

13 潮流調査

13-1 調査概要

13-1-1 調査期間

平成元年及び平成9年における潮流調査期間は、表13-1-1に示すとおりである。

表13-1-1 潮流調査期間

調査年次	調査期間
平成元年調査	平成元年1月14日～1月29日
平成9年調査	平成9年1月9日～1月17日

13-1-2 調査内容及び数量

潮流調査内容及び数量は、表13-1-2に示すとおりである。

表13-1-2 調査内容及び数量

調査内容	観測層	数量	調査地点等
潮流調査 (15昼夜定点連続観測)	海面下 2.0m	14地点	St. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 11, 12, 13, 14
	水深 1/2m	3地点	St. 12, 13, 14

13-1-3 調査海域及び位置

潮流調査海域及び位置は、図13-1-1に示す諫早湾海域であり、その調査位置は、表13-1-3に示すとおりである。

表13-1-3 調査地点の位置

調査地点	緯度	経度	国家座標 (I系)	
			X	Y
St. 1	32° 53' 34"	130° 10' 51"	-11,683.4	63,689.6
St. 2	32° 52' 02"	130° 12' 08"	-14,503.9	65,709.3
St. 3	32° 56' 05"	130° 13' 39"	-7,003.3	68,023.1
St. 4	32° 54' 52"	130° 15' 34"	-9,230.7	71,026.2
St. 5	32° 53' 36"	130° 17' 08"	-11,553.7	73,485.8
St. 6 (B-1)	32° 53' 36"	130° 12' 36"	-11,603.8	66,417.7
St. 7	32° 51' 11"	130° 11' 44"	-16,078.9	65,095.8
St. 8	32° 52' 57"	130° 09' 19"	-12,838.1	61,306.0
St. 9	32° 51' 33"	130° 10' 29"	-15,413.9	63,141.7
St. 10	32° 53' 33"	130° 09' 51"	-11,724.1	62,130.6
St. 11	32° 52' 55"	130° 08' 18"	-12,909.5	59,721.1
St. 12	32° 58' 57"	130° 15' 05"	-1,689.8	70,219.0
St. 13	32° 56' 06"	130° 18' 39"	-6,915.6	75,814.9
St. 14	32° 54' 24"	130° 21' 36"	-10,020.9	80,437.9

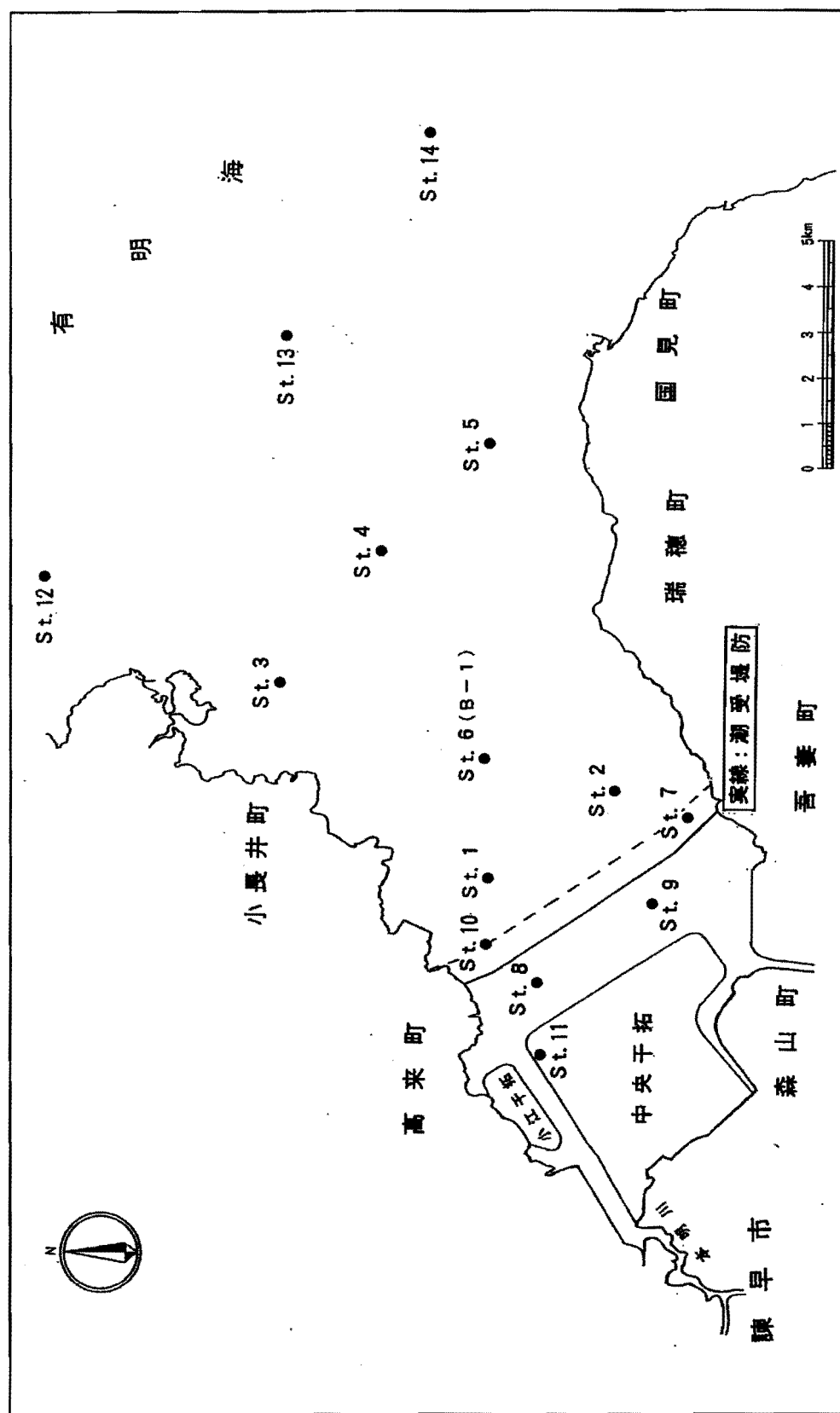


図 1 3 - 1 - 1 調 査 範 囲 及 び 位 置 図

13-1-4 調査方法

(1) 海上位置（調査位置）の決定

潮流観測点の位置は、GPS航法装置を用いて決定した。GPSとは、グローバル・ポジション・システムの略で、人工衛星を利用して自船の位置を緯度・経度で知ることができるシステムである。

(2) 15昼夜定点連続観測

潮流調査は、図13-1-1に示した11地点において15昼夜定点連続観測を実施した。観測層は、図13-1-2に示すようにSt.1~11は海面下2.0mの上層1層とし、St.12,13,14は海面下2.0mと水深1/2mの2層とした。

また、観測に用いた流速計は、図13-1-3（仕様：表13-1-4）に示すアンデラー流速計（以下RCM-7と記す）を用い、10分間隔の流向・流速を測定した。

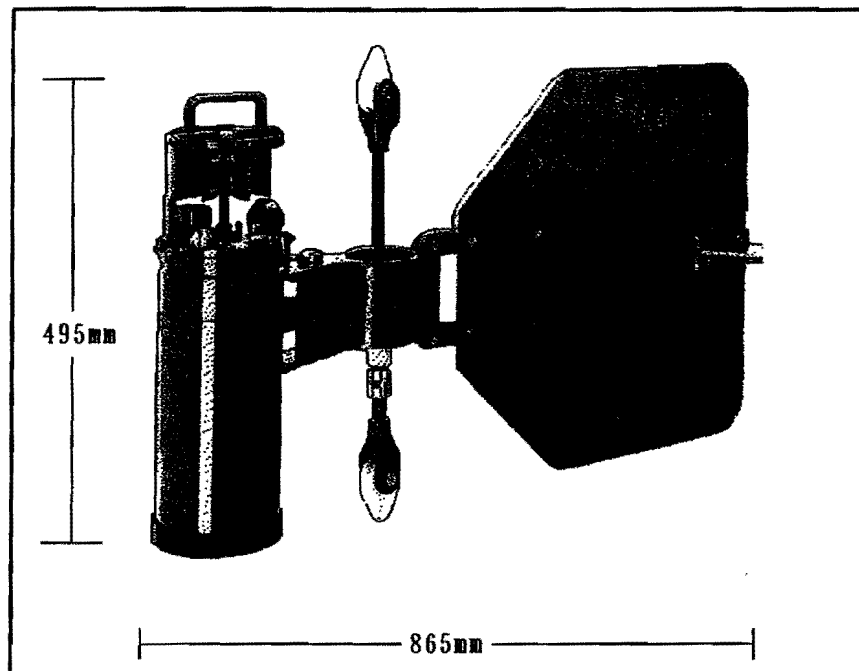
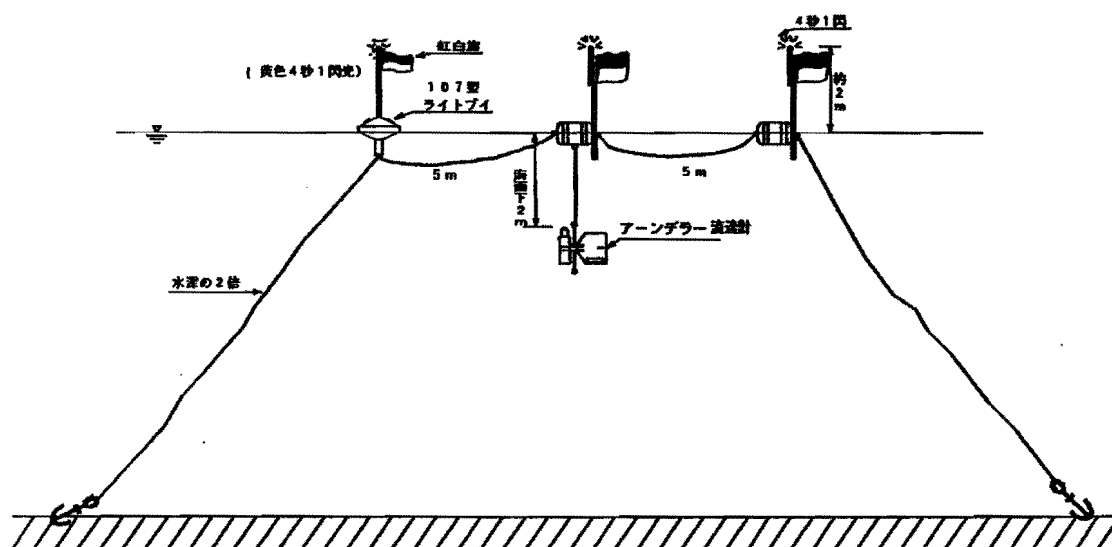


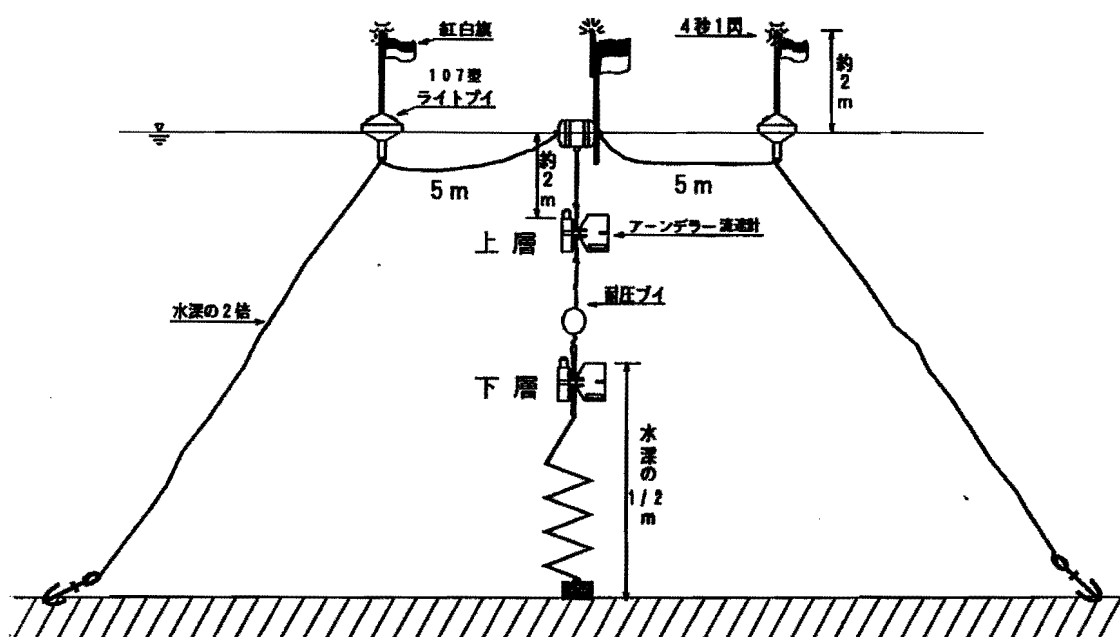
図13-1-3 RCM-7概観図（アンデラー社）

表13-1-4 RCM-7の仕様

項目	受感部	測定方式	精度
流速	ロータ	ロータの回転数	±1cm
流向	磁石	流向ベーンと磁北との ポテンションメータ出力値	±7.5°
時刻	水晶発振		±2sec/d



(St. 1~11)



(St. 12, 13, 14)

図13-1-2 流速計設置概念図

13-1-5 解析

解析は、流向・流速観測値をもとに、図13-1-4に示す手順で実施し、各経時変化図、頻度分布を作成し、諫早湾の流況現況を把握した。

次に、これらの資料を基に諫早湾海域の流況特性を求めるために、15昼夜潮流調和分解を行い潮流要素を算出し、主要分潮の潮流楕円図の作成、平均大潮期の流況推算を行った。

さらに、日平均流の変動を把握するために、25時間移動平均値を算出し、自己相関関数、パワースペクトル密度関数の計算を行い、潮流の周期特性及び拡散係数を解析し諫早湾の流況特性の把握を行った。

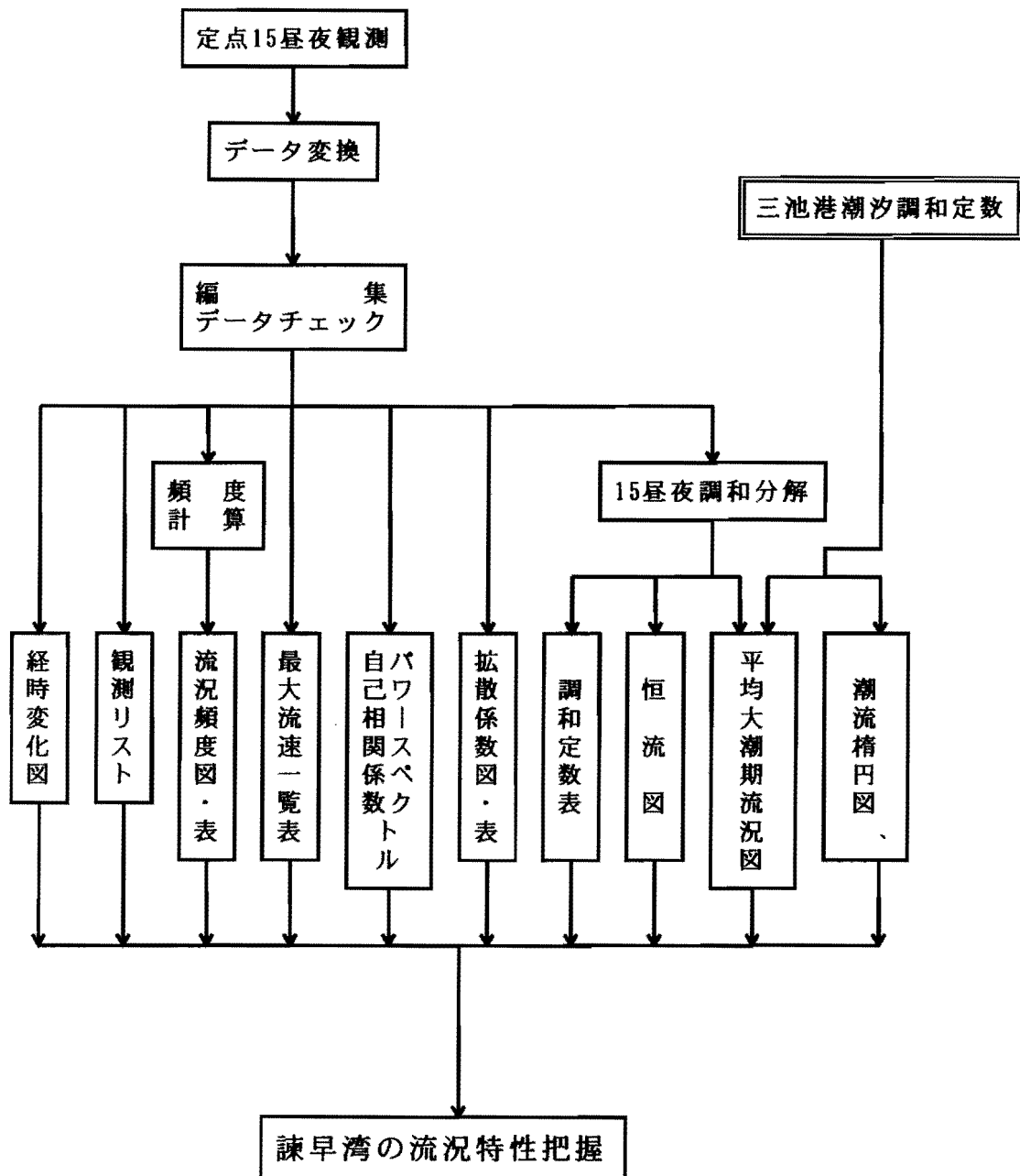


図13-1-4 解析手順

13-2 調査結果（平成元年・平成9年調査の比較）

堤防締切前（工事前）と締切直前（工事完了前）の流況変化を把握するために、平成元年調査結果と平成9年調査結果を比較した。

13-2-1 流向・流速頻度

平成元年調査時の流向・流速頻度特性をみると、湾内では西南西方向、東南東方向、湾外では北西方向、南東方向の流れが卓越し、それぞれ卓越方向の往復流の傾向を示している。また、最多出現流速についてみると、湾内では0～30cm/sec、湾外では10～40cm/secの範囲にあり、湾外海域の流速が、湾内海域の流速より若干大きくなっていた。

平均流速は、調査海域全体で11.4～40.6cm/secの範囲を示し、最多出現流速の傾向と同様に、湾外海域の平均流速が、幾分湾内海域の平均流速より大きくなっていた。

平成9年調査時についてみると、湾外周辺海域では、概ね北西～南東の往復流傾向を示すが、St.12の上層においては若干南東方向に偏寄した流れを示し、中層では北流系の頻度傾向も認められ、湾口周辺海域（St.3～5）では、西北西～東南東及び東西方向の往復流傾向を示した。

一方、湾央・堤防外側周辺海域（St.1,2,6,7,10）では、ほぼ諫早湾の地形に沿った往復流の傾向を示していた。また、潮受堤防内側周辺海域（St.8,9,11）は、潮受堤防北側の陸域化に伴い、流向が堤防開口部の方向へ向いた往復流の傾向を示していた。

最多流速出現範囲は、海域全体でほぼ0～60cm/secの範囲にあるが、潮受堤防開口部付近のSt.7,9では、30～40cm/sec、50～60cm/secの流速階級で最多出現頻度示し、他の観測点に比べて速い流れを呈していた。

平均流速は、3.7～51.1cm/secの範囲にあり、特に潮受堤防開口部付近のSt.7,9では40cm/sec以上の平均流速を示していた。逆に、堤防北側周辺の3地点（St.1,8,10）では、10cm/sec未満と弱い流れとなっていた。

次に、平成元年調査結果（潮受堤防工事前）と平成9年調査結果（潮受堤防締切直前）の流向・流速値を比較すると、流向は、図13-2-1(1),(2)に示すように、湾外周辺海域（St.12,13,14）、湾口周辺海域（St.3,4,5）及び湾央・堤防南側海域（St.2,6,7,9）においては、大きな変化は認められず、湾外周辺海域で北西～南東方向、湾口周辺海域は西北西～東南東方向や東西方向、湾内では北東～南西方向の流況となっていた。

しかし、潮受堤防工事の進捗に伴い、平成元年にほぼ東西方向の往復流傾向を示していた堤防北側海域では、堤防外側で南南西方向、堤防内側では北西～東南東方向に偏った流況変化が認められた。

次に、各海域の平均流速を比較すると、表13-2-1,表13-2-3に示すように、湾内（湾央～堤防南側）において流速の変化が認められ、特に諫早湾内北側海域では

向が現れている。

また、流速頻度についてみると、図13-2-2(1),(2)に示すように、流速の速い階級が減少し、10~20cm/secの比較的遅い流速範囲の出現率が高くなる傾向が認められた。特に、北側海域の潮受堤防前面(S t. 1,10)では、流速の減少が著しく、平成元年調査では20cm/sec前後の平均流速を示していたが、平成9年調査時ではその50%以下(8cm/sec程度)の平均流速に変化していた。

一方、堤防南側の開口部付近では流速の増加が認められ、堤防前面(S t. 7)では平均流速が2倍近く増加していた。

表13-2-1 平成元年、9年調査における平均流速比較

単位：cm/sec

観測年	湾外	湾口	湾央	堤防北側	堤防南側
平成元年	18.4~40.6	11.4~25.5	21.5	17.3~23.4	20.3~21.4
平成9年	23.9~42.0	10.7~31.4	16.6	3.7~18.2	27.4~51.1

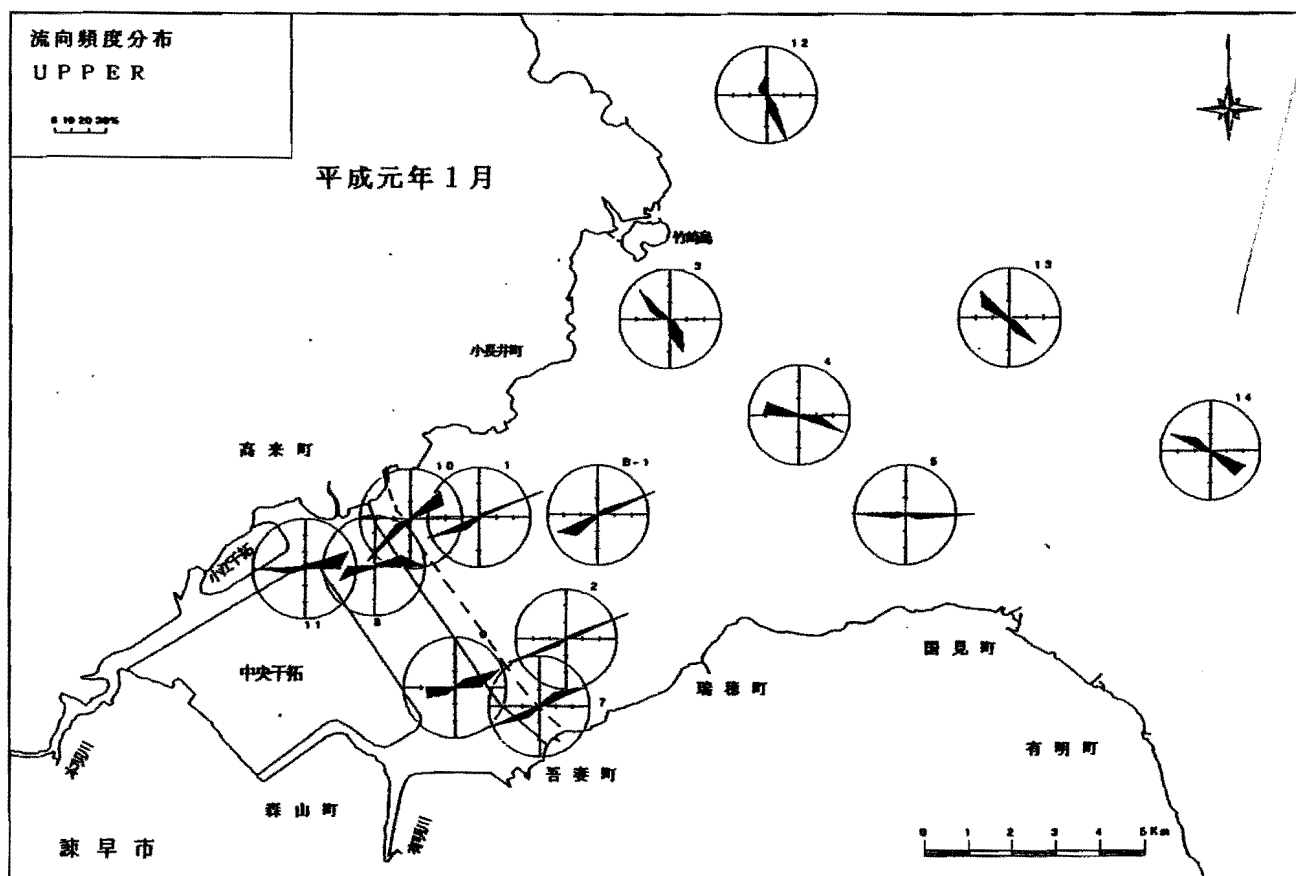
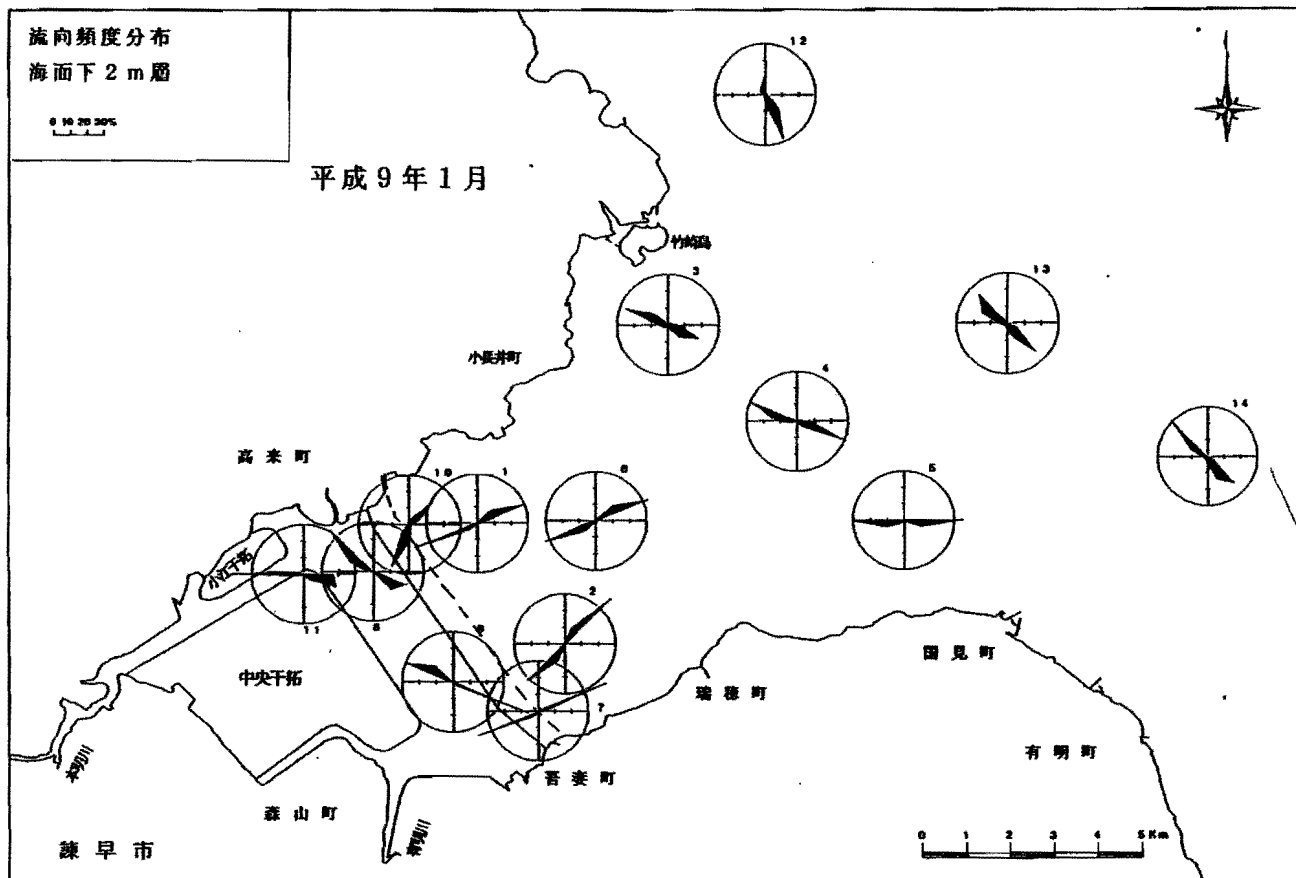


図 13-2-1 (1) 流向頻度水平分布

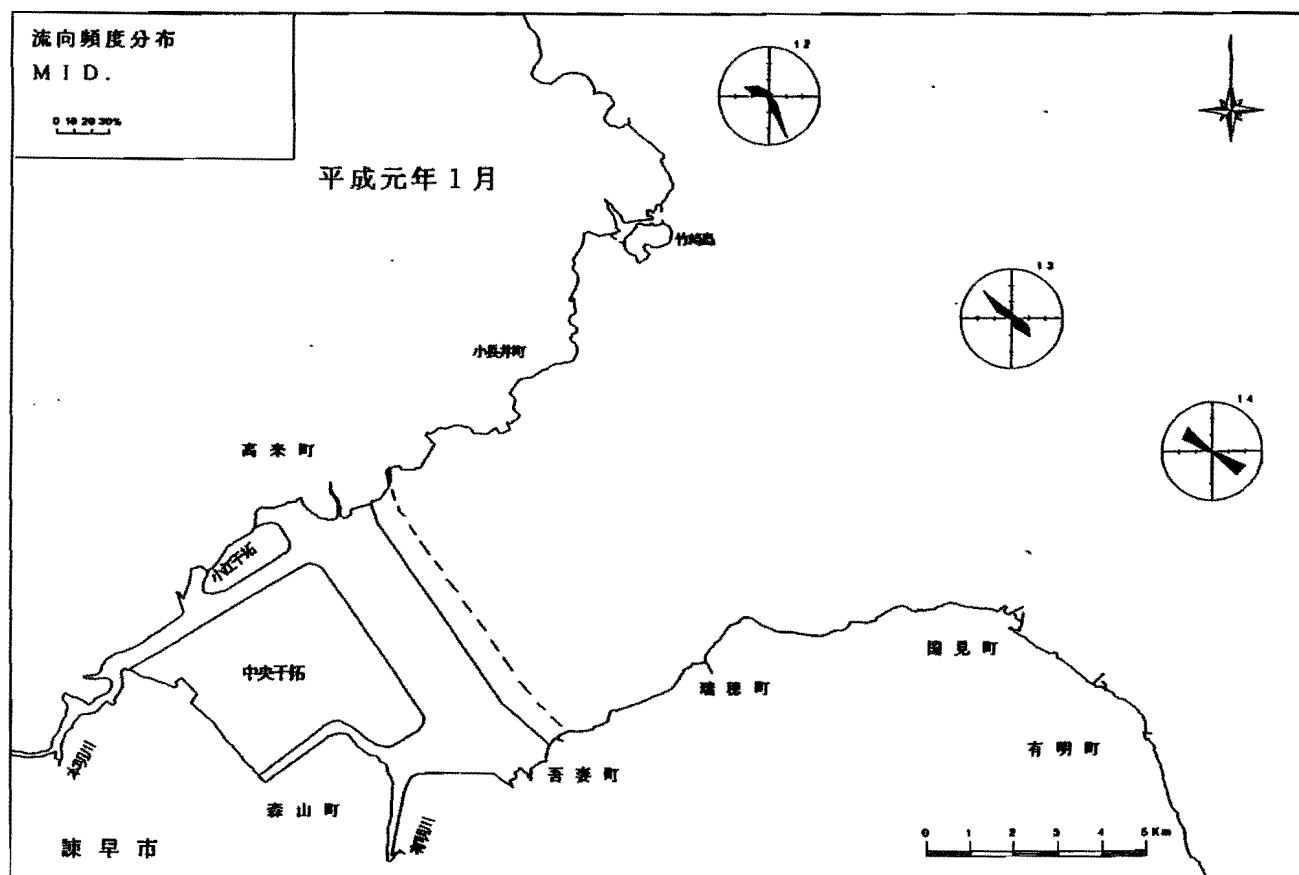
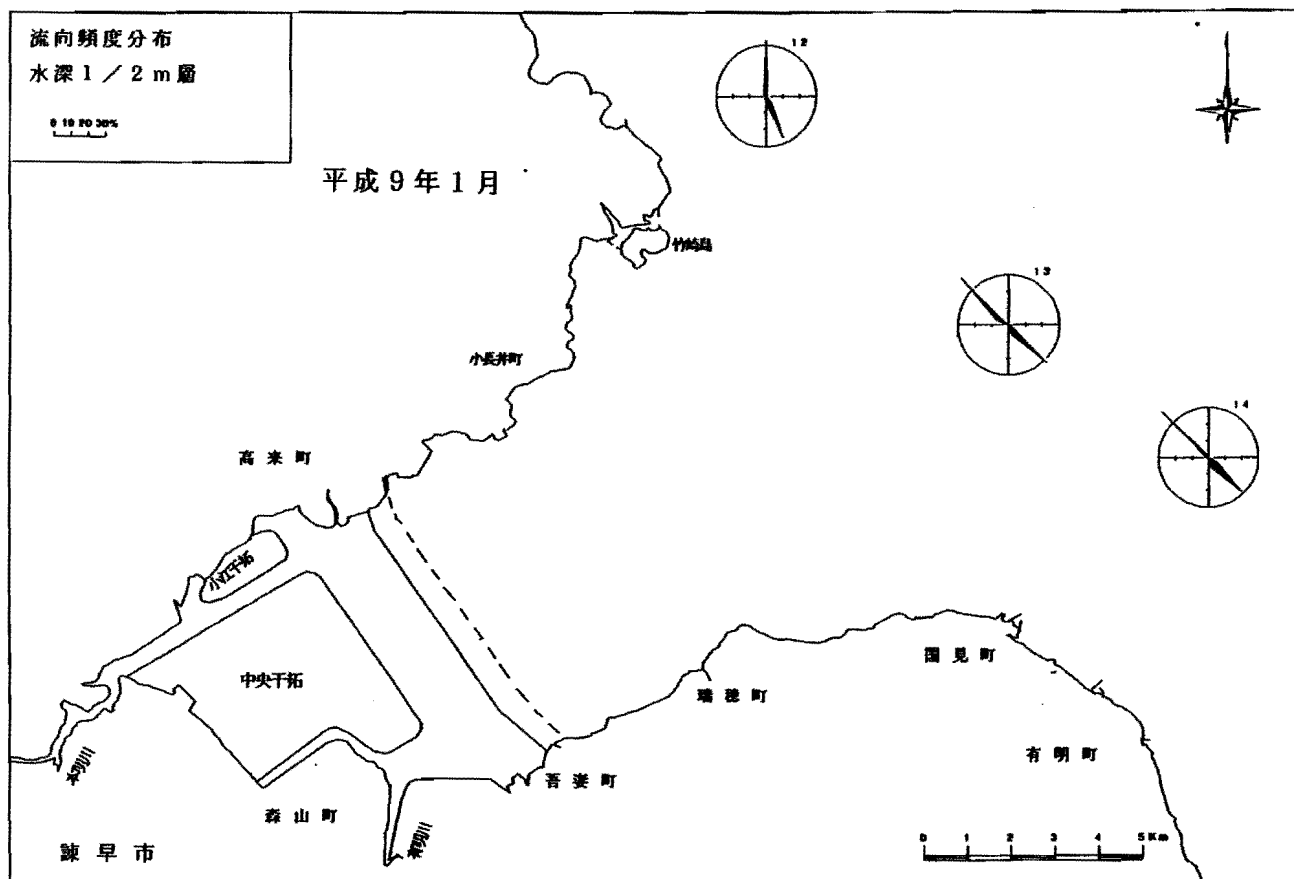


図 13-2-1 (2) 流 向 頻 度 水 平 分 布

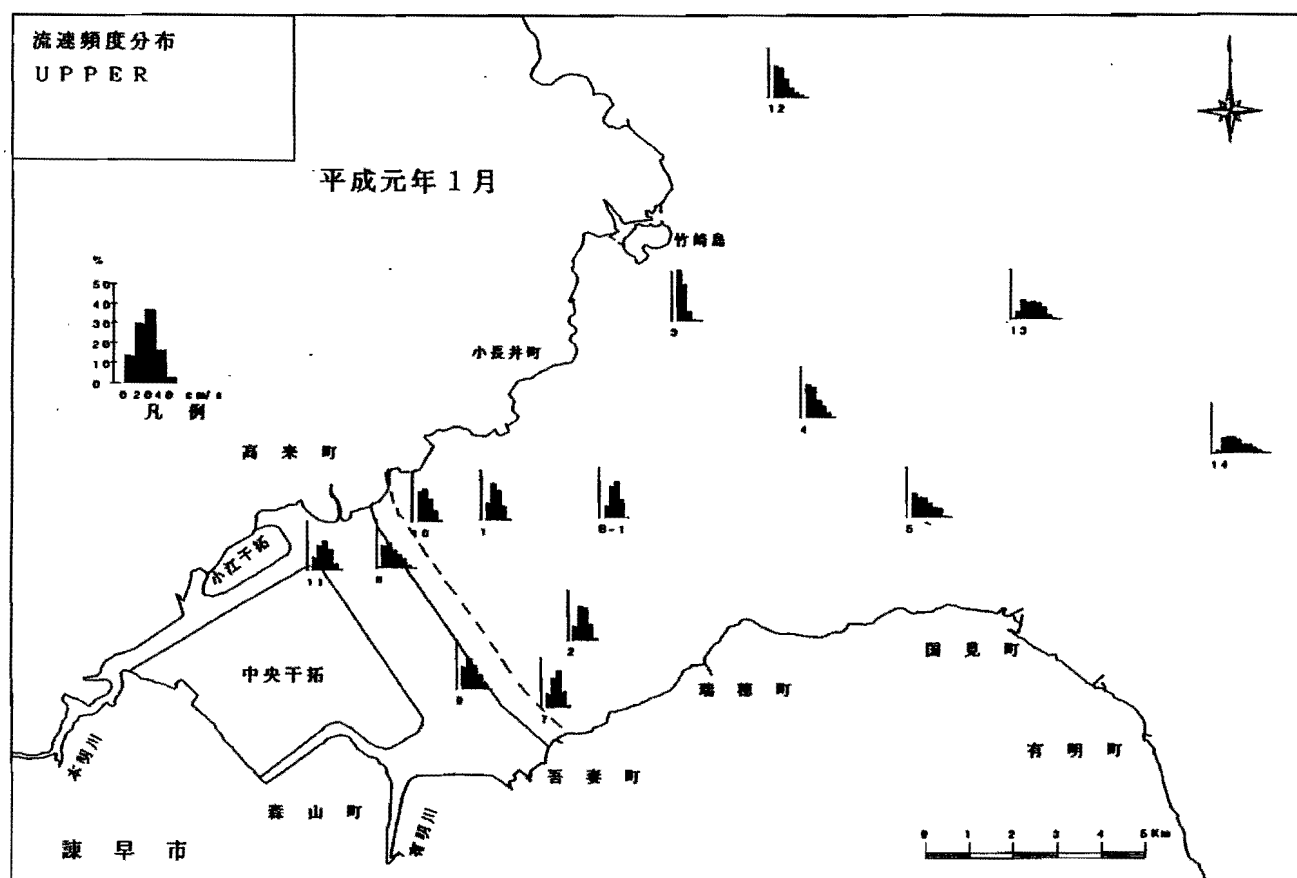
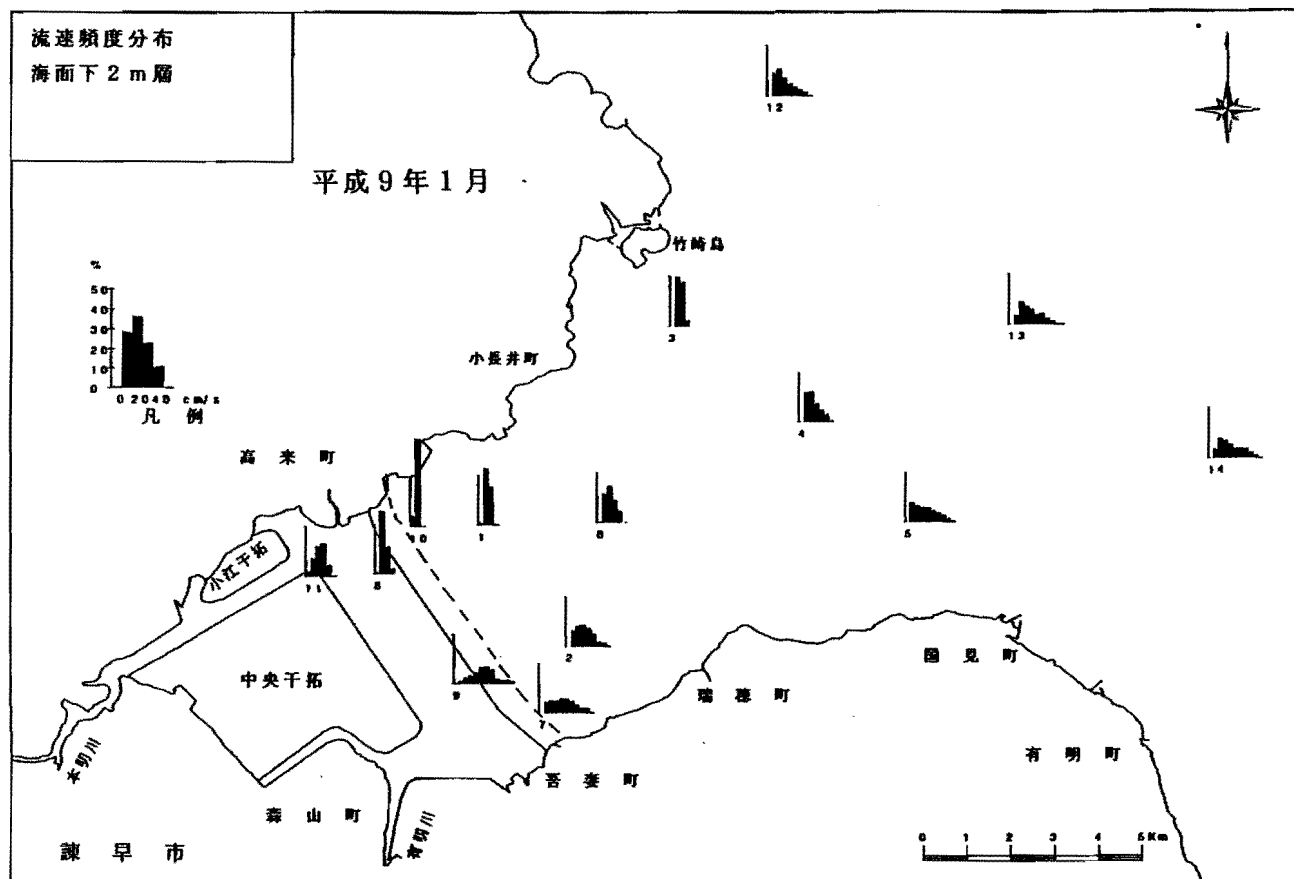


図 13-2-2 (1) 流速頻度水平分布

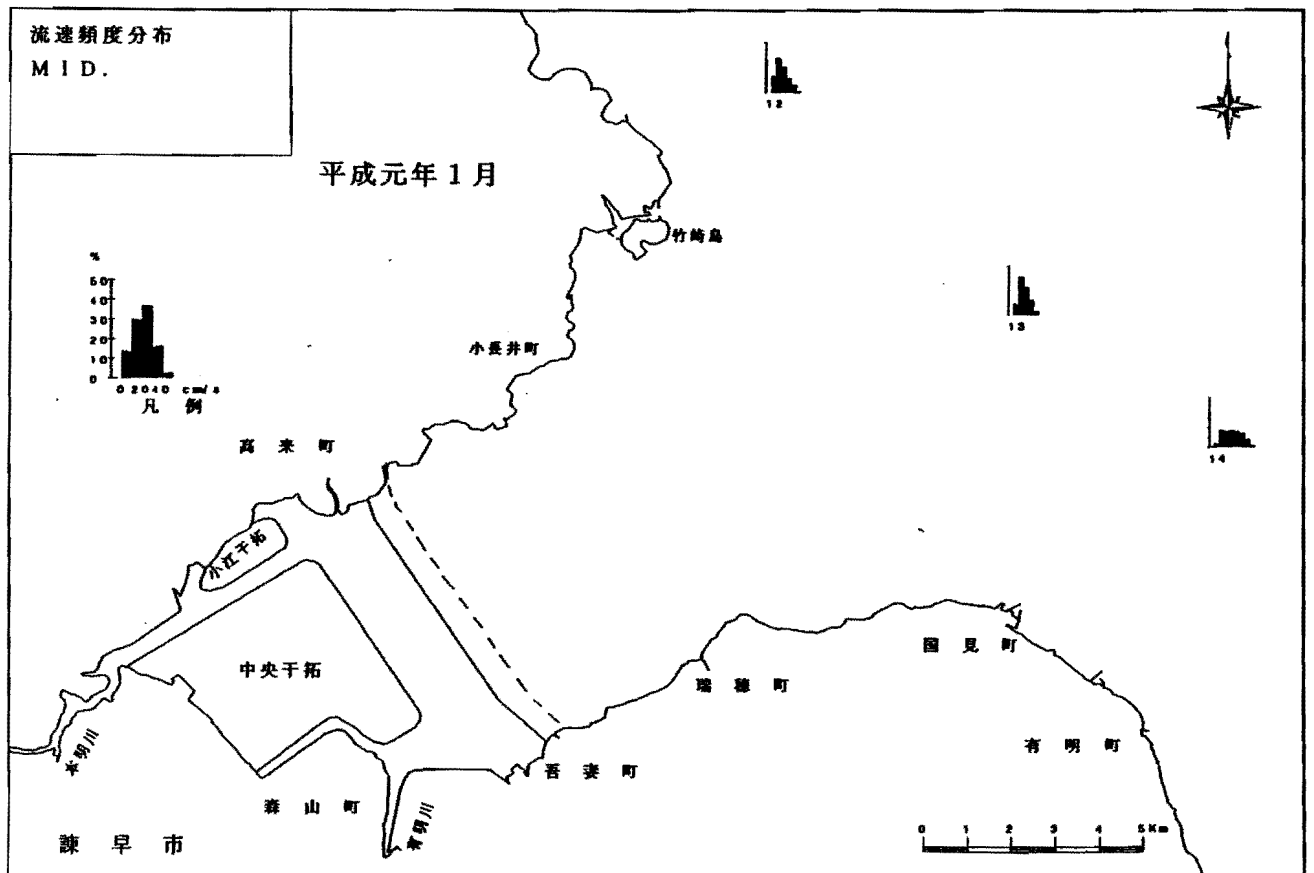
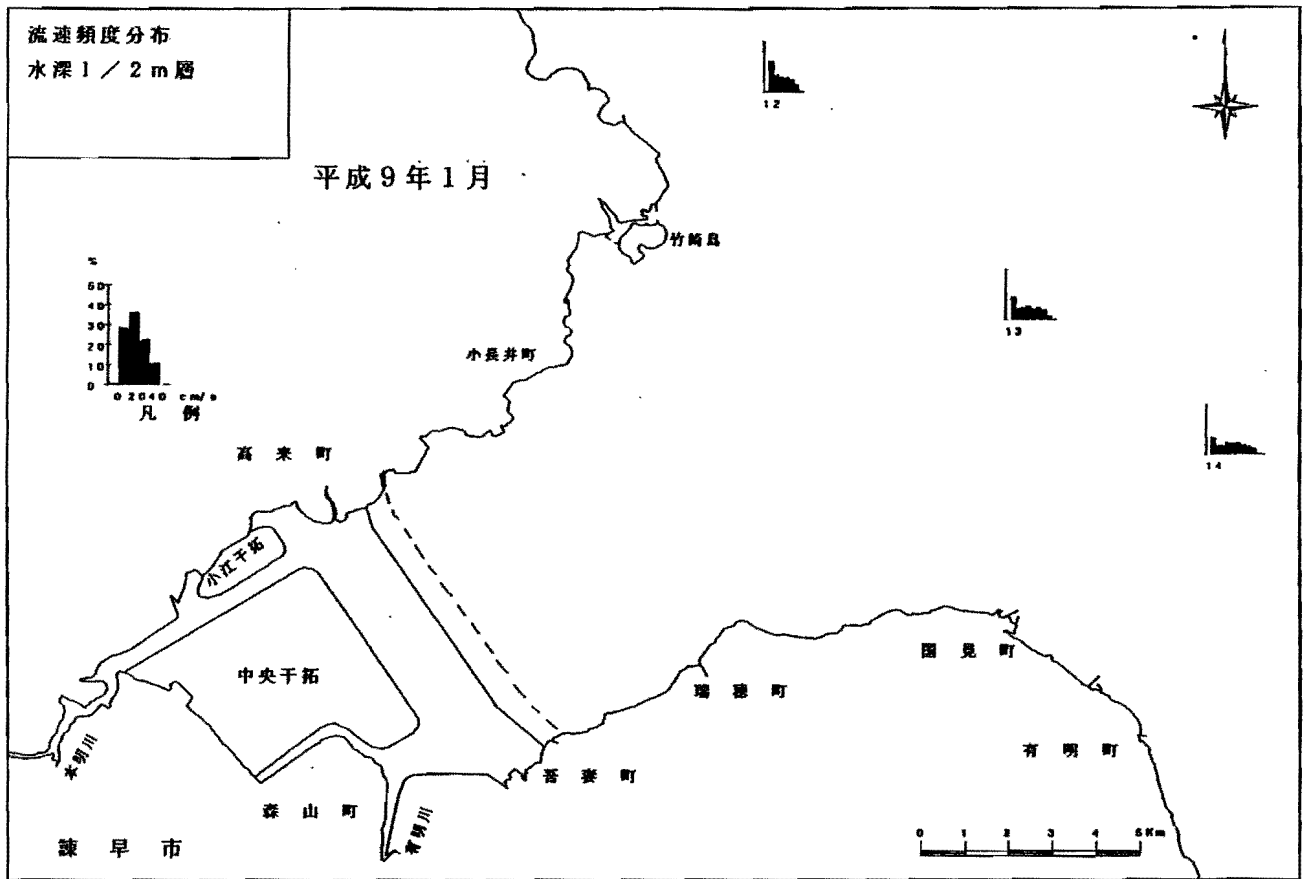


図13-2-2 (2) 流速頻度水平分布

13-2-2 観測期間中の最大流速

平成元年調査時における観測期間中の最大流速は、約43～106cm/secの範囲で出現し、観測層（上・中層）による大きな値の差は認められなかった。また、海域別にみると、湾外海域（S t. 12～14）では約48～106cm/secの範囲で出現し、湾口から湾奥にかけては約43～74cm/secの出現範囲となっており、湾外海域より若干遅い傾向を示していた。また、最大流速の流向についてみると、湾外では北西・南東方向、湾口から湾奥にかけては概ね地形に沿った南西・北東方向となっていた。

平成9年調査時における各観測点の観測期間中の最大流速は、約13～117cm/secの範囲で出現し、海域別にみると、湾外海域では約68～102cm/secの範囲を示し、観測層による値の差はほとんど認められなかった。潮受堤防北側の2地点（S t. 1, 10）では流入方向への流れで最大流速を示すが、その流速は他の観測点に比べ小さくなっていた。また、堤防内では堤防南側開口部付近に位置するS t. 9で117.4cm/secの最大流速が出現し、本調査海域で最も速い流れとなっていた。また、その最大流速時の流向は北西～西北西で湾奥への流入傾向を示した。なお、出現時期は大潮（1月24日望：満月）の前後に出現していた。

次に、平成元年、9年調査における観測期間中の最大流速値を比較すると、表13-2-2, 3に示すように、流速・流向の変化は、潮受堤防周辺海域で顕著であり、堤防北側で流速減少、南側で流速増加の傾向が認められた。特に、堤防北側前面のS t. 10では、平成元年は40～50cm/secの最大流速を示していたが、平成9年では10cm/sec前後に減少した。また、堤防南側開口部付近では平成9年には、平成元年の2倍近くに増加した最大流速の出現が認められた。

表13-2-2 平成元年、9年における最大流速比較

単位：流速cm/sec, 流向°

観 測 年			湾 外	湾 口	湾 央	堤 防 北 側	堤 防 南 側
上 げ 潮 時	平 成 元 年	流 速	48.0～95.2	42.6～66.5	40.7	41.4～59.3	42.1～47.4
		流 向	299～340	269～319	237	231～241	235～249
	平 成 9 年	流 速	68.0～95.8	24.9～80.2	37.7	12.7～44.9	50.5～117.4
		流 向	306～349	264～303	243	227～310	218～304
下 げ 潮 時	平 成 元 年	流 速	46.8～105.8	31.8～73.9	43.2	44.9～66.1	46.1～53.6
		流 向	119～167	95～172	57	58～ 80	65～71
	平 成 9 年	流 速	59.6～102.1	25.8～84.0	42.7	9.2～33.6	73.0～97.4
		流 向	133～163	91～121	58	39～126	37～121

表13-2-3

平成元年、9年における平均流速及び最大流速比較表

観測点	平均流速 (cm/s)	主流向⇄(反主流向) (°)	上げ潮時最大流速・流向		下げ潮時最大流速・流向		海 域 区 分
			流 速 (cm/s)	流 向 (°)	流 速 (cm/s)	流 向 (°)	
S t . 1	8.8	240⇄(60)	21.7	242	20.8	62	堤防北側海域
	19.6	240⇄(60)	41.4	239	44.9	61	
S t . 2	27.4	215⇄(35)	50.5	218	73.0	37	堤防南側海域
	21.0	245⇄(65)	42.1	236	46.1	65	
S t . 3	10.7	295⇄(115)	24.9	303	25.8	121	湾口海域
	11.4	325⇄(145)	42.6	319	31.8	172	
S t . 4	19.2	290⇄(110)	54.3	293	56.8	110	湾口海域
	18.2	285⇄(105)	59.7	282	51.0	102	
S t . 5	31.4	270⇄(90)	80.2	264	84.0	91	湾口海域
	25.5	270⇄(90)	66.5	269	73.9	95	
S t . 6 (S t . B-1)	16.6	240⇄(60)	37.7	243	42.7	58	湾央海域
	21.5	245⇄(65)	40.7	237	43.2	57	
S t . 7	40.0	250⇄(70)	74.9	245	97.4	71	堤防南側海域
	21.4	250⇄(70)	42.4	235	46.7	65	
S t . 8	8.7	310⇄(130)	29.2	310	20.5	126	堤防北側海域
	21.8	260⇄(80)	59.3	241	66.1	80	
S t . 9	51.1	300⇄(120)	117.4	304	75.5	121	堤防南側海域
	20.3	260⇄(80)	47.4	249	53.6	71	
S t . 10	3.7	205⇄(25)	12.7	227	9.2	39	堤防北側海域
	17.3	235⇄(55)	43.4	231	49.1	58	
S t . 11	18.2	275⇄(95)	44.9	275	33.6	93	堤防北側海域
	23.4	260⇄(80)	51.2	260	56.5	82	
S t . 12 上層	24.6	345⇄(165)	70.2	344	69.9	163	湾外海域
	18.4	345⇄(165)	62.2	340	52.2	166	
S t . 12 中層	23.9	350⇄(170)	68.0	349	59.6	157	湾外海域
	21.3	335⇄(155)	56.3	335	50.6	167	
S t . 13 上層	33.6	305⇄(125)	94.9	306	86.1	134	湾外海域
	33.1	310⇄(130)	81.8	318	80.8	139	
S t . 13 中層	33.3	310⇄(130)	84.0	308	83.3	138	湾外海域
	21.1	305⇄(125)	48.0	305	46.8	119	
S t . 14 上層	36.7	315⇄(135)	85.5	313	91.1	133	湾外海域
	40.6	300⇄(120)	95.2	307	105.8	125	
S t . 14 中層	42.0	320⇄(140)	95.8	321	102.1	138	湾外海域
	36.5	300⇄(120)	79.3	299	77.7	126	

注) 上段は平成9年観測結果、下段は平成元年観測結果を示す。

13-2-3 主要四分潮の潮流楕円

平成元年及び平成9年の調査結果より算出した調和定数のうち、流速が卓越している主要4分潮について長軸方向の流速の比較を行った。

各調査時における振幅の出現状況は、表13-2-4, 5に示すとおりであり、各分潮の楕円分布図は、図13-2-3(1)~(8)に示すとおりである。

表13-2-4 主要4分潮の流速比較

単位: cm/sec

分潮	観測年	湾外	湾口	湾央	堤防北側	堤防南側
M ₂	平成元年	22.9~51.4	15.7~37.9	30.2	23.8~30.1	26.3~29.8
	平成9年	32.8~62.1	14.9~47.2	24.0	5.0~16.9	39.0~69.4
S ₂	平成元年	14.4~33.1	7.5~18.8	13.8	10.4~16.9	13.6~14.4
	平成9年	17.4~30.4	6.4~21.9	11.3	2.1~6.2	18.1~32.2
K ₁	平成元年	3.1~6.0	1.5~4.0	2.2	4.7~7.0	1.9~2.2
	平成9年	4.3~6.5	1.2~4.4	2.0	0.4~2.2	4.7~7.0
O ₁	平成元年	2.7~7.3	1.9~3.6	3.0	2.2~3.8	2.8~3.7
	平成9年	3.8~5.7	2.6~7.9	4.2	1.1~4.8	4.9~6.0

平成元年の調査結果による潮流楕円の中で最も大きい振幅(流速)を示す分潮は、各観測点ともM₂分潮であり、その振幅は15.7~51.4cm/secの範囲となっていた。観測点別にみると湾外海域のS t. 14の上層が51.4cm/secと最も大きく、次いで、同じ湾外海域のS t. 14の中層が49.8cm/sec、S t. 13の上層が45.5cm/secの順に大きく、湾外海域の振幅(流速)が大きい傾向を示していた。

次に、各観測点で卓越したM₂分潮の楕円方向をみると、湾外海域のS t. 12, 13, 14は上・中層とも北北西⇄南南東または北西⇄南東方向に長軸を有する楕円形状を

示し、特に中層は往復流傾向が極めて強いため、線形的楕円形状となっていた。

また、湾口海域の S t. 3, 4, 5 では、西北西⇄東南東または東⇄西方向に長軸を有す楕円形状を示しており、特に S t. 5 では、線形に近い形状であった。

湾央 (S t. B-1 : 平成9年では S t. 6) 及び潮受堤防外側海域 (S t. 1, 2, 7, 10) の観測点では、概ね諫早湾 (海岸線) の地形に平行 (南西⇄北東方向) な長軸方向を有していた。また、湾内南側海域の堤防開口部付近では、北西⇄南東方向または南西⇄北東方向へ、かなり大きな振幅を示し、逆に北側海域 (S t. 8, 11) では潮受堤防陸域化に伴う地形的影響により、振幅 (流速) は小さくなっていた。

平成9年調査においても平成元年調査と同様に、卓越する分潮は半日周潮成分の M_2 分潮であり、全観測点で $7.1 \sim 101.6 \text{ cm/sec}$ の範囲の振幅を示していた。観測点別には潮受堤防内側海域の S t. 9 で 101.6 cm/sec と最も大きく、次いで湾外海域の S t. 14 の中層が 92.5 cm/sec と大きくなっていたが、湾内北側海域の観測点 (S t. 1, 3, 8, 10, 11) では他の観測点に比べ、小さい振幅値となっていた。

次に、各観測点の楕円方向についてみると、湾外周辺海域の S t. 12, 13, 14 は上・中層とも北北西⇄南南東または北西⇄南東方向に長軸を有する楕円形状を示し、この3地点の中層は往復流傾向が極めて強いため、線形的楕円形状となっていた。

湾口海域の S t. 3, 4, 5 では、西北西～東南東、東西方向に長軸を有す形状を示しており、特に S t. 11 では、線形に近い形状であった。

湾央 (S t. 6) 及び潮受堤防外側海域 (S t. 1, 2, 7, 10) の観測点では、ほぼ諫早湾 (海岸線) の地形に平行な長軸方向を有していた。また、湾内南側海域の堤防開口部付近では、かなり大きい振幅を示し、逆に北側海域は潮受堤防陸域化に伴う地形的影響により、振幅 (流速) が小さい傾向が認められた。

一方、潮受堤防内側海域の S t. 8, 9 では、北西～南東方向、S t. 11 では東西方向へ長軸を持つ楕円形状を示すが、これも潮受堤防陸域化の影響により、堤防開口部への流れが卓越した結果と言える。

次に、平成元年、9年調査における潮流楕円を比較すると、本調査海域の最卓越分潮である M_2 、 S_2 分潮は、湾外及び湾口周辺海域の観測点 (S t. 12～14, 3～5) では顕著な変化は認められなかった。また、流れの卓越方向を示す長軸方向は、両調査とも北側よりそれぞれ北西⇄南東方向、北北西⇄東南東方向、東⇄西方向を示し大きな変化は認められない。

次に、湾央周辺海域 (S t. 6) では、振幅は若干減少しているが、流向は北東～南西方向の往復流を示し大きな変化はみられない。

堤防周辺では、南側海域で流速に増加傾向がみられ、堤防内側の S t. 9 では2倍以上の増加、堤防外側の S t. 2, 7 では1.3～2倍近くの増加を示している。

一方、北側海域では、前回調査に比較し流速減少が認められる。すなわち、平成元年調査では、流速が M_2 分潮で $23.8 \sim 30.1 \text{ cm/sec}$ 、 S_2 分潮で $10.4 \sim 16.9 \text{ cm/sec}$ を示していたが、本調査 (平成9年) では、平成元年調査時の30～70%程度の流速に減少している。

特に、S t. 10では、 M_2 、 S_2 分潮とも流速がそれぞれ 5.0 cm/sec 、 2.1 cm/sec と、

平成元年調査時の約20%に減少し、流向も東偏している。また堤防内側のS t. 8は流速が30%に減少し、流向も東北東（西南西）方向から北西（南東）に変化している。

次に、K₁、O₁分潮をみると、流速は両方とも堤防南側開口部付近で増加が認められ、さらにO₁分潮においては湾口部S t. 4, 5での流速増加が認められる。

また、流向の長軸方向を比較するとK₁分潮では、S t. 8が東北東（西南西）方向から北西（南東）方向、S t. 9が北東（南西）から北西（南東）方向、S t. 10が北東（南西）方向から北北西（南南東）方向へ長軸を持つ流況に変化している。

O₁分潮では、S t. 8が東北東（西南西）方向から東（西）方向、S t. 9が北東（南西）から北西（南東）方向へ長軸を持つ流況に変化している。

調査海域は半日周潮成分と日周潮成分の潮流成分でみると、日周潮成分が極めて弱く、半日周潮成分が卓越しており、潮汐による内湾型の流況を呈していることが認められた。

表13-2-5

主要4分潮の流速及び潮流槽円の長軸比較

観 測 点	M ₂ 分 潮		S ₂ 分 潮		K ₁ 分 潮		O ₁ 分 潮		海 域 区 分
	流 速 (cm/s)	長軸方向 (°)	流 速 (cm/s)	長軸方向 (°)	流 速 (cm/s)	長軸方向 (°)	流 速 (cm/s)	長軸方向 (°)	
S t . 1	12.5	61	6.0	62	1.2	62	2.8	59	堤防北側海域
	27.2	62	12.4	63	2.0	58	2.5	64	
S t . 2	39.0	36	18.1	37	4.7	43	6.0	35	堤防南側海域
	29.4	64	13.9	67	2.0	55	2.9	57	
S t . 3	14.9	297	6.4	300	1.2	25	2.6	304	湾 口 海 域
	15.7	323	7.5	336	1.5	331	1.9	286	
S t . 4	28.7	290	14.4	285	2.9	90	6.0	286	湾 口 海 域
	25.2	288	14.0	284	3.1	107	2.7	282	
S t . 5	47.2	271	21.9	271	4.4	77	7.9	83	湾 口 海 域
	37.9	91	18.8	269	4.0	84	3.6	269	
S t . 6 (S t . B - 1)	24.0	61	11.3	61	2.0	62	4.2	59	湾 央 海 域
	30.2	61	13.8	62	2.2	48	3.0	71	
S t . 7	57.0	69	24.8	66	6.9	79	4.9	51	堤防南側海域
	29.8	61	13.6	69	2.2	56	2.8	39	
S t . 8	8.1	315	5.7	312	2.2	307	1.1	275	堤防北側海域
	30.1	280	16.9	261	2.2	257	3.8	252	
S t . 9	69.4	301	32.2	301	7.0	302	6.0	303	堤防南側海域
	26.3	72	14.4	72	1.9	68	3.7	42	
S t . 10	5.0	29	2.1	42	0.4	349	1.5	51	堤防北側海域
	23.8	55	10.4	57	1.8	55	2.2	54	
S t . 11	16.9	272	6.2	274	2.1	66	4.8	282	堤防北側海域
	31.2	82	16.6	80	2.8	78	3.1	69	
S t . 12 上 層	32.8	340	19.0	343	4.3	324	4.4	13	湾 外 海 域
	22.9	339	14.4	342	4.5	353	2.7	346	
S t . 12 中 層	33.1	346	17.4	342	4.3	340	4.6	337	湾 外 海 域
	23.5	324	15.3	329	3.7	338	5.1	311	
S t . 13 上 層	47.5	311	24.0	311	6.1	316	4.6	331	湾 外 海 域
	45.5	311	21.9	313	5.0	332	6.3	310	
S t . 13 中 層	49.4	311	24.6	312	5.4	315	5.7	315	湾 外 海 域
	24.9	310	13.3	311	3.1	271	3.1	81	
S t . 14 上 層	50.8	318	27.5	320	6.0	320	4.9	330	湾 外 海 域
	51.4	300	33.1	301	6.0	311	7.3	341	
S t . 14 中 層	62.1	320	30.4	324	6.5	319	3.8	322	湾 外 海 域
	49.8	304	26.3	298	4.9	295	5.7	290	

注) 上段は平成9年観測結果、下段は平成元年観測結果を示す。

1月

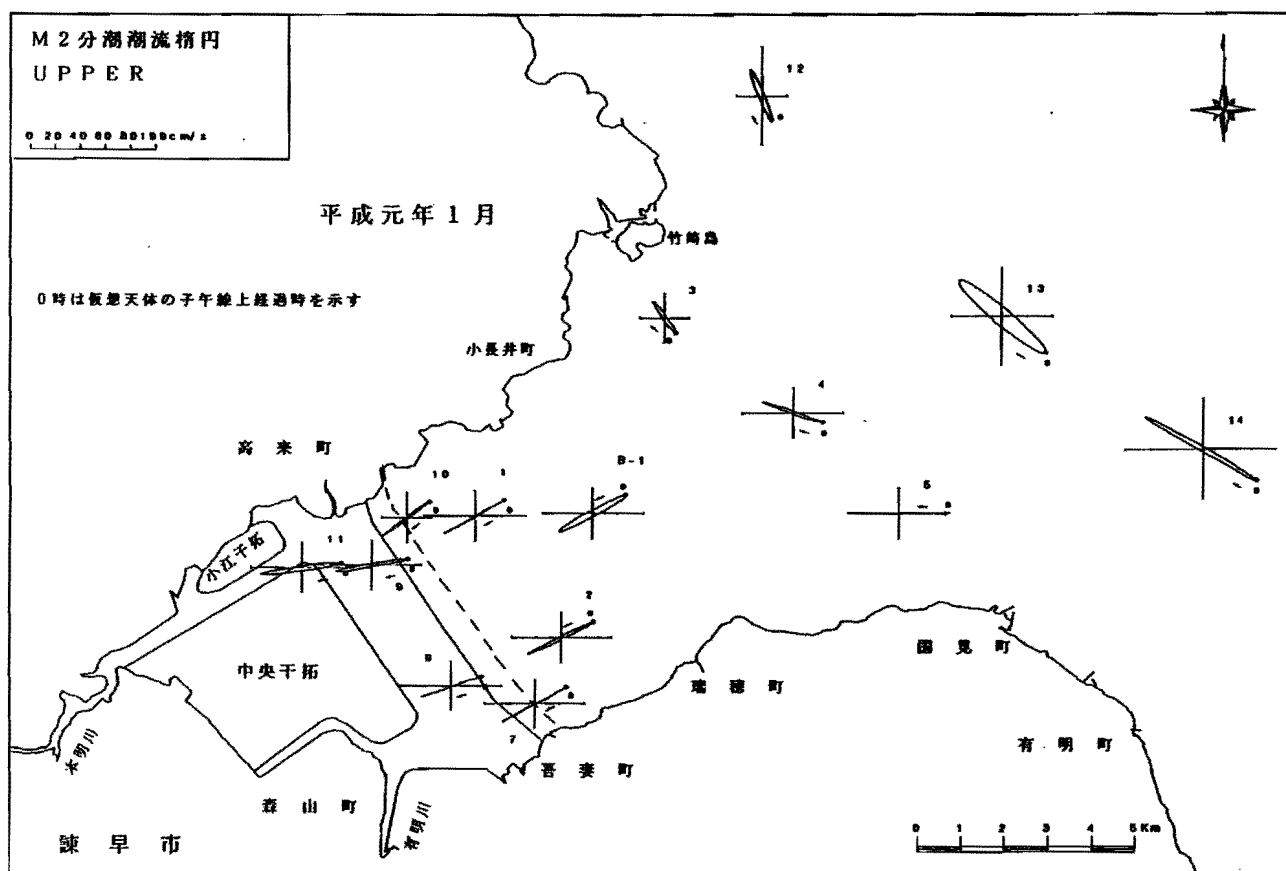
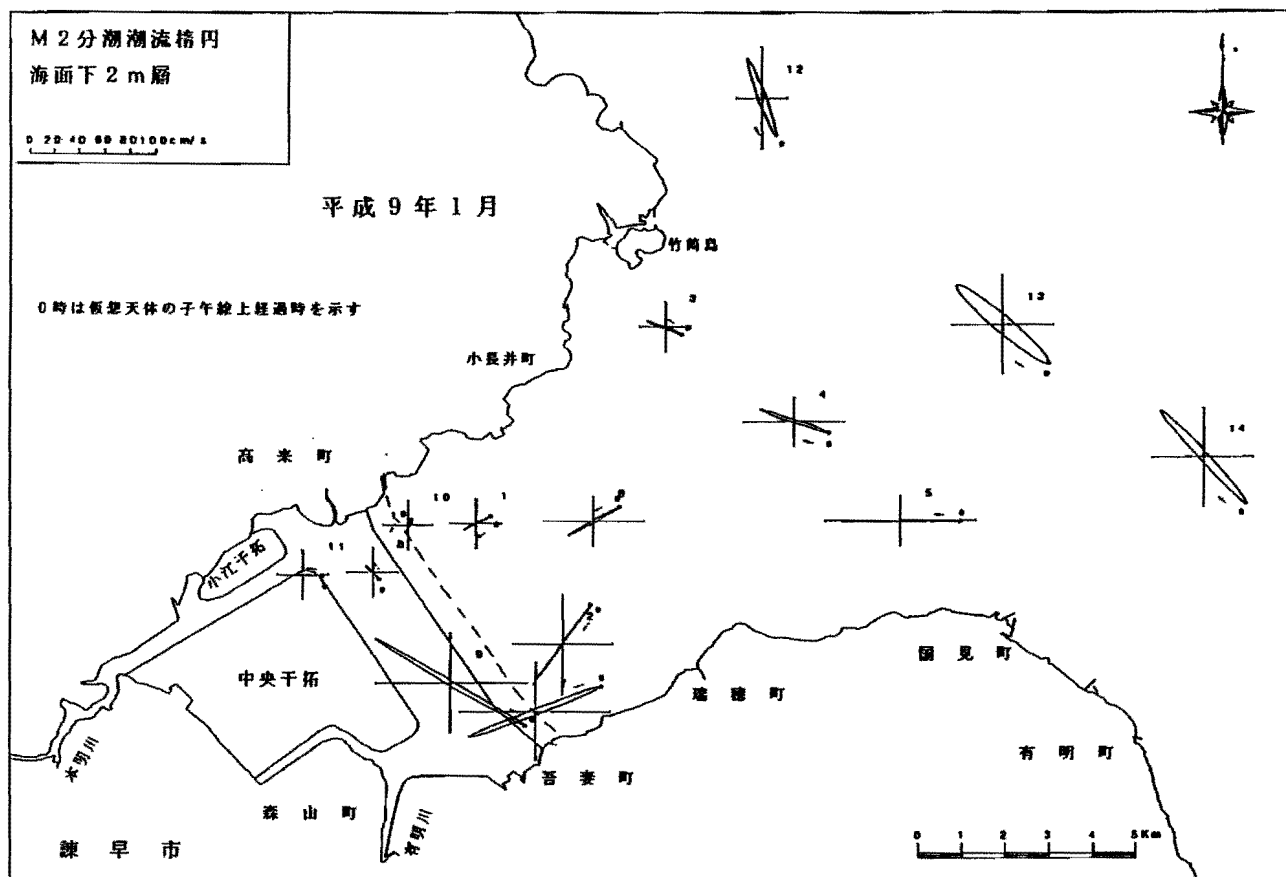


図13-2-3 (1) 潮流楕円水平分布図(M₂分潮)

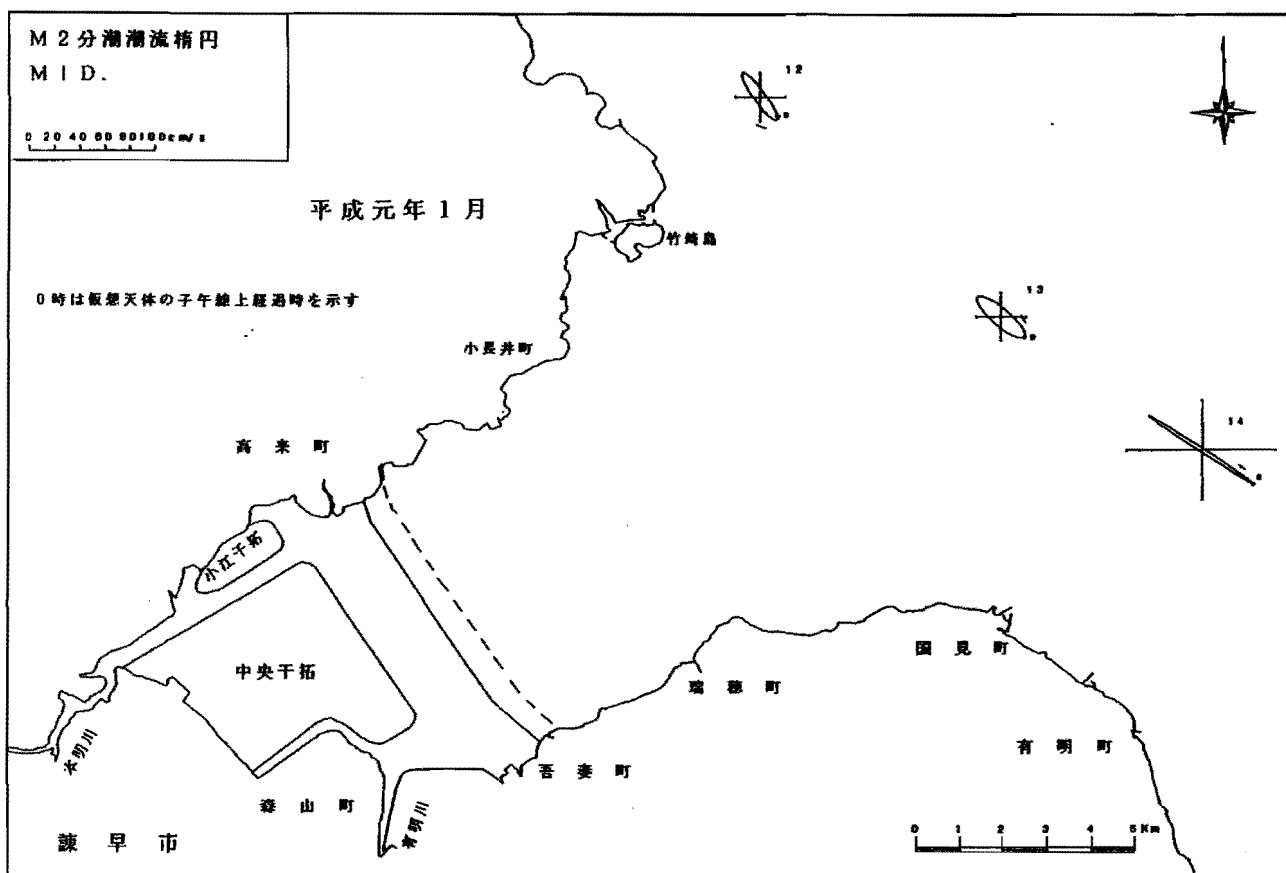
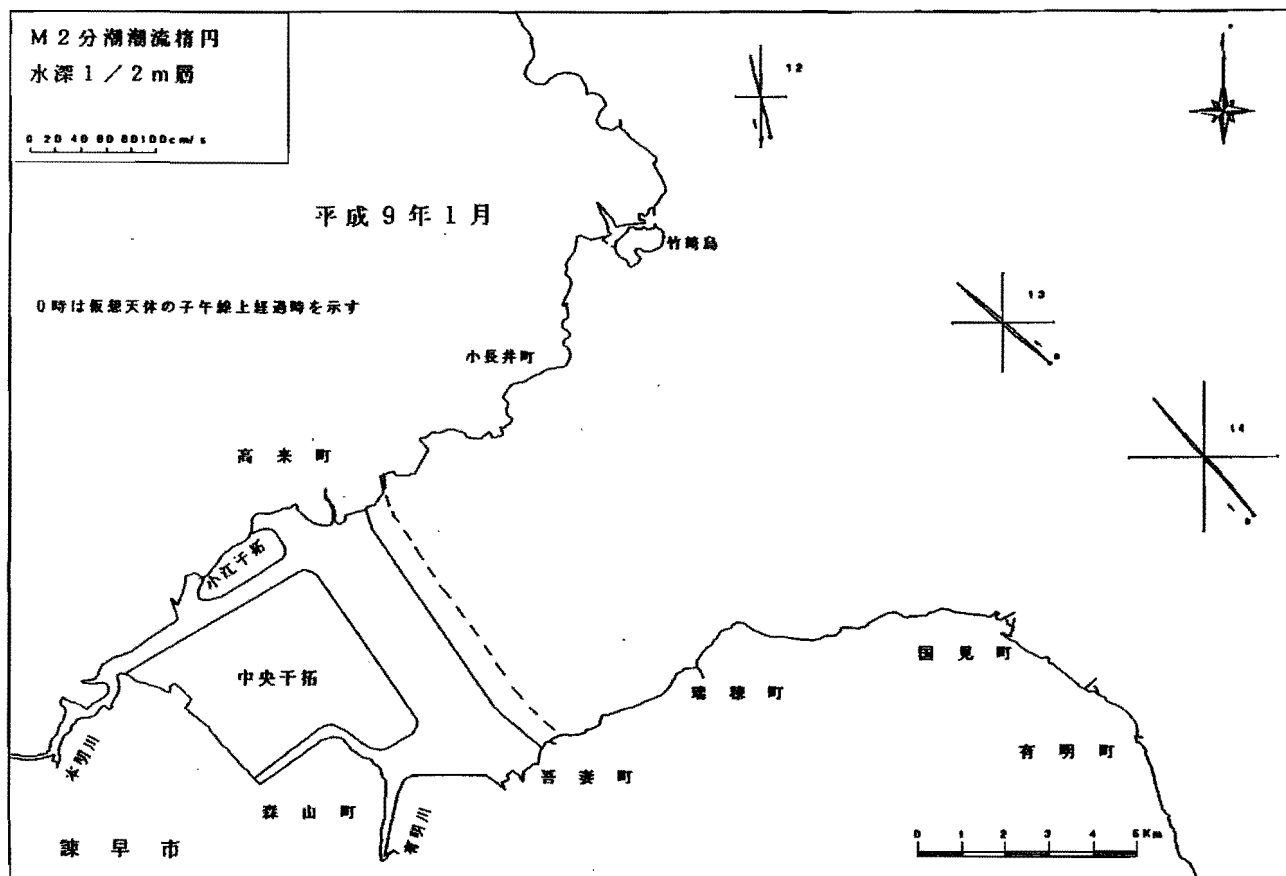


図13-2-3 (2) 潮流楕円水平分布図(M₂分潮)

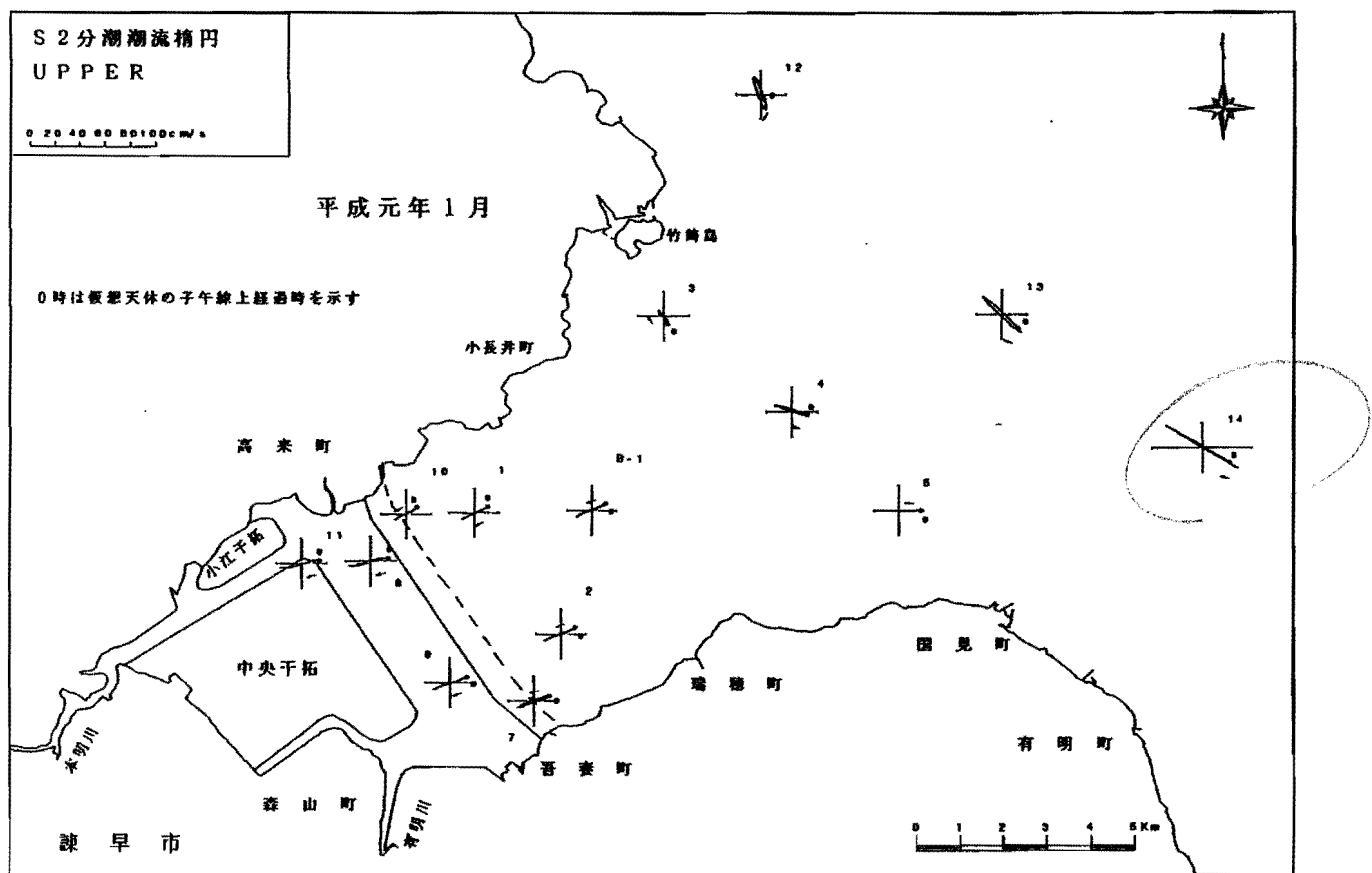
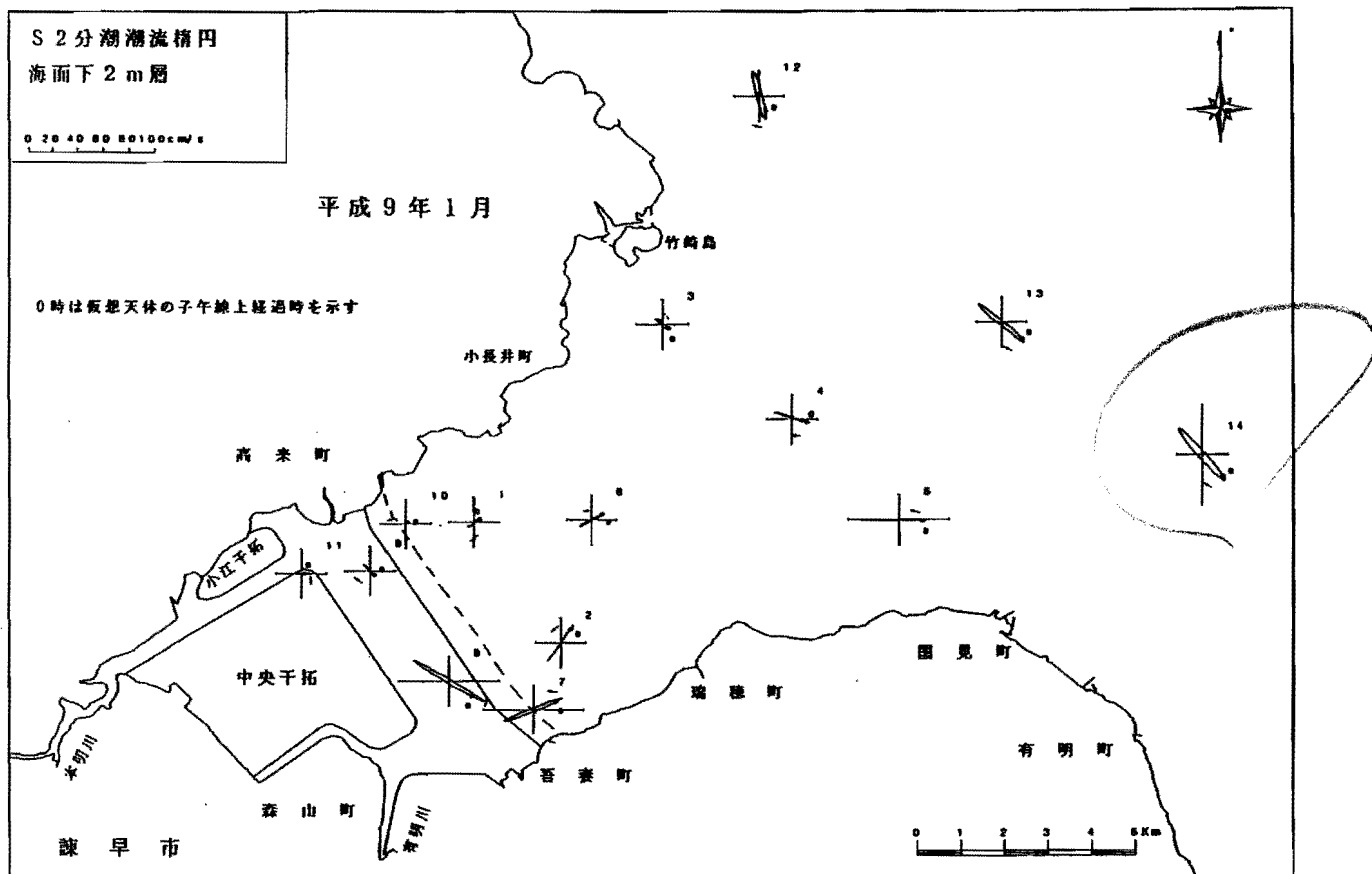


図13-2-3 (3) 潮流楕円水平分布図 (S₂分潮)

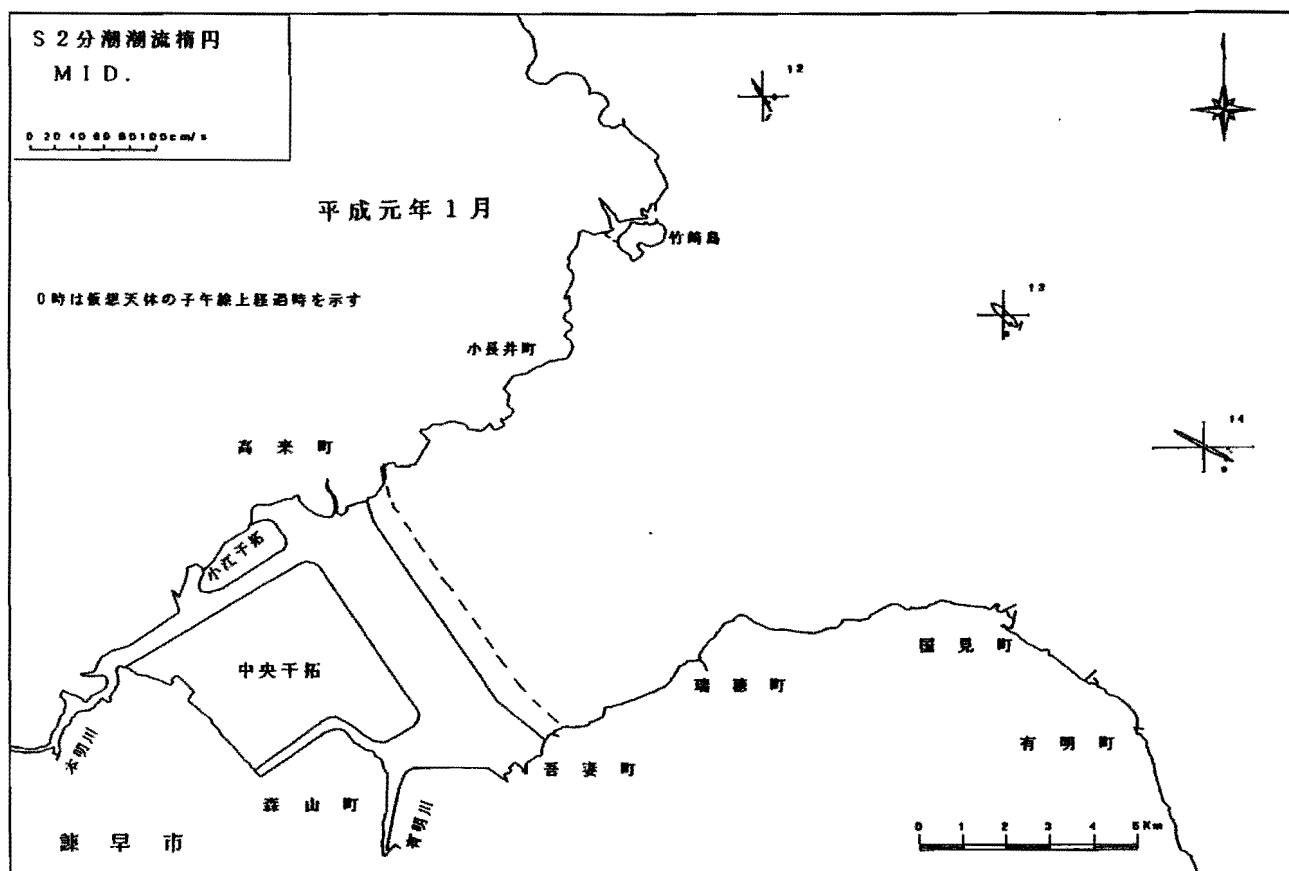
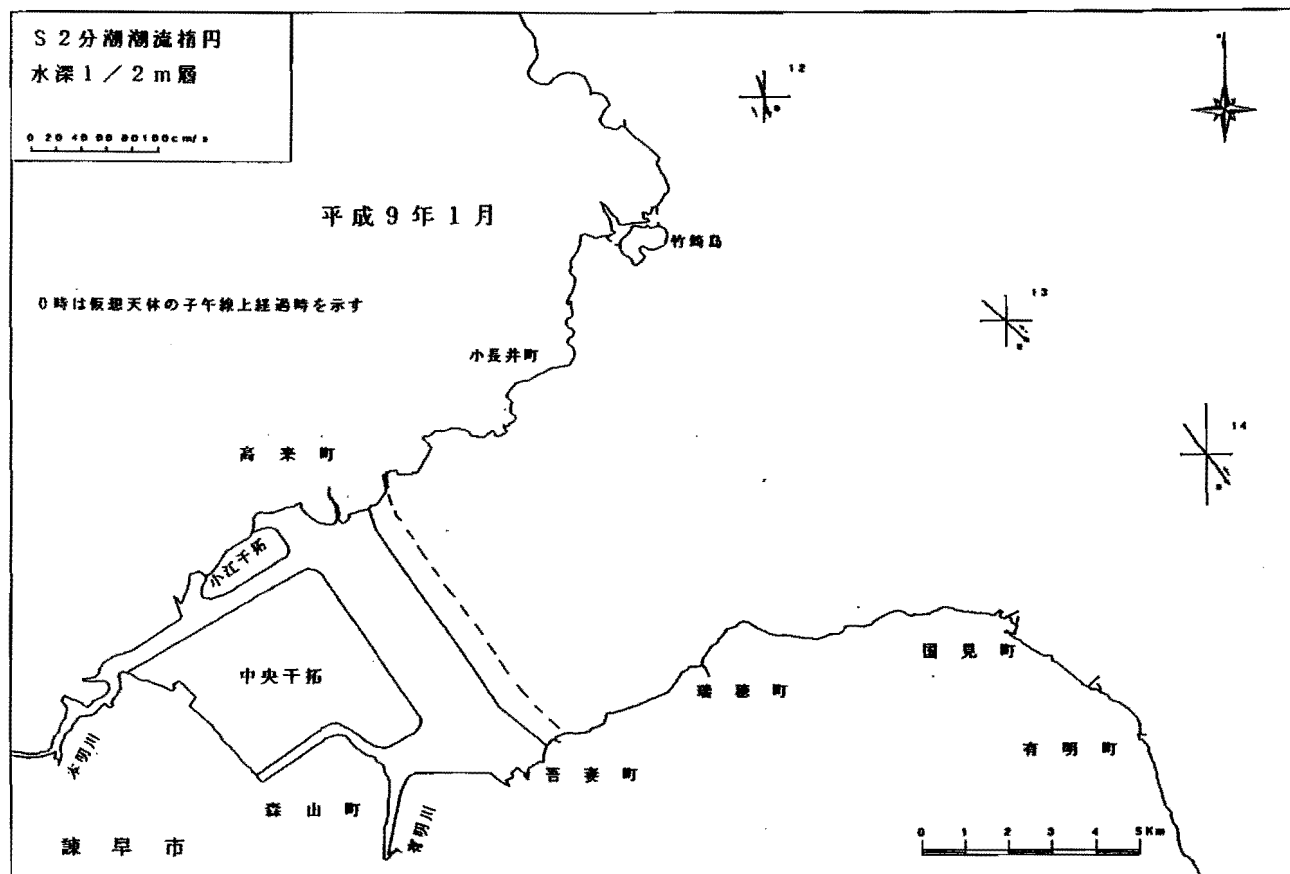


図13-2-3 (4) 潮流楕円水平分布図 (S₂分潮)

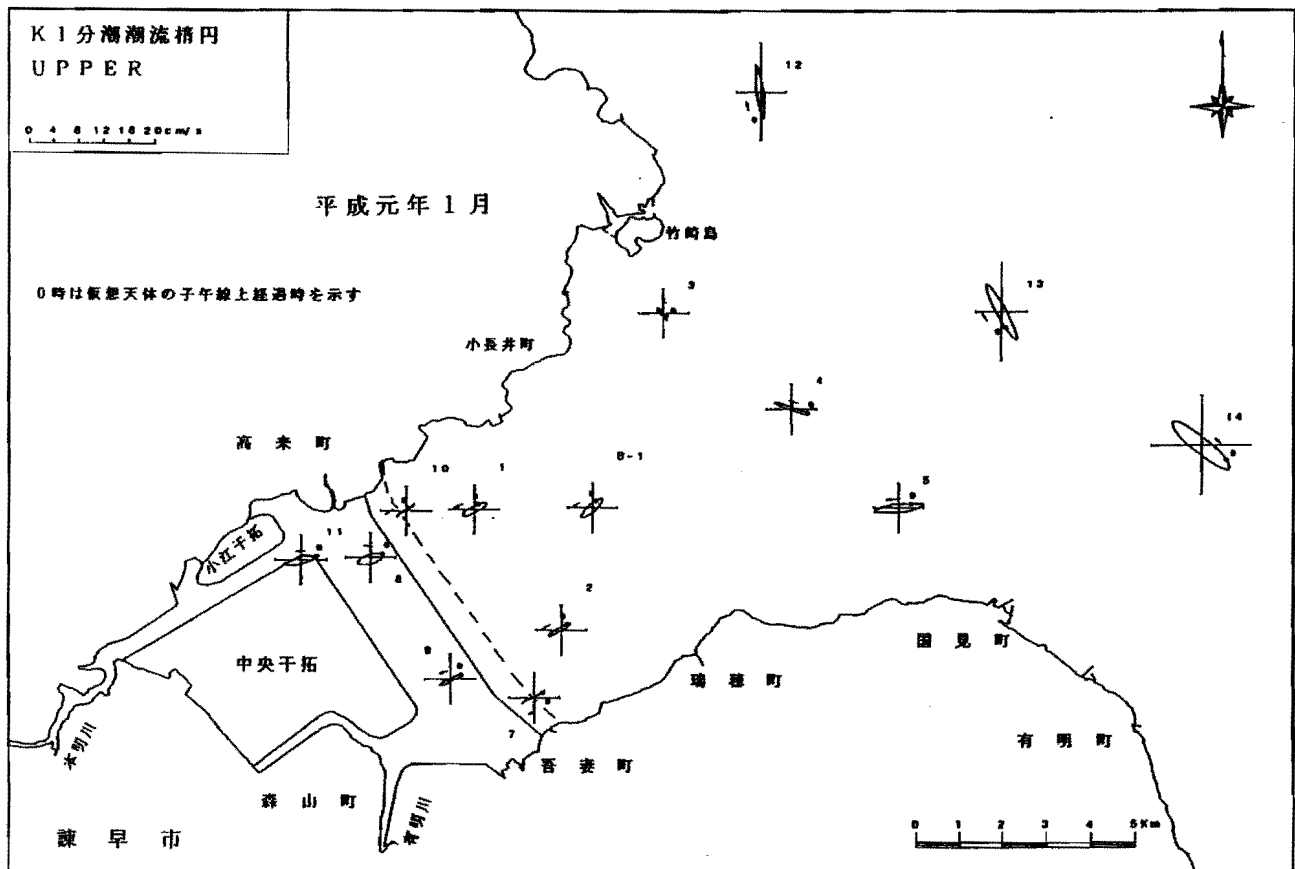
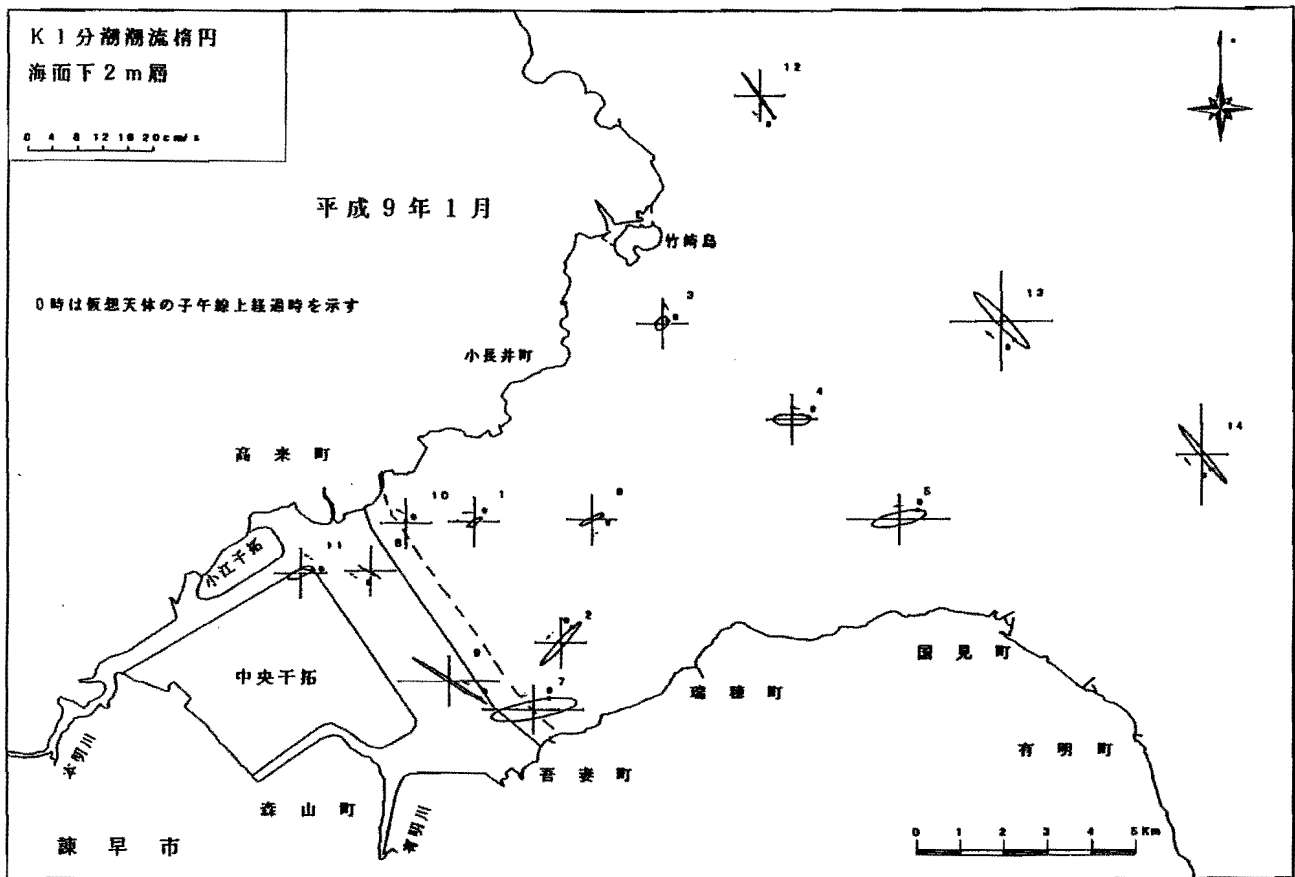


図13-2-3 (5) 潮流楕円水平分布図(K₁分潮)

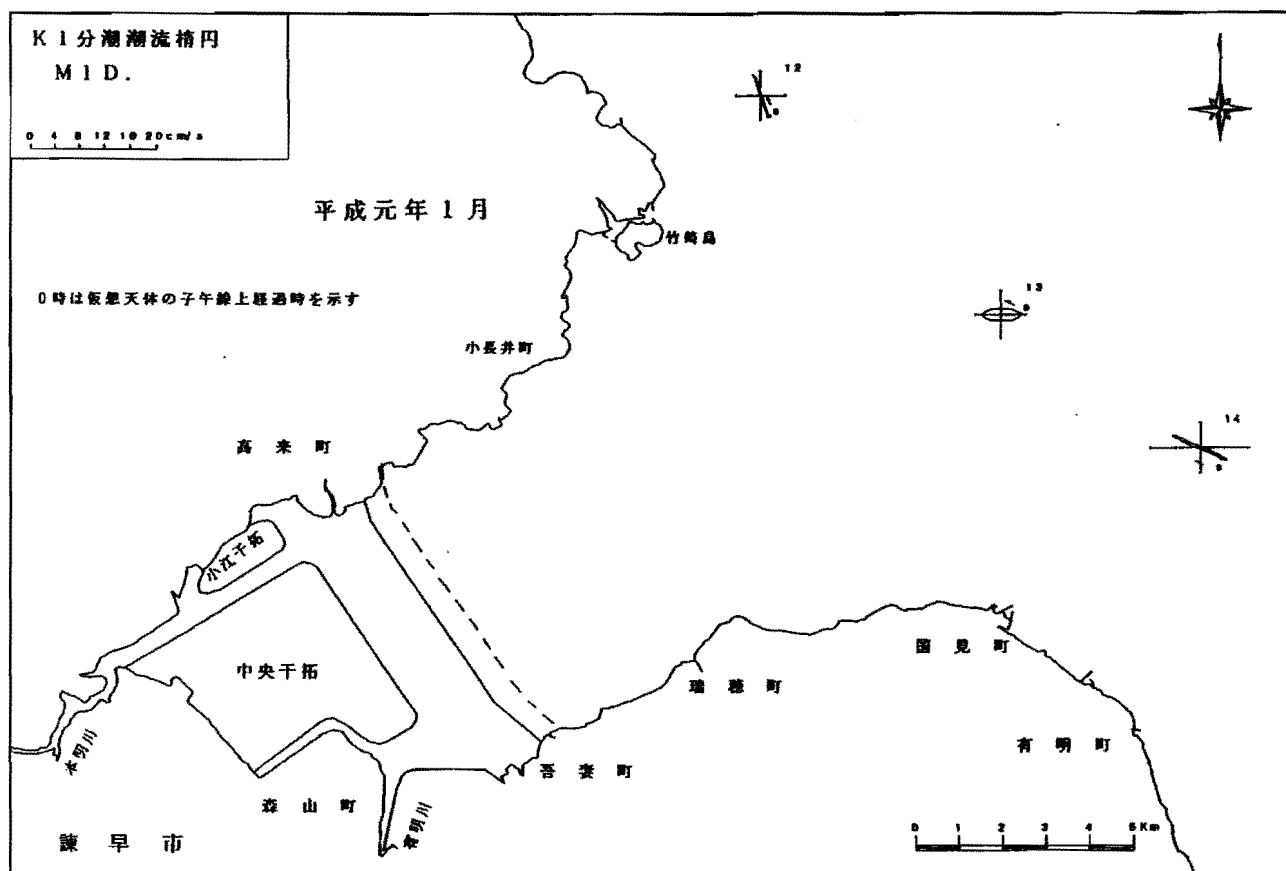
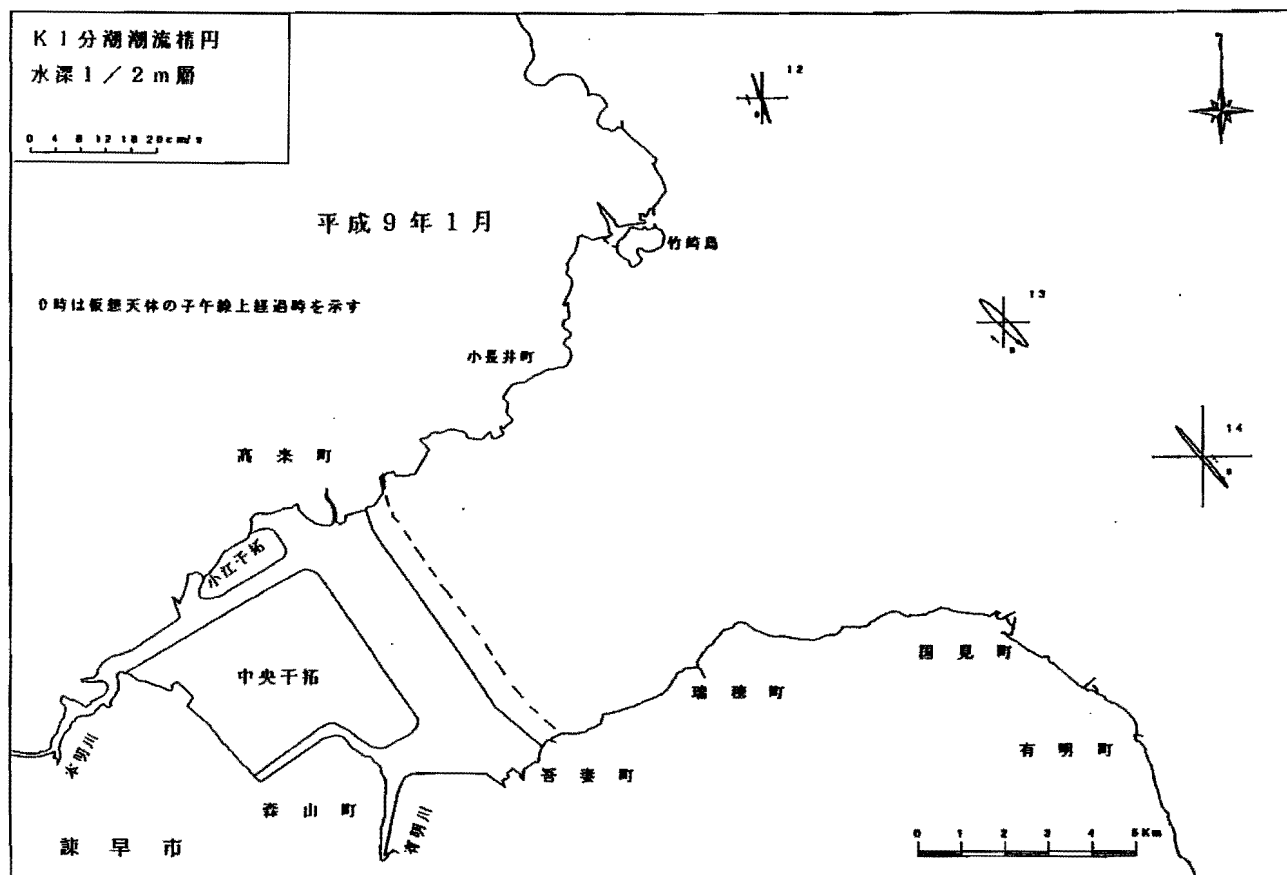


図13-2-3 (6) 潮流楕円水平分布図(K₁分潮)

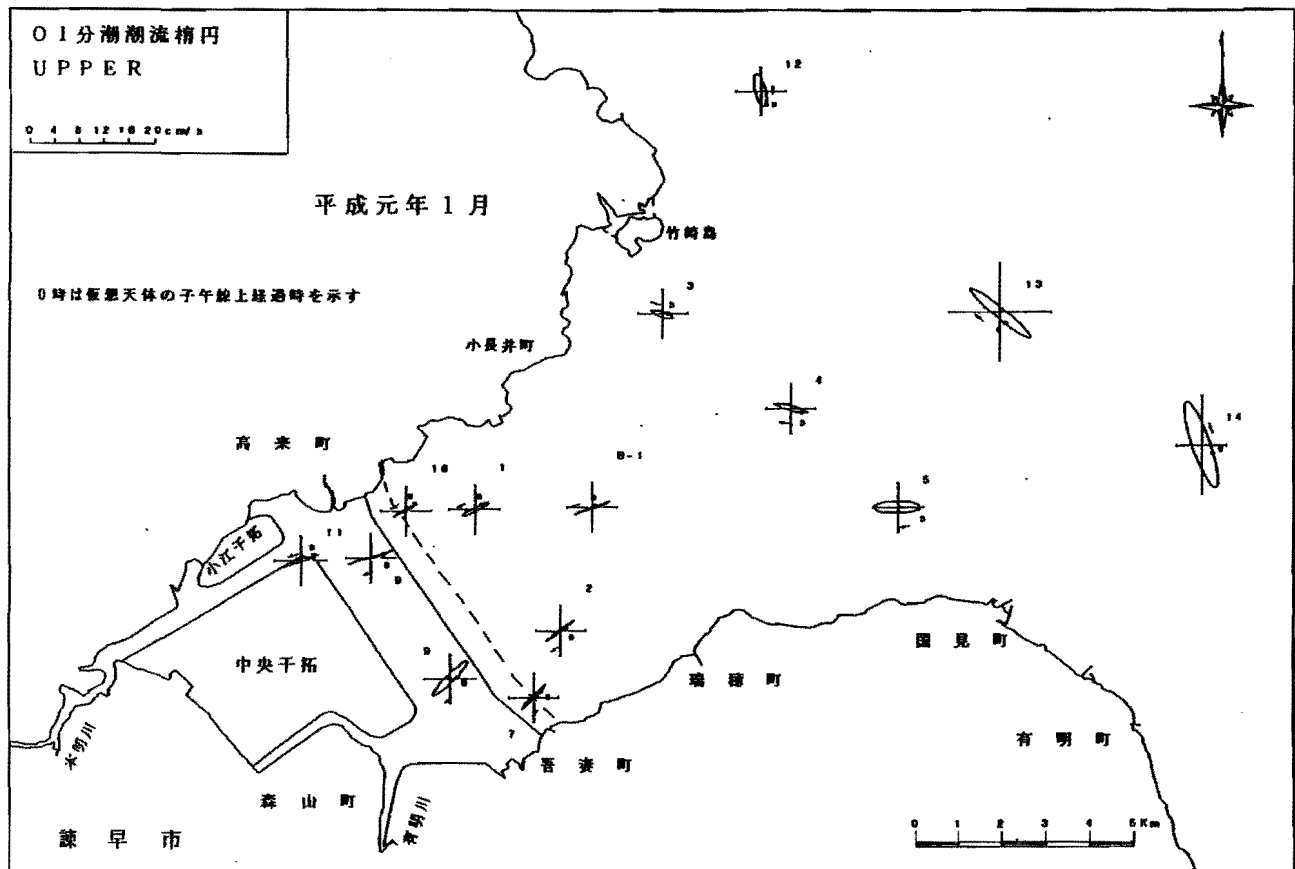
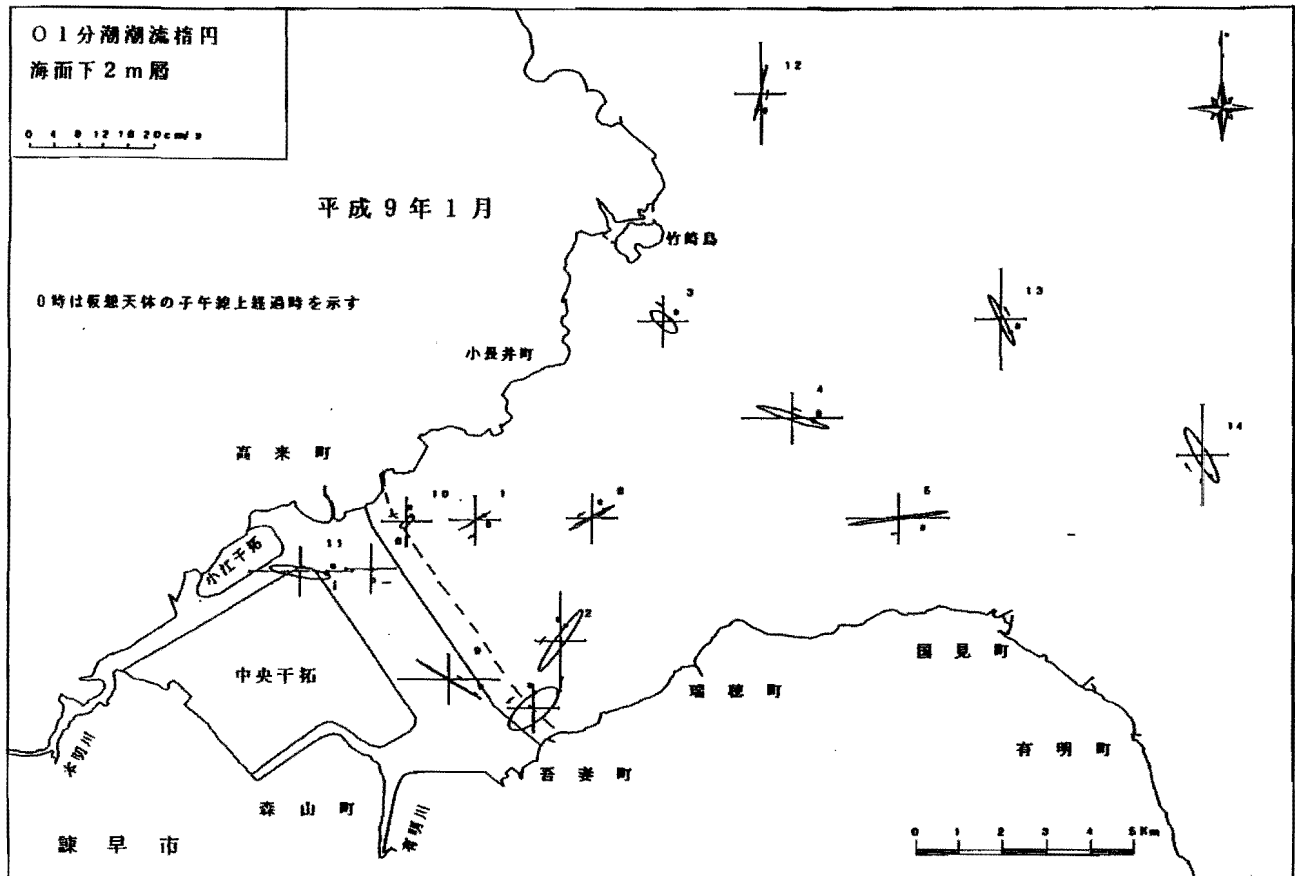


図13-2-3 (7) 潮流楕円水平分布図(0.1分潮)

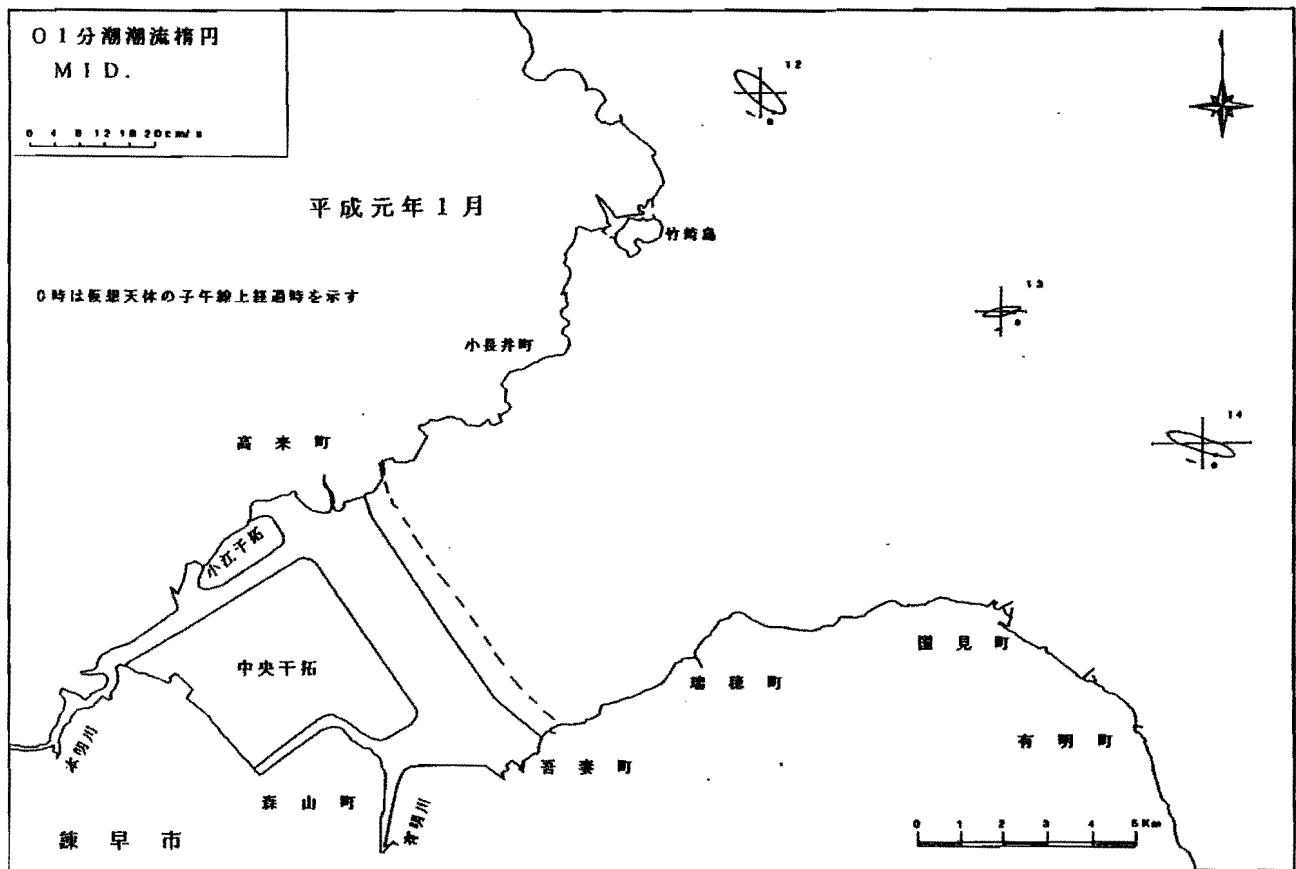
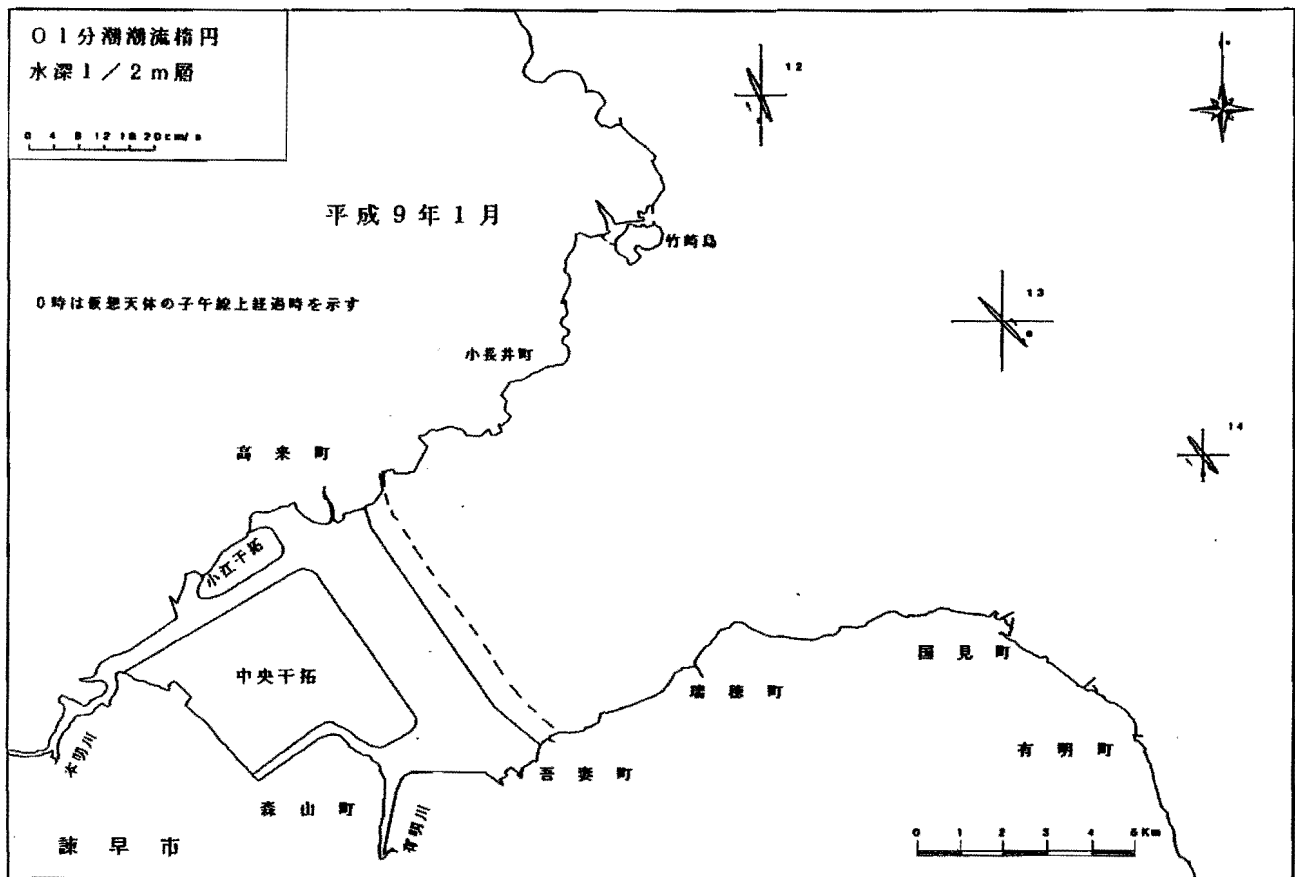


図13-2-3 (8) 潮流楕円水平分布図(0.1分潮)

13-2-4 恒流及び平均大潮期の流況

堤防締切前（工事前）と締切直前（工事完了前）の流況変化を把握するために、平成元年及び本調査結果（平成9年）について、恒流及び平均大潮期の流況の比較を行い、図13-2-4、13-2-5(1)～(12)、表13-2-6に示した。

(1) 恒 流

平成元年調査時の恒流は、 $0.1 \sim 5.7 \text{ cm/sec}$ と極めて遅い流速値を示している。また、流向は湾外の上層はほぼ南流系で、逆に中層は北流系を示していた。

平成9年調査時の恒流は、 $1.0 \sim 9.2 \text{ cm/sec}$ と極めて遅い流速値を示し、流向は湾外海域（S t. 12, 13, 14）の中層は北上する流れ、S t. 12の上層は南東流、S t. 13, 14の上層は湾内方向または有明町方向へ向かう南西流となっていた。また、湾口から湾内海域の流向についてみると、湾口北側に位置するS t. 3では竹崎島方向へ向かう北西流を示し、中央・南側に位置するS t. 4, 5は国見町向へ向かう南東流となっていた。湾中央から潮受堤防外側海域（S t. 1, 2, 6, 7, 10）では、諫早湾内の北側から南側へ向かう反時計廻りの流況となっていた。堤防内ではS t. 8, 9が流入方向の北西流を示し、S t. 11ではその反流として南東流を示している。

次に、平成元年、9年調査における恒流を比較すると、湾口付近では、両調査時ともほぼ等しい南流系を示していた。また、湾内では、湾奥部がほぼ東流系、湾中央～湾口にかけてはほぼ南流系を示しているが、平成9年調査では、湾口北側より海水が流入し、湾内を反時計回りに流れ、湾口南側より流出する流況となっている。また、恒流の流速は、平成元年で $0.1 \sim 3.8 \text{ cm/sec}$ 、平成9年で $1.0 \sim 9.2 \text{ cm/sec}$ と同程度の流速値となっている。

(2) 平均大潮期

平成元年における平均大潮期の流況をみると、下げ潮流（潮汐の高潮より低潮に向かう流れ）は湾外海域では南東流、湾内海域では流出方向の東北東流であり、上げ潮流（潮汐の低潮より高潮に向かう流れ）は湾外海域では北西流、湾内海域では流入方向の西南西流となっている。また、上げ潮流から下げ潮流への転流は、潮汐の高潮時から高潮後1時頃で、高潮後2時より低潮前1時まで下げ潮が続く。一方、下げ潮流から上げ潮流への転流は、潮汐の低潮後1時頃で、低潮後2時より高潮前1時まで上げ潮流が続く。

なお、下げ潮流の最強時は、湾内が高潮後3時頃、湾外海域では低潮前2時頃に出現し、湾内の下げ最強流速は、 50.3 cm/sec 、湾外においては 86.4 cm/sec に達している。一方、上げ潮流の最強時は湾内が低潮後3時頃、湾外海域では高潮前2時頃に出現し、最強流速は湾内で 44.8 cm/sec 、湾外で 80.1 cm/sec と下げ潮に対して幾分弱い傾向を示していた。

平成9年における平均大潮期の流況をみると、下げ潮流は湾外及び湾口海域では東～南東流、湾内の潮受堤防外側海域では流出方向の北東流を示し、堤防内側海域

では開口部へ向かう東流または南東流となっていた。上げ潮流は、湾外及び湾口海域では北西～西流、湾内の潮受堤防外側海域では南西流、堤防内側海域では西流～北西流を示している。

上げ潮流から下げ潮流への転流は、潮汐の高潮時から高潮後1時頃で、高潮後2時より低潮前1時頃まで下げ潮が続く。一方、下げ潮流から上げ潮流への転流は、低潮時～低潮後1時頃で、低潮後2時より高潮前1時まで上げ潮流が続く。また、下げ・上げ潮時の最強流時は、ほとんどの観測点で高・低潮後3時頃に出現するが、潮受堤防の開口部付近では低・高潮前2時頃が最強流となっていた。

次に、最強流の流速についてみると、湾内の下げ最強流速は、71.3cm/sec、湾外においては88.0cm/secに達している。一方、上げ潮時は湾内で65.0cm/sec、湾外で92.9cm/secを示していた。また、潮受堤防周辺海域では下げ潮時に97.4cm/sec、上げ潮時に103.6cm/secを示している。

次に、平成元年、9年調査における平均大潮期の流況を比較すると、平均大潮期の流況は、両調査とも同様のパターンとなっており、下げ潮時、上げ潮時の最強時は高低潮後3時～低高潮前2時頃に出現し、最強流速もほぼ同じ値を示している。しかし、潮時別に流況図をみると、湾内の流速は湾内北側海域では、施工前と比べ流速がかなり減衰しており、逆に湾内南側海域では増加傾向を示している。

また、流向の変化も認められ、潮受堤防内のS t. 8, 9では、東北東⇄西南西方向の往復流を示していたが、平成9年の調査では下げ潮時に南東流を示し、上げ潮時に北西流を示し、地形変化の影響が認められた。

表13-2-6 平均大潮期の流況比較概要

年 月 潮 時	平成元年1～2月	平成9年1月
高潮時 ↓ 高潮後1時	・上げ潮流から下げ潮流への転流	同 左
高潮後2時 ↓ 低潮前1時	[下げ潮流] ・湾外・湾口では南東流 ・湾内では流出方向の北東流 ・湾奥では流出方向の東北東流 ・下げ潮流最強時流速 (cm/sec) 湾外、湾口、湾内ともに高潮後3時頃で湾外で82.6、湾口で60.2、湾内で50.3	[下げ潮流] ・湾外・湾口では東流や南東流 ・湾内では流出方向の北東流 ・湾奥では南東流 ・下げ潮流最強時流速 (cm/sec) 堤防南付近は低潮前2時、他の地点は高潮後3時頃で湾外で88.0、湾口で71.3、湾内で97.4
低潮時 ↓ 低潮後1時	・下げ潮から上げ潮流への転流	同 左
低潮後2時 ↓ 高潮前1時	[上げ潮流] ・湾外・湾口では北西流や西流 ・湾内では流入方向の南西流 ・湾奥では西南西流 ・上げ潮最強時流速 (cm/sec) 湾外、湾口、湾内ともに低潮後3時頃で、湾外で76.4、湾口で53.3、湾内で44.8	[上げ潮流] ・湾外・湾口では北西流や西流 ・湾内では流入方向の南西流 ・湾奥では北西流 ・上げ潮最強時流速 (cm/sec) 堤防南付近は高潮前2時、他の地点は低潮後3時頃で湾外で92.9、湾口で65.0、湾内で103.6

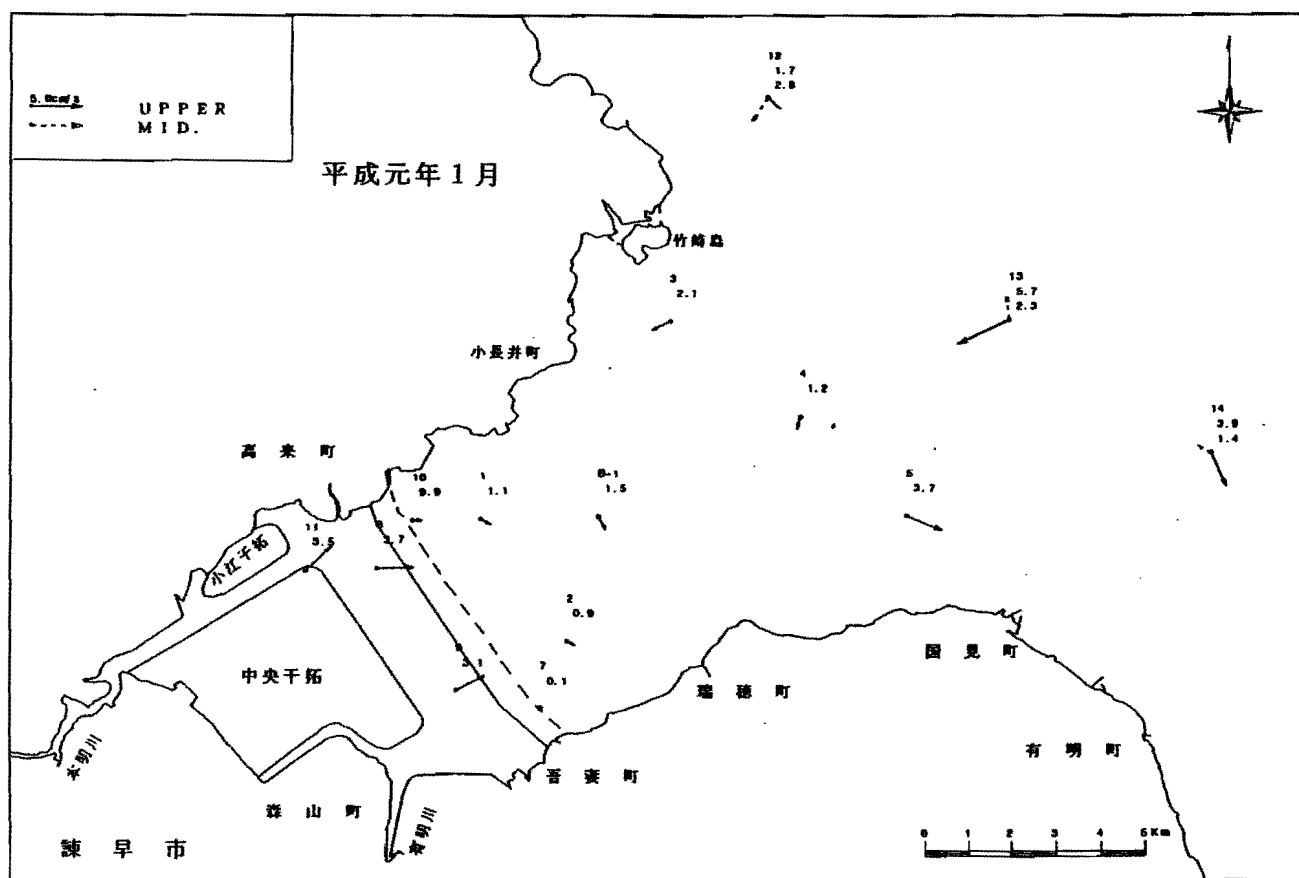
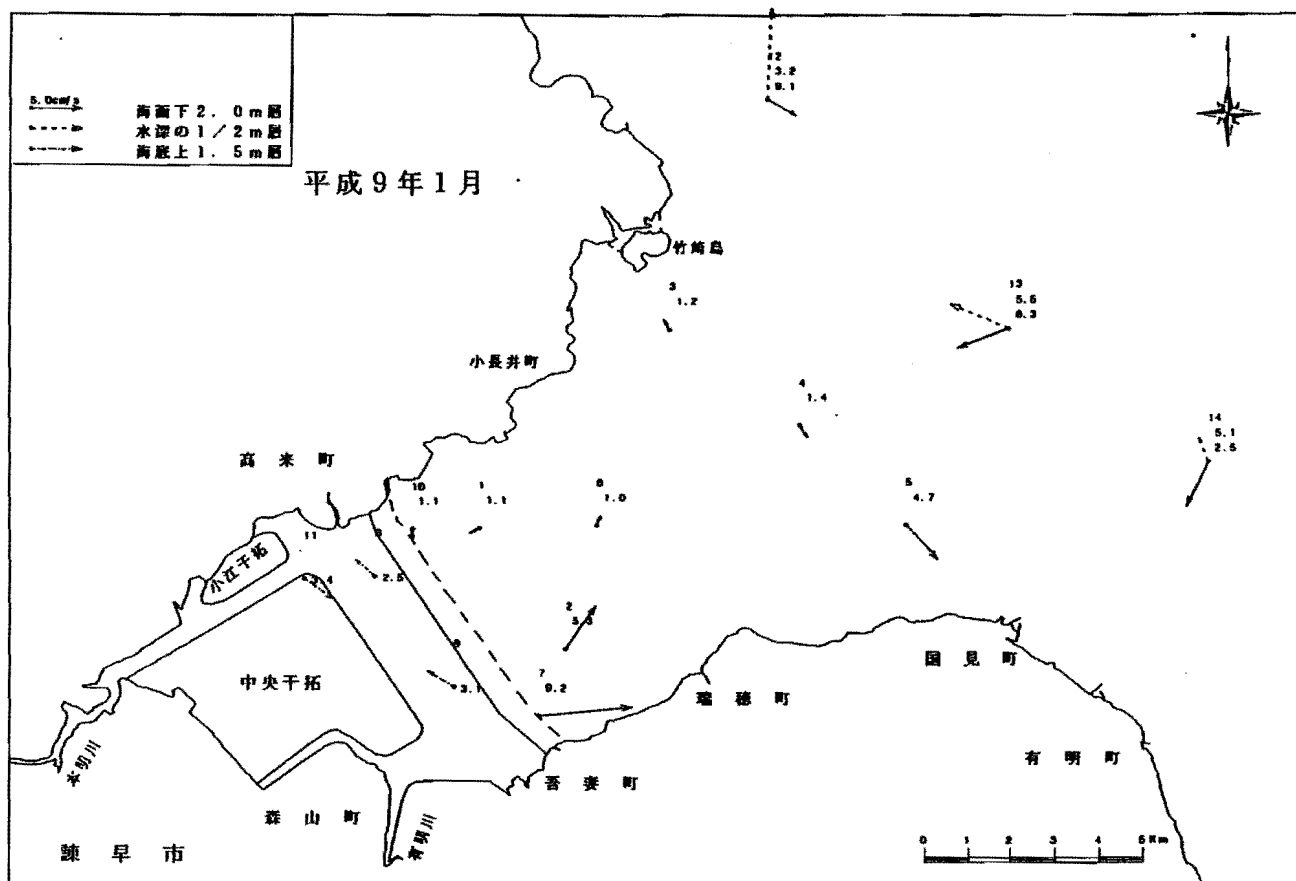


図13-2-4 恒流図

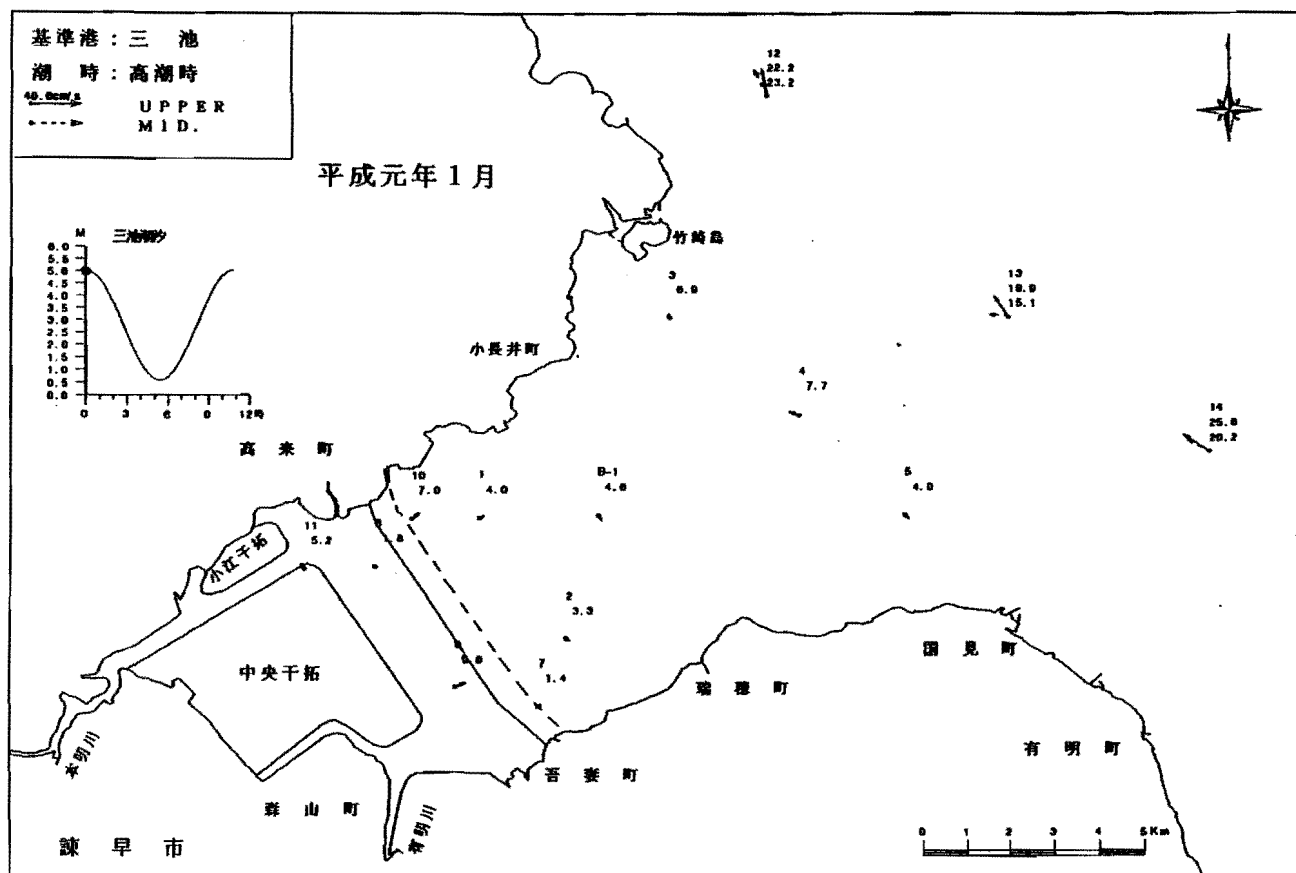
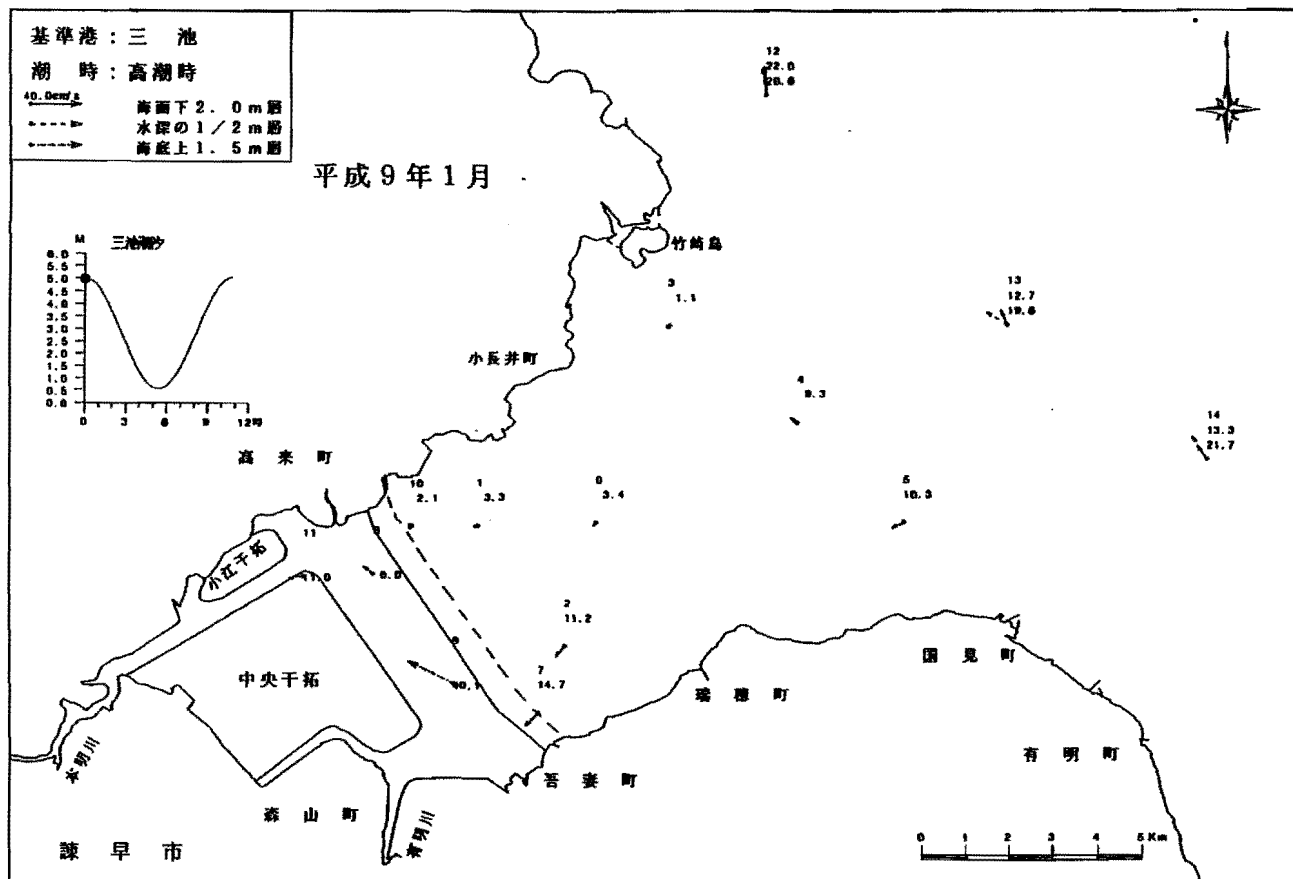


図 13-2-5 (1) 平均大潮期流況図

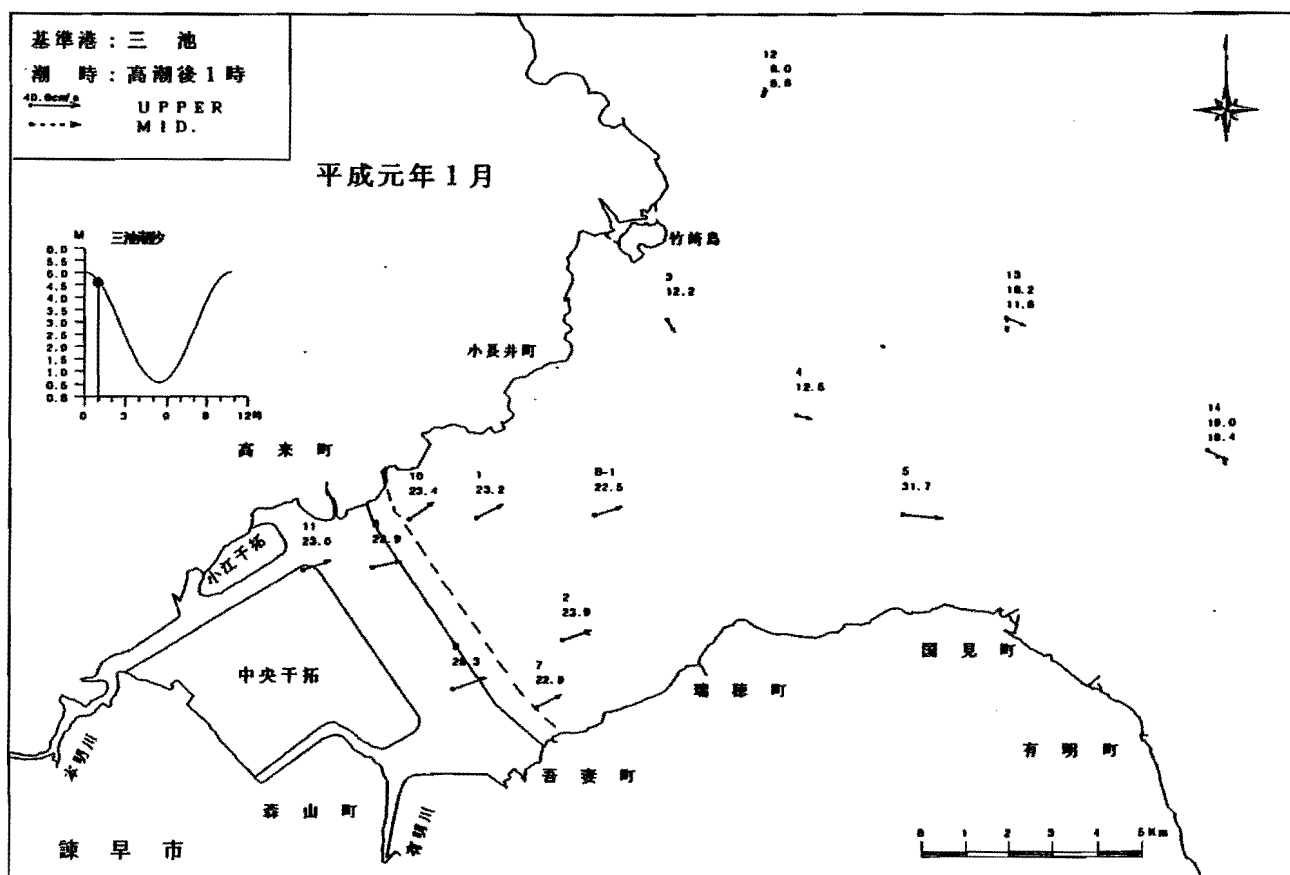
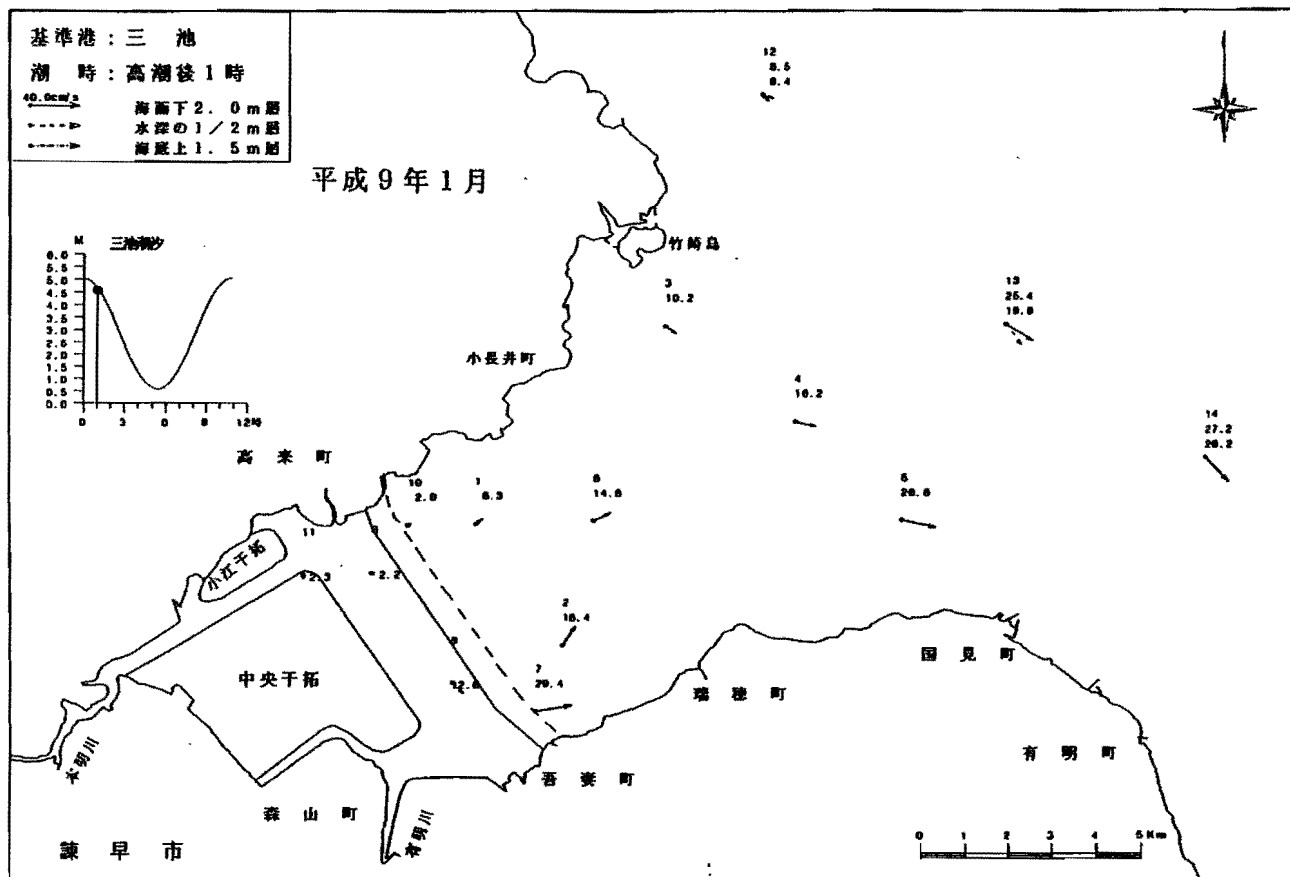


図13-2-5 (2) 平均大潮期流況図

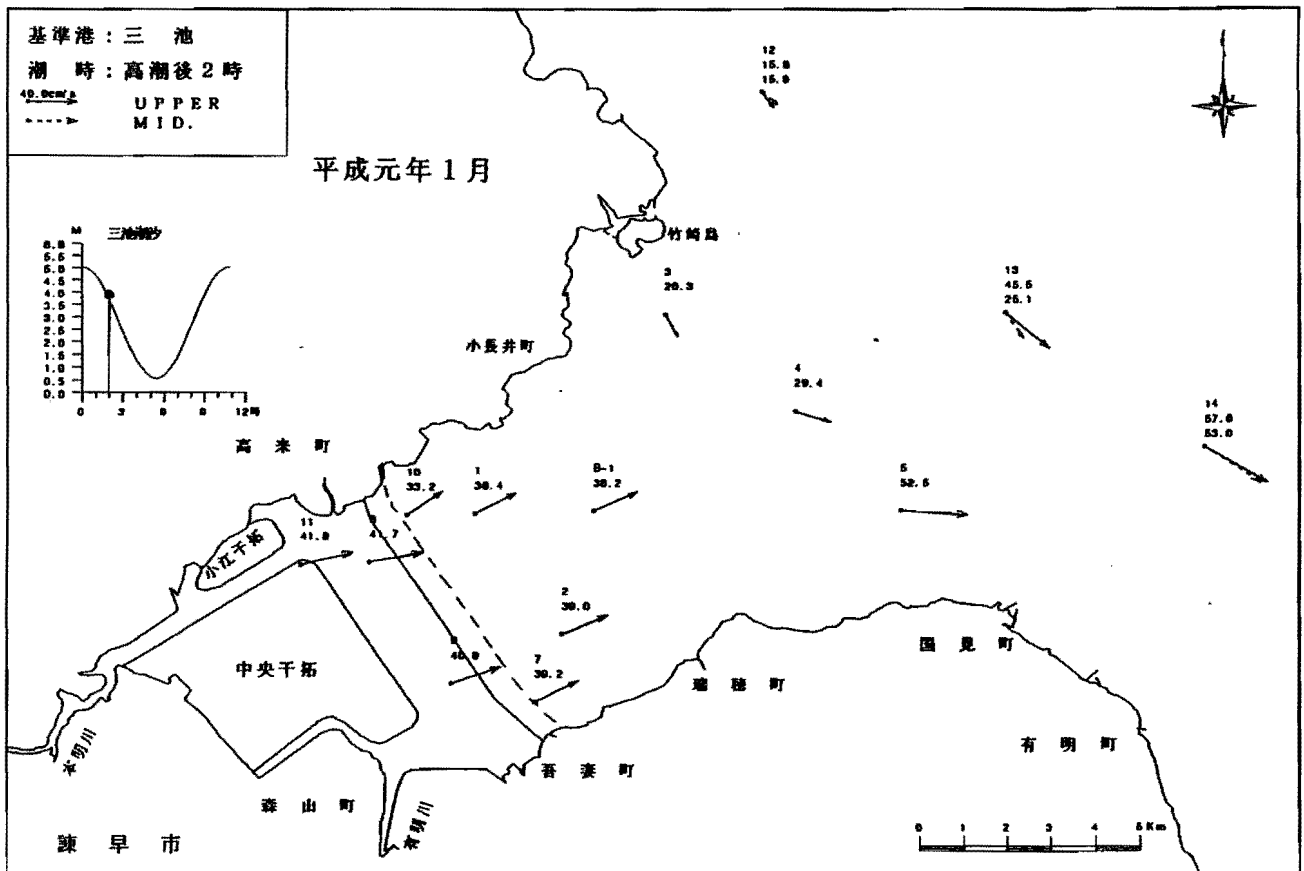
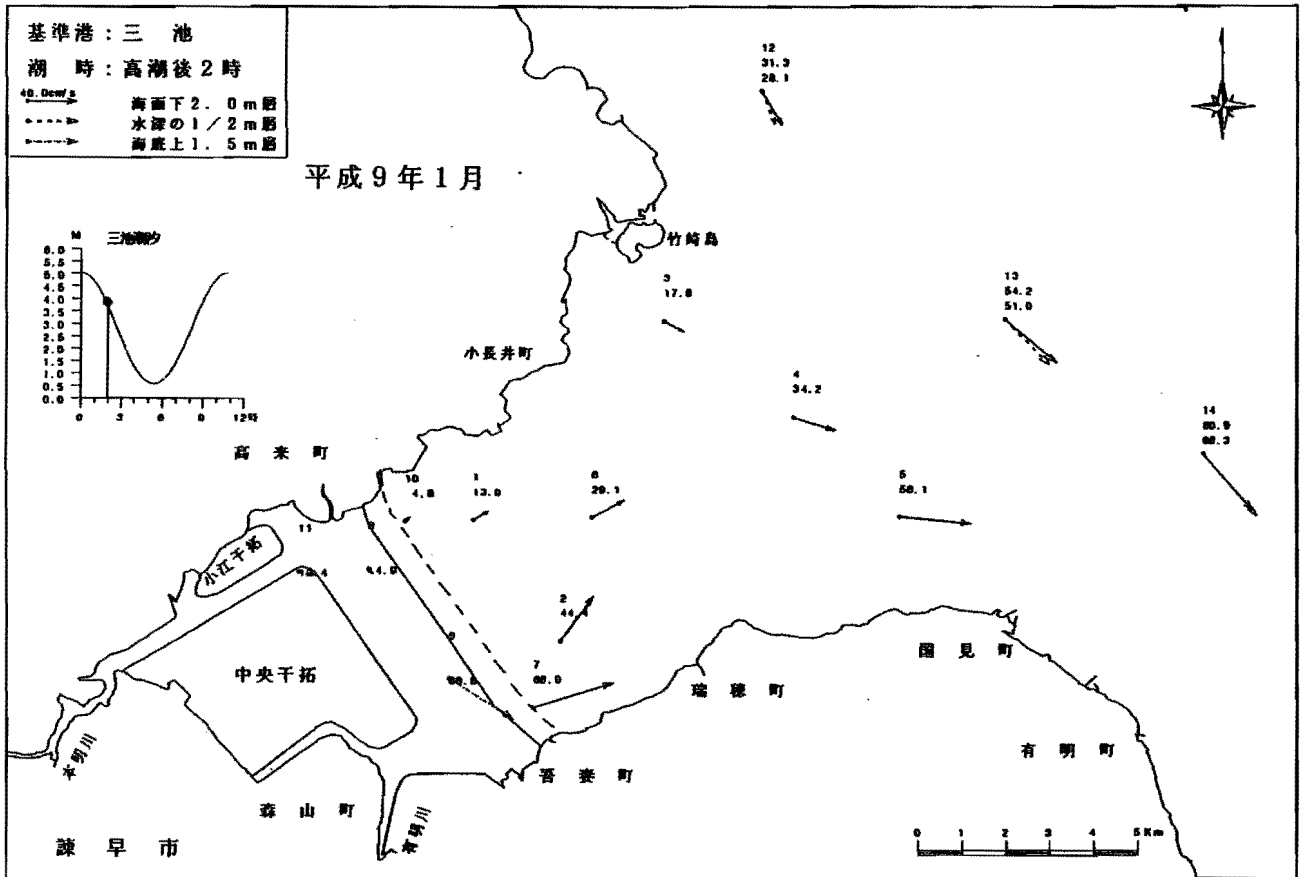


図 13-2-5 (3) 平均大潮期流況図

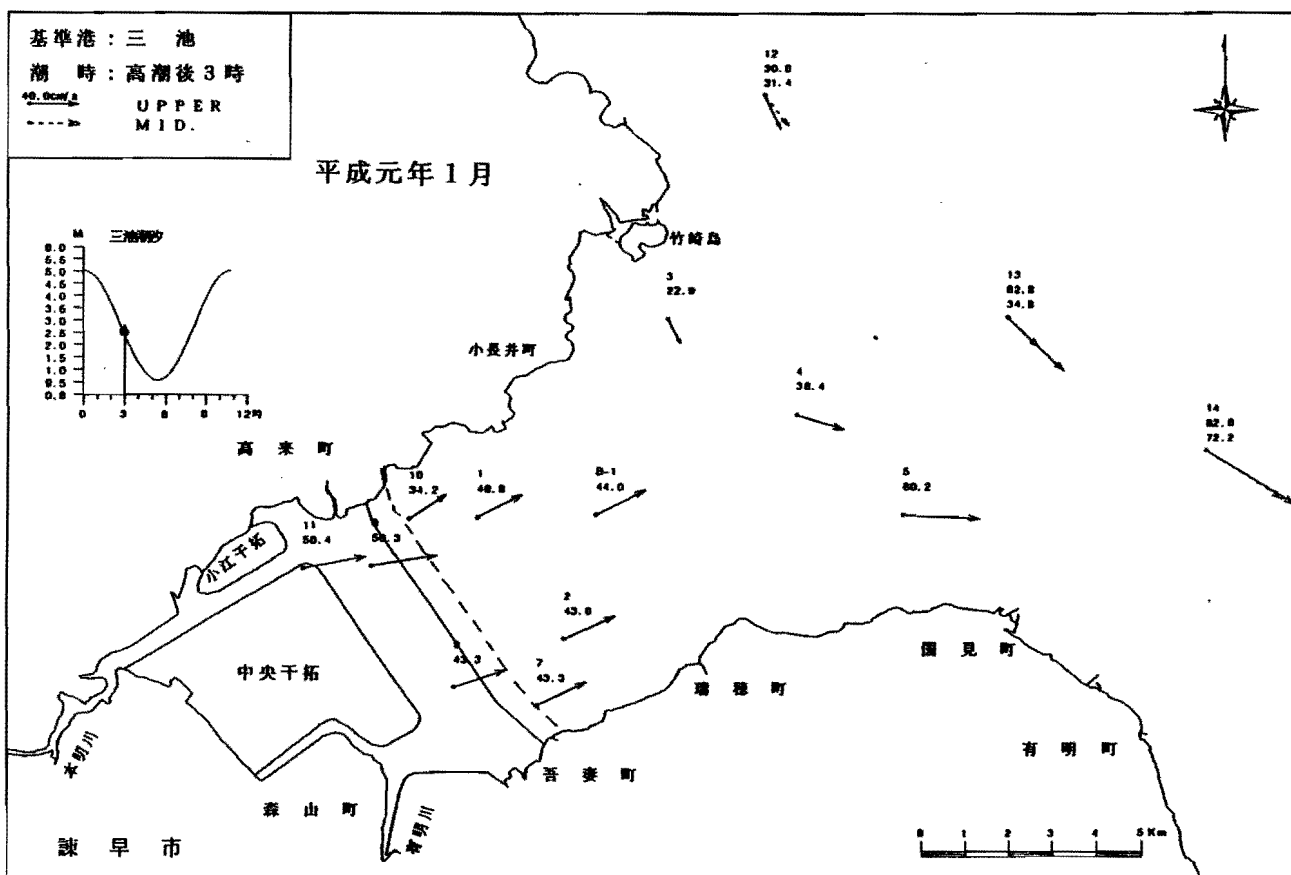
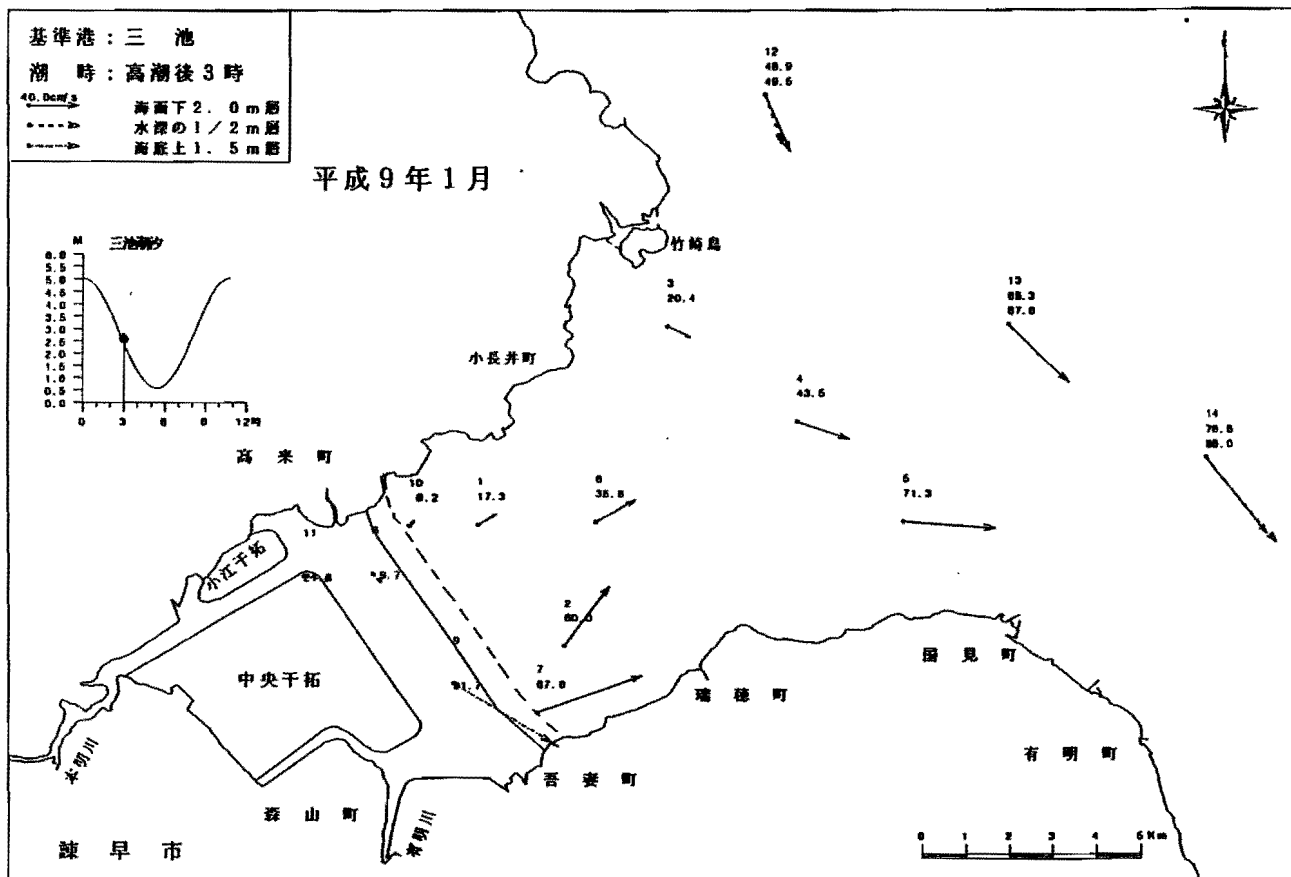


図 13-2-5 (4) 平 均 大 潮 期 流 況 図

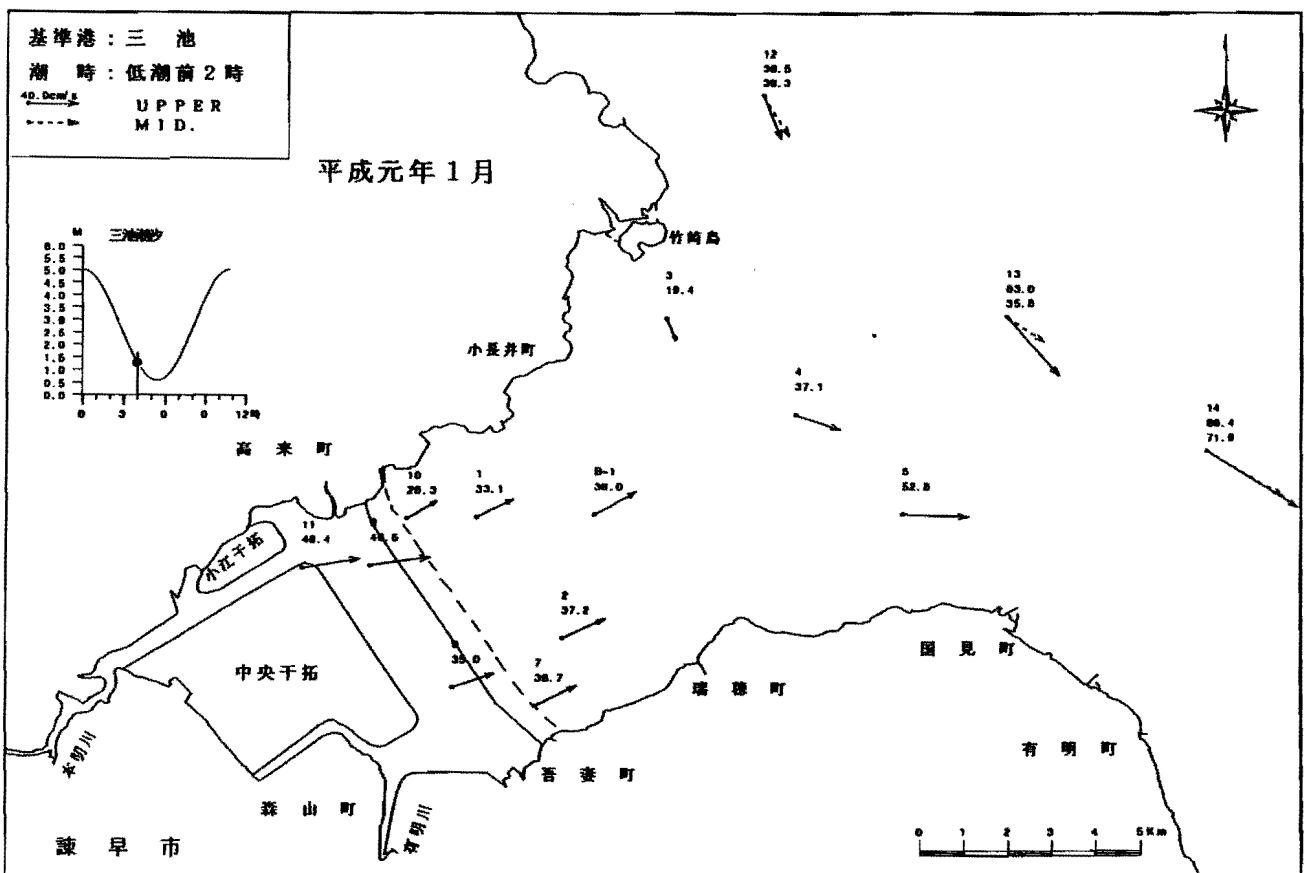
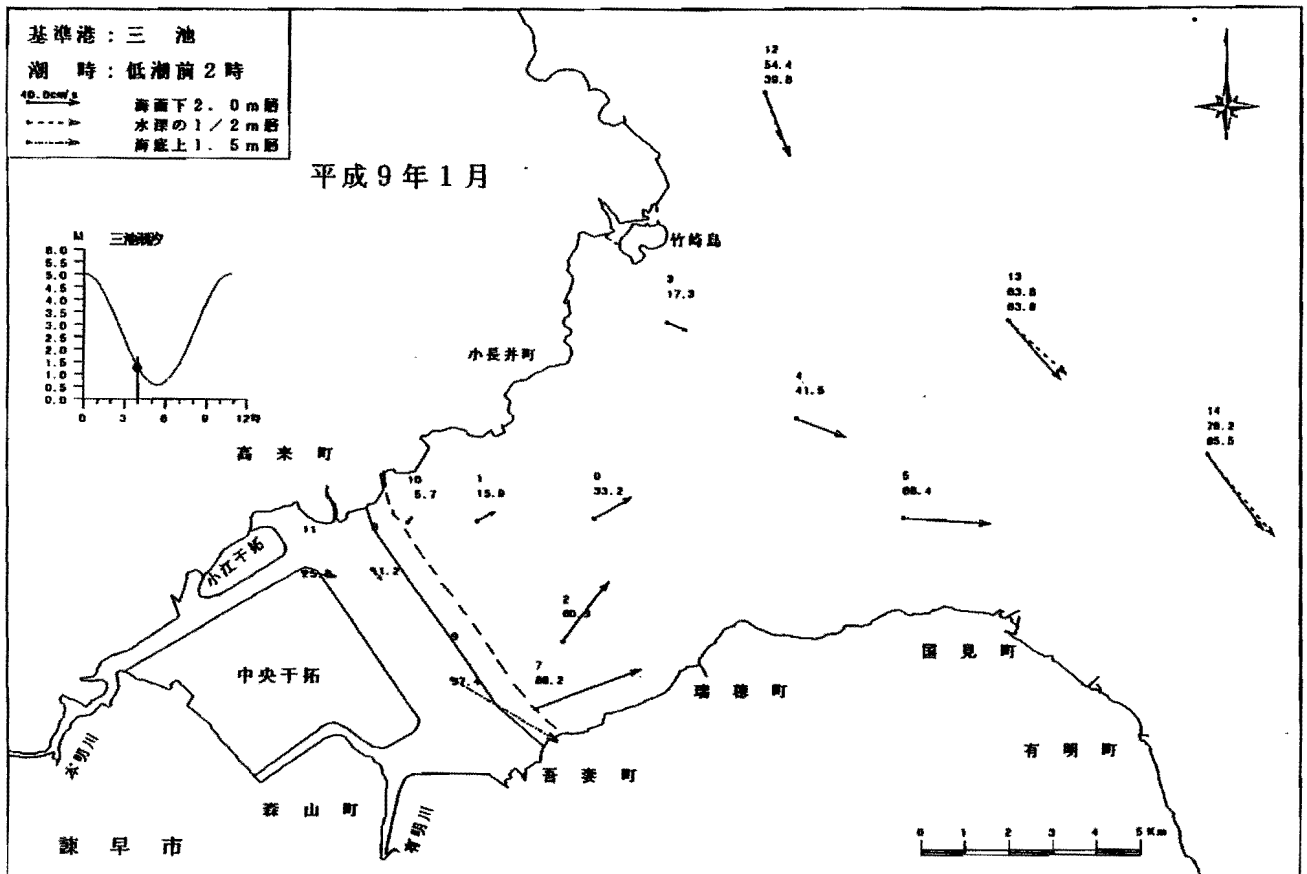


図 13-2-5 (5) 平均大潮期流況図

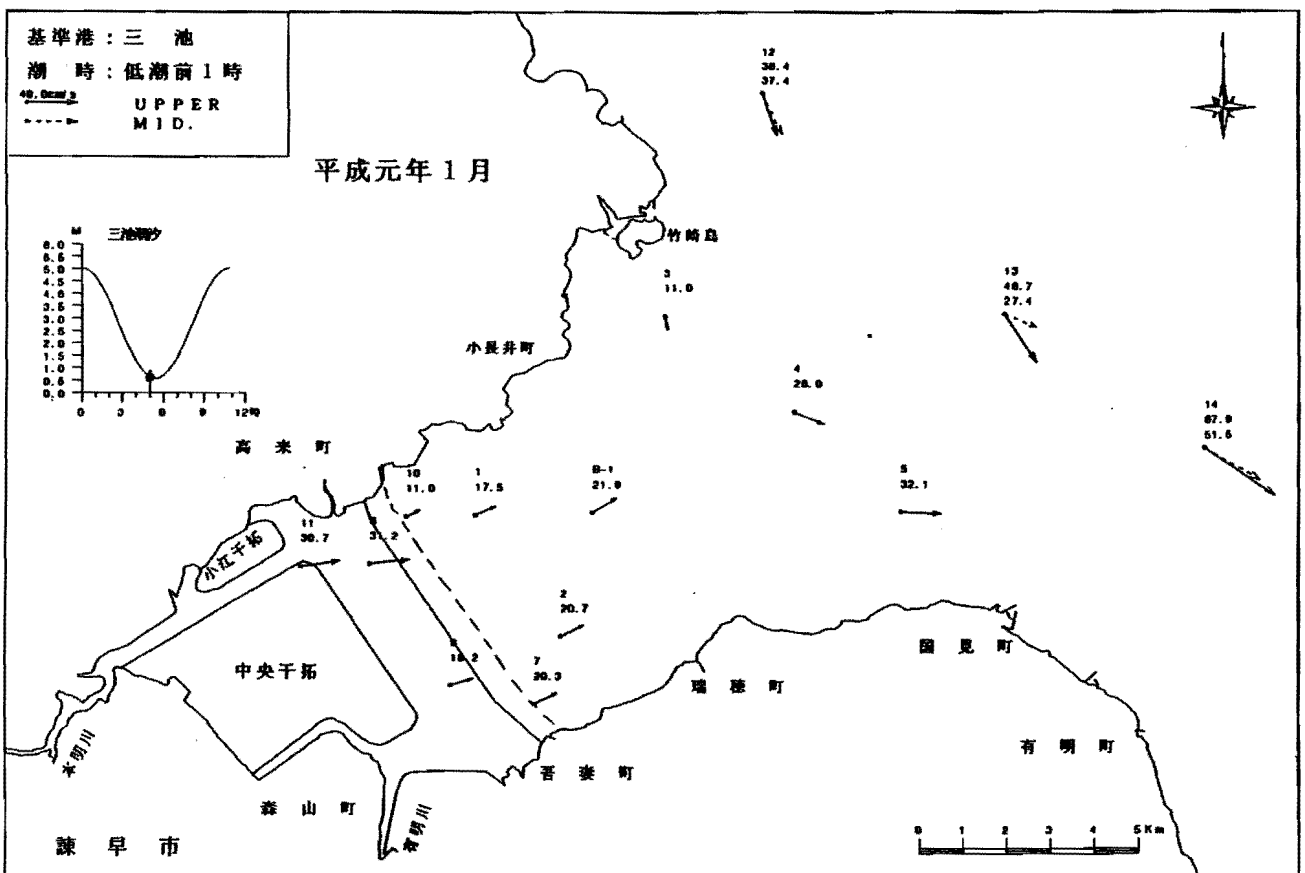
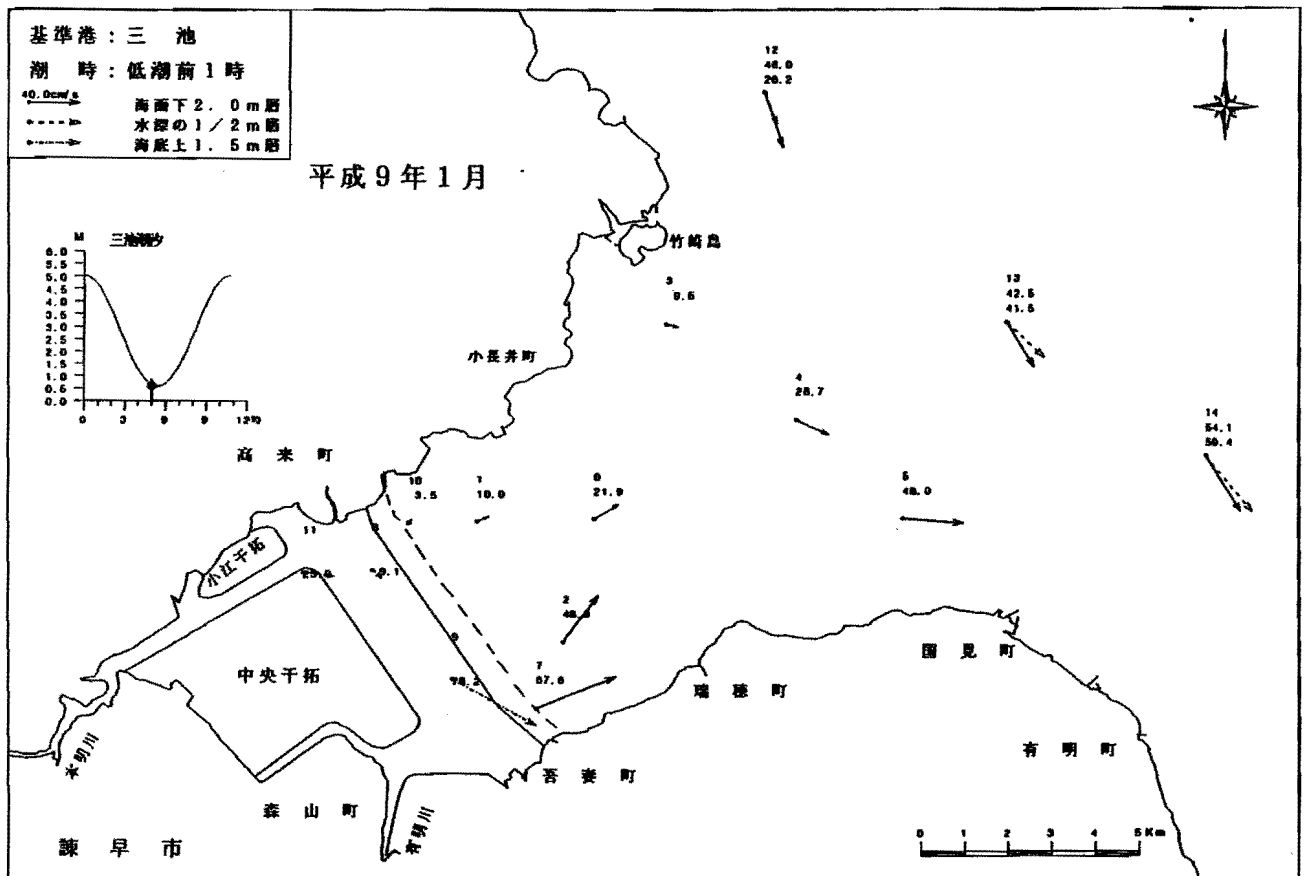


図13-2-5 (6) 平均大潮期流況図

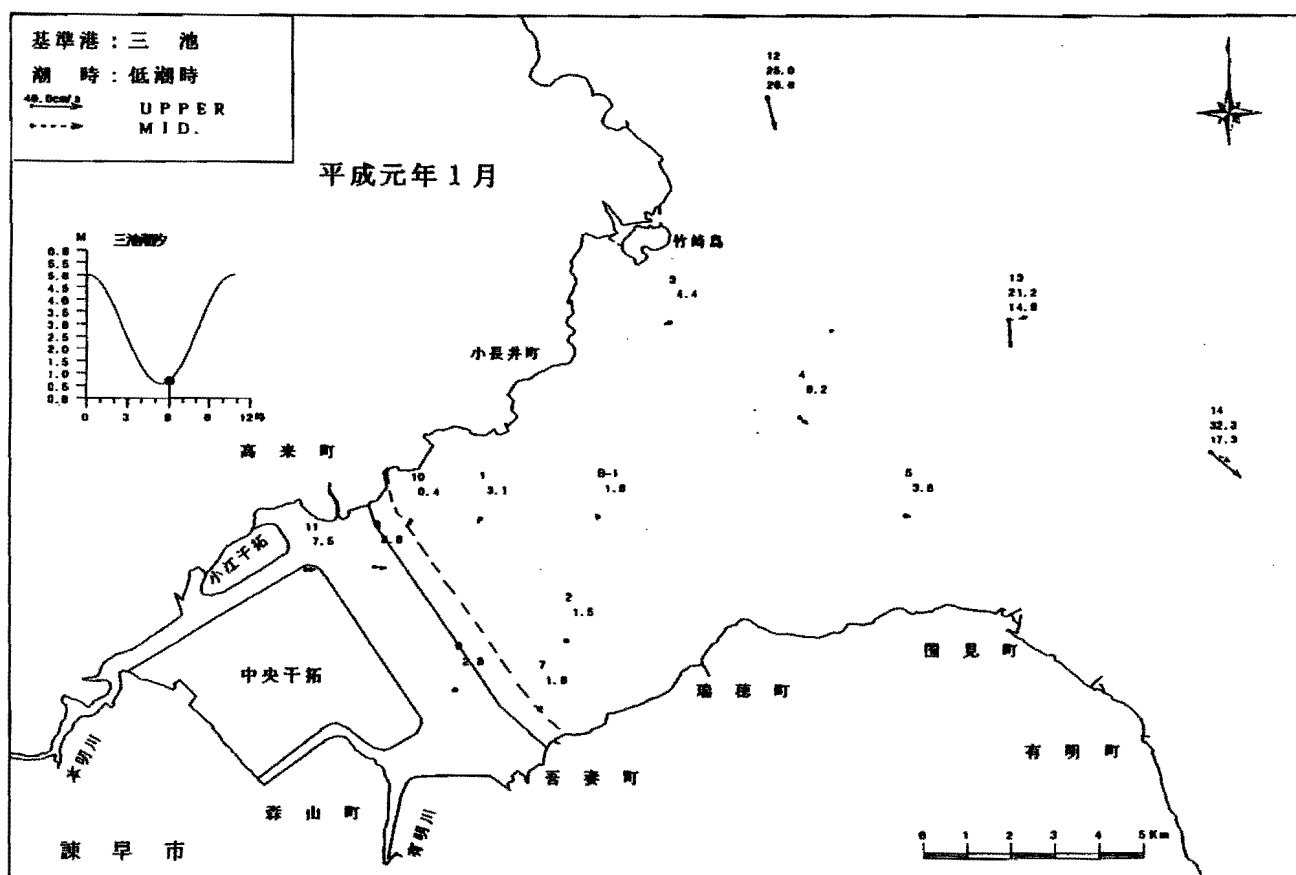
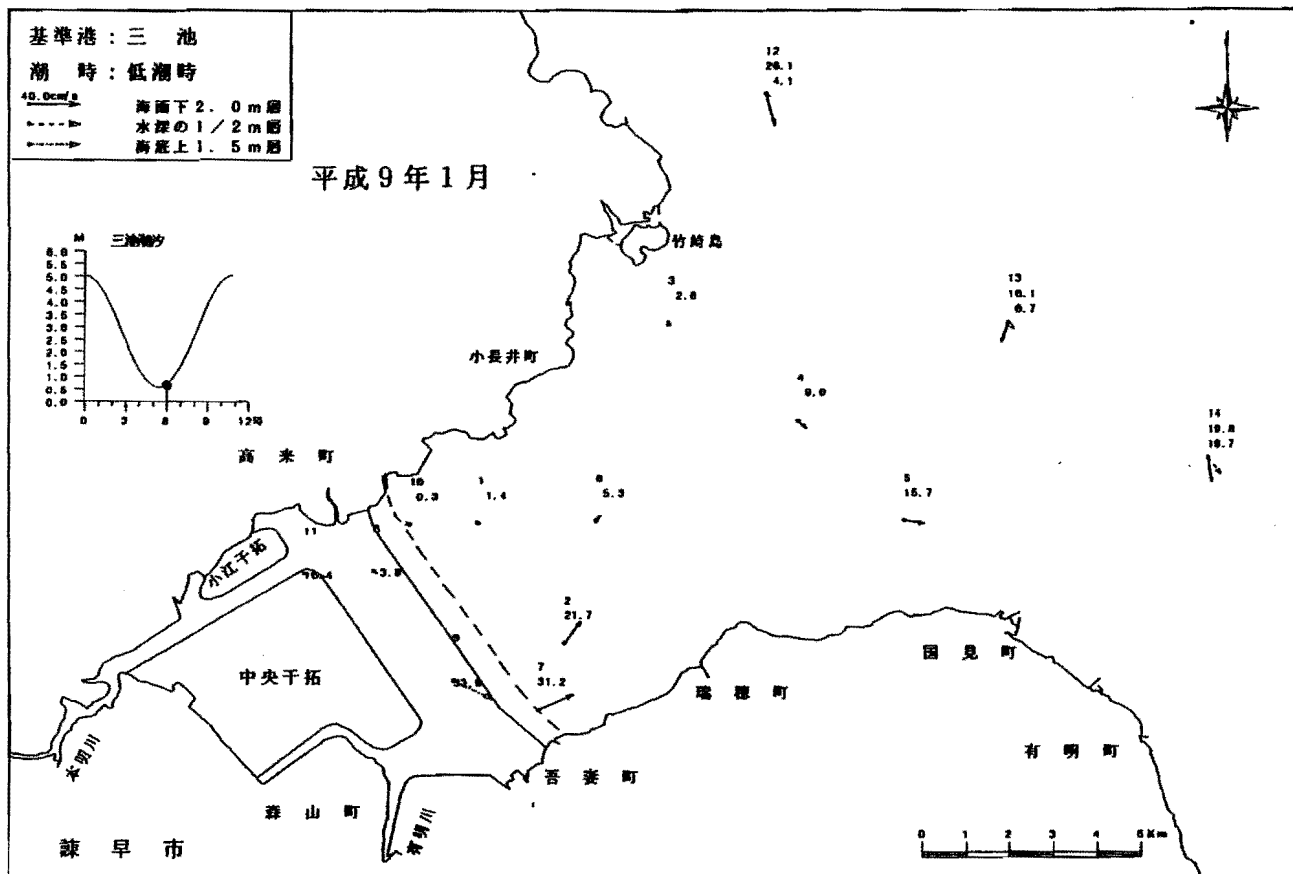


図13-2-5 (7) 平均大潮期流況図

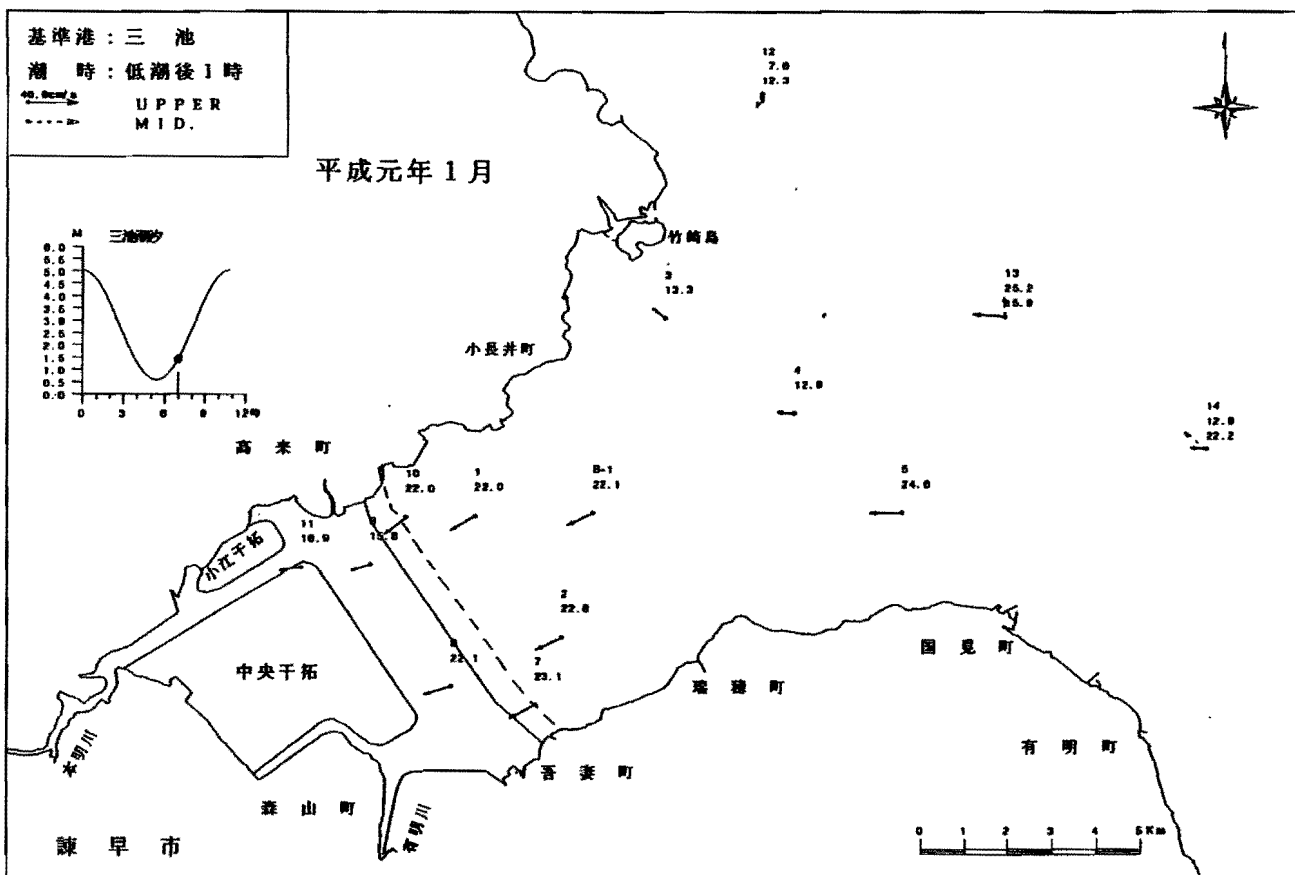
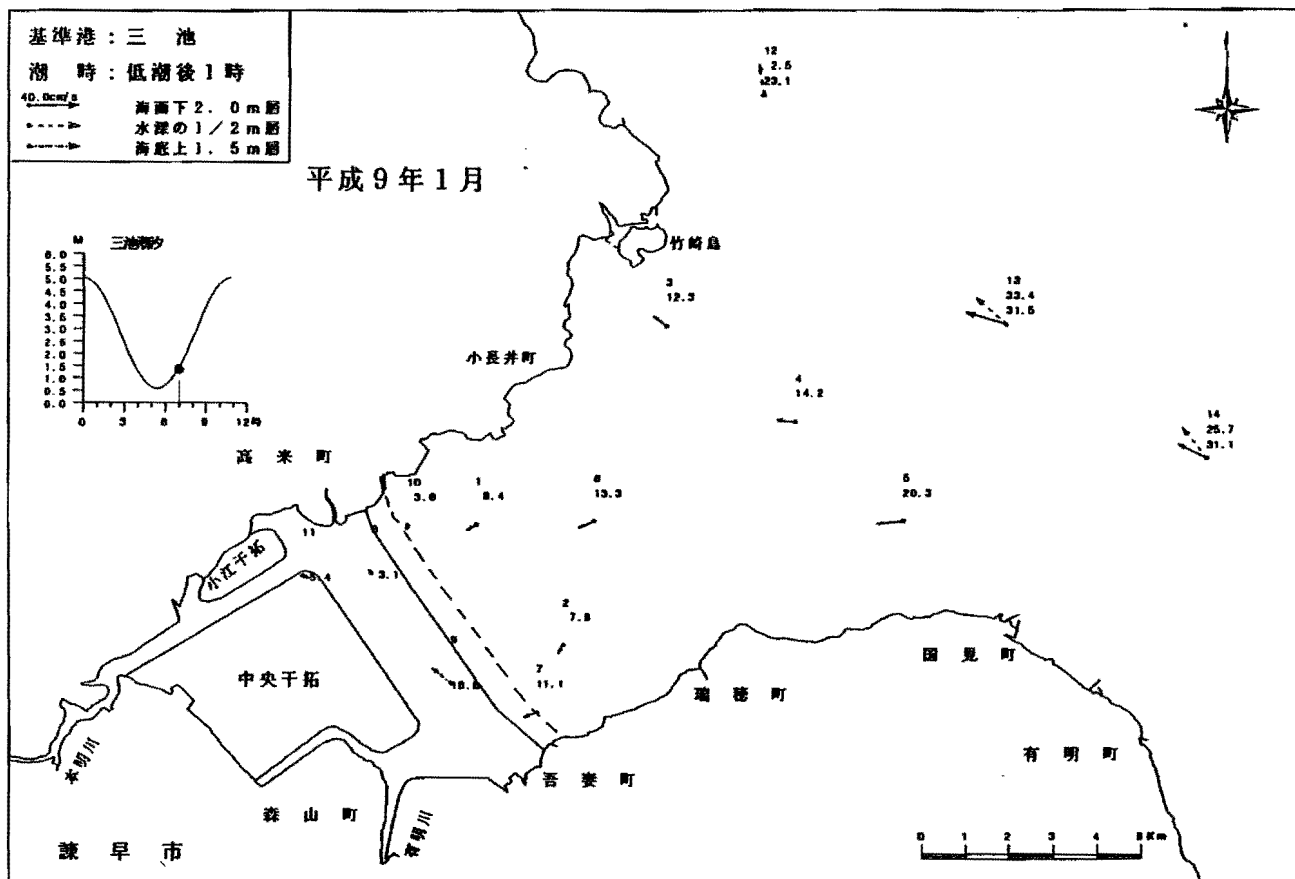


図13-2-5 (8) 平均大潮期流況図

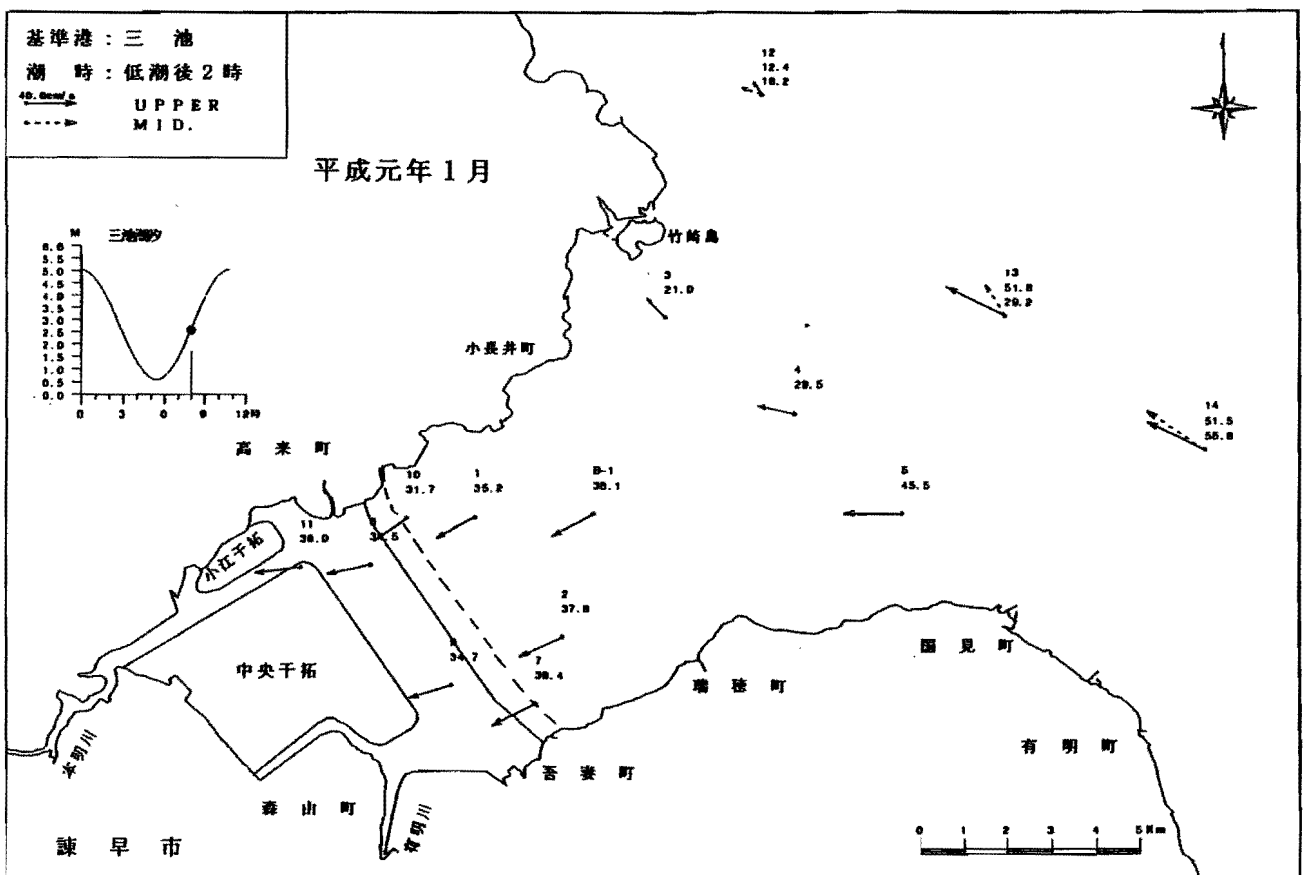
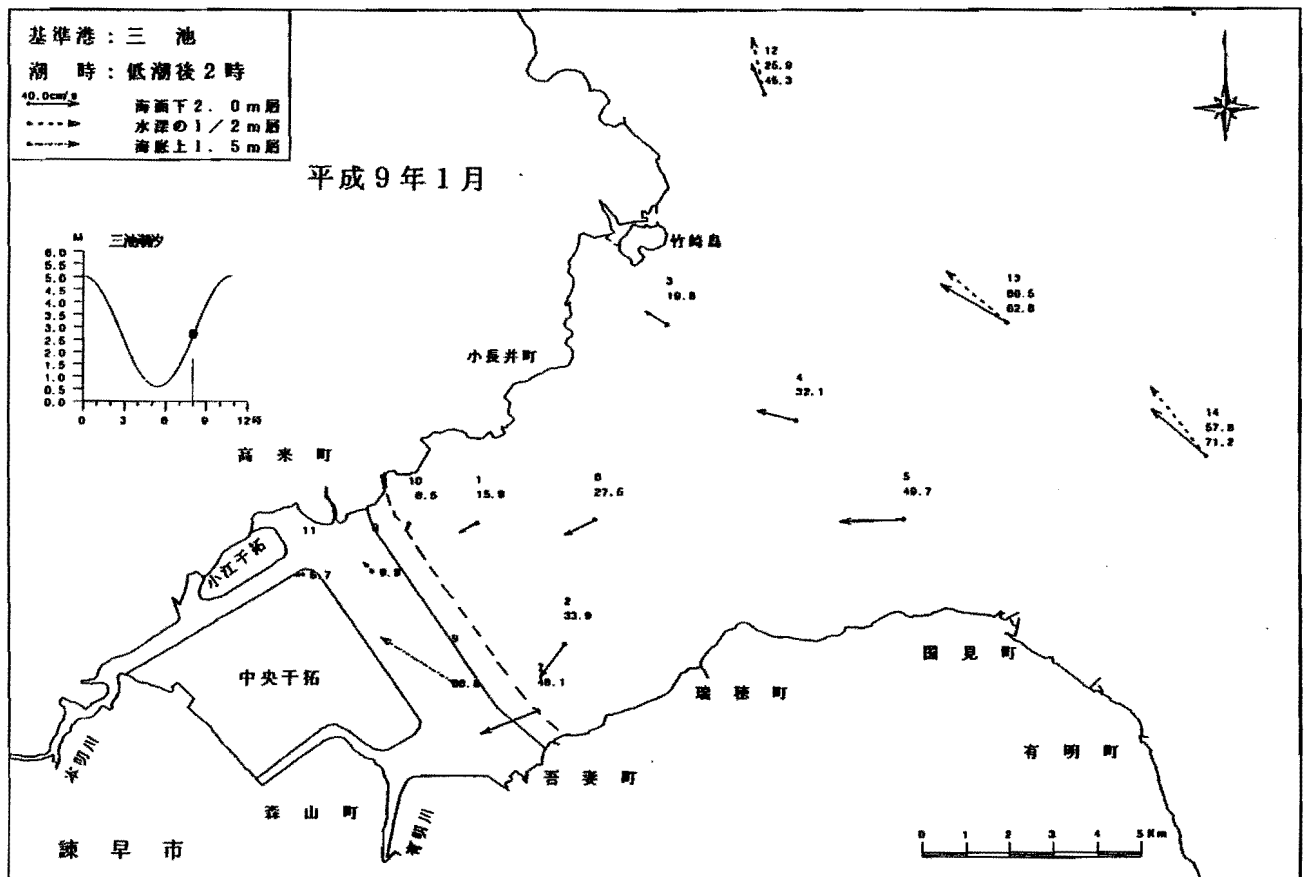


図 13-2-5 (9) 平均大潮期流況図

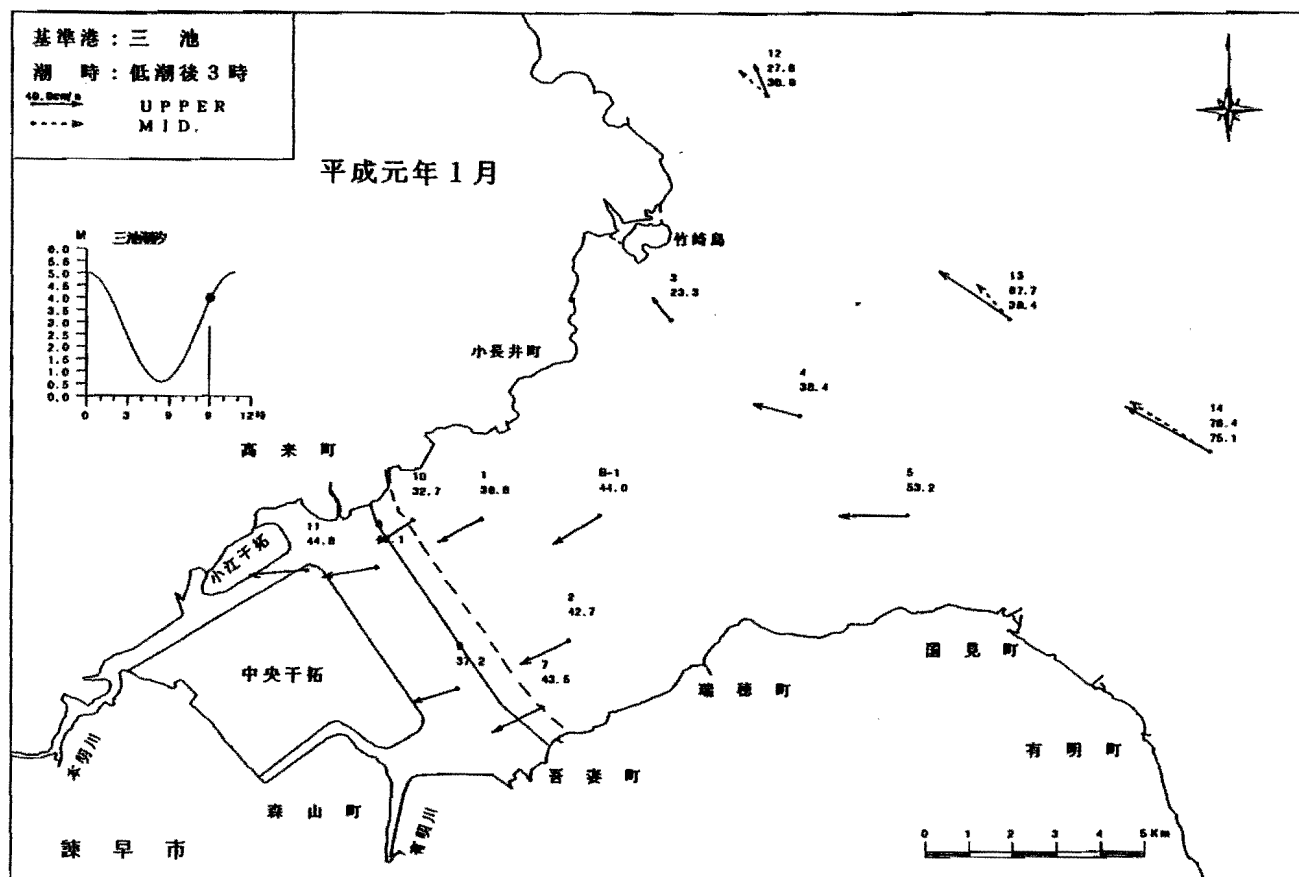
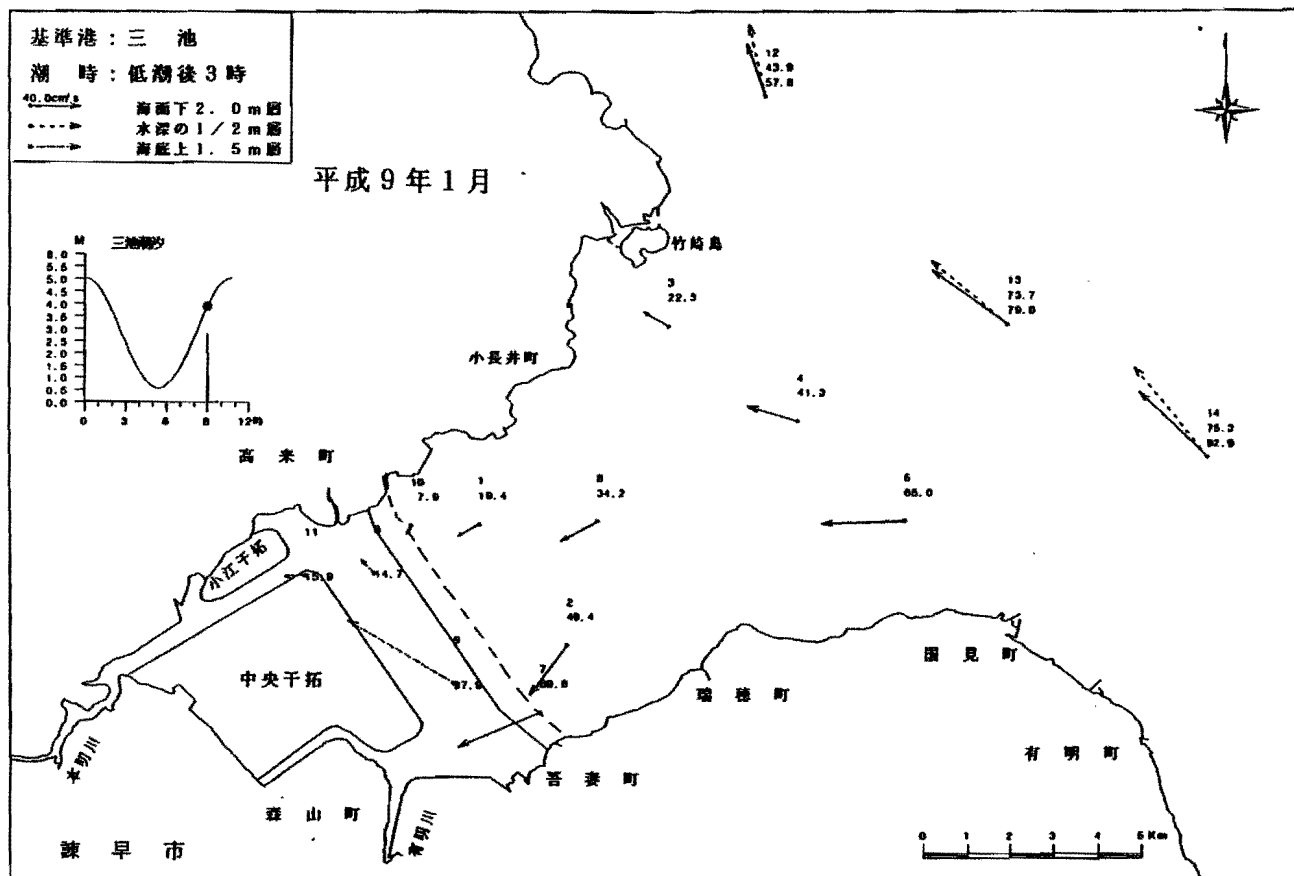


図13-2-5 (10) 平均大潮期流況図

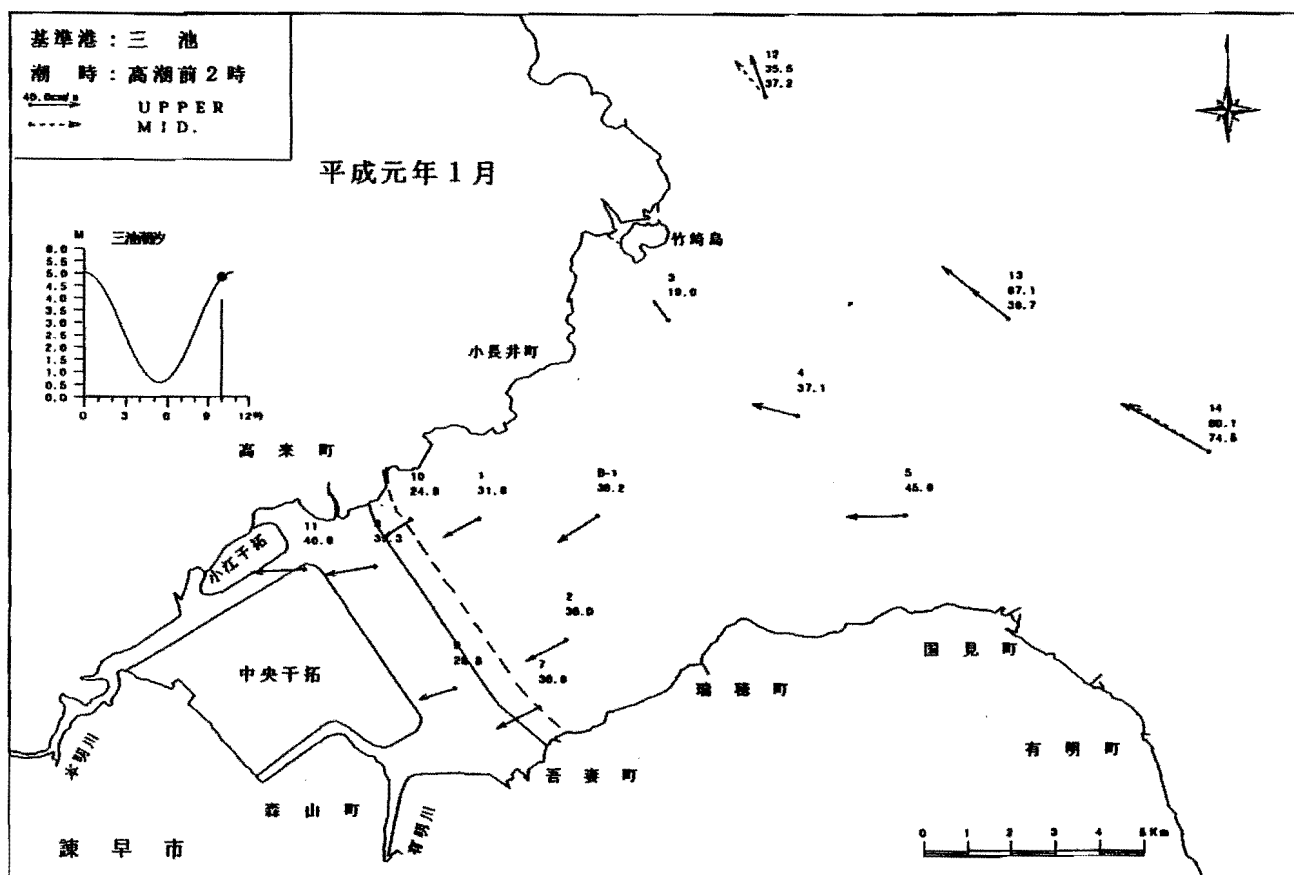
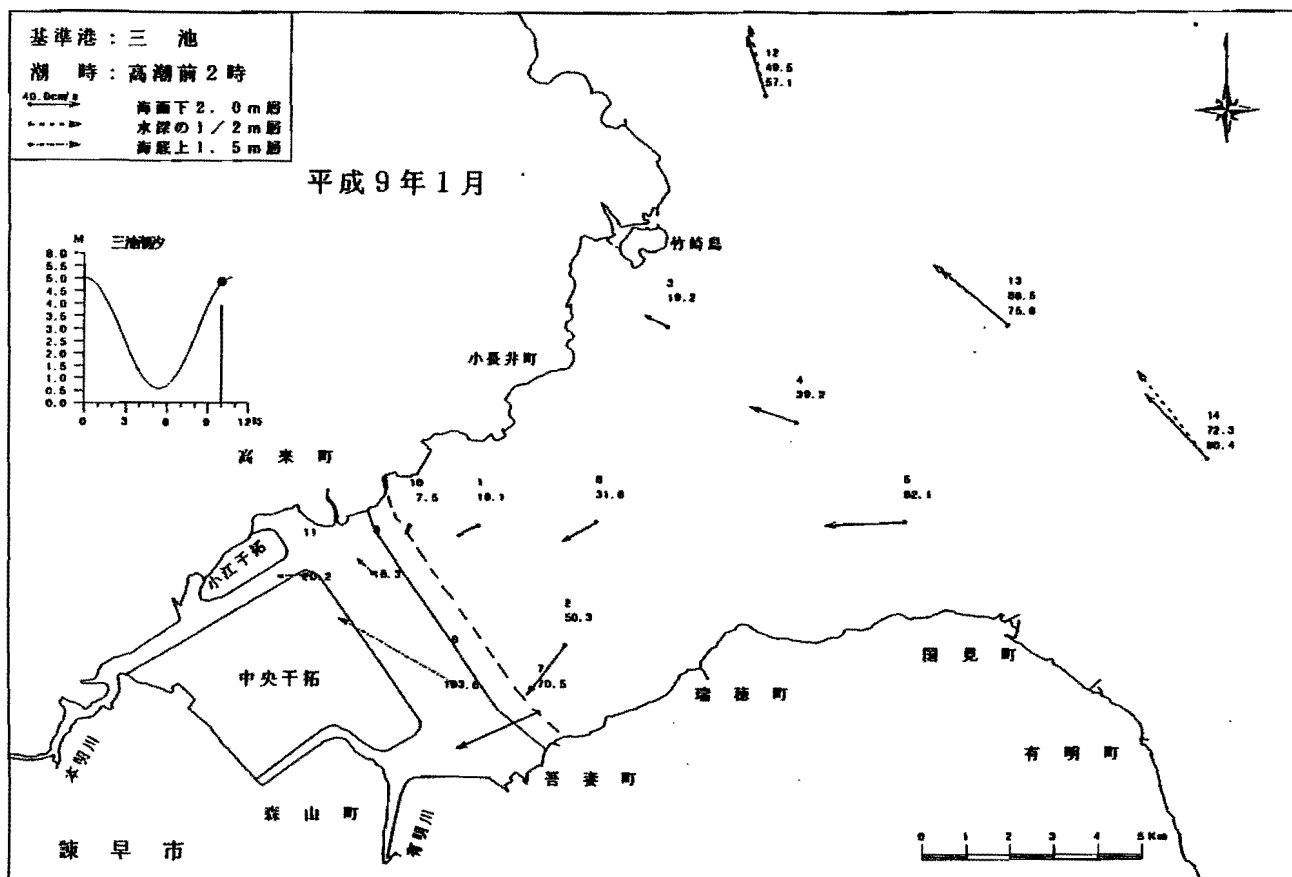


図13-2-5 (11) 平均大潮期流況図

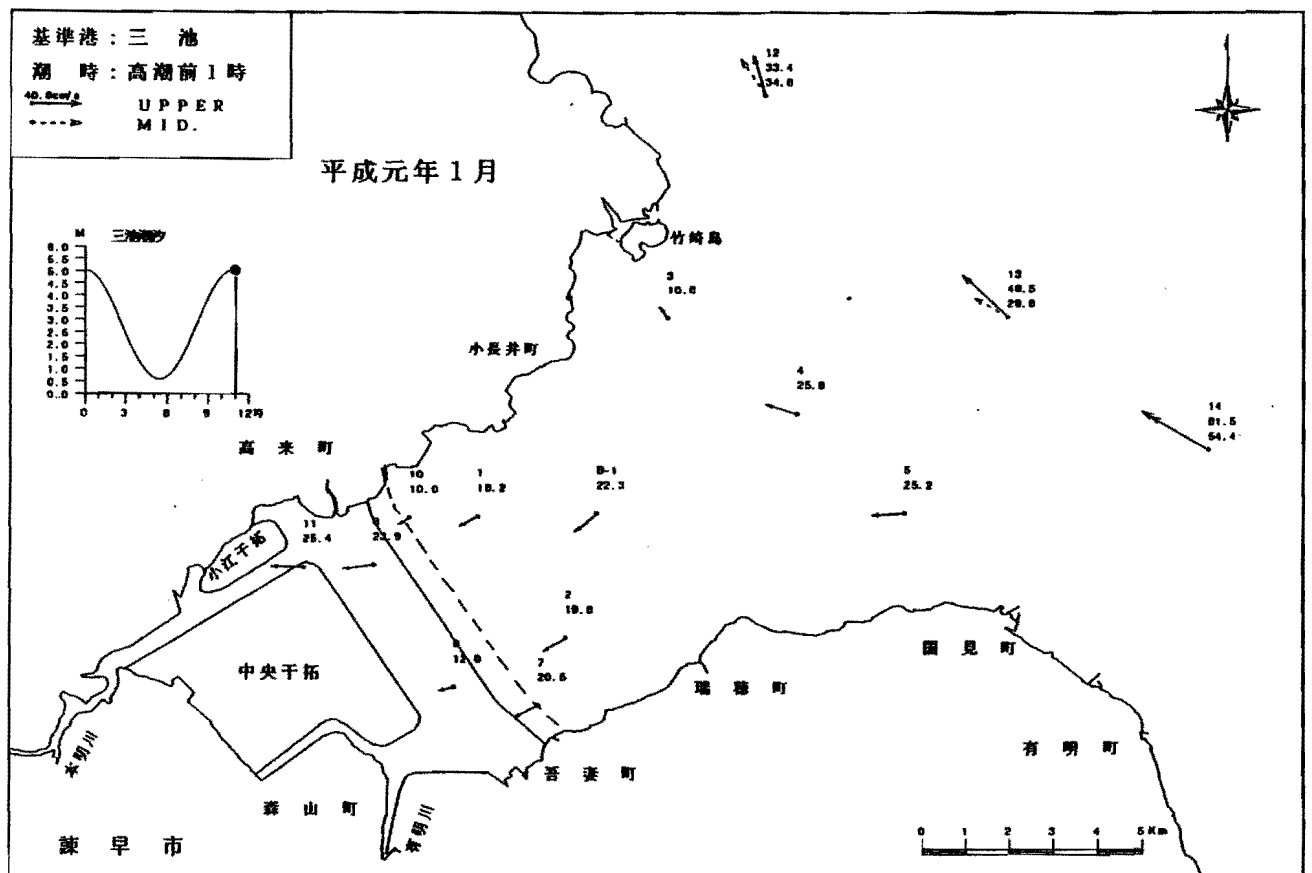
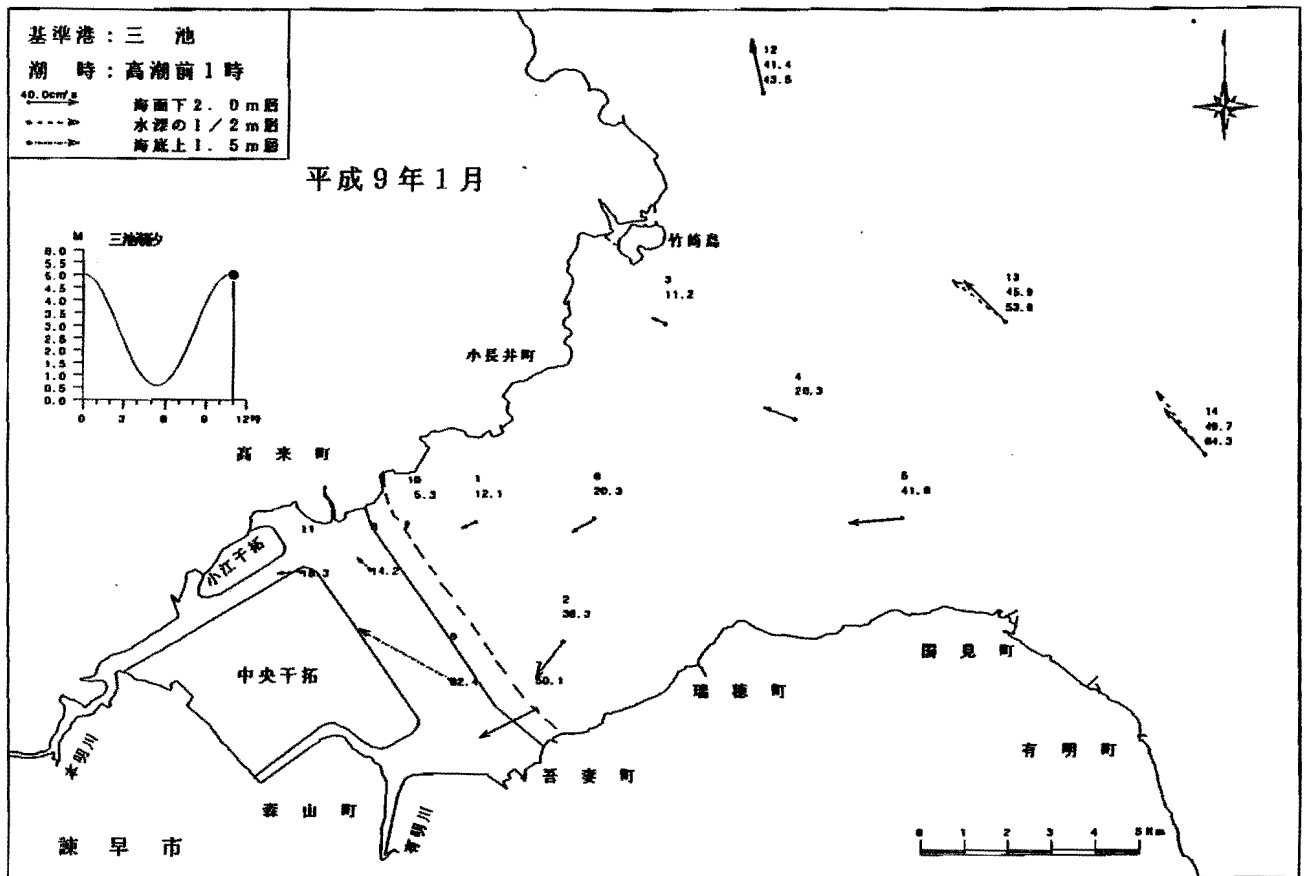


図13-2-5 (12) 平均大潮期流況図

13-2-5 拡散係数

堤防締切前（工事前）と締切直前（工事完了前）の拡散係数の変化を把握するために、平成元年及び平成9年結果より、諫早湾における各観測点の比較検討を行い、表13-2-7に示した。

平成元年の生データ（観測データより算出：移流項含む）による拡散係数は $10^4 \sim 10^7 \text{ cm}^2/\text{sec}$ で、湾内測点では東方成分での値が幾分大きい。また、移流項除去後の拡散係数は、 $10^3 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ の値を示している。

また、平成9年の結果は生データによる拡散係数は $10^4 \sim 10^7 \text{ cm}^2/\text{sec}$ のオーダーを示し、湾口から湾内にかけて東方成分が海域の流況（潮流の主方向）を反映し、北方成分に比べ大きい傾向を示した。また、移流項除去後の拡散係数は、 $10^3 \sim 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$ と1オーダー程度小さい傾向を示した。

平成元年と平成9年を比較すると、流速の減少が著しい堤防北側海域で、拡散係数が小さくなる傾向を示しており、特に、堤防の陸域化に伴う遮蔽方向になる北方成分で顕著となっていた。一方、堤防南側開口部周辺で東方成分の拡散係数が大きくなる傾向があった。

なお、他の海域では、拡散係数に大きな変化は認められず、観測データより算出した拡散係数（移流項を含む）が、平均で $10^5 \sim 10^6 \text{ cm}^2/\text{sec}$ のオーダーを示し、主に移流項を除去したデータにより算出した拡散係数が、平均で $10^3 \sim 10^4 \text{ cm}^2/\text{sec}$ のオーダーを示していた。

表13-2-7

諫早湾における拡散係数

項 目			東 方 成 分 (cm ² /sec)		北 方 成 分 (cm ² /sec)	
			範 囲	平 均	範 囲	平 均
観測データ	堤北防側	平成元年	$1.357 \times 10^5 \sim 9.232 \times 10^5$	4.904×10^5	$1.852 \times 10^5 \sim 4.366 \times 10^5$	3.261×10^5
		平成9年	$3.541 \times 10^4 \sim 1.443 \times 10^6$	6.099×10^5	$7.906 \times 10^4 \sim 2.529 \times 10^5$	1.585×10^5
	堤南防側	平成元年	$4.127 \times 10^5 \sim 7.891 \times 10^5$	6.226×10^5	$2.966 \times 10^5 \sim 3.140 \times 10^5$	3.029×10^5
		平成9年	$2.437 \times 10^6 \sim 1.564 \times 10^7$	9.969×10^5	$1.961 \times 10^5 \sim 5.470 \times 10^5$	3.945×10^5
	湾中央	平成元年	8.516×10^5	8.516×10^5	2.870×10^5	2.870×10^5
		平成9年	1.930×10^6	1.930×10^6	6.241×10^5	6.241×10^5
	湾口	平成元年	$5.091 \times 10^4 \sim 7.384 \times 10^5$	3.423×10^5	$4.041 \times 10^5 \sim 6.117 \times 10^5$	3.178×10^5
		平成9年	$7.787 \times 10^5 \sim 9.587 \times 10^6$	4.535×10^5	$9.163 \times 10^4 \sim 4.067 \times 10^5$	2.425×10^5
	湾外	平成元年	$5.091 \times 10^4 \sim 7.384 \times 10^5$	3.423×10^5	$4.041 \times 10^5 \sim 6.117 \times 10^5$	3.178×10^5
		平成9年	$3.932 \times 10^5 \sim 6.911 \times 10^6$	4.273×10^5	$4.424 \times 10^5 \sim 1.006 \times 10^7$	6.090×10^5
長除周去期し成分データ	堤北防側	平成元年	$8.533 \times 10^3 \sim 2.832 \times 10^4$	1.775×10^4	$2.858 \times 10^4 \sim 1.028 \times 10^5$	5.893×10^4
		平成9年	$2.281 \times 10^3 \sim 3.251 \times 10^5$	9.526×10^4	$4.100 \times 10^3 \sim 3.450 \times 10^4$	1.513×10^4
	堤南防側	平成元年	$1.165 \times 10^4 \sim 3.684 \times 10^4$	2.303×10^4	$2.503 \times 10^4 \sim 6.694 \times 10^4$	4.124×10^4
		平成9年	$3.516 \times 10^4 \sim 4.062 \times 10^5$	2.551×10^5	$3.104 \times 10^4 \sim 2.286 \times 10^5$	1.087×10^5
	湾中央	平成元年	1.329×10^4	1.329×10^4	2.549×10^4	2.549×10^4
		平成9年	2.466×10^4	2.466×10^3	9.917×10^3	9.917×10^3
	湾口	平成元年	$8.912 \times 10^3 \sim 2.148 \times 10^4$	1.525×10^4	$1.554 \times 10^4 \sim 1.100 \times 10^5$	5.923×10^4
		平成9年	$1.113 \times 10^4 \sim 1.376 \times 10^5$	6.936×10^4	$8.412 \times 10^3 \sim 1.696 \times 10^4$	1.245×10^4
	湾外	平成元年	$5.091 \times 10^4 \sim 7.384 \times 10^5$	3.423×10^5	$4.041 \times 10^5 \sim 6.117 \times 10^5$	3.178×10^5
		平成9年	$2.068 \times 10^4 \sim 1.070 \times 10^5$	5.390×10^4	$3.227 \times 10^4 \sim 8.528 \times 10^4$	6.467×10^4