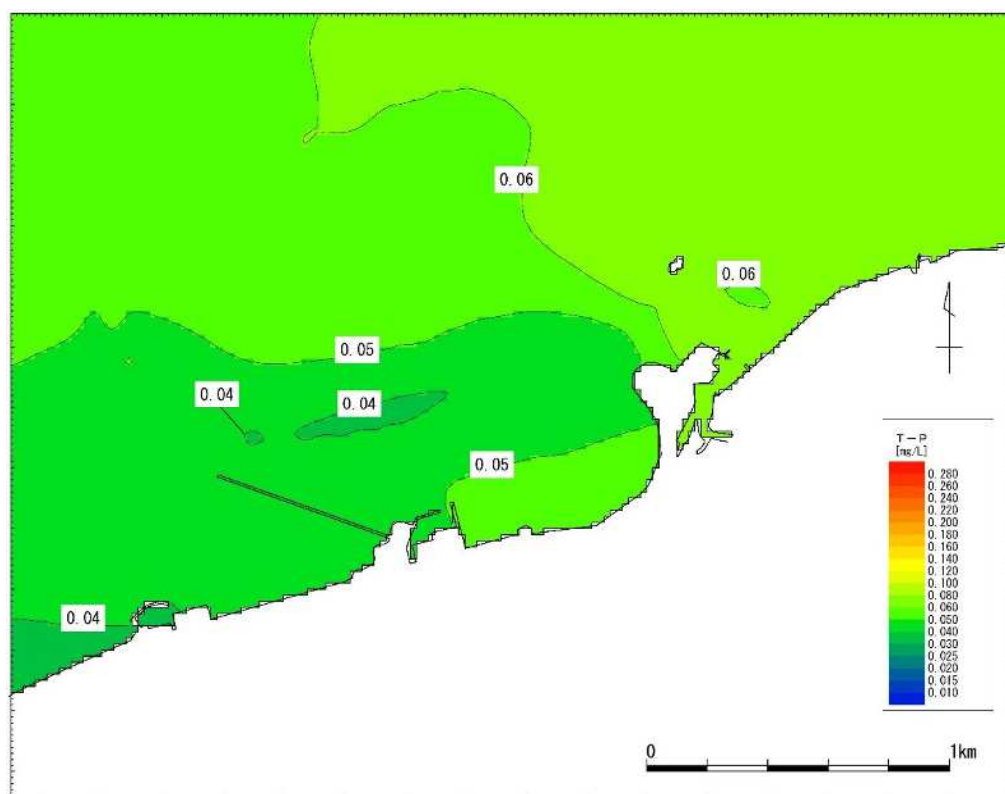


図 7.1.5-20 現況の T-P 濃度分布図（年平均値 第 1 層）

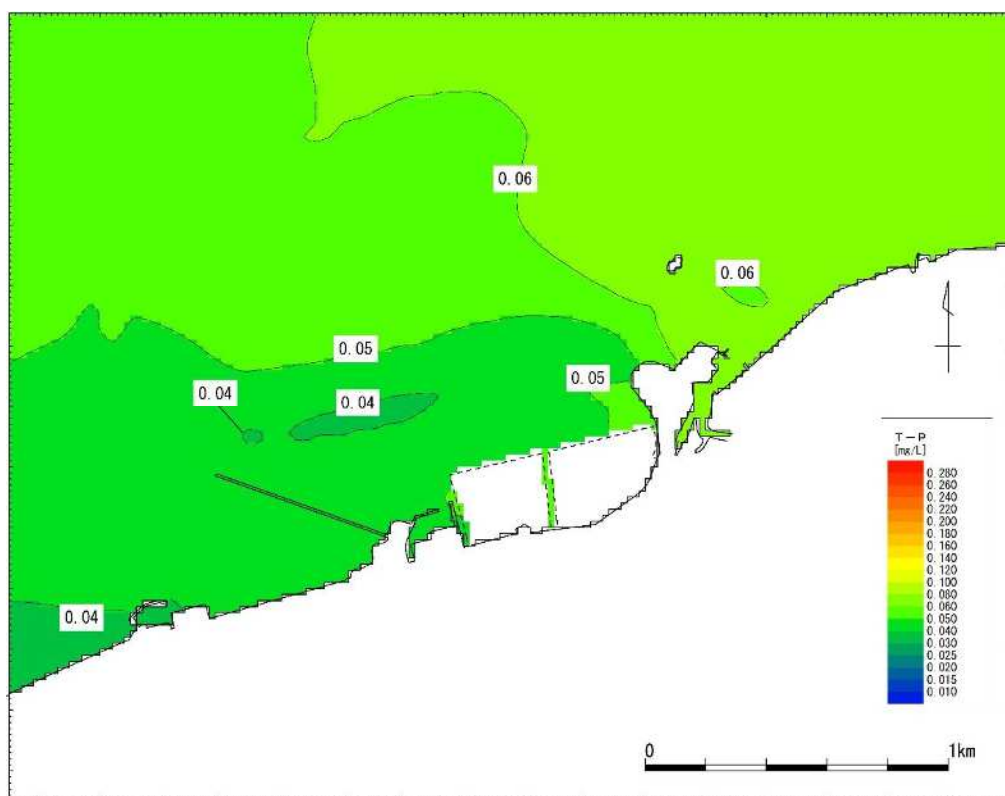
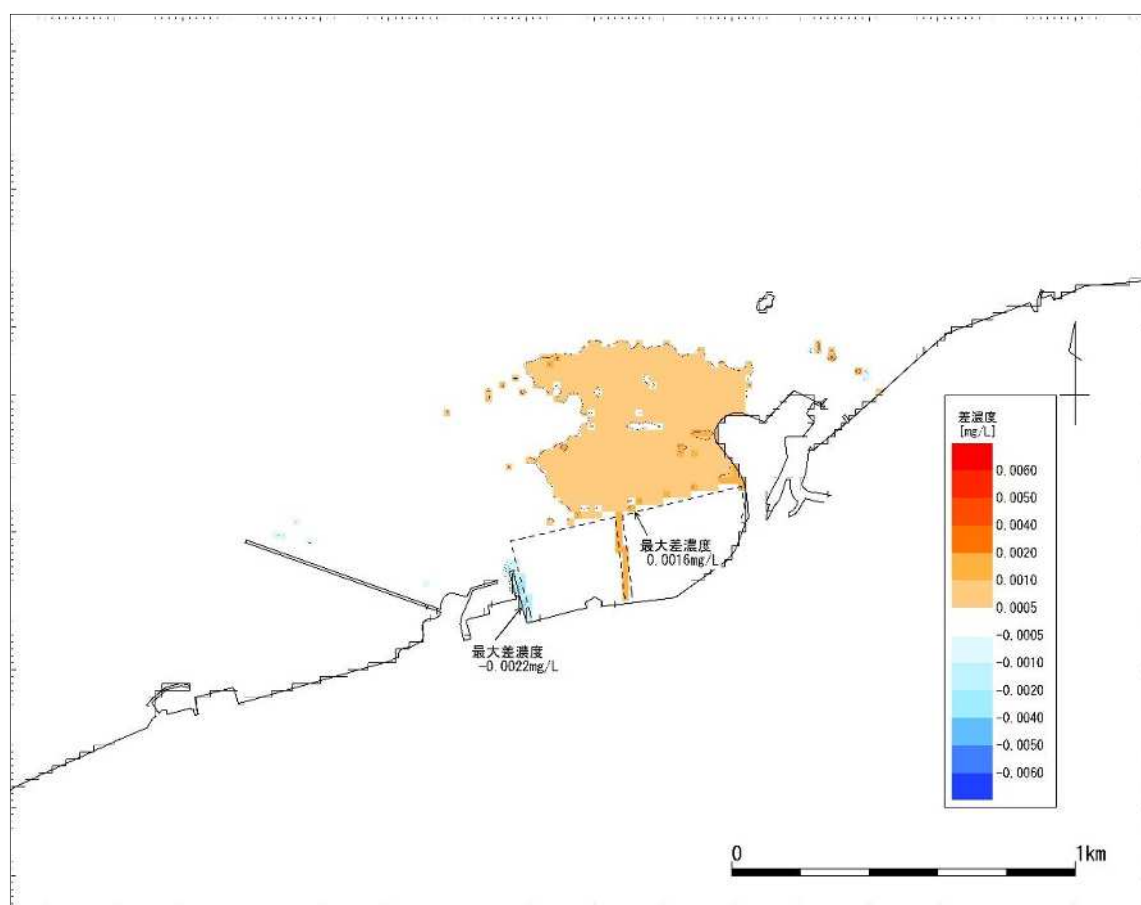


図 7.1.5-21 将来の T-P 濃度分布図（年平均値 第 1 層）



注) 差濃度値=将来濃度－現況濃度 で算出した。
 +は将来濃度が、－は現況濃度がそれぞれ高い事を示す。

図 7.1.5-22 T-P 差濃度図（年平均値 第 1 層）

② 工事の実施（有害物質）

a. 予測項目

予測項目は、浚渫土砂の埋立区域への投入に伴い発生する有害物質とした。

b. 予測時期

予測時期は、有害物質に係る影響が最大となる、浚渫土砂の埋立区域への投入時とした。

c. 予測位置

予測位置は対象事業実施区域の周辺海域とした。

d. 予測方法

水質への有害物質の影響を、事例に基づき定性的に予測した。

e. 予測結果

埋立に用いる浚渫土砂の有害物質の濃度が水底土砂に係る判定基準に適合していること、また、埋立時の区域外への排水はないことから、有害物質による周辺海域への影響は極めて小さいと考えられる。

(2) 工事の実施（水の濁り）

① 予測項目

予測項目は、工事の実施に伴い発生する水の濁りとした。

② 予測時期

予測時期は、水の濁りに係る環境影響が最大となる護岸設置の工事中とした。

③ 予測位置

予測位置は、対象事業実施区域及びその周辺海域とした。

④ 予測方法

水の濁りへの影響について、事例の引用又は解析により予測を行った。

⑤ 予測結果

護岸工事は陸側から船舶を使用せずに行われることから、工事のために浚渫を行うことはなく、干出時の作業が多くなる。また、護岸の設置に際しては設置した護岸上からクレーンなどを使用して捨て石の投入となるため、作業規模が小さくなる。さらに、必要に応じて汚濁拡散防止膜を設置する計画である。以上より水の濁りはほとんど発生しないことから、周辺海域に与える影響は極めて小さいと考えられる。

(3) 土地又は工作物の存在（水底の底質）

① 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在により流況が変化することによる水底の底質とした。

② 予測時期

予測時期は、流況に係る環境影響が最大となる、護岸が完成する時期とした。

③ 予測位置

予測位置は、対象事業実施区域の周辺海域とした。

④ 予測方法

土地又は工作物の存在による水底の底質への影響については、事例の引用又は解析により予測を行った。

⑤ 予測結果

埋立区域の護岸による水の流れの変化は、埋立区域の近傍で発生する（「7.1.4 水象」参照）。流速が最大 6cm/s 低下する埋立区域西北部で底泥の堆積、及び粒度組成でのシルト分の増加が予測されるが、その範囲は極めて限定的であることから、事業の実施による対象事業実施区域の周辺海域の水底の底質への影響は極めて小さいと予測される。

なお、水質の有機汚濁に係る物質の COD、T-N、T-P のいずれも、わずかな濃度の上昇であること、濃度が上昇する範囲が対象事業実施区域近傍の限られた範囲であることから、有機汚濁が進んで、汚濁物質の堆積による水底の底質の悪化につながることはないと考えられる。

浚渫土の埋立区域への投入にあたっては、浚渫土は水底土砂の判定基準を適合しており、投入時にも埋立区域外への排水はないことから、埋立区域周辺の水底の底質へ影響を及ぼすことはない考える。

3) 環境の保全のための措置

環境の保全のための措置の検討は、環境影響がない又は極めて小さいと判断される場合以外に行う。

(1) 工事の実施及び土地又は工作物の存在

事業の実施による水の汚れ、水の濁り、水底の底質への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置の検討は行わない。

4) 事後調査

事後調査は、予測の不確実性が大きい場合又は知見が不十分で、その効果が予測できない環境保全措置を講ずる場合は、その不確実性に係る環境影響の程度を勘案して、事後調査を実施する。

(1) 工事の実施及び土地又は工作物の存在

予測手法として用いた数値シミュレーション（富栄養化モデル）は、科学的知見に基づいて設定されたものであり、合理的に十分対応できる手法であることから、予測の不確実性はないものと考えられる。また、事業の実施による水の濁り、水の汚れ、水底の底質への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置は講じない。

よって、事後調査は実施しない。

5) 評価の結果

(1) 評価の手法

予測結果を踏まえ、事業の実施による流況への影響が、事業者により実行可能な範囲でできる限り回避、又は低減されており、環境保全への配慮が適正になされているかどうかを検討した。

(2) 評価の結果

予測の結果、事業の実施による水の汚れ、水の濁りの変化は、対象事業実施区域の近傍に限られ、周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測される。

事業の実施に伴い流況が変化することによる水底の底質への影響についても、流況の変化は対象事業実施区域の近傍に限られ、周辺海域に与える影響は極めて小さいと予測される。

よって、事業の実施による水の汚れ、水の濁り、水底の底質への影響は、事業者の実施可能な範囲で低減されていると評価する。

7.1.6 地形及び地質

1) 調査の結果

(1) 調査の手法

① 調査すべき情報

調査すべき情報は、地形及び地質の概況、重要な地形及び地質の分布、状態及びその特性、流れの状況とした。

② 調査の基本的な手法

地形及び地質の概況、重要な地形及び地質の分布等は、既存資料及び現地調査により情報を収集し、当該情報の整理及び解析を行った。

現地調査は、対象事業実施区域及びその周辺をドローンにより空中写真撮影を行った。

流れの状況は、「7.1.4 水象」と同様とした。

③ 調査地域・調査地点

調査地域は、対象事業実施区域及びその周辺とした。調査地域を図 7.1.6-1 に示す。

④ 調査期間等

現地調査は干満差が大きく、かつ、日中に干潮となる夏季(9月)と冬季(1月)の大潮期の干潮時とした。

調査時期及び調査期日を表 7.1.6-1 に示す。

表 7.1.6-1 調査時期及び調査期日

調査項目	調査時期	調査期日
ドローンを用いた 空中写真撮影	夏 季	令和 6 年 9 月 17 日
	冬 季	令和 7 年 1 月 30 日

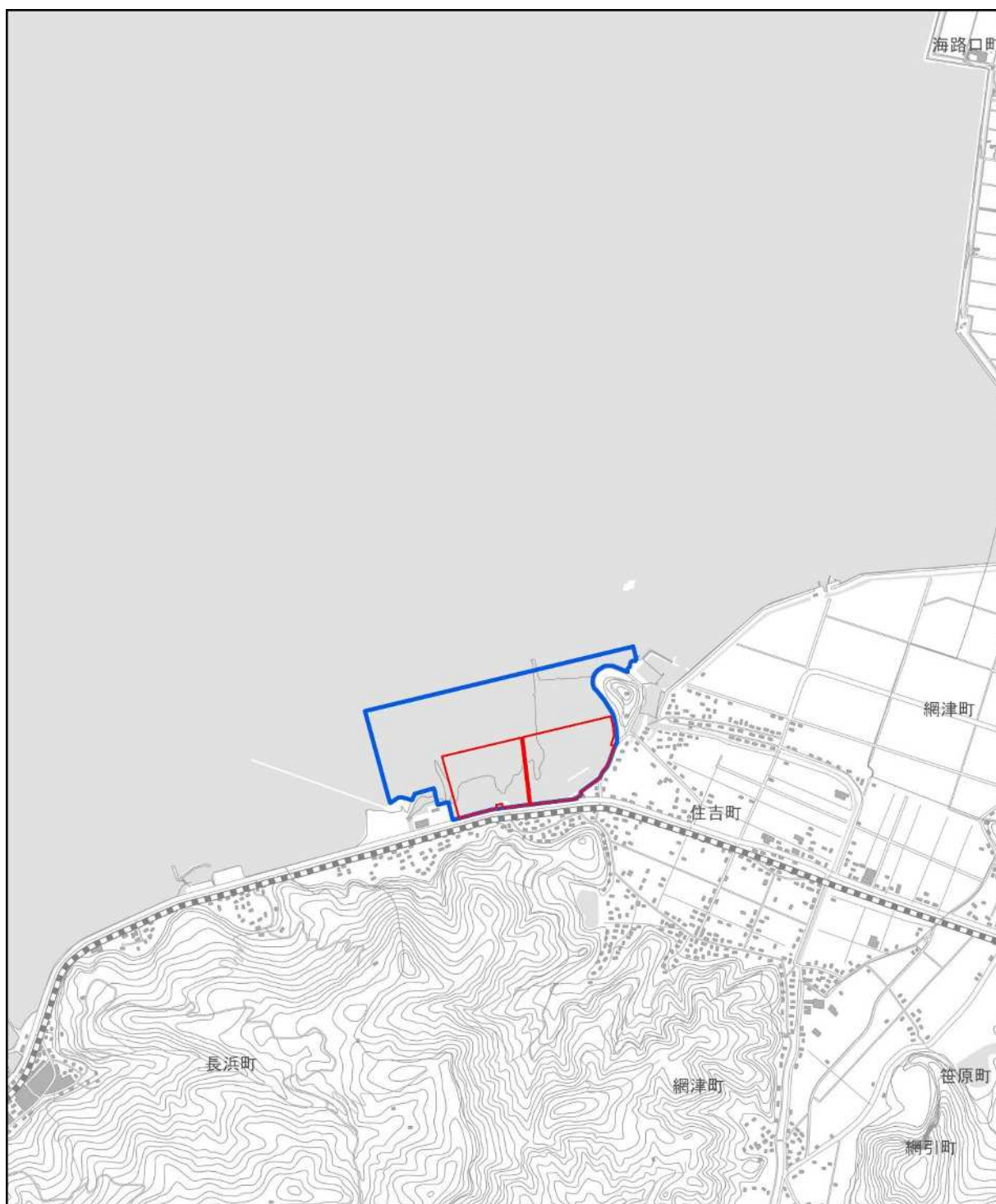


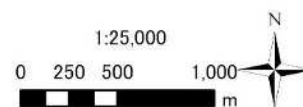
図 7.1.6-1 調査地域位置図

凡例

埋立区域

対象事業実施区域

※「基盤地図情報」(国土地理院) (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) をもとに作成



7. 1. 6 地形及び地質

(2) 調査結果

① 地形・地質の概況

対象事業実施区域の周辺の概況を図 7.1.6-2 に示す。

対象事業実施区域は干満差が大きい有明海の、湾口部に近い中央部、宇土半島北東部の地先に位置する。有明海は湾奥部と、湾中央部の西岸に広大な干潟が存在し、対象事業実施区域及び周辺も広く干潟が存在する。

埋立区域が接する海岸部は護岸が整備されており、護岸陸側には一般国道 57 号と JR 三角線が並行して存在する。

なお、埋立区域の南東部は、砂が堆積した小規模な半自然海岸が存在するが、それ以外は人工海岸となっており、自然海岸は存在しない。



図 7.1.6-2 埋立区域周辺の状況

② 重要な地形の状況

a. 重要な地形の選定基準

対象事業実施区域及びその周辺の重要な地形を、以下の文献に基づいて選定した。

- ・「第 1 回自然環境保全調査」(環境庁、1986 年)に係るすぐれた自然図に掲載されている「地形・地質・自然現象」
- ・「熊本県環境特性情報データベース」(熊本県環境生活部環境保全課、2015 年)に掲載されている「地形・地質・自然現象」
- ・「第 4 回自然環境保全基礎調査 熊本県自然環境情報図」(環境庁、1994 年)に掲載されている「自然海岸」
- ・「第 5 回自然環境保全基礎調査(海辺調査)」(環境省生物多様性センターホームページ)に掲載されている「干潟」
- ・「文化財保護法」(昭和 25 年法律第 214 号)に定める史跡、名勝、天然記念物のうち地形・地質に関するもの
- ・「日本の地形レッドデータブック 第 1 集 新装版『危機にある地形』」(小泉武栄・青木賢人編、2000 年、古今書院)に掲載されている地形

b. 重要な地形の選定結果

対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形を表 7.1.6-2 に示し、その位置を図 7.1.6-3 に示す。対象事業実施区域及びその周辺には「第 5 回自然環境保全基礎調査(海辺調査)」(環境省生物多様性センターホームページ)に掲載されている干潟及び湿地が分布しており、対象事業実施区域は長浜干潟に含まれる。対象事業実施区域周辺には網津干潟、住吉干潟などが分布する。

表 7.1.6-2 対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形

No.	種別	名称	面積全体(ha)	タイプ	底質区分
1	干潟	畠口	49.2	河口	砂泥
2	干潟	海路口	438.0	前浜	泥
3	干潟	海路口	108.6	前浜	砂泥
4	干潟	学科	74.1	河口	砂泥
5	干潟	学科	364.4	河口	砂泥
6	干潟	網津	447.9	河口	砂泥
7	干潟	住吉	155.9	河口	砂泥
8	干潟	長浜	898.6	前浜	砂泥
9	湿地	緑川河口の湿地	118.0	湿地	-

(注)表中の番号は図 7.1.6-3 に対応している。

出典：「第 5 回自然環境保全基礎調査干潟調査、湿地調査」(環境省自然環境局生物多様性センター)
(<http://gis.biodic.go.jp/webgis/>)

c. 重要な地形の現状

対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形の状況を確認するためにドローンによる空中写真撮影を行った。

対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況を図 7.1.6-4 に示す。対象事業実施区域からさらに沖へ干潟が広がっており、対象事業実施区域の北東の緑川河口から西側にかけて干潟が広がっている。

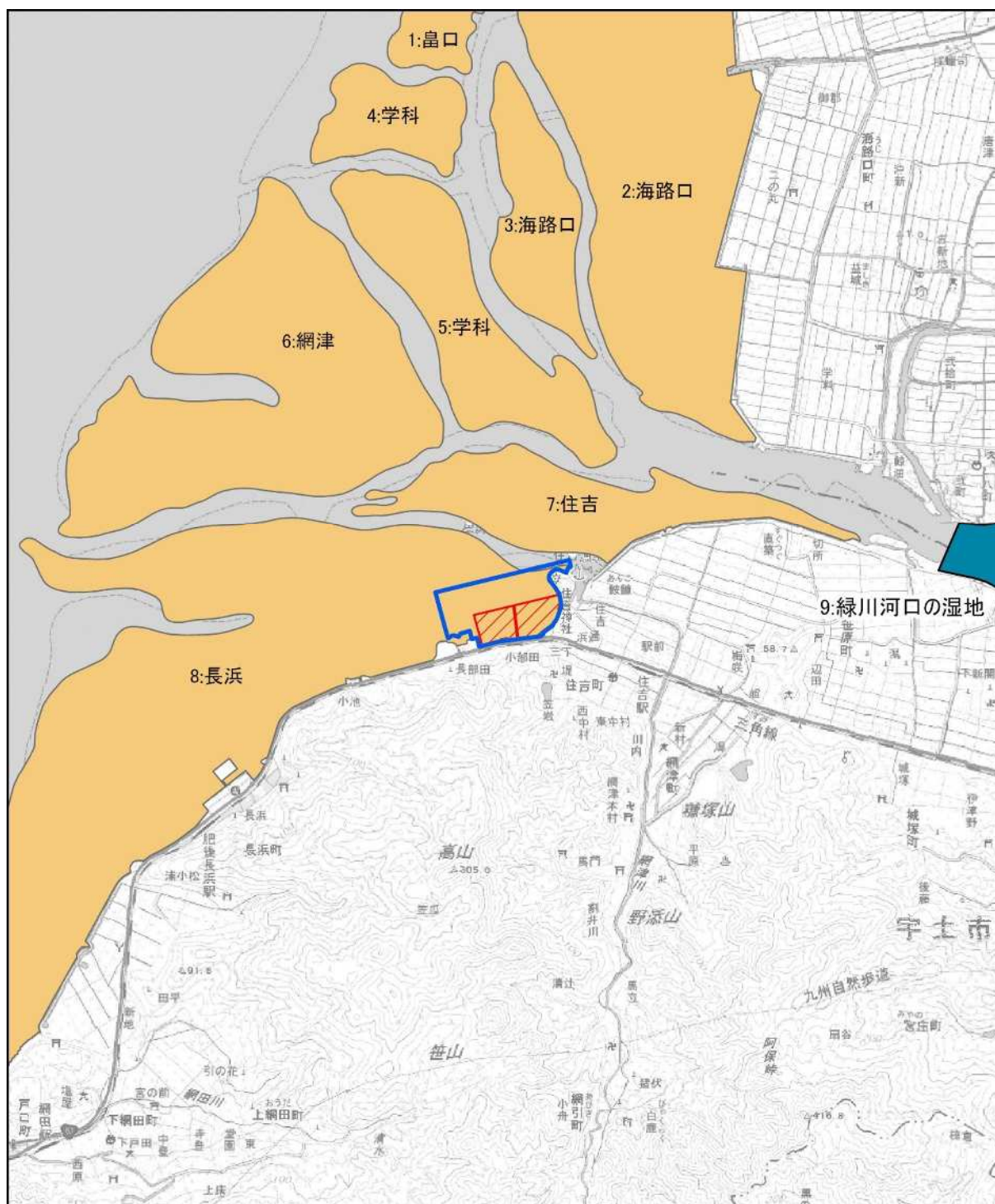


図 7.1.6-3 対象事業実施区域及びその周辺における重要な地形の位置

凡例

干潟
湿地

埋立区域

対象事業実施区域

出典:「第5回 自然環境保全基礎調査 干潟調査、湿地調査」
(環境省生物多様性センター)
(<http://gis.biodic.go.jp/webgis/>)
※電子地形図50000(国土地理院)を加工して作成





図 7.1.6-4(1) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（夏季）



図 7.1.6-4(2) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（夏季）



図 7.1.6-4(3) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（冬季）



図 7.1.6-4(4) 対象事業実施区域及びその周辺の干潟の状況（冬季）

2) 予測の結果

(1) 予測項目

予測項目は、土地又は工作物の存在が重要な地形に与える影響の有無及びその程度とした。

(2) 予測時期

予測時期は、重要な地形に係る影響を的確に把握できる時期とし、埋立工事完了後とした。

(3) 予測位置

予測位置は、重要な地形に影響を及ぼすおそれがある地域とし、対象事業実施区域及びその周辺とした。

(4) 予測方法

予測方法は、対象事業実施区域と重要な地形の重ね合わせにより、改変の有無やその程度を踏まえた事例の引用又は解析する方法とした。

また、埋立地による水の流れの変化に伴う重要な地形（干潟）への影響について、「7.1.4 水象」の結果を用いて定性的な予測を行った。

(5) 予測結果

① 重要な地形の改変の有無及びその程度

重要な地形と改変区域の面積の比較を表 7.1.6-3 及び表 7.1.6-4 に示す。

対象事業の実施により消失する干潟面積は埋立区域の約 16.4ha である。対象事業実施区域全域が含まれる長浜干潟の約 1.8%に相当し、対象事業実施区域及びその周辺に存在する干潟の 0.6%に相当する。

よって、埋立地の存在による重要な地形への影響は極めて小さいと予測される。

表 7.1.6-3 長浜干潟と改変区域の面積の比較

名称	面積全体 (ha)		面積割合 (%)	
	改変前	改変後	改変前	改変後
長浜	898.6	882.2	100.0	98.2
改変区域	－	16.4	－	1.8

表 7.1.6-4 周辺の重要な地形（干潟）と改変区域の面積の比較

No.	名称	面積全体 (ha)		面積割合 (%) ※	
		改変前	改変後	改変前	改変後
1	畠口	49.2	49.2	1.9	1.9
2	海路口	438.0	438.0	17.3	17.3
3	海路口	108.6	108.6	4.3	4.3
4	学料	74.1	74.1	2.9	2.9
5	学料	364.4	364.4	14.4	14.4
6	網津	447.9	447.9	17.7	17.7
7	住吉	155.9	155.9	6.1	6.1
8	長浜	898.6	882.2	35.4	34.8
上記合計		2,536.7	2,520.3	100.0	99.4
－	改変区域	－	16.4	－	0.6

② 埋立地の存在による重要な地形への影響

埋立地による水の流れの変化は、埋立区域近傍の局所的な範囲で最大潮流 6cm/s 程度、平均流 3cm/s 程度減少となるが、対象事業実施区域周辺の水の流れは、ほぼ現況と同じ程度である（「7.1.4 水象」参照）。

よって、重要な地形への影響は極めて小さいと予測される。

3) 環境の保全のための措置

環境の保全のための措置の検討は、環境影響がない又は極めて小さいと判断される場合以外に行う。

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）

土地又は工作物の存在による重要な地形である干潟への影響は極めて小さいと予測されることから、環境保全措置の検討は行わない。

4) 事後調査

事後調査は、予測の不確実性が大きい場合又は知見が不十分で、その効果が予測できない環境保全措置を講ずる場合は、その不確実性に係る環境影響の程度を勘案して、事後調査を実施する。

(1) 土地又は工作物の存在（埋立地の存在）

予測手法は、対象事業実施区域と重要な地形の重ね合わせ及び「7.1.4 水象」の予測結果の引用であることから、予測の不確実性はないと考えられる。

よって、事後調査は実施しない。

5) 評価の結果

(1) 評価の手法

予測結果を踏まえ、事業の実施による重要な地形である干潟への影響が、事業者により実行可能な範囲でできる限り回避、又は低減されており、環境保全への配慮が適正になされているかどうかを検討した。

(2) 評価の結果

予測の結果、重要な地形である干潟のへの影響は極めて小さいことから、土地又は工作物に係る重要な地形に関する影響は、事業者の実行可能な範囲で低減されていると評価する。