

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、海域の流向・流速の状況とした。

② 調査の基本的な手法

調査は現地調査による情報を収集し、当該情報の整理及び解析を行った。

流向・流速の観測層は1層とし、海底面上0.3mに電磁流速計を固定して設置、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。

現地調査の方法を表7.1.4-1に示す。

表 7.1.4-1 現地調査の方法

調査項目	調査方法
流向・流速	電磁流速計（INFINITY-EM JFEアドバンテック社）を用いた連続観測

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た。

調査地点を図7.1.4-1に示す。

④ 調査期間等

調査時期は、季節差を考慮し年間の代表的な流況を把握するため、夏季及び冬季の15昼夜とした。

調査期日を表7.1.4-2に示す。

表 7.1.4-2 調査時期及び調査期日

調査項目	調査時期	調査期日
流向・流速	夏季	令和6年8月8日～8月22日
	冬季	令和7年1月15日～1月29日

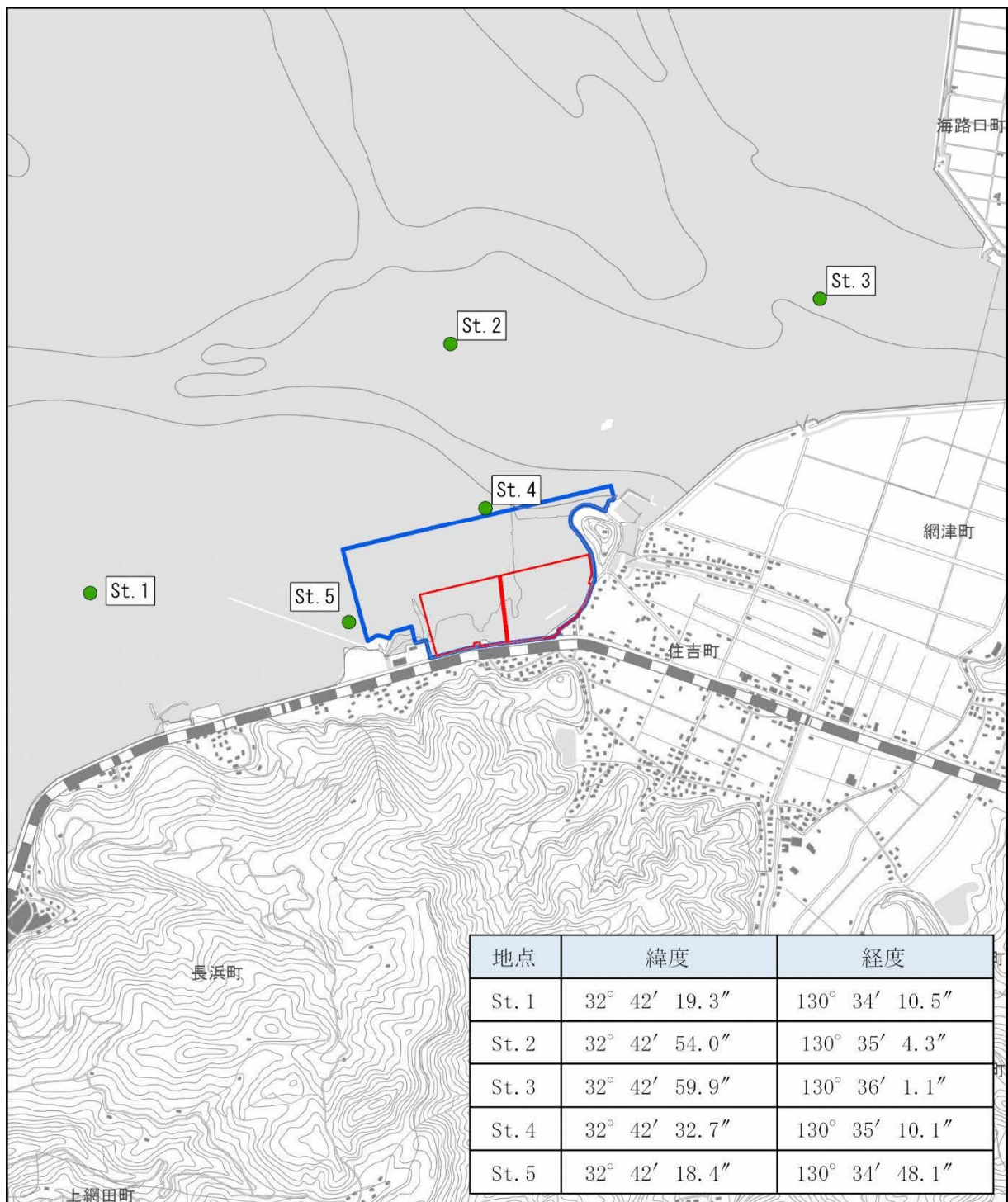
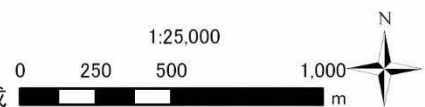


図7.1.4-1 調査地点位置図(水象)

凡例

- 水象(流向・流速)
- 干潟
- 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

各調査地点の流向・流速出現頻度図を図 7.1.4-2 及び図 7.1.4-3 に、流速別頻度図を図 7.1.4-4 及び図 7.1.4-5 に示す。

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。

流向については、夏季と冬季ではほぼ同様な傾向が見られ、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、反対方向の東北東～東向きの流れも頻度が高かった。また、地形を反映して、東系統の頻度が低い地点(St.4、St.5)や、西北西の頻度が多い地点(St.3)があった。

流速については、夏季と冬季では異なる傾向を示した。

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。遅い流れの割合が高い一方で、最大流速は大きい傾向が見られた。

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%を占め、最大流速が 52cm/s であった。遅い流れの占める割合は夏季より低い、最大流速は夏季より小さい傾向が見られた。

なお、干出時間は夏季が 1～27%、冬季が 8～46%であった。

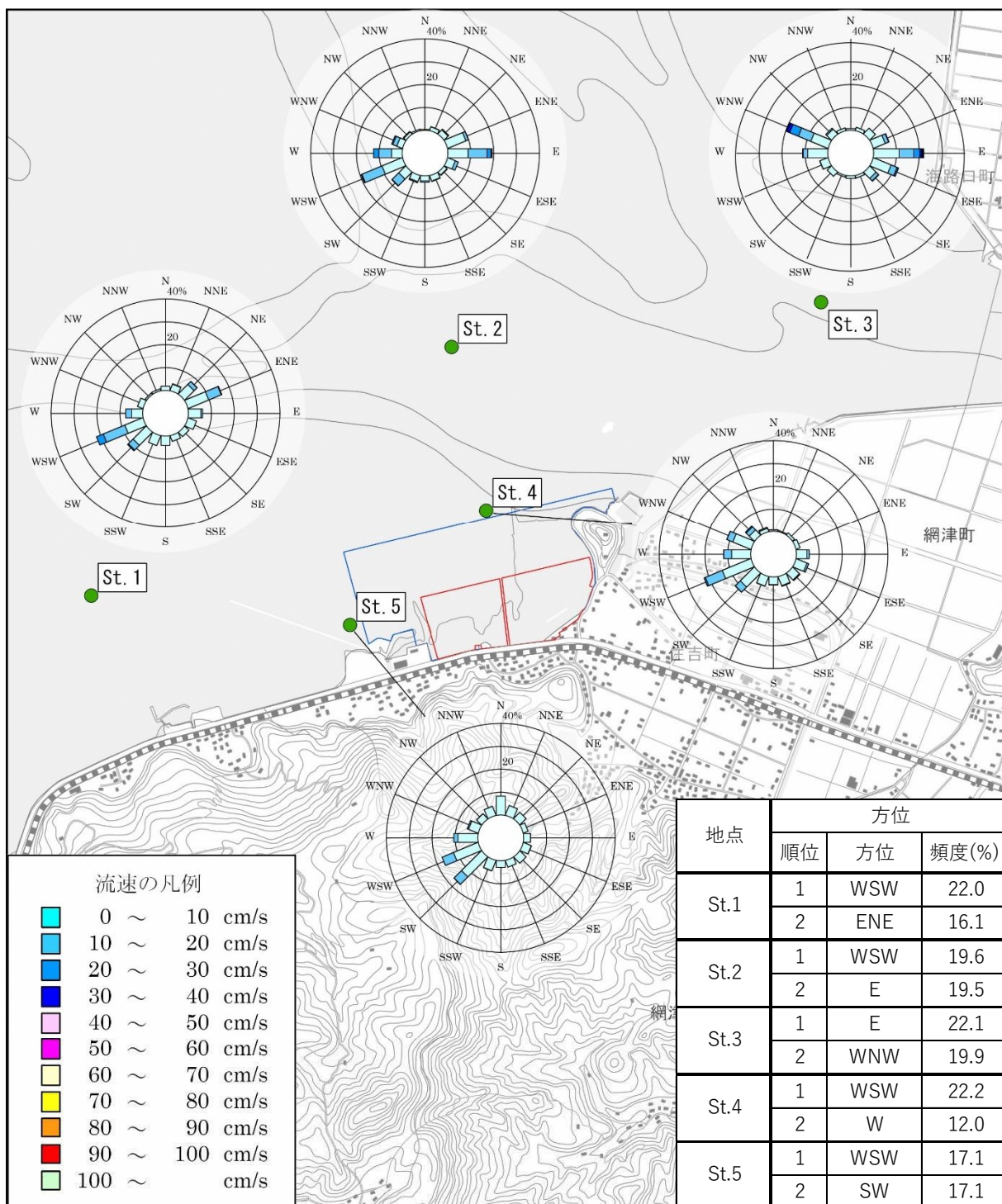


図 7.1.4-2 流向・流速出現頻度図（夏季）

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



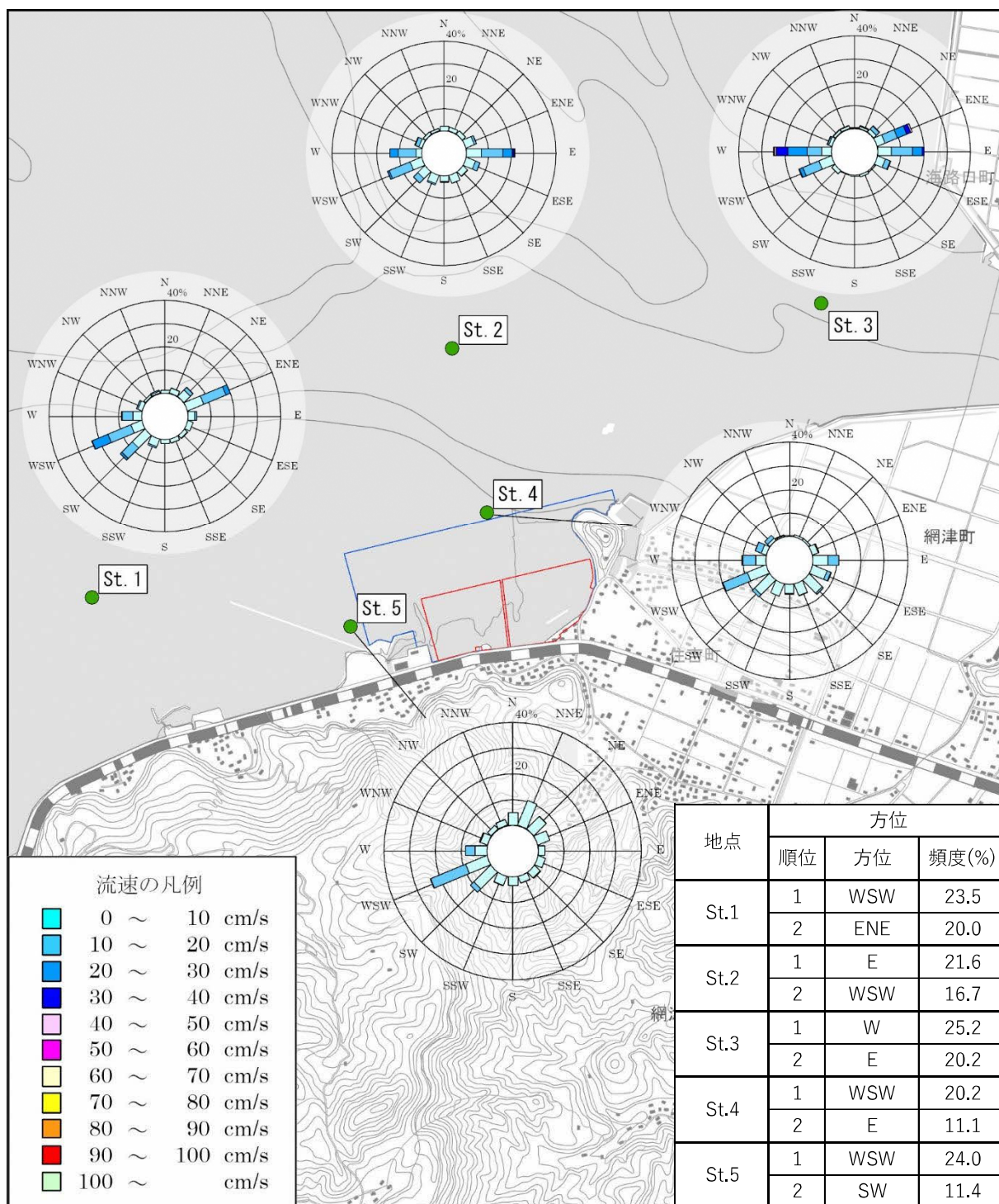


図7.1.4-3 流向・流速出現頻度図(冬季)

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



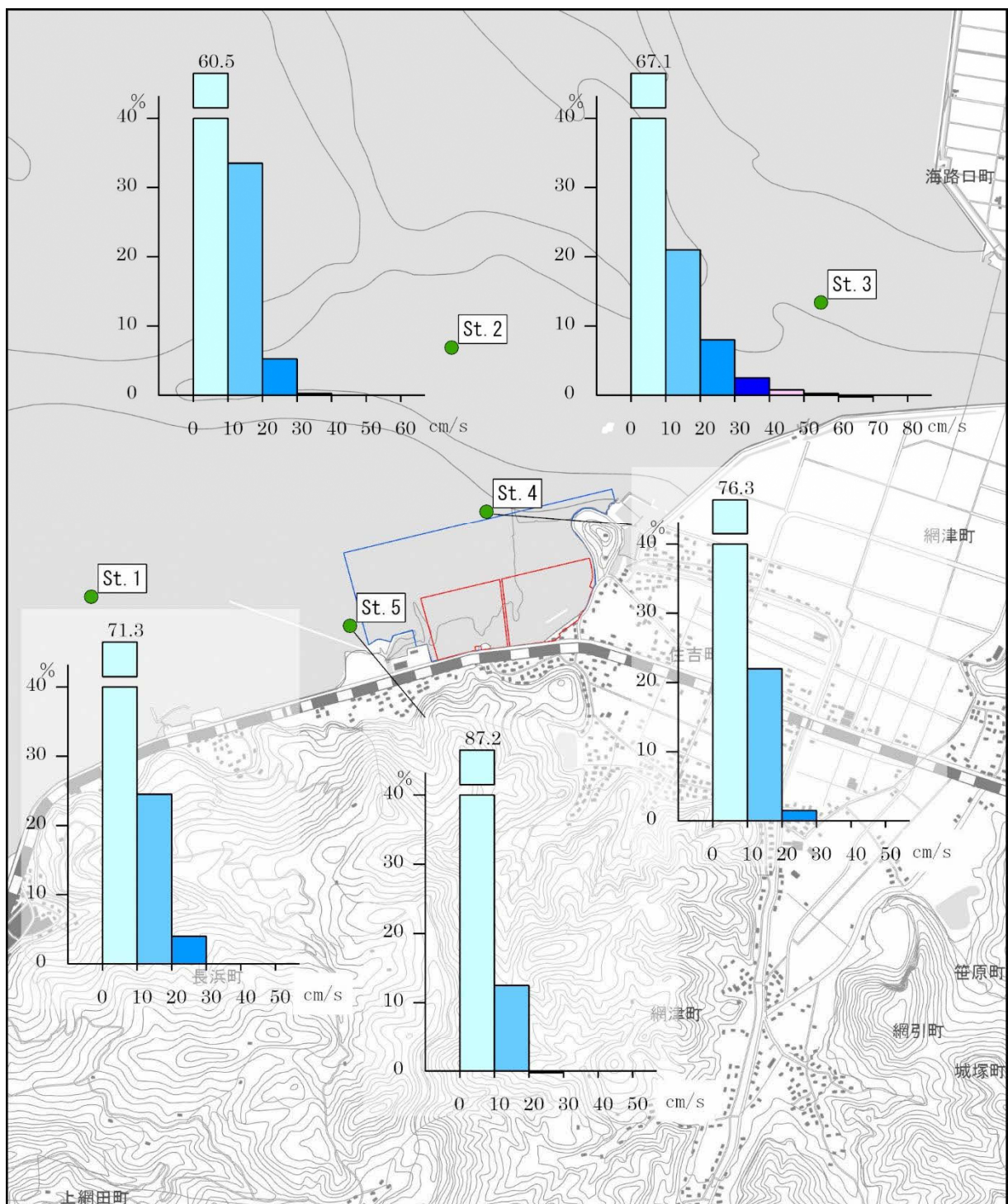


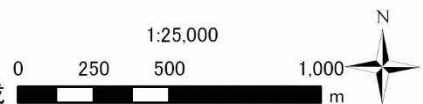
図7.1.4-4 流速頻度分布図(夏季)

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



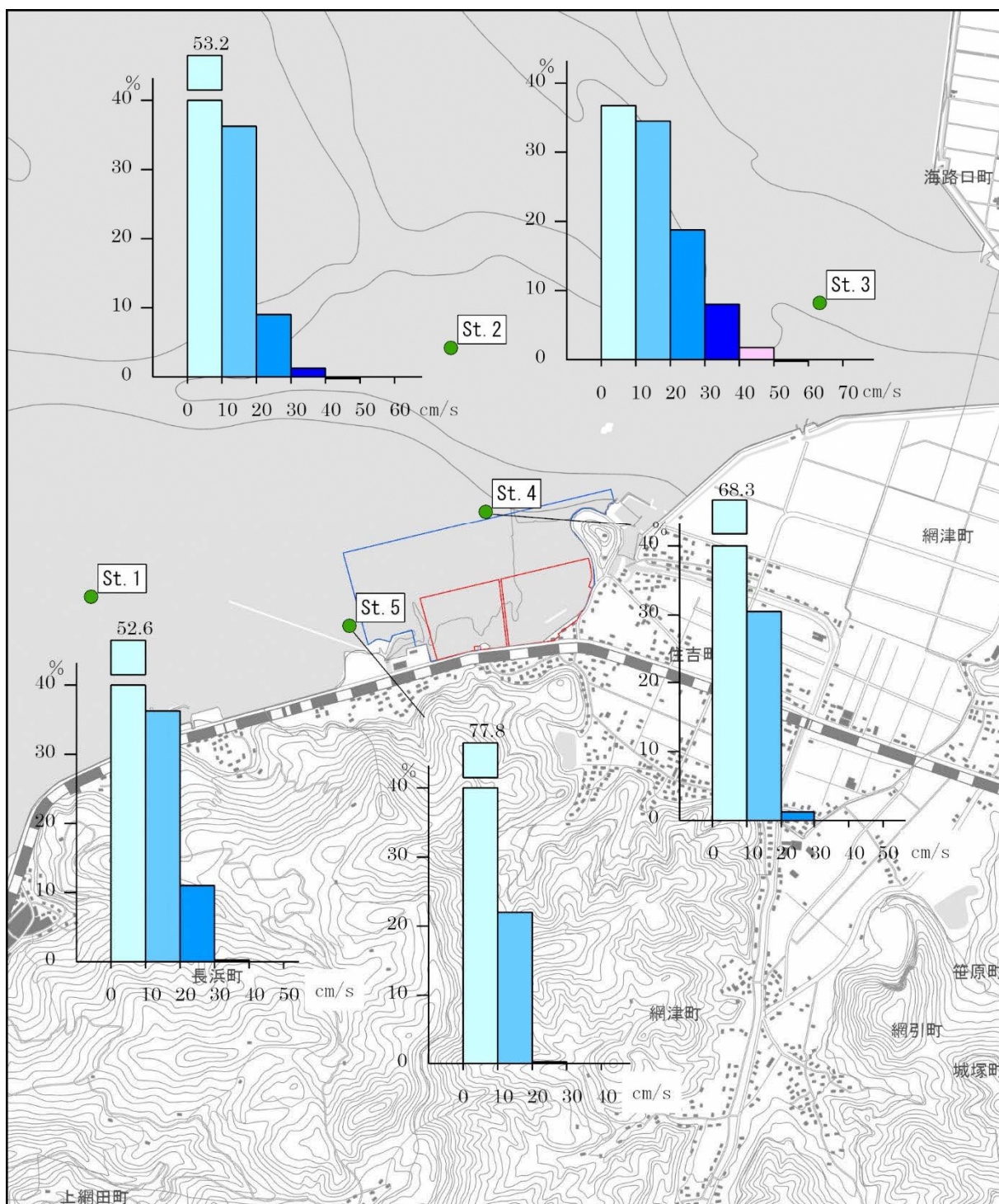


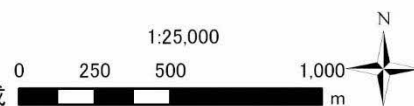
図7.1.4-5 流速別頻度図(冬季)

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

潮流調和定数を表 7.1.4-3 及び表 7.1.4-4 に、最も卓越する M_2 分潮流の潮流楕円を図 7.1.4-6 及び図 7.1.4-7 に示す。また、各観測層の潮流と熊本の潮汐調和定数（気象庁 Web サイト 潮位表記載地点一覧 2024 年）より求めた潮流非調和定数を表 7.1.4-5 及び表 7.1.4-6 に示す。

潮流調和定数表の比較により、夏季は全体的に流速が小さく、半日周潮成分 (M_2 、 S_2) が卓越し、特に St.3 で最も強い潮流が確認された。冬季は夏季に比べ全成分で流速が増加し、特に M_2 の増加が顕著で、St.1～St.3 で大きな値を示した。遅角の比較から、潮流ピークの発生タイミングに地点差があることも把握できる。

潮流非調和定数の解析結果では、夏季の半日周潮成分 ($H_m + H_s$) の振幅は 6.2～23.2cm/s、日周潮成分 ($H' + H_o$) は 0.5～3.5cm/s であり、半日周潮成分が卓越している。主要 4 分潮和は 6.8～26.6cm/s、潮型を示す指標 (F 値＝日周潮成分／半日周潮成分) は 0.04～0.15 で、半日周潮型となった。冬季も同様に、半日周潮成分は 7.5～32.5cm/s、日周潮成分は 0.9～3.8cm/s、F 値は 0.09～0.13 で、半日周潮型である。

以上の結果から、この海域は夏季・冬季ともに半日周潮型であり、1 日に 2 回強い潮流が発生し、流れが速く方向が変わりやすい特徴を持つ。

表 7.1.4-3 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

注) M_2 (主太陰半日周潮)：月の引力による半日周期の潮。1 日に 2 回、速い流れが起きる。

S_2 (主太陽半日周潮)：太陽の引力による半日周期の潮。 M_2 より少し弱い、同じく速めの流れ。

K_1 (日月合成日周潮)：月と太陽の影響が合わさった日周期の潮。季節でピークの時間がずれやすい。流れは半日周期よりゆるやか。

O_1 (主太陽日周潮)：月の引力による日周期の潮。 K_1 と同じく流れは弱め。

表 7.1.4-4 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

注) M₂ (主太陰半日周潮) : 月の引力による半日周期の潮。1 日に 2 回、速い流れが起きる。

S₂ (主太陽半日周潮) : 太陽の引力による半日周期の潮。M₂ より少し弱い、同じく速めの流れ。

K₁ (日月合成日周潮) : 月と太陽の影響が合わさった日周期の潮。季節でピークの時間がずれやすい。流れは半日周期よりゆるやか。

O₁ (主太陽日周潮) : 月の引力による日周期の潮。K₁ と同じく流れは弱め。

表 7.1.4-5 非調和定数表（夏季）

地点	①半日周潮成分 (H _m +H _s)	②日周潮成分 (H' + H _o)	主要 4 分潮和 (① + ②)	潮型を示す指標 (②/①)	κ _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 7.1.4-6 非調和定数表（冬季）

地点	①半日周潮成分 (H _m +H _s)	②日周潮成分 (H' + H _o)	主要 4 分潮和 (① + ②)	潮型を示す指標 (②/①)	κ _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) 半日周潮成分 : M₂ と S₂ 分潮の振幅和で、半日周潮の振幅を表す。

日周潮成分 : K₁ と O₁ 分潮の振幅和で、日周潮の振幅を表す。

主要 4 分潮和 : 主要 4 分潮である M₂、S₂、K₁、O₁ 分潮の振幅和で、潮汐、潮流振幅の最大値の概値を与える。

潮型を示す指標 : 日周潮成分と半日周潮成分の振幅比で、潮型を示す指標 (F)。

潮型の分類

F < 0.25 ---- 半日周潮型

0.25 ≤ F < 1.50 ---- 混合周潮型

1.50 ≤ F ---- 日周潮型

κ_m/29 : 潮流ピークの遅れ時間 (時)。月が真南に来てから潮流が最強になるまでの時間。

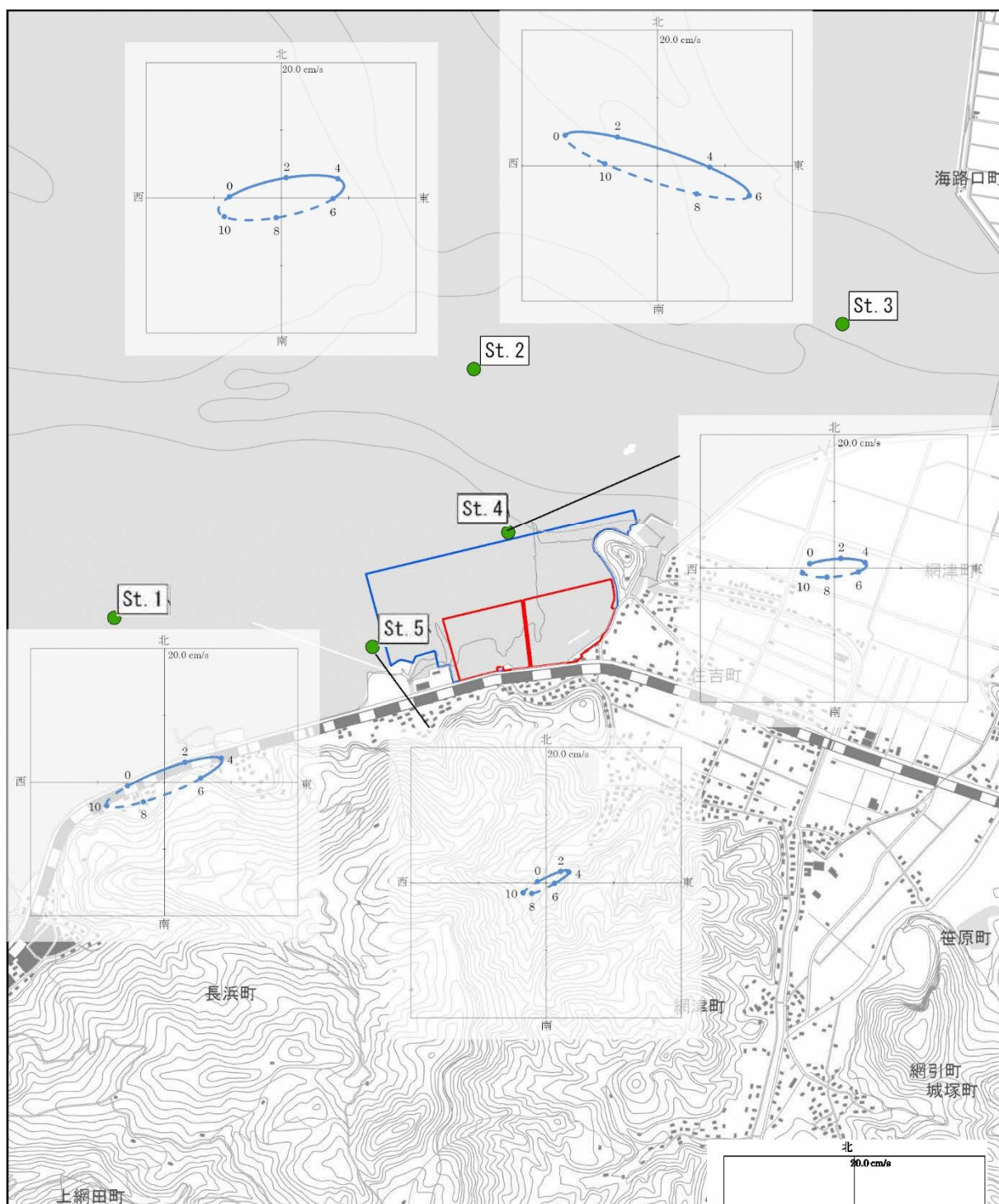
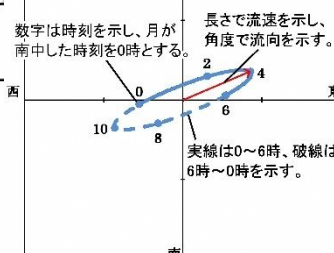


図7.1.4-6 潮流橢円【M₂分潮】(夏季)

凡例

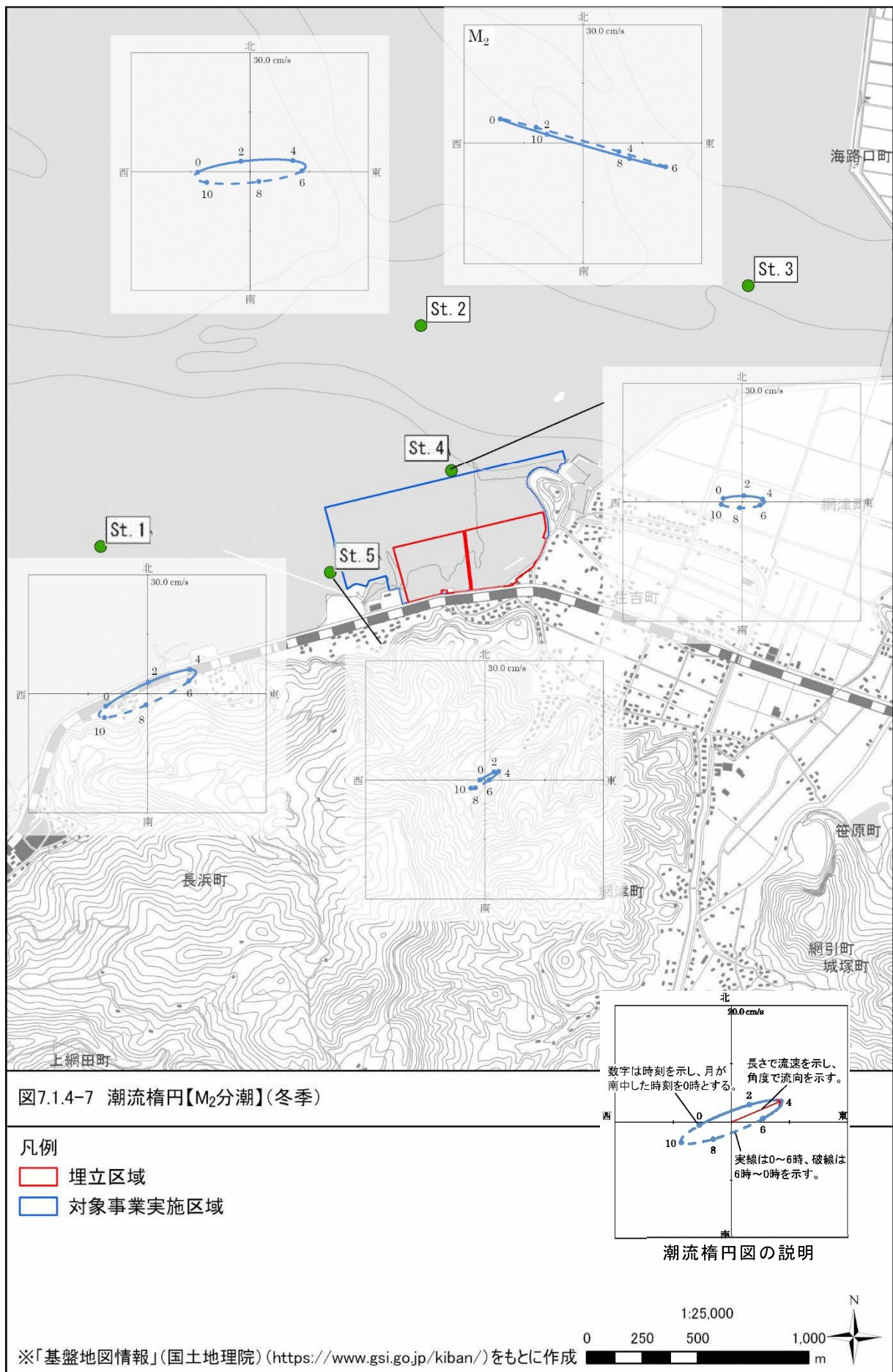
- 埋立区域
- 対象事業実施区域



潮流橢円図の説明

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





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。

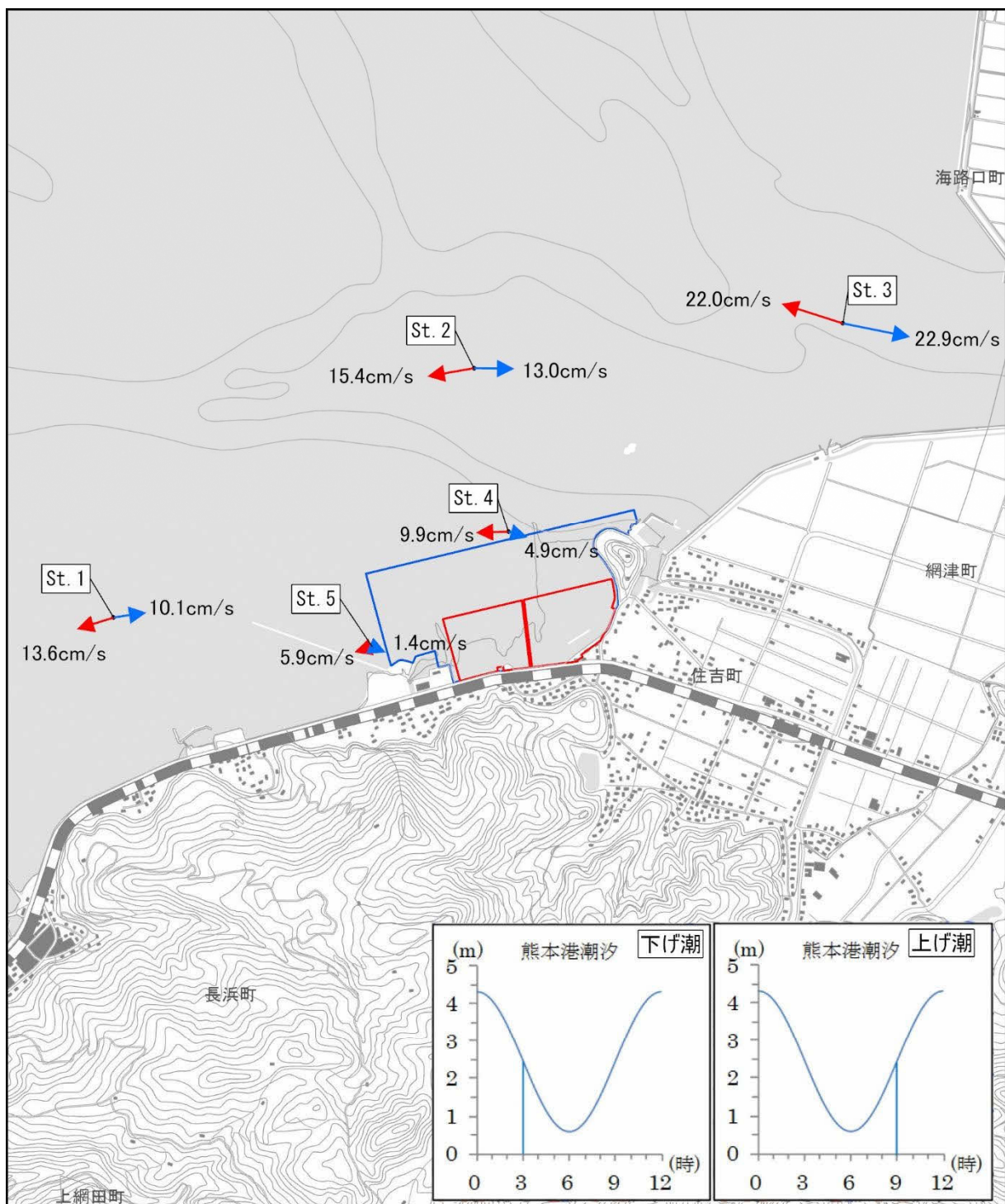


図7.1.4-8 平均大潮時の流況図(夏季)

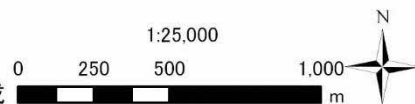
凡例

→ 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



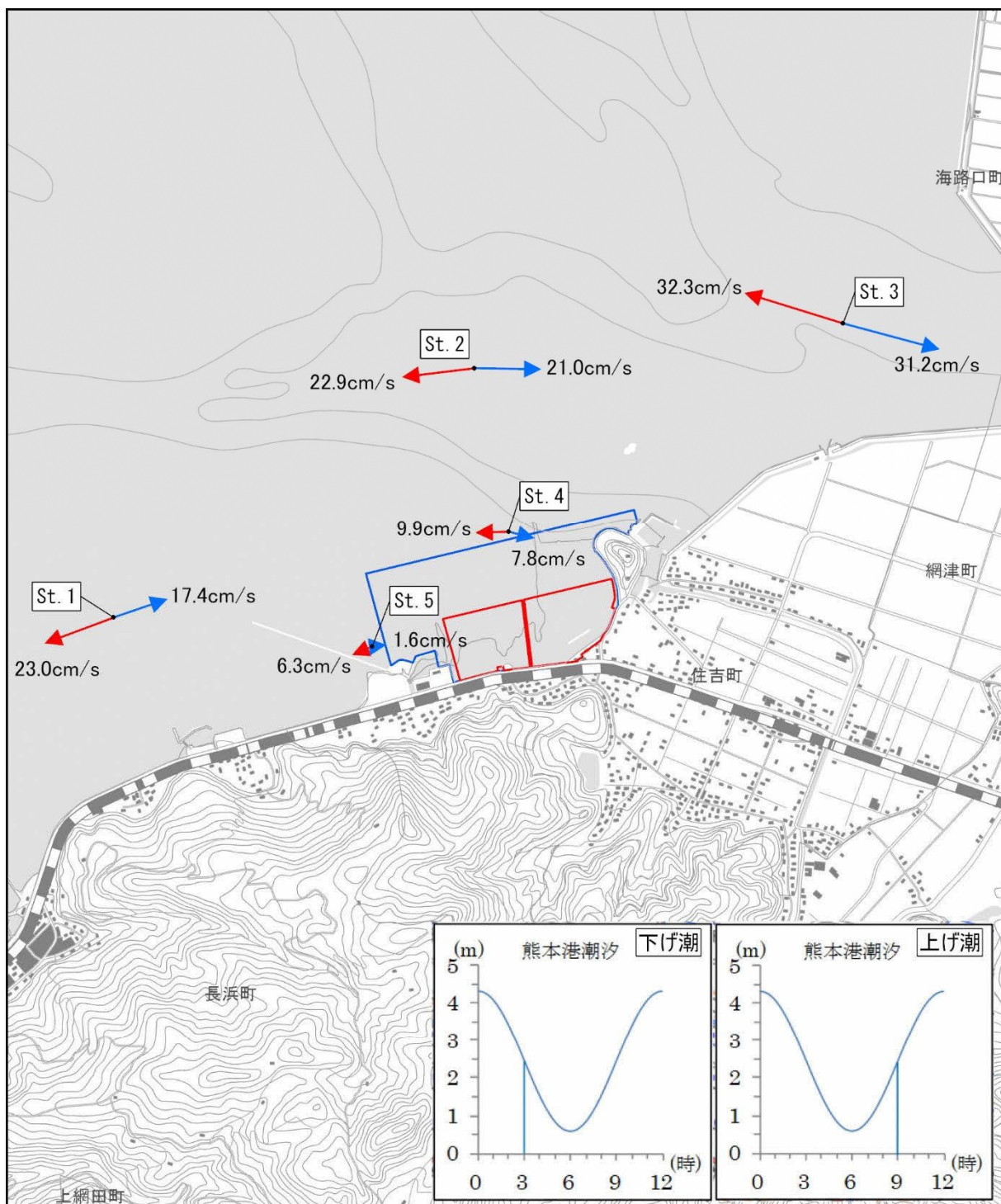


図7.1.4-9 平均大潮時の流況図(冬季)

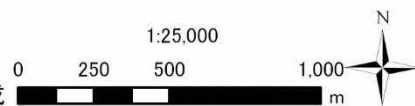
凡例

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（以下、「平均流」という。）を算出した。

平均流を表 7.1.4-7、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 7.1.4-7 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

注) 方位の SW は南西、NE は北東、WSW は西南西、SSW は南南西、NNW は北北西を示す。

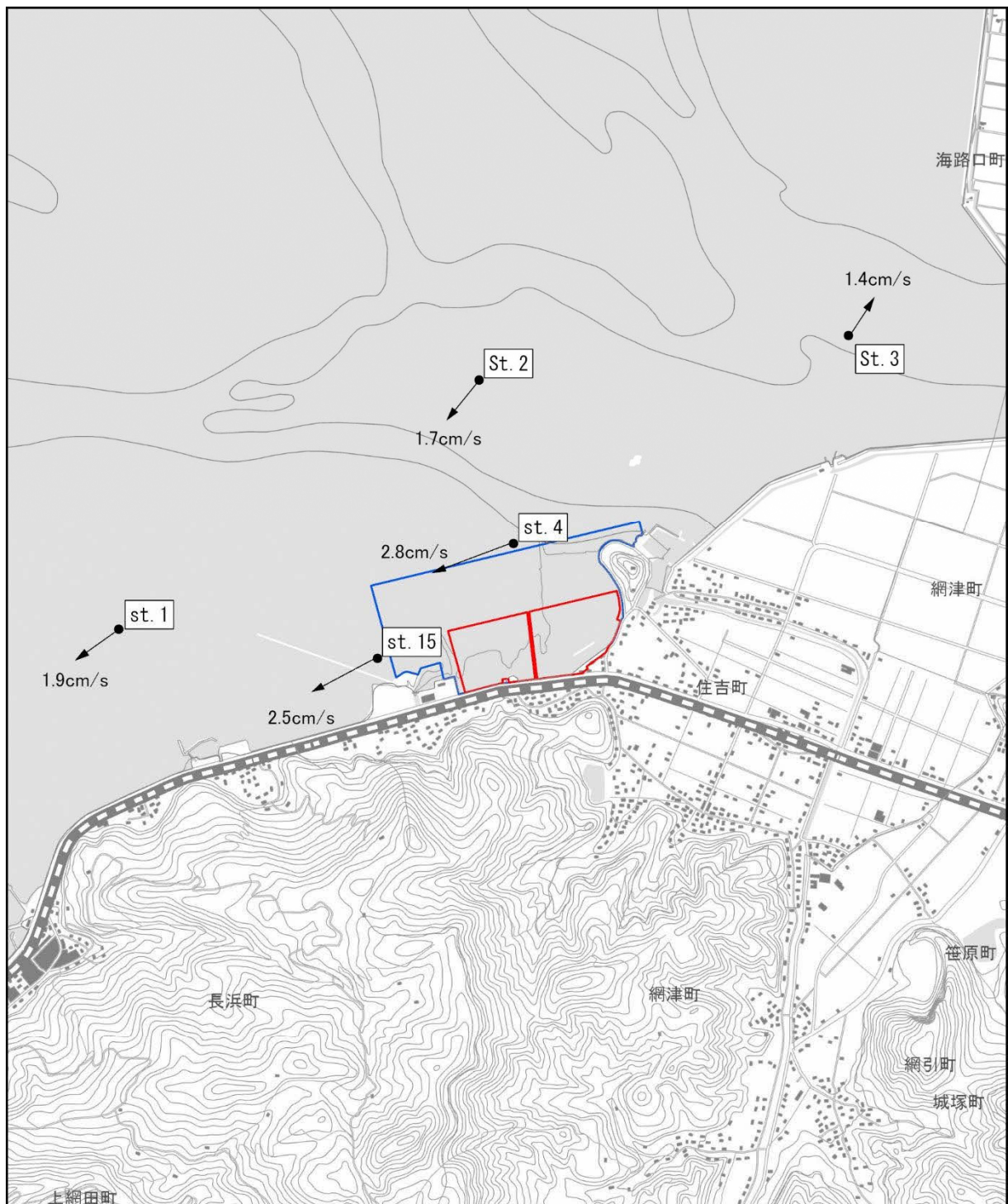


図7.1.4-10 平均流図(夏季)

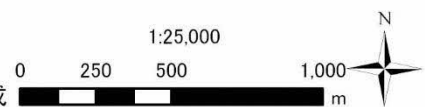
凡例

→ 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



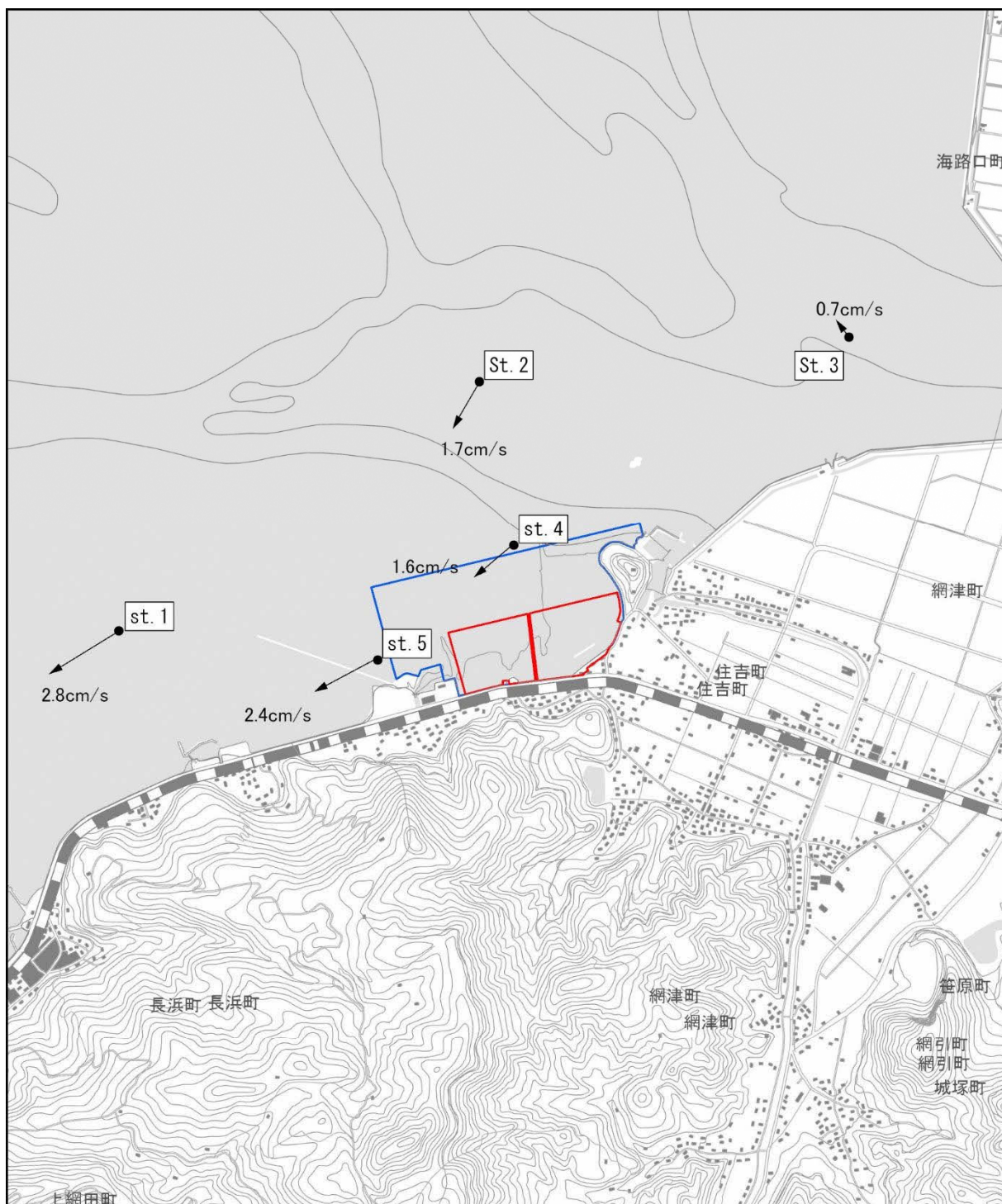


図7.1.4-11 平均流図(冬季)

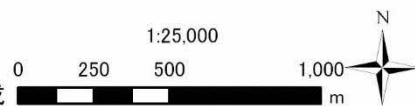
凡例

→ 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

潮流の現地調査結果より算出した拡散係数を表 7.1.4-8 に示す。

解析にあたっては、潮汐や潮流などの長周期成分（12 時間以上）を除外し、短周期の乱れによる拡散を評価した。拡散係数は、水中で物質がどれくらい広がりやすいかを示す指標で、値が大きいほど早く広がり、濃度が薄まりやすくなる。

夏季及び冬季ともに、拡散係数は $10^3\text{cm}^2/\text{s} \sim 10^5\text{cm}^2/\text{s}$ の範囲で、特に多くの地点で $10^4\text{cm}^2/\text{s}$ 台を示した。季節比では、冬季の東方成分が大きく、物質が東側に広がりやすい傾向が認められた。

表 7.1.4-8 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