

### 第3章 地形

#### 1. 干潟地形

##### 1-1. 目的

本調査は、東環状大橋(仮称)建設事業に伴い、大橋の工事あるいは供用と干潟地形の変化の関連を探り、今後の架橋計画に反映するための基礎資料収集を目的とした。

##### 1-2. 調査期日

干潟地形調査の調査期日ならびに総括表は、表 1-2-1のとおり。

表 1-2-1 干潟地形調査の総括

作業区分	頻度	摘要	作業日時
航空レーザー計測 台風後, 台風前	2回	大潮時に実施	平成15年8月11日 平成16年3月10日
データ処理	2回	一次計測データ作成、 地物フィルタリング	
DEM作成	2回		
等高線データ作成	2回		
オルソフォト画像作成	2回		
汀線データ作成	2回	深浅測量データとの統合 含む	
傾斜赤色化立体画像データ作成	2回		
報告書作成	4部	電子媒体 正・副	

### 1-3. 工事工程

調査期間中の工事工程は、表 1-3-1のとおりである。

表 1-3-1 調査期間中の工事工程

工種	平成15年		平成16年				
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
準備工	■■■■■						
鋼管矢板工		■■■■■					
コンクリート工			■■■■■				

### 1-4. 調査方法

#### (1) 調査位置

干潟地形調査の範囲は、図 1-4-1に示すとおりである。



図 1-4-1 干潟地形調査範囲

(2) 主要な使用機器

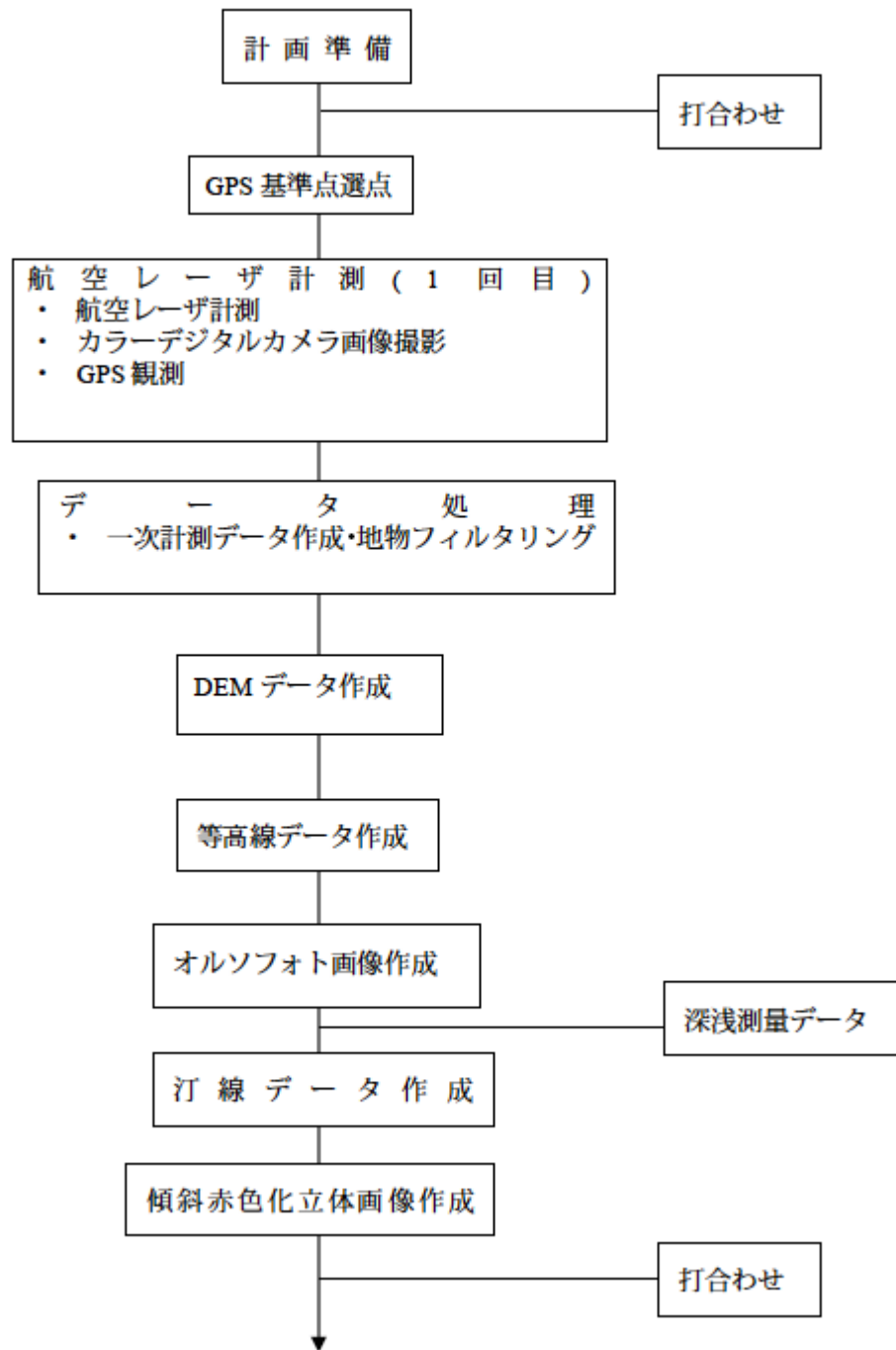
干潟地形測量に用いた主要な機器は表 1-4-1のとおり。

表 1-4-1 主要機器一覧

作業工程別	名称	数量	備考
航空レーザ測量	セスナ式 208 (JA-8229)(Cessna 社)	1 機	航空機
	LASER BIRD II : ALTM2033EDC (Optech 社)	1 セット	レーザスキャナ
	Trimble5700 (トリンプル社)	1 台	GPS
データ処理	MicroStation (Bentley 社) InRoads (Inter Graph 社)	3 セット	GIS
	REALM3 (Optech 社)	1 セット	レーザデータ処理

(3) 調査フローおよびその作業内容

調査フローおよびその作業内容は以下のとおりである。



フロー続き

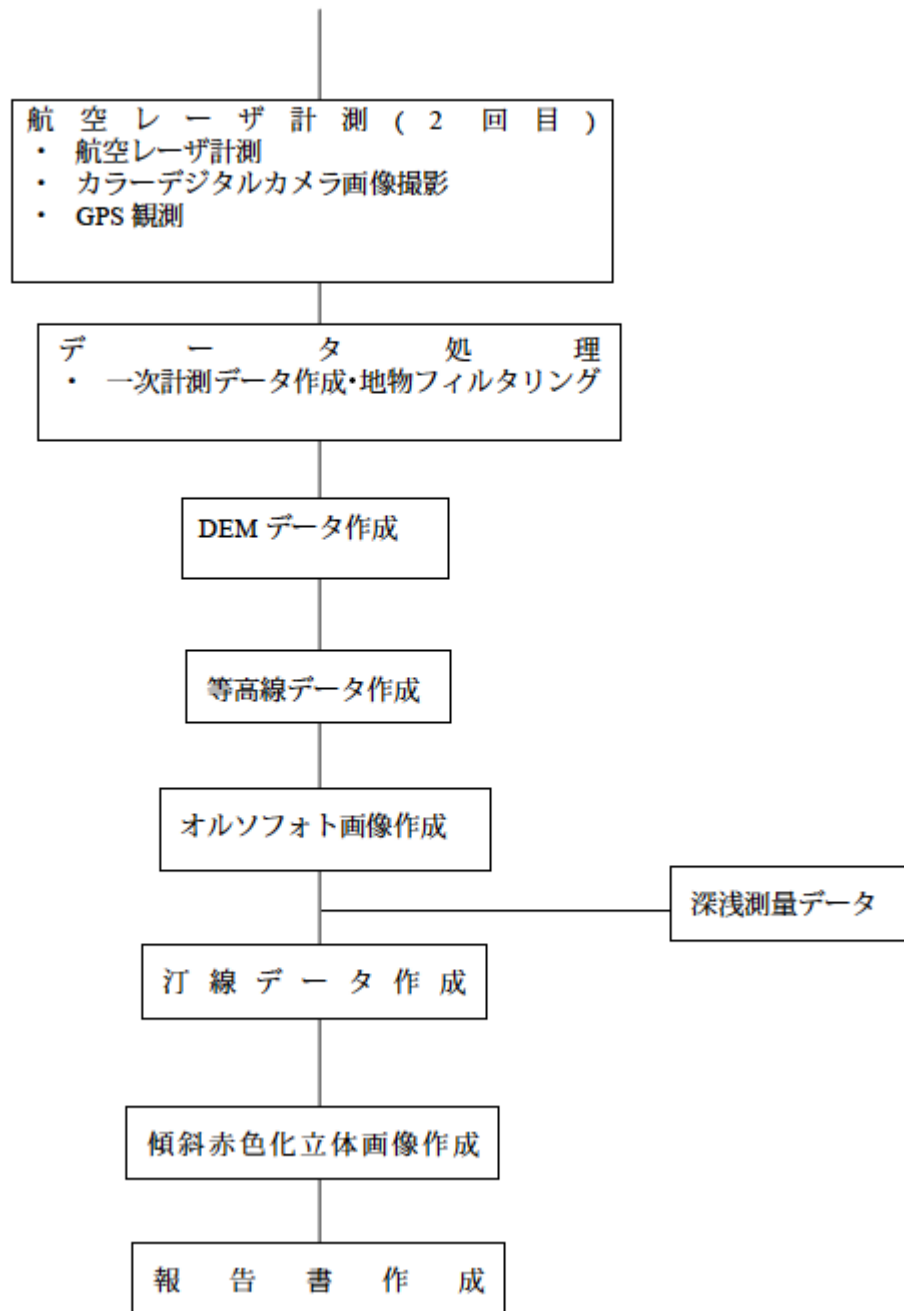


表 1-4-2 作業内容の概要

項目	作業内容
計画準備	作業に先立ち、必要な資料の収集・整理 作業方針を立案、計測コース等の計画・検討
基準点選点	地上でのGPS 観測に先立ち、計測対象地区より30km 以内に1 点の基準点（三角点などの地上基準点）選点 基準点として「南淡」電子基準点を利用
航空レーザ計測	走査式レーザ測距装置、GPS 受信機及びIMU(姿勢計測装置)によって構成される航空レーザ計測装置(レーザプロファイラ)を使用 計測は大潮時に合わせて平成15 年8 月11日、平成16 年3 月10日に実施
カラーデジタルカメラ画像撮影	航空レーザ計測装置に装備された高解像度カラーデジタルカメラ(エリアCCD)を使用して、航空レーザ計測と同時に画像を取得 微地形把握のためデジタルカメラの地上解像度は約15cm 以内となるように撮影
GPS 観測	航空レーザ計測時に、同時に地上基準点にてGPS 観測を実施 電子基準点「南淡」のデータを利用
データ処理 (一次計測データ作成・地物フィルタリング処理)	取得された機上データおよび地上GPS データを用い、地表に照射されたレーザ計測点の座標を計算 さらに座標変換、コース間接続処理およびノイズ除去処理により、地形や地物などを表す点群データ(一次計測データ)を作成 高さの基準を『平成14 年度 緊急地方道路整備工事 徳島東環状線(吉野川橋梁)』でまとめられている港湾D.L.とした 港湾D.L.とT.P.(東京湾平均海面)、A.P.(阿波工事基準面)の関係はのとおり
DEM 作成	地形を表す点群データに対して内挿計算をほどこすことにより、数値標高データ(DEM)を作成 グリッドデータは1m とした
等高線データ作成	DEM データをもとに間隔0.25mの等高線データを作成
オルソフォト画像作成	航空レーザ計測実施とデジタルカメラ画像データに、位置・姿勢情報を与え、地形やカメラの傾き等に起因する画像の歪み処理をおこない、オルソフォト画像を作成 画像が多数にわたる場合は、適宜デジタルモザイクをほどこし、全体が数枚以内の画像データに収まるように整理
汀線データの作成	CAD ソフトに取り込んだオルソフォトから水際線を目視で判断しトレースし、計測実施時点の汀線データを作成 また平成15 年9 月10 日から16 日にかけて実施した河川横断測量結果のデータを取りみ、陸部の航空レーザ計測データと結合し、T.P.、A.P.及び港湾D.L.、平均水面、最高水面、最低水面での汀線データを作成
傾斜赤色化立体画像データ作成	航空レーザ計測による詳細な地形情報は、通常の等高線図では表現しきれないことが多いためDEM を使用して効果的に微地形が把握できるような立体画像を作成 立体画像は、特定の方向性を持たない傾斜赤色化立体画像を採用

(4) 基準面の潮位資料等

結果に示す高さは全て港湾D.L.(T.P.-0.978m)を基準としている。汀線データ作成のための朔望平均潮位、朔望平均満潮位、朔望平均干潮位は気象庁潮汐資料(<http://www.data.kishou.go.jp/marine/tide/genbo/index.php>)で公開されている小松島検潮所の月統計値を基に利用可能な直近の一年平均を用いた。

利用した潮位は以下の通り。

平成 15 年 8 月 11 日計測

潮位は平成 14 年 9 月から平成 15 年 8 月までの平均値

- 朔望平均潮位: 1.098 m
- 朔望平均満潮位: 1.971 m
- 朔望平均干潮位: 0.042 m

平成 16 年 3 月 10 日計測分

潮位は平成 15 年 4 月から平成 16 年 3 月までの平均値

- 朔望平均潮位: 1.136 m
- 朔望平均満潮位: 1.971 m
- 朔望平均干潮位: 0.054 m

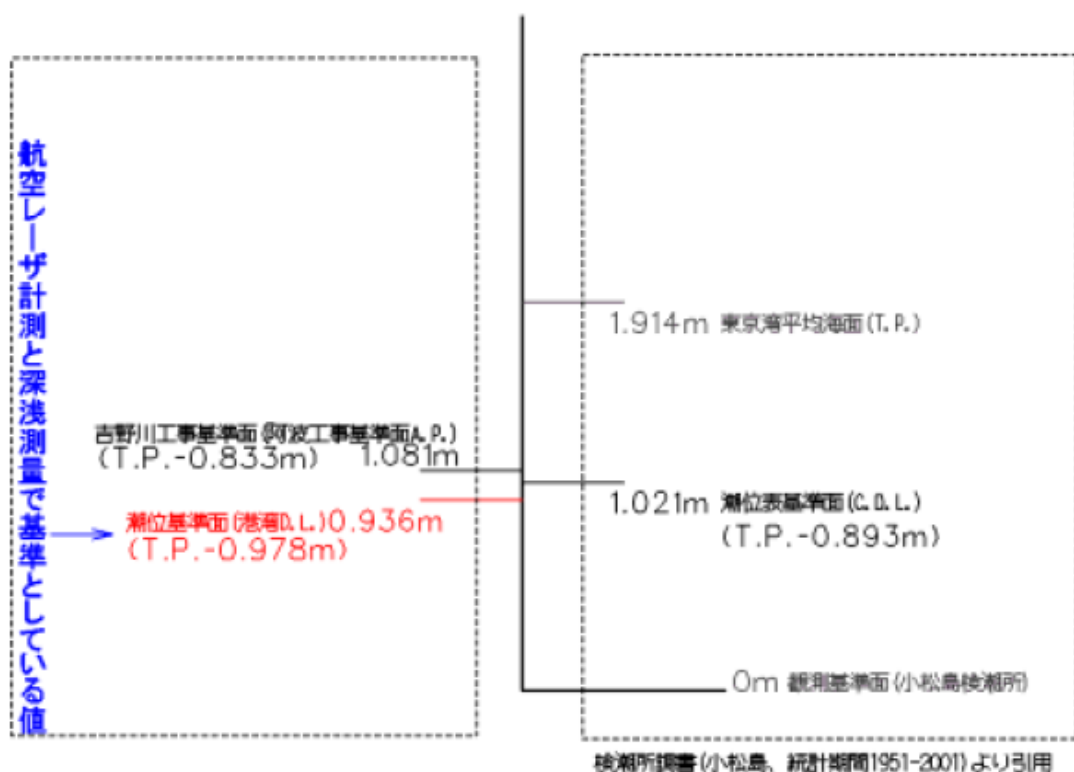


図 1-4-2 潮位及び各種基準面高さの関係

1-5. 調査結果

(1) 25cm間隔等高線図

吉野川河口部干潟周辺の25cm間隔等高線図は図 1-5-1に示すとおり。

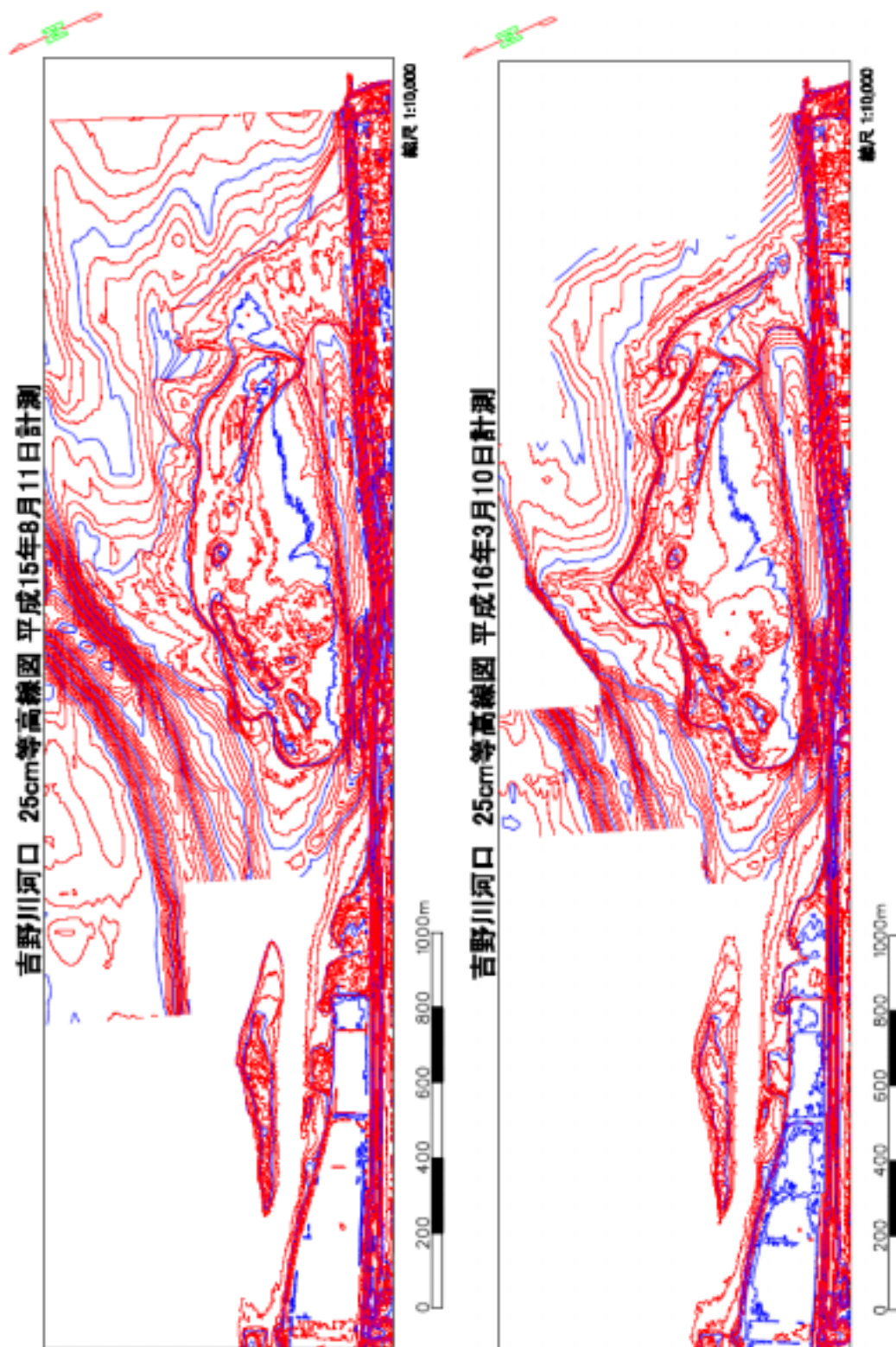


図 1-5-1(1) 25cm等高線図



(2) 朔望平均満潮位, 干潮位

吉野川河口部干潟周辺の朔望平均満潮位, 干潮位の汀線は、図 1-5-2に示すとおり。

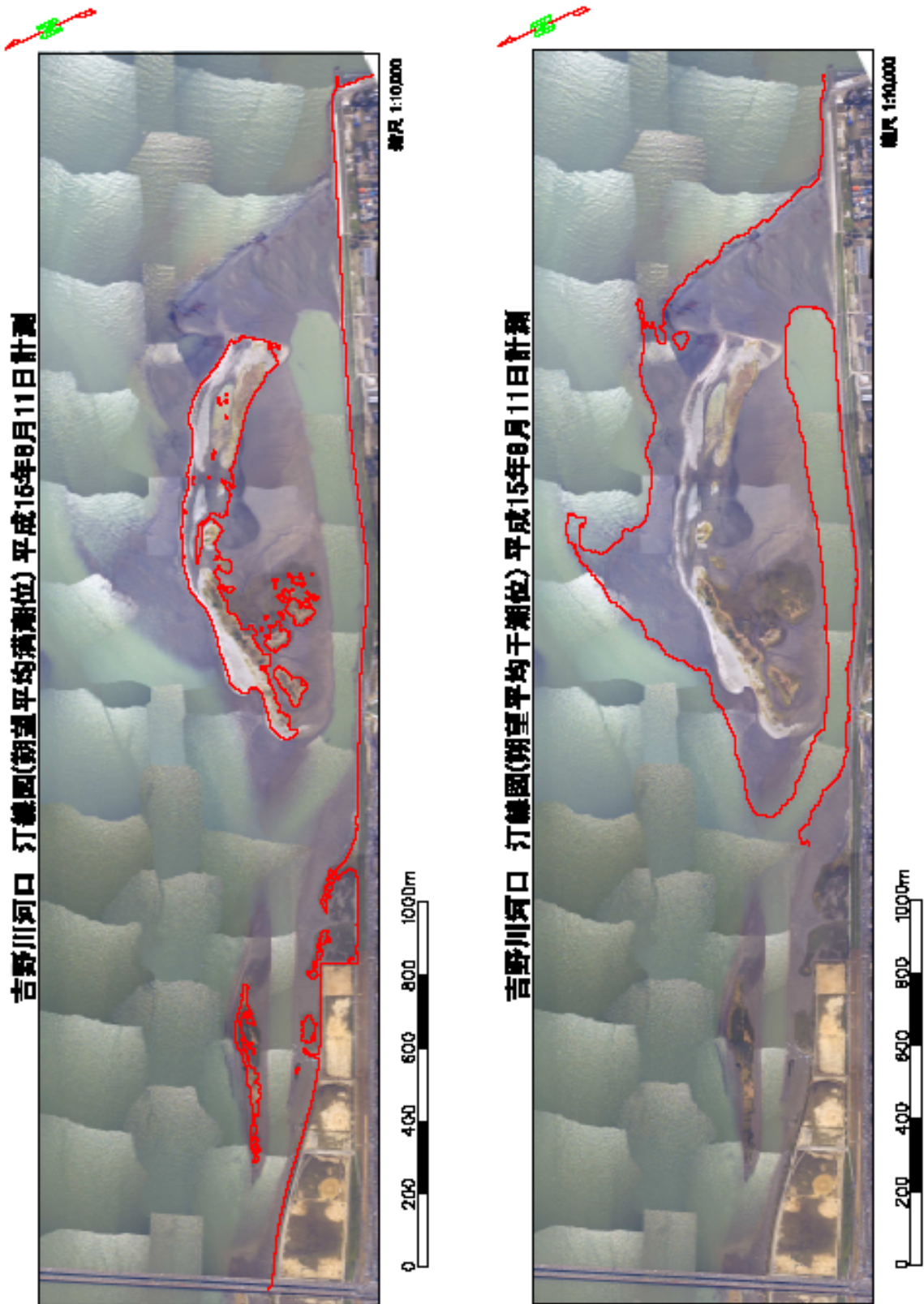


図 1-5-2(1) 朔望平均満潮位, 干潮位 (平成15年8月11日計測)

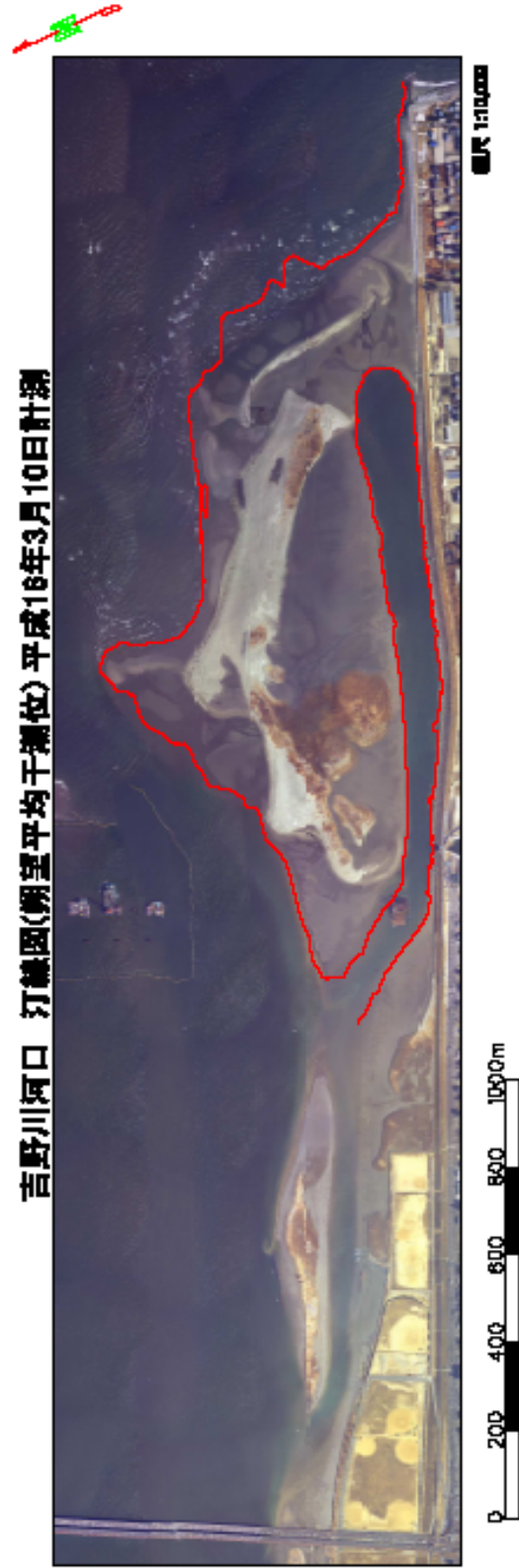
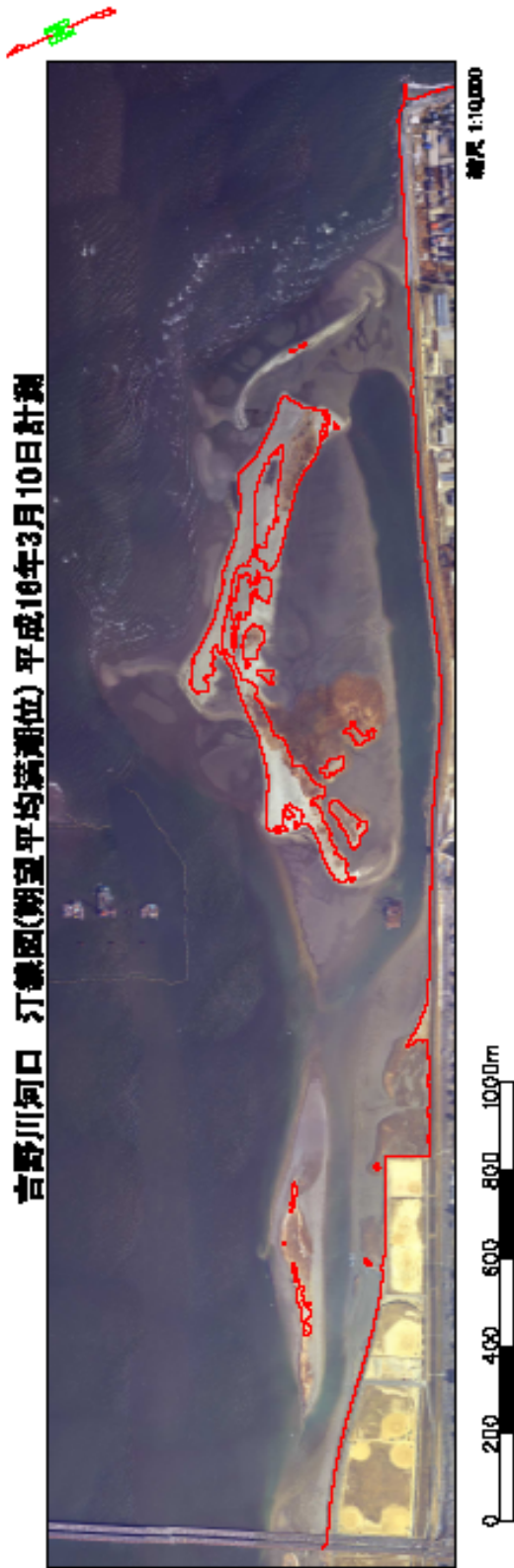


図 1-5-2(2) 朔望平均満潮位,干潮位(平成16年3月10日計測)

#### 1-6. 評価

平成15年8月と平成16年3月の実測結果より、満潮位の汀線は8月に比較し、3月では複雑に入り組んでおり、河口干潟の陸地中央部に低い場所がみられるようになった。一方、干潮位の汀線地形に時期別で大きな変化はみられない。

3月時点において、河口干潟最下流部に砂の堆積がみられ、8月にみられなかった砂州(陸地)の形成が確認された。

以上のように若干の地形変化がみられるが、その変化の程度は大きなものではなく、通常の季節的な変動に含まれるものと考えられる。

## 2. 潮流

### 2-1. 目的

本調査は、東環状大橋(仮称)の橋脚が周辺水域に及ぼす「流れ」の影響を把握するために、工事着手前の潮流を把握することを目的とした。

### 2-2. 調査期日

調査は連続15昼夜とし、以下の日程で行った。

自 平成15年9月25日

至 平成15年10月9日

### 2-3. 調査位置

流速計設置位置は、図 2-3-1に示すとおり徳島市住吉6丁目～川内町鶴島に位置する吉野川河口部の橋脚設置部下流とし、各調査地点の緯度経度は、表 2-3-1のとおり。

表 2-3-1 調査地点の位置および観測層

調査地点番号	位置		全水深	流向流速観測水深	波高観測水深	底質
St.1	東 経	134°34'59.2"	A.P.-3.7m	河床上1.0m～5.5m (水深50cm間隔)	河床上 0.5m	泥
	北 緯	34°04'59.8"				
St.2	東 経	134°35'07.2"	A.P.-6.7m	河床上1.0m～8.5m (水深50cm間隔)	-	貝殻 交じり砂
	北 緯	34°05'17.7"				

注)A.P.:吉野川工事基準面

全水深については、流速計設置時のもの。小松島港の潮位記録により補正を行っている。

(設置時間)

St.1:平成15年9月24日(水)11:18

St.2:平成15年9月24日(水)9:56

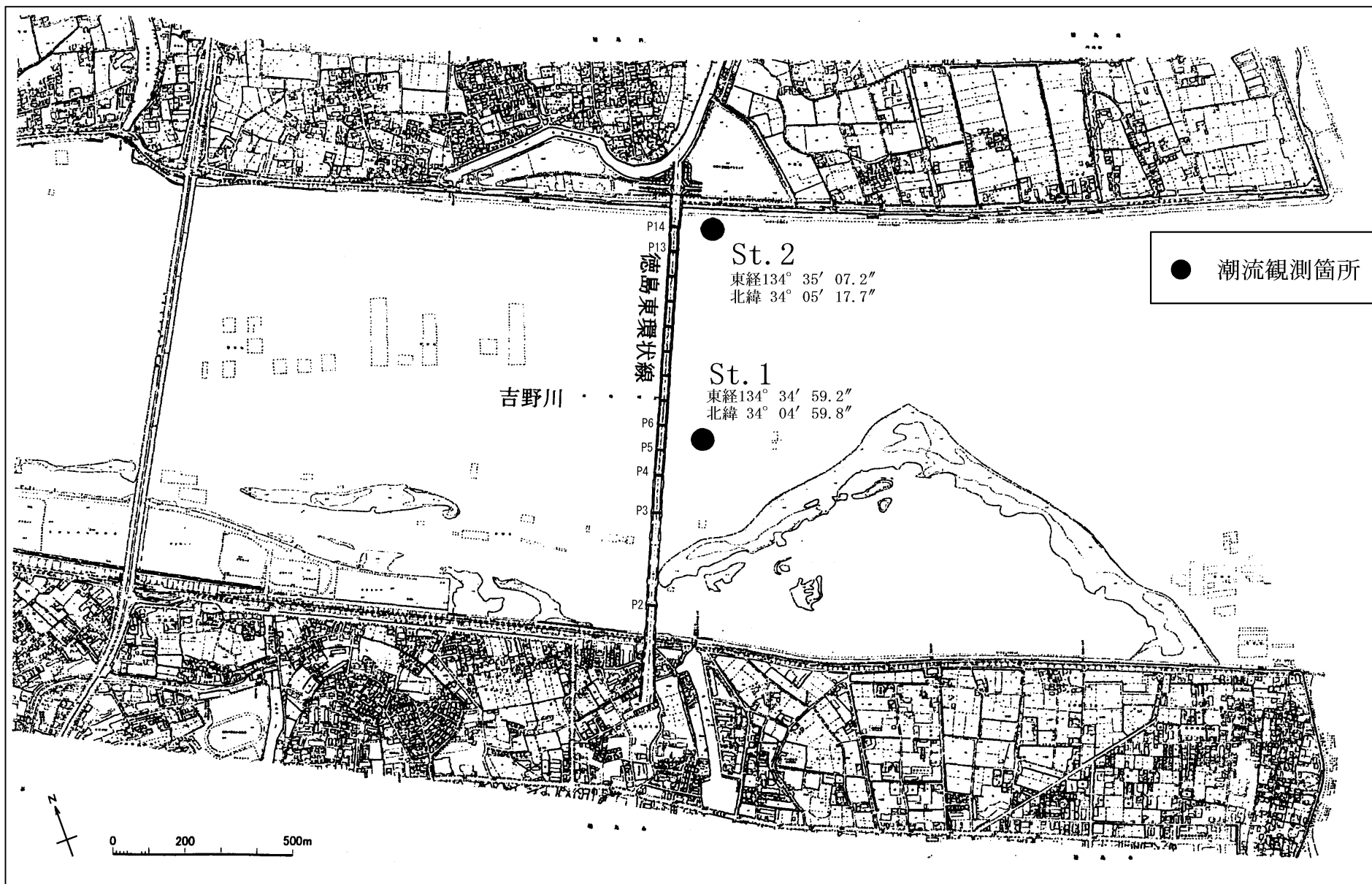


図 2-3-1 調査水域および調査地点位置

## 2-4. 調査方法

### (1) 現地調査および使用機器

調査にはドップラー流速計を用い、専用架台にて河床に設置して行った。

観測層は、両地点とも河床上1mから0.5m間隔とし、10分毎の流向および流速を15昼夜連続観測した。10分毎のデータについては、5秒間隔でデータを取り、これを10分間平均して記録した(5秒間隔のデータは消去)。

観測に用いた機器の仕様を表 2-4-1に、設置状況図を図 2-4-1に示した。

表 2-4-1 主要な使用機器一覧

機器名	型式名	メーカー
流速計	Workhorse Sentinel ADCP 1200kHz	RD Instruments
波高計	COMPACT-WH	アレック電子株式会社
水位計	DL/N	STS

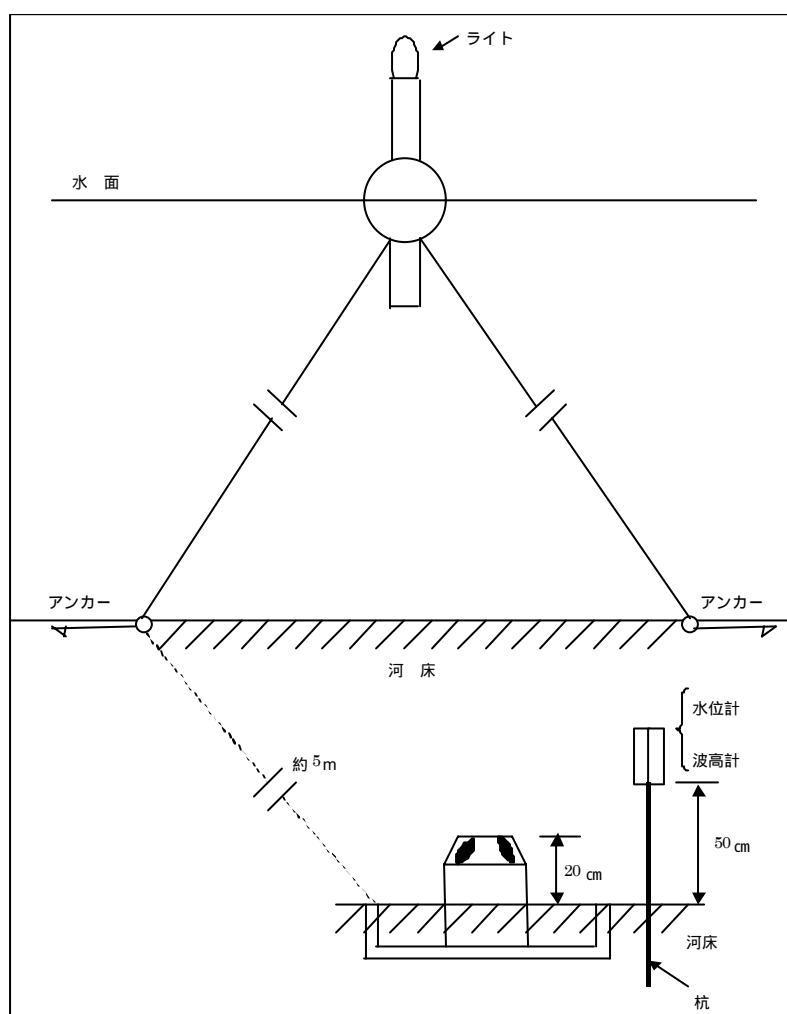


図 2-4-1 流速計設置状況

## (2) 解析

### 潮流調和分解

観測により得られた測得記録には、周期性のある流れと、非周期的流れが混在している。

ここでは、特に周期性のある潮流成分の抽出を対象とする。

一般に潮流現象は、月および太陽と地球との間に働く引力関係によって、地球表面の海水昇降(潮汐現象)に伴う海水の運動である。

月を対象にして考えると、下図のように月に最も近い点とこれと正反対の点では海面は上昇(満潮)し、これと90°ずれた地点では逆に海面は下降(干潮)する。



図 2-4-2 潮汐現象概念図

この考えが潮汐現象を分析する手始めであり、この干満の移動は、我々が海岸で目にする波を周期の長い波として捕らえることで理解できる。この長い波を潮汐波と称している。

つまりこの潮汐波は、地球と月の運動、つまり地球の自転、公転、月の公転周期により生じる18.6年、1年、半年、1月、半月、1日、半日、1/3日、1/4日、1/6日等の基本周期波の合成により成り立っている。

この基本周期の波を潮汐用語で分潮と呼び、それぞれに記号をつけて表示している。

実際の海域等では、潮汐波の伝播は地形および水深等の影響を受けて満潮時の潮位や潮時が変化するが、同じ地点では基本周期の各々について、潮位の比率や満潮時の遅れ時間が一定である。

従って、任意の地点に於ける固有の基本周期各々の振幅と遅角(遅れ時間)は、観測データを解析する事により求める事ができる。この解析方法を一般に調和分解と称し、求められた振幅と遅角を調和定数と称している。調和定数を組み立てる事により、将来の潮汐を予報することができる。

潮流についてもまったく同様であり、先に求めた北方および東方の両毎時分速値に対して計算を行う。

表 2-4-2 15 昼夜調和分解により求まる分潮一覧

記号	分潮名	周期 (h)	角速度 (°/h)
$M_2$	主太陰半日周潮	12.42	28.984
$S_2$	主太陽半日周潮	12.00	30.000
$K_2$	日月合成半日周潮	11.97	30.082
$N_2$	主太陰楕率半日周潮	12.66	28.440
$K_1$	日月合成日周潮	23.93	15.041
$O_1$	主太陰日周潮	25.82	13.943
$P_1$	主太陽日周潮	24.07	14.959
$Q_1$	主太陰楕率潮	26.87	13.399
$M_4$	太陰1/4日周潮	6.21	57.986
$MS_4$	複合潮(浅海潮)	6.10	58.984
$V_0$	恒流	-	-

#### 潮流楕円およびホドグラフ

調和分解により求めた各分潮の調和定数を用いて、北方および東方成分について各時刻の分潮速度 ( $V_i$ ) を求めてベクトル合成し、そのベクトルの先端を結ぶと楕円になることから、主要4分潮 ( $M_2, S_2, K_1, O_1$ ) の楕円を描いた。



## 2-5. 調査結果

### (1) 流況調査結果概要

流速の日別統計値をみると、大潮期の日が上位に位置しており、降雨のあった9月25日の流速が最も速くなっている。

流向別最大流速をみると、St.1は東西方向の、St.2は東南東、西北西方向の流れのときに最大の流速が出現している。

強流速順位をみると、上の層ほど最大流速が大きくなっている。流れの向きはSt.1は東向きが、St.2は東南東が多く、川の流下方向となっている。

また、流速頻度をみると、20cm/s未満の比較的弱い流れでは多用な方向が出現しているが、強い流れでは、St.1は東西方向の、St.2は東南東、西北西方向の流れを中心としたものとなっている。

### (2) 流向別流速階級別出現頻度

調査地点、観測層別の流向別流速階級別出現頻度、流速階級別出現頻度、流向別平均流速をに示した。

流向別流速階級別出現頻度は、St.1では東西方向の、St.2では東南東、西北西方向の流れが卓越している。

流速階級別出現頻度は、St.1、St.2の両地点とも、0～30cm/sの流れが多く、80～90%程度を占めている。また、上部の層では50cm/s以上の流れが出現している。

流向別平均流速は、流れの方向は前述のとおり、St.1は東西方向の、St.2は東南東、西北西方向の流れが卓越している。平均流速は、St.1が17.6～18.8cm/s、St.2が15.1～19.6cm/sとなっており、上層ほど平均流速が速くなる傾向がみられる。

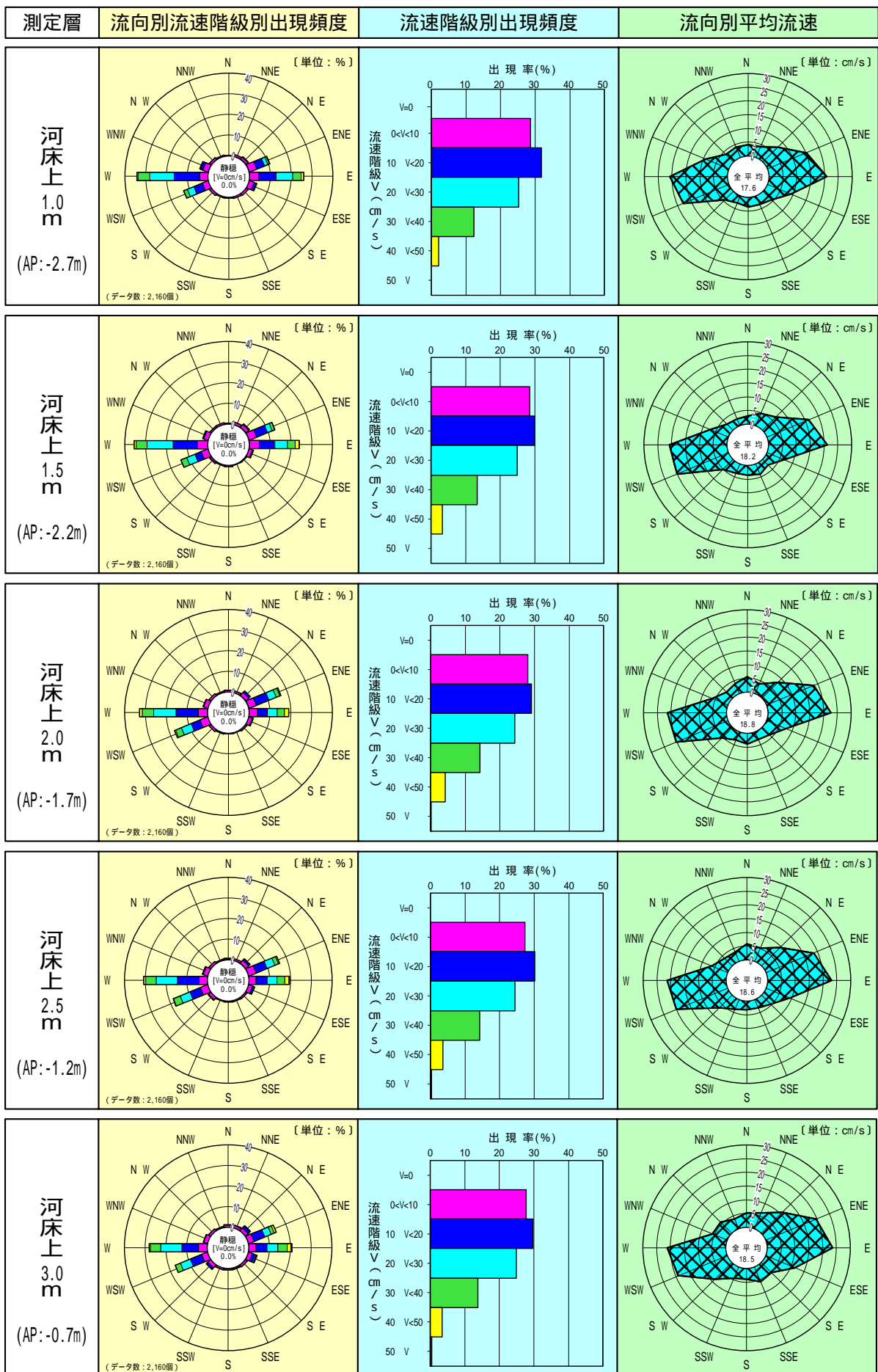


図 2-5-1(1-1) 流向別流速階級別出現頻度等 (St.1-1)

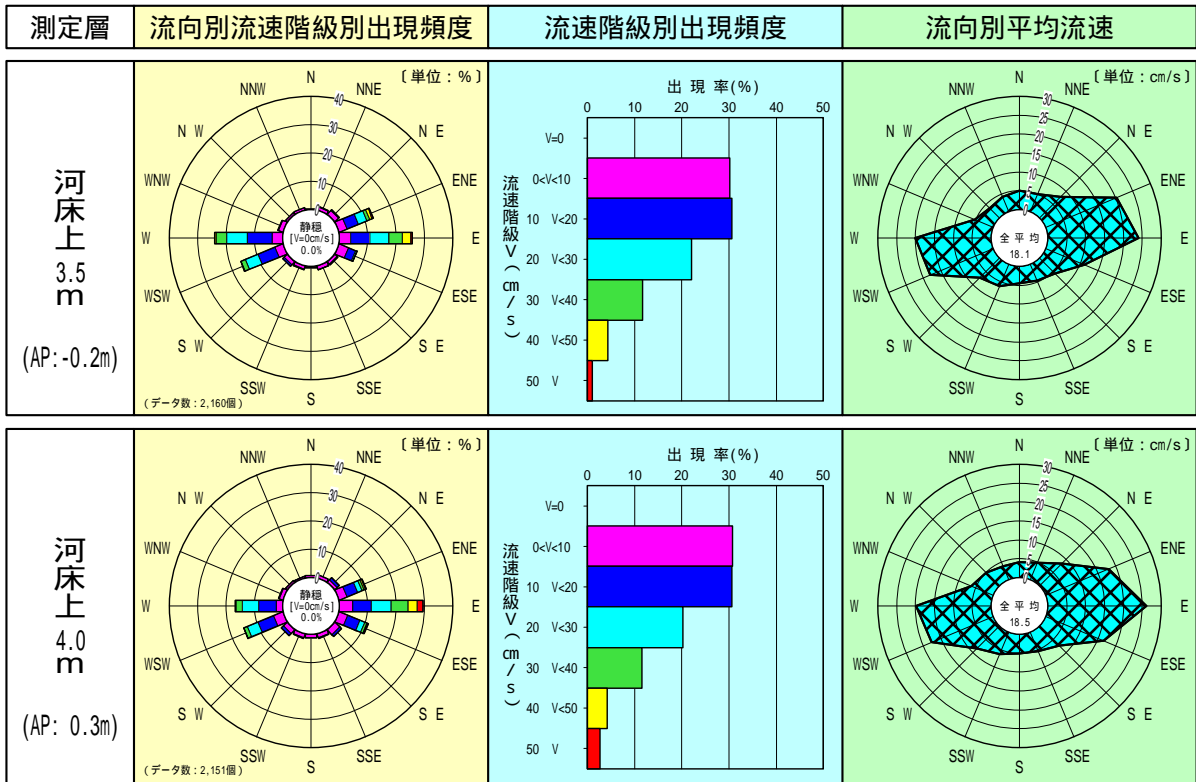


図 2-5-1 (1-2) 流向別流速階級別出現頻度等 (St.1-2)

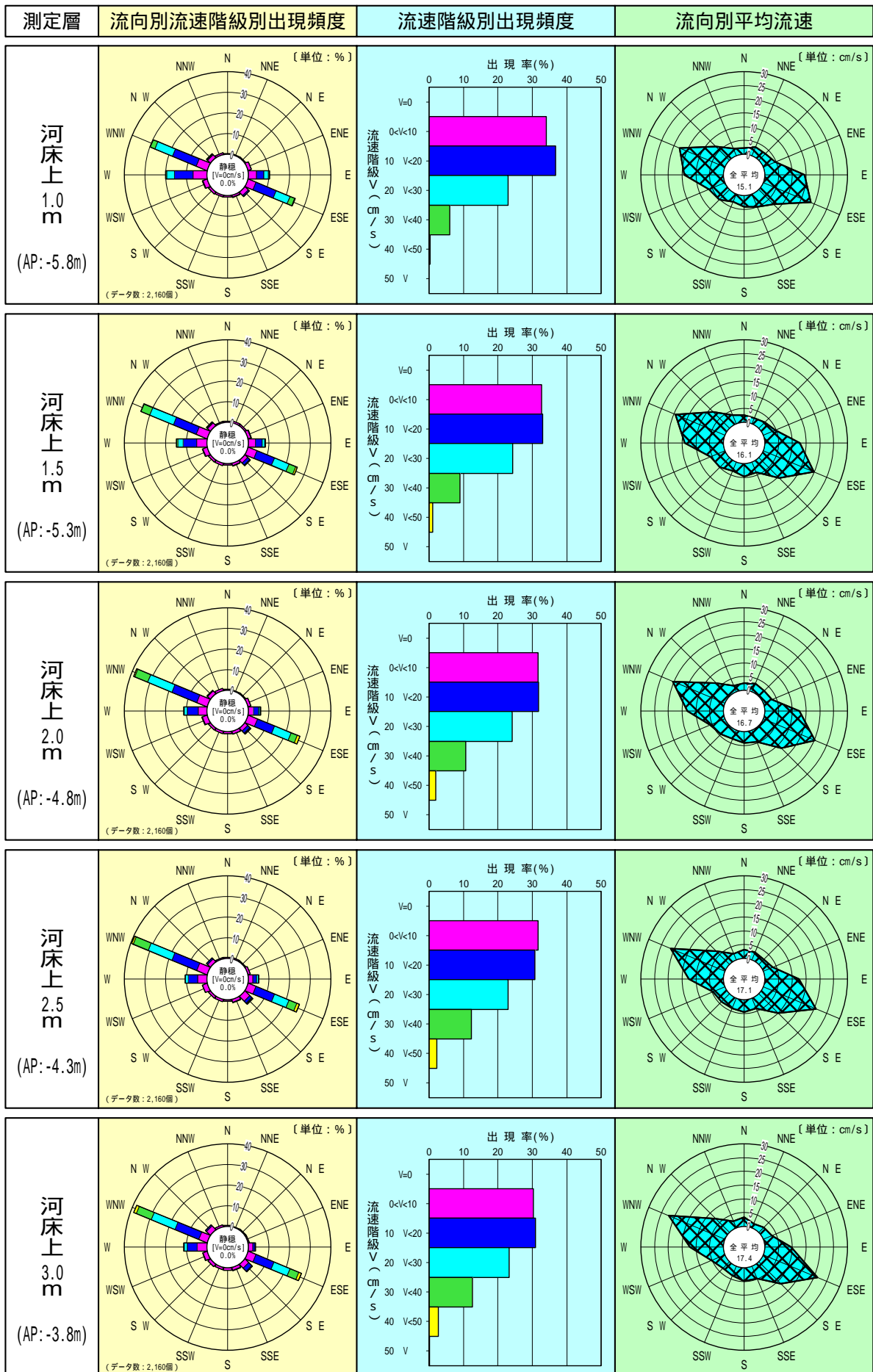


図 2-5-1 (2-1) 流向別流速階級別出現頻度等 (St.2-1)

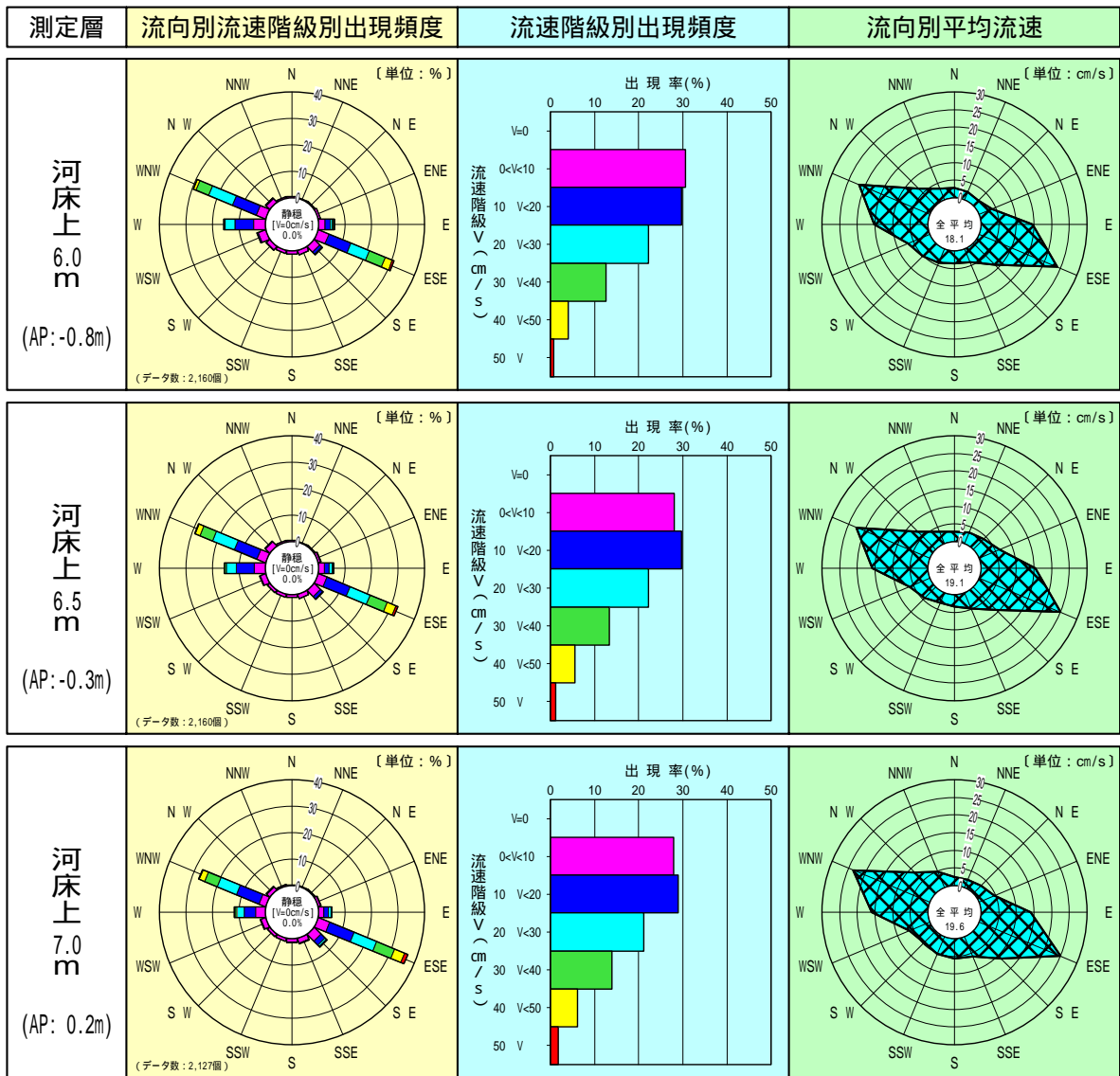


図 2-5-1 (2-1) 流向別流速階級別出現頻度等 (St.2-1)

### (3) 水深別流向流速時系列図

水深別流向流速時系列図は、流れの向きと流速を1時間ごとに図化したものであり、上向きは東方への流れを、下向きは西方への流れを示している。

これによると、St.1は東西方向の流れが、St.2は南東と北西の流れが卓越しており、川の流れの向きとほぼ一致している。9月26日及び10月10日を中心とした大潮期には、潮汐の変動に応じた半日周期の変動がみられ、流速も大きくなっている。また、潮位についても、大潮期には半日周期の変動が顕著であるが、10月3日頃の小潮期には半日周期ははっきりしない。

3-3-23

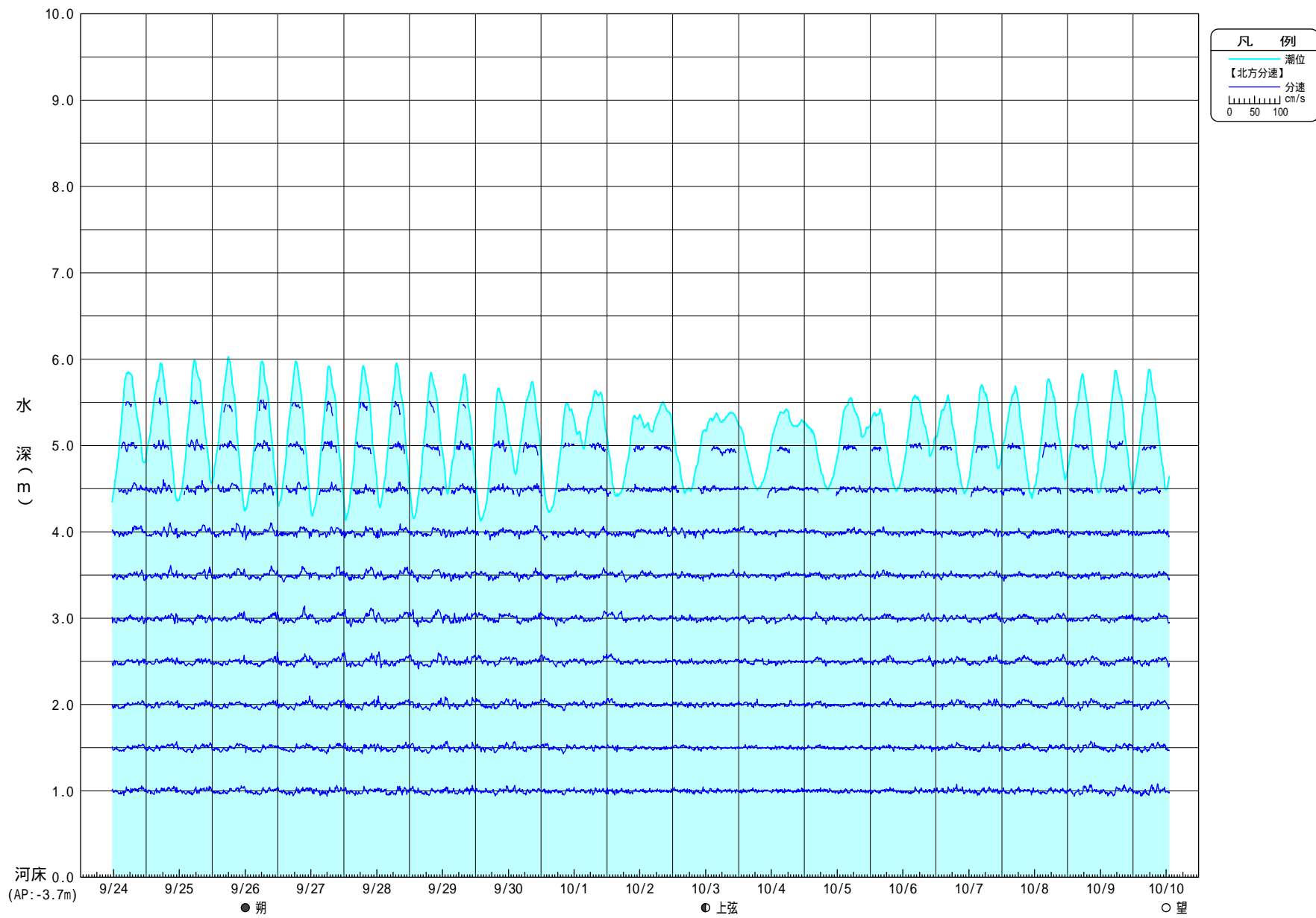


图 2-5-2(1) 水深別流向流速時系列图 (St.1)

3-3-24

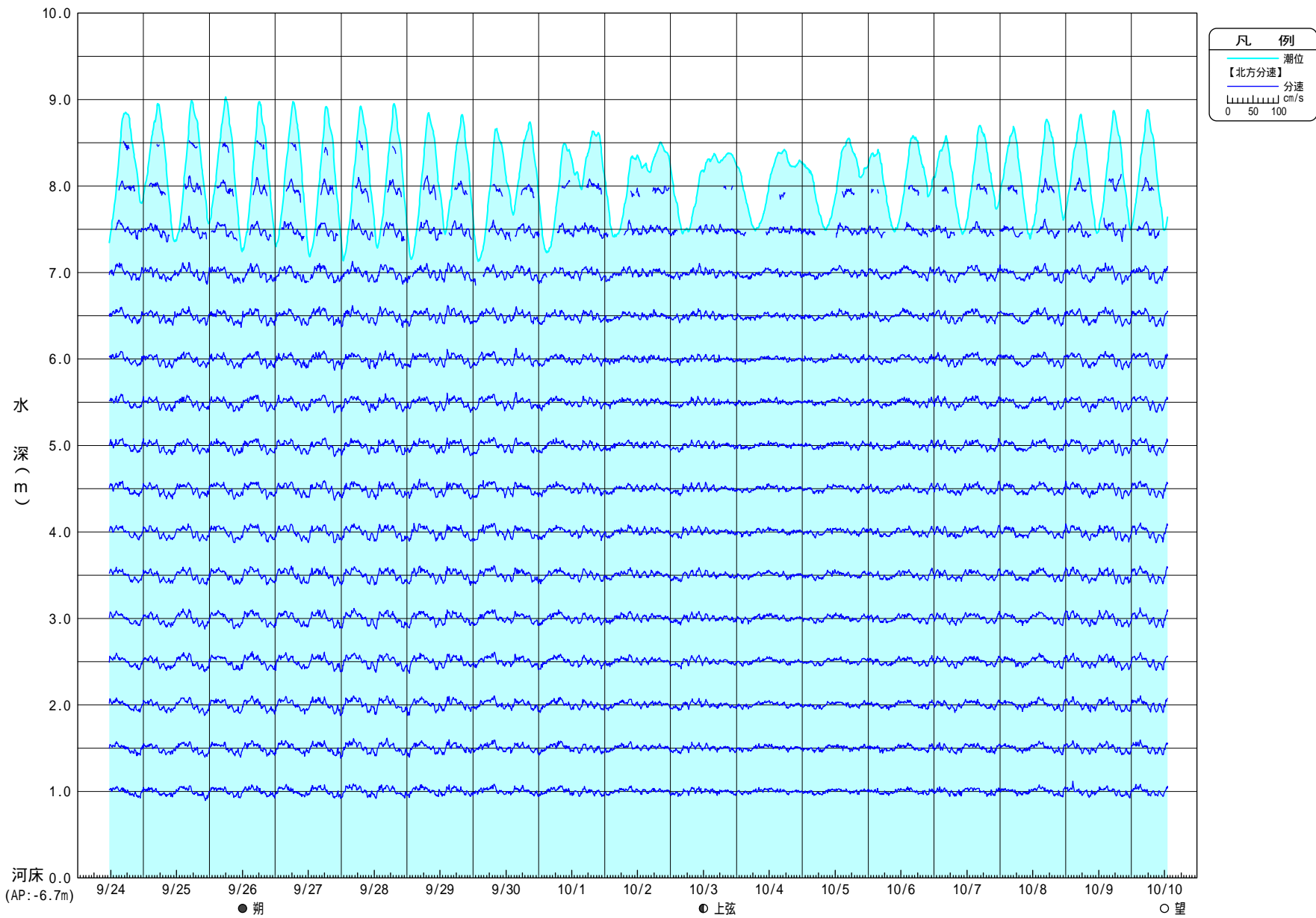


图 2-5-2 (2) 水深别流向流速时系列图 (St.2)



#### (4) 水深別東方分速時系列図

水深別東方分速時系列図は、流れの東西方向の成分を抜き出したものであり、グラフの正の部分は東方への流れを、負の部分は西方への流れを示している。

これをみると、前出の北方分速に比べ、流れが大きくなっている。また、水深別流向流速時系列図と同様に、大潮期には半日周期がはっきりしているが、小潮期には周期が細かくなっている。

3-3-26

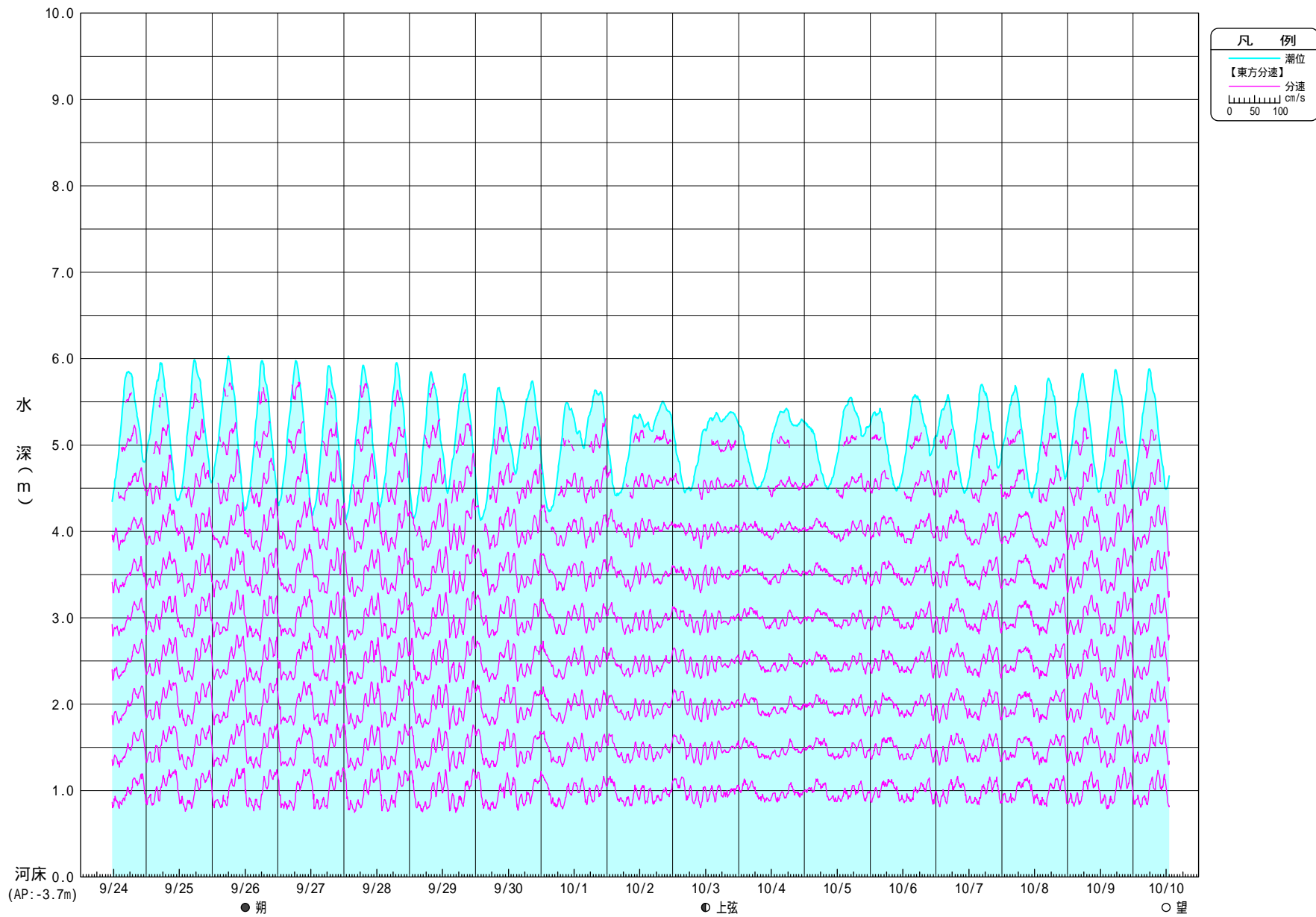


图 2-5-3(1) 水深別北方分速時系列図 (St.1)

3-3-27

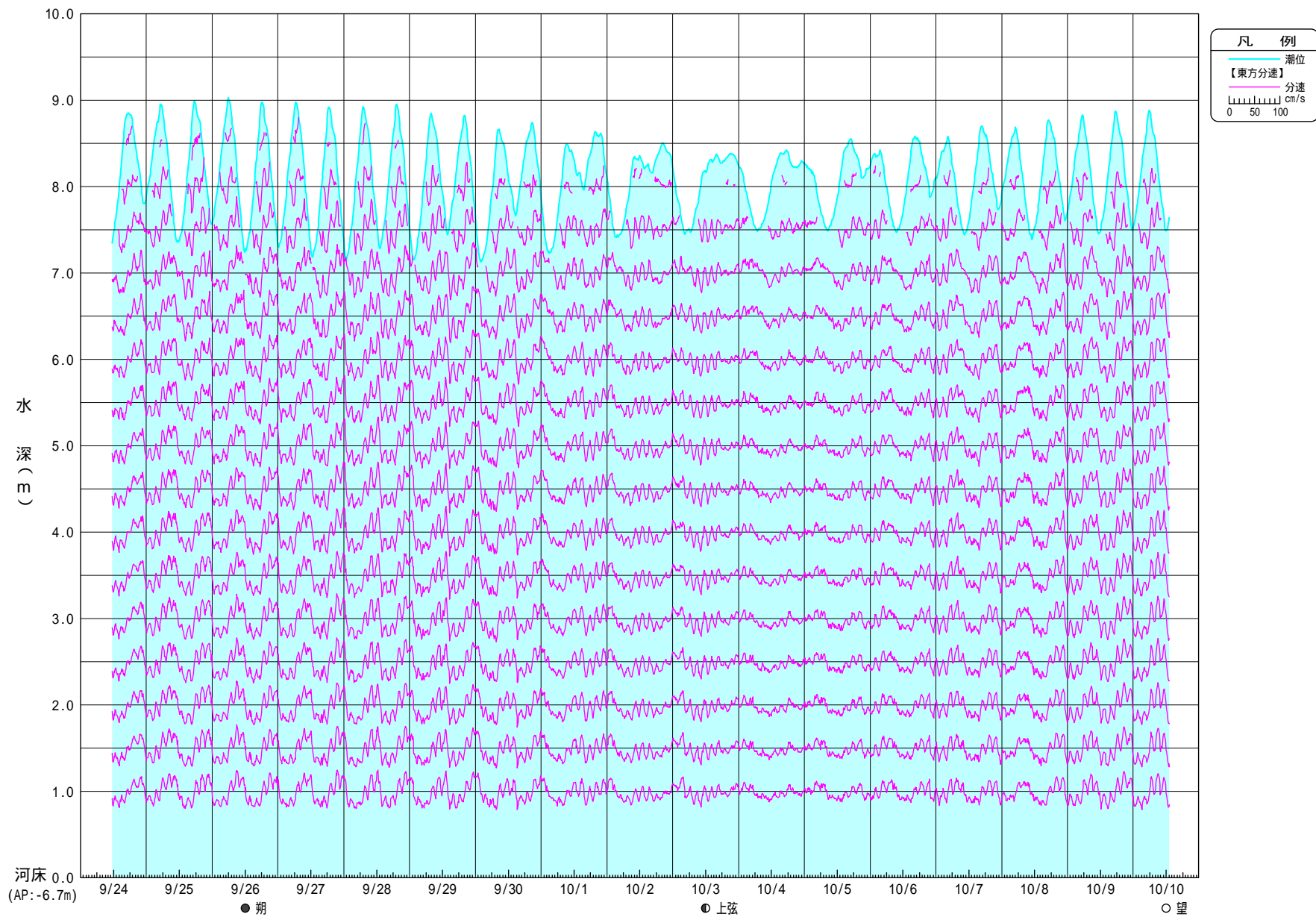


图 2-5-3 (2) 水深別北方分速時系列图(St.2)

(5) 水深別東方分速時系列図

水深別東方分速時系列図は、流れの東西方向の成分を抜き出したものであり、グラフの正の部分は東方への流れを、負の部分は西方への流れを示している。

これをみると、前出の北方分速に比べ、流れが大きくなっている。また、水深別流向流速時系列図と同様に、大潮期には半日周期がはっきりしているが、小潮期には周期が細かくなっている。

3-3-29

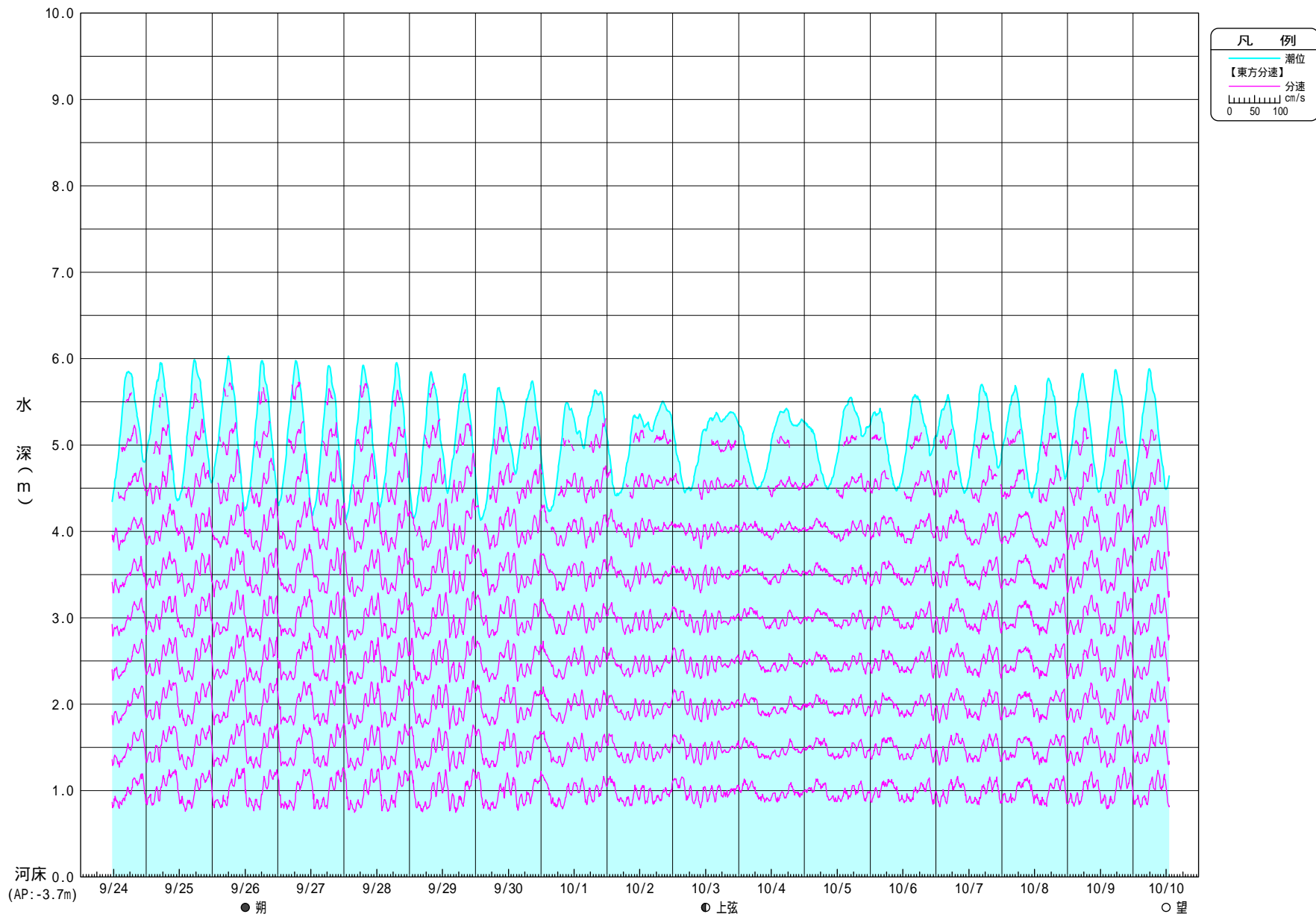


图 2-5-4(1) 水深別東方分速時系列図 (St.1)

3-3-30

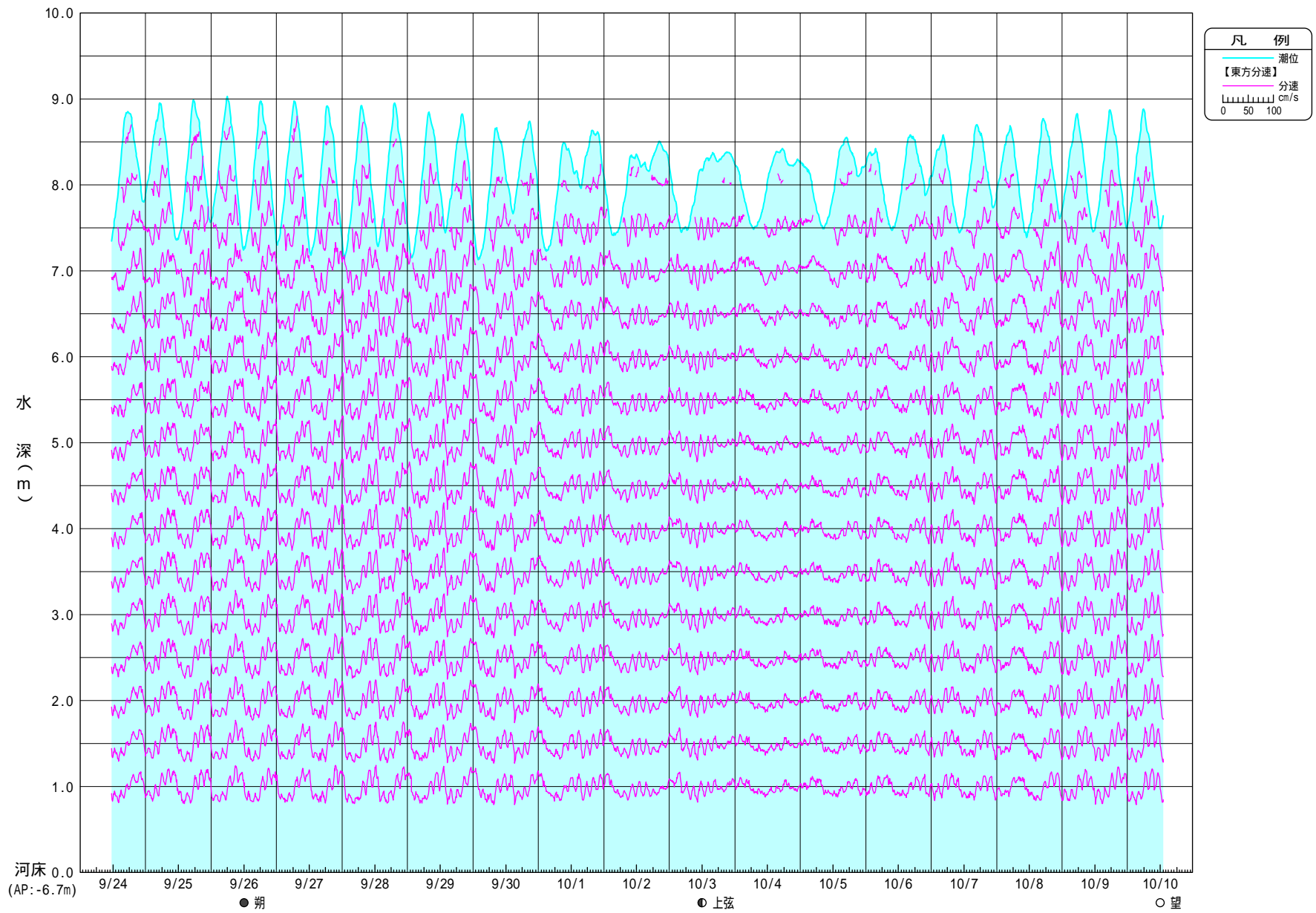


图 2-5-4 (2) 水深別東方分速時系列图(St.2)

(6) 水深別25時間移動平均ベクトル図

水深別25時間移動平均ベクトル図は、10分間値のデータから、 $25 \times 6 + 1$ 個の平均値を求めて図化したものであり、1日の平均的な流れを示している。

これによると、St.1では河床上3.5m付近を境目として、St.2では河床上6.5m付近を境目として、上層では東向き(流下方向)の流れが、下層では西向き(遡上方向)の流れが卓越している。これは、上層は淡水の流下と風の影響を、下層は潮汐による塩水の遡上の影響を受けているものと考えられる。

10月2日頃には小潮期にも関わらず、西向きの流れが現れている。同時期の水深別流向流速時系列図をみると、全体に流速は遅いが、東向きの流れが少なく、相対的に西向きの流れが強かったことから、この結果が現れたものと考えられる。また、降雨のあった9月25日のデータをみると、層に関係なく東向きとなっており、出水の影響が表れている。なお、風と雨のデータは徳島地方気象台のデータである。

3-3-32

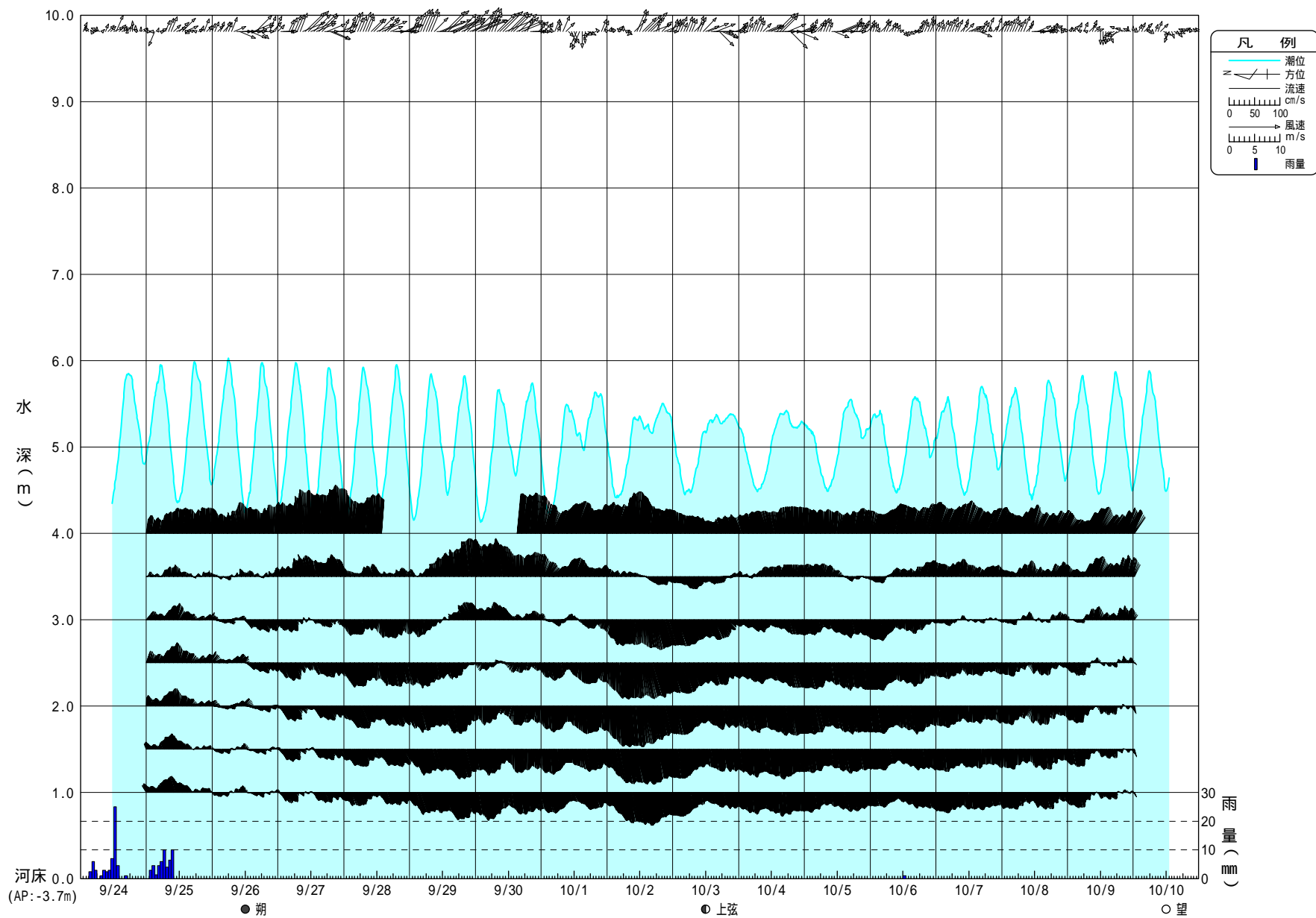


図 2-5-5(1) 水深別25時間移動平均ベクトル図(恒流、St.1)



3-3-33

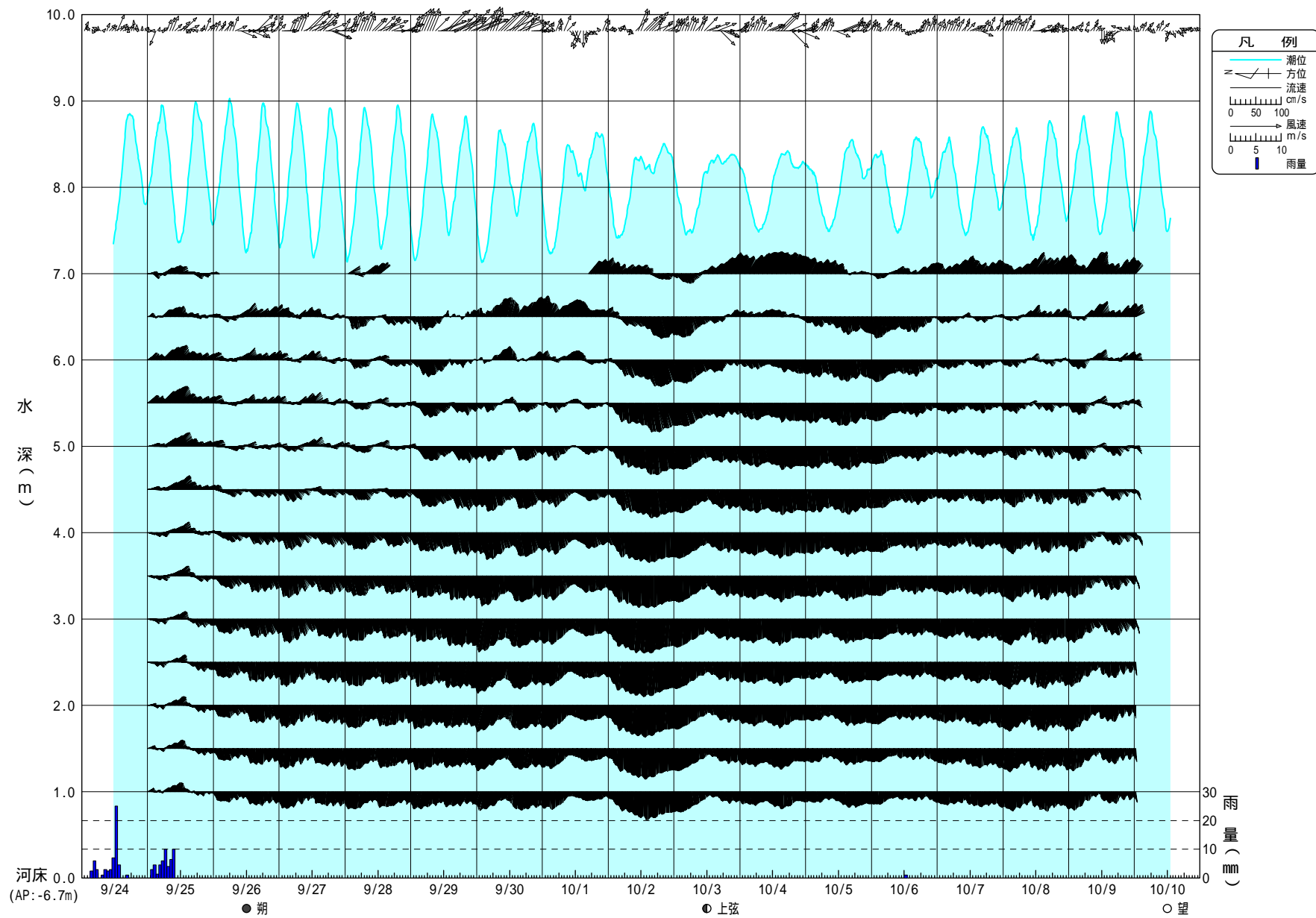


図 2-5-5 (2) 水深別25時間移動平均ベクトル図(恒流、St.2)

(7) 調和分解

主要4分潮である $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 分潮の主流向成分の結果をみると、両調査地点とも、全ての水深(層)で、半日周潮の $M_2$ 、 $S_2$ 分潮が日周潮である $K_1$ 、 $O_1$ に比べて大きくなっており、本調査地点では半日周潮(1日2回の干潮・満潮を生じさせる潮流)の潮流が卓越していることが示された。

各調査地点の上層, 中層, 下層での調和解析結果は表 2-5-1のとおりである。

表 2-5-1(1-1) 潮流15晝夜調和解析結果 (St.1-1)

測 点 : St. 1  
 測 定 層 : 河床上1.0m (AP: -2.7m)  
 經 度 : 134° 35 9.0 E  
 緯 度 : 34° 4 47.9 N  
 解析開始 : 2003年 9月25日 0時 0分  
 解析終了 : 2003年 10月 9日 23時50分  
 測定機器 : RD Instruments製 Workhose型 ADCP

(主流向: 84°)











分潮名	北方分速		東方分速		潮流橢圓要素						主流向成分	
	流速 (cm/s)	遲角 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	軸	方向 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	長短比 (S/L)	回 轉	流速 (cm/s)	遲角 (°)
M <sub>2</sub> (主太陰半日周潮)	2.4	283.1	18.3	269.7	長軸L	83	18.5	269.9	0.029		18.5	269.8
					短軸S	173	0.5	179.9				
S <sub>2</sub> (主太陽半日周潮)	1.1	291.3	9.1	296.2	長軸L	83	9.1	296.1	0.010		9.1	296.1
					短軸S	173	0.1	26.1				
K <sub>2</sub> (日月合成半日周潮)	0.3	291.3	2.5	296.2	長軸L	83	2.5	296.1	0.010		2.5	296.1
					短軸S	173	0.0	26.1				
N <sub>2</sub> (主太陰精率潮)	0.6	45.2	3.6	300.0	長軸L	273	3.6	119.5	0.167		3.5	301.0
					短軸S	3	0.6	29.5				
K <sub>1</sub> (日月合成日周潮)	0.3	281.5	5.6	278.1	長軸L	87	5.6	278.1	0.003		5.6	278.1
					短軸S	177	0.0	188.1				
O <sub>1</sub> (主太陰日周潮)	0.4	243.7	3.4	279.3	長軸L	85	3.4	278.9	0.062		3.4	278.9
					短軸S	175	0.2	8.9				
P <sub>1</sub> (主太陽日周潮)	0.1	281.5	1.9	278.1	長軸L	87	1.9	278.1	0.003		1.9	278.1
					短軸S	177	0.0	188.1				
Q <sub>1</sub> (主太陰精率潮)	0.1	288.7	1.6	267.2	長軸L	87	1.6	267.3	0.020		1.6	267.3
					短軸S	177	0.0	177.3				
M <sub>4</sub> (太陰1/4日周潮)	0.2	27.3	2.2	265.6	長軸L	273	2.2	85.4	0.072		2.2	266.0
					短軸S	3	0.2	355.4				
MS <sub>4</sub> (複合潮)	0.6	98.8	2.3	278.9	長軸L	285	2.3	98.9	0.000		2.2	278.9
					短軸S	15	0.0	8.9				
V <sub>0</sub> (恒流[平均流])	-0.2cm/s		-2.5cm/s		265°		2.5cm/s			-2.5cm/s		

表 2-5-1(1-2) 潮流15昼夜調和解析結果 (St.1-2)

測 点 : St. 1  
 測 定 層 : 河床上2.5m (AP:-1.2m)  
 經 度 : 134° 35 9.0 E  
 緯 度 : 34° 4 47.9 N  
 解析開始 : 2003年 9月25日 0時 0分  
 解析終了 : 2003年 10月 9日 23時50分  
 測定機器 : RD Instruments製 Workhose型 ADCP

(主流向: 80°)








分潮名	北方分速		東方分速		潮流橢圓要素						主流向成分	
	流速 (cm/s)	遲角 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	軸	方向 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	長短比 (S/L)	回 轉	流速 (cm/s)	遲角 (°)
M <sub>2</sub> (主太陰半日周潮)	3.1	283.3	19.2	271.6	長軸L	81	19.4	271.9	0.032		19.4	271.9
					短軸S	171	0.6	181.9				
S <sub>2</sub> (主太陽半日周潮)	1.8	308.5	9.7	294.2	長軸L	80	9.9	294.7	0.045		9.9	294.7
					短軸S	170	0.5	204.7				
K <sub>2</sub> (日月合成半日周潮)	0.5	308.5	2.7	294.2	長軸L	80	2.7	294.7	0.045		2.7	294.7
					短軸S	170	0.1	204.7				
N <sub>2</sub> (主太陰橢率潮)	0.7	265.8	3.4	295.8	長軸L	80	3.4	294.9	0.094		3.4	294.8
					短軸S	170	0.3	24.9				
K <sub>1</sub> (日月合成日周潮)	1.2	299.3	5.0	280.9	長軸L	77	5.1	281.9	0.072		5.1	281.7
					短軸S	167	0.4	191.9				
O <sub>1</sub> (主太陰日周潮)	0.6	285.0	3.4	271.2	長軸L	81	3.4	271.5	0.038		3.4	271.5
					短軸S	171	0.1	181.5				
P <sub>1</sub> (主太陽日周潮)	0.4	299.3	1.7	280.9	長軸L	77	1.7	281.9	0.072		1.7	281.7
					短軸S	167	0.1	191.9				
Q <sub>1</sub> (主太陰橢率潮)	0.3	257.2	1.8	276.3	長軸L	82	1.8	276.0	0.045		1.8	275.9
					短軸S	172	0.1	6.0				
M <sub>4</sub> (太陰1/4日周潮)	0.1	242.6	1.7	282.1	長軸L	86	1.7	281.9	0.052		1.7	281.5
					短軸S	176	0.1	11.9				
MS <sub>4</sub> (複合潮)	0.5	231.6	1.3	223.9	長軸L	68	1.4	224.9	0.046		1.4	224.4
					短軸S	158	0.1	134.9				
V <sub>0</sub> (恒流[平均流])	-0.2cm/s		-2.6cm/s		266°		2.6cm/s		-2.6cm/s			

表 2-5-1(1-3) 潮流15昼夜調和解析結果 (St.1-2)

測 点 : S t . 1  
 測 定 層 : 河床上4.0m (AP: 0.3m)  
 經 度 : 134 ° 35 9.0 E  
 緯 度 : 34 ° 4 47.9 N  
 解析開始 : 2003年 9月25日 0時 0分  
 解析終了 : 2003年10月 9日23時50分  
 測定機器 : RD Instruments製 Workhose型 A D C P

(主流向: 85°)

分 潮 名	北方分速		東方分速		潮 流 橢 圓 要 素						主 流 向 成 分			
	流 速 (cm/s)	遲 角 (°)	流 速 (cm/s)	遲 角 (°)	軸	方 向 (°)	流 速 (cm/s)	遲 角 (°)	長短比 (S/L)	回 轉	流 速 (cm/s)	遲 角 (°)		
M <sub>2</sub> (主太陰半日周潮)	2.4	240.5	20.5	281.5	長軸L	85	20.6	281.1	0.077	⌚	20.6	281.0		
					短軸S	175	1.6	11.1						
S <sub>2</sub> (主太陽半日周潮)	1.1	270.3	9.4	296.9	長軸L	84	9.4	296.6	0.050	⌚	9.4	296.6		
					短軸S	174	0.5	26.6						
K <sub>2</sub> (日月合成半日周潮)	0.3	270.3	2.5	296.9	長軸L	84	2.6	296.6	0.050	⌚	2.6	296.6		
					短軸S	174	0.1	26.6						
N <sub>2</sub> (主太陰精率潮)	0.4	331.3	2.4	313.6	長軸L	80	2.4	314.1	0.054	⌚	2.4	313.8		
					短軸S	170	0.1	224.1						
K <sub>1</sub> (日月合成日周潮)	1.1	226.2	5.2	295.6	長軸L	85	5.2	294.7	0.201	⌚	5.2	294.5		
					短軸S	175	1.1	24.7						
O <sub>1</sub> (主太陰日周潮)	0.8	204.3	4.0	265.4	長軸L	85	4.0	264.5	0.168	⌚	4.0	264.5		
					短軸S	175	0.7	354.5						
P <sub>1</sub> (主太陽日周潮)	0.4	226.2	1.7	295.6	長軸L	85	1.7	294.7	0.201	⌚	1.7	294.5		
					短軸S	175	0.4	24.7						
Q <sub>1</sub> (主太陰精率潮)	0.2	322.0	1.0	20.3	長軸L	84	1.0	19.4	0.152	⌚	1.0	19.5		
					短軸S	174	0.2	109.4						
M <sub>4</sub> (太陰1/4日周潮)	0.9	116.4	0.5	246.4	長軸L	334	1.0	105.4	0.396	⌚	0.5	239.2		
					短軸S	64	0.4	195.4						
MS <sub>4</sub> (複合潮)	1.3	149.2	1.2	247.8	長軸L	323	1.3	116.1	0.856	⌚	1.2	242.3		
					短軸S	53	1.1	206.1						
V <sub>0</sub> (恒流[平均流])	-1.4cm/s		5.4cm/s		105°						5.6cm/s		5.2cm/s	

表 2-5-1(2-1) 潮流15昼夜調和解析結果 (St.2-1)

測 点 : St. 2  
 測 定 層 : 河床上1.0m (AP: -5.8m)  
 經 度 : 134° 35 17.0 E  
 緯 度 : 34° 5 5.8 N  
 解析開始 : 2003年 9月25日 0時 0分  
 解析終了 : 2003年 10月 9日 23時50分  
 測定機器 : RD Instruments製 Workhose型 ADCP

(主流向: 287°)

分潮名	北方分速		東方分速		潮流橢圓要素						主流向成分	
	流速 (cm/s)	遲角 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	軸	方向 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	長短比 (S/L)	回 轉	流速 (cm/s)	遲角 (°)
M <sub>2</sub> (主太陰半日周潮)	4.5	93.5	15.3	271.3	長軸L	286	15.9	91.5	0.010		15.9	91.5
					短軸S	16	0.2	181.5				
S <sub>2</sub> (主太陽半日周潮)	2.0	112.9	7.1	292.8	長軸L	286	7.3	112.8	0.001		7.3	112.8
					短軸S	16	0.0	202.8				
K <sub>2</sub> (日月合成半日周潮)	0.6	112.9	1.9	292.8	長軸L	286	2.0	112.8	0.001		2.0	112.8
					短軸S	16	0.0	202.8				
N <sub>2</sub> (主太陰精率潮)	0.9	140.9	2.3	306.1	長軸L	292	2.5	128.1	0.090		2.5	127.7
					短軸S	22	0.2	218.1				
K <sub>1</sub> (日月合成日周潮)	1.8	97.1	5.2	277.8	長軸L	289	5.5	97.7	0.004		5.5	97.8
					短軸S	19	0.0	7.7				
O <sub>1</sub> (主太陰日周潮)	0.9	93.5	3.0	274.7	長軸L	286	3.1	94.6	0.006		3.1	94.6
					短軸S	16	0.0	4.6				
P <sub>1</sub> (主太陽日周潮)	0.6	97.1	1.7	277.8	長軸L	289	1.8	97.7	0.004		1.8	97.8
					短軸S	19	0.0	7.7				
Q <sub>1</sub> (主太陰精率潮)	0.4	64.6	1.1	274.0	長軸L	287	1.1	91.5	0.150		1.1	91.4
					短軸S	17	0.2	1.5				
M <sub>4</sub> (太陰1/4日周潮)	0.4	101.1	1.6	250.2	長軸L	281	1.7	71.4	0.110		1.7	72.0
					短軸S	11	0.2	161.4				
MS <sub>4</sub> (複合潮)	0.4	80.8	1.5	266.1	長軸L	286	1.6	85.7	0.024		1.6	85.7
					短軸S	16	0.0	355.7				
V <sub>0</sub> (恒流[平均流])	0.2cm/s		-2.2cm/s		275°		2.2cm/s		2.1cm/s			

表 2-5-1(2-2) 潮流15昼夜調和解析結果 (St.2-2)

測 点 : S t . 2  
 測 定 層 : 河床上4.0m (AP:-2.8m)  
 經 度 : 134 ° 35 17.0 E  
 緯 度 : 34 ° 5 5.8 N  
 解析開始 : 2003年 9月25日 0時 0分  
 解析終了 : 2003年10月 9日23時50分  
 測定機器 : RD Instruments製 Workhose型 A D C P

(主流向:290°)





















分潮名	北方分速		東方分速		潮流橢圓要素						主流向成分	
	流速 (cm/s)	遲角 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	軸	方向 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	長短比 (S/L)	回 轉	流速 (cm/s)	遲角 (°)
M <sub>2</sub> (主太陰半日周潮)	6.7	96.6	17.5	273.3	長軸L	291	18.7	93.7	0.019		18.7	93.7
					短軸S	21	0.4	183.7				
S <sub>2</sub> (主太陽半日周潮)	3.1	121.6	8.4	293.2	長軸L	290	9.0	114.2	0.048		9.0	114.2
					短軸S	20	0.4	204.2				
K <sub>2</sub> (日月合成半日周潮)	0.9	121.6	2.3	293.2	長軸L	290	2.4	114.2	0.048		2.4	114.2
					短軸S	20	0.1	204.2				
N <sub>2</sub> (主太陰精率潮)	1.3	139.7	2.5	307.1	長軸L	298	2.8	129.9	0.092		2.8	129.2
					短軸S	28	0.3	219.9				
K <sub>1</sub> (日月合成日周潮)	2.1	103.4	5.7	280.1	長軸L	290	6.0	100.5	0.018		6.0	100.5
					短軸S	20	0.1	190.5				
O <sub>1</sub> (主太陰日周潮)	1.3	109.7	3.5	283.3	長軸L	291	3.8	104.1	0.037		3.8	104.1
					短軸S	21	0.1	194.1				
P <sub>1</sub> (主太陽日周潮)	0.7	103.4	1.9	280.1	長軸L	290	2.0	100.5	0.018		2.0	100.5
					短軸S	20	0.0	190.5				
Q <sub>1</sub> (主太陰精率潮)	0.5	89.0	0.7	250.3	長軸L	303	0.8	75.9	0.151		0.8	74.0
					短軸S	33	0.1	165.9				
M <sub>4</sub> (太陰1/4日周潮)	0.6	65.8	2.1	252.3	長軸L	286	2.2	71.8	0.030		2.2	71.7
					短軸S	16	0.1	341.8				
MS <sub>4</sub> (複合潮)	0.6	71.0	1.8	262.0	長軸L	288	1.9	80.9	0.057		1.9	80.8
					短軸S	18	0.1	350.9				
V <sub>0</sub> (恒流[平均流])	-0.4cm/s		-2.8cm/s		262°		2.8cm/s		2.5cm/s			

表 2-5-1(2-3) 潮流15昼夜調和解析結果(St.2-2)

測 点 : St. 2  
 測 定 層 : 河床上7.0m (AP: 0.2m)  
 經 度 : 134° 35' 17.0 E  
 緯 度 : 34° 5' 5.8 N  
 解析開始 : 2003年 9月25日 0時 0分  
 解析終了 : 2003年 10月 9日 23時50分  
 測定機器 : RD Instruments製 Workhose型 A D C P

(主流向: 290°)

分潮名	北方分速		東方分速		潮流橢圓要素					主流向成分			
	流速 (cm/s)	遲角 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	軸	方向 (°)	流速 (cm/s)	遲角 (°)	長短比 (S/L)	回 轉	流速 (cm/s)	遲角 (°)	
M <sub>2</sub> (主太陰半日周潮)	7.1	107.3	19.1	280.9	長軸L	290	20.4	101.7	0.036		20.4	101.7	
					短軸S	20	0.7	191.7					
S <sub>2</sub> (主太陽半日周潮)	3.3	119.6	8.9	293.0	長軸L	291	9.5	113.8	0.038		9.5	113.8	
					短軸S	21	0.4	203.8					
K <sub>2</sub> (日月合成半日周潮)	0.9	119.6	2.4	293.0	長軸L	291	2.6	113.8	0.038		2.6	113.8	
					短軸S	21	0.1	203.8					
N <sub>2</sub> (主太陰精率潮)	0.5	111.3	3.1	277.7	長軸L	278	3.1	97.9	0.034		3.1	98.4	
					短軸S	8	0.1	187.9					
K <sub>1</sub> (日月合成日周潮)	3.3	132.3	8.6	310.0	長軸L	291	9.2	130.3	0.013		9.2	130.2	
					短軸S	21	0.1	220.3					
O <sub>1</sub> (主太陰日周潮)	1.6	103.2	4.7	286.8	長軸L	289	4.9	106.4	0.020		4.9	106.4	
					短軸S	19	0.1	16.4					
P <sub>1</sub> (主太陽日周潮)	1.1	132.3	2.8	310.0	長軸L	291	3.0	130.3	0.013		3.0	130.2	
					短軸S	21	0.0	220.3					
Q <sub>1</sub> (主太陰精率潮)	0.4	183.9	0.3	40.4	長軸L	324	0.4	196.7	0.315		0.4	208.7	
					短軸S	54	0.1	106.7					
M <sub>4</sub> (太陰1/4日周潮)	0.6	90.6	1.1	238.0	長軸L	297	1.3	65.1	0.244		1.2	63.5	
					短軸S	27	0.3	155.1					
MS <sub>4</sub> (複合潮)	0.3	141.2	0.7	223.4	長軸L	85	0.7	221.3	0.455		0.6	53.3	
					短軸S	175	0.3	311.3					
V <sub>0</sub> (恒流[平均流])	-1.9cm/s		1.6cm/s		140°					2.5cm/s		-2.1cm/s	



#### (8) 潮流楕円及びホドグラフ

潮流楕円をみると、主要4分潮である $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 分潮の中で最も大きい振幅を示す分潮は $M_2$ 分潮であり、両地点とも、全ての水深(層)で、15cm/s以上であった。

$M_2$ 分潮の長軸方向をみると、St.1では、下流に砂州が存在し、この砂州を避けて流れるため、西から東の往復流となっているが、St.2では、河川の流れの方向とほぼ一致する西北西から東南東の往復流となっている。

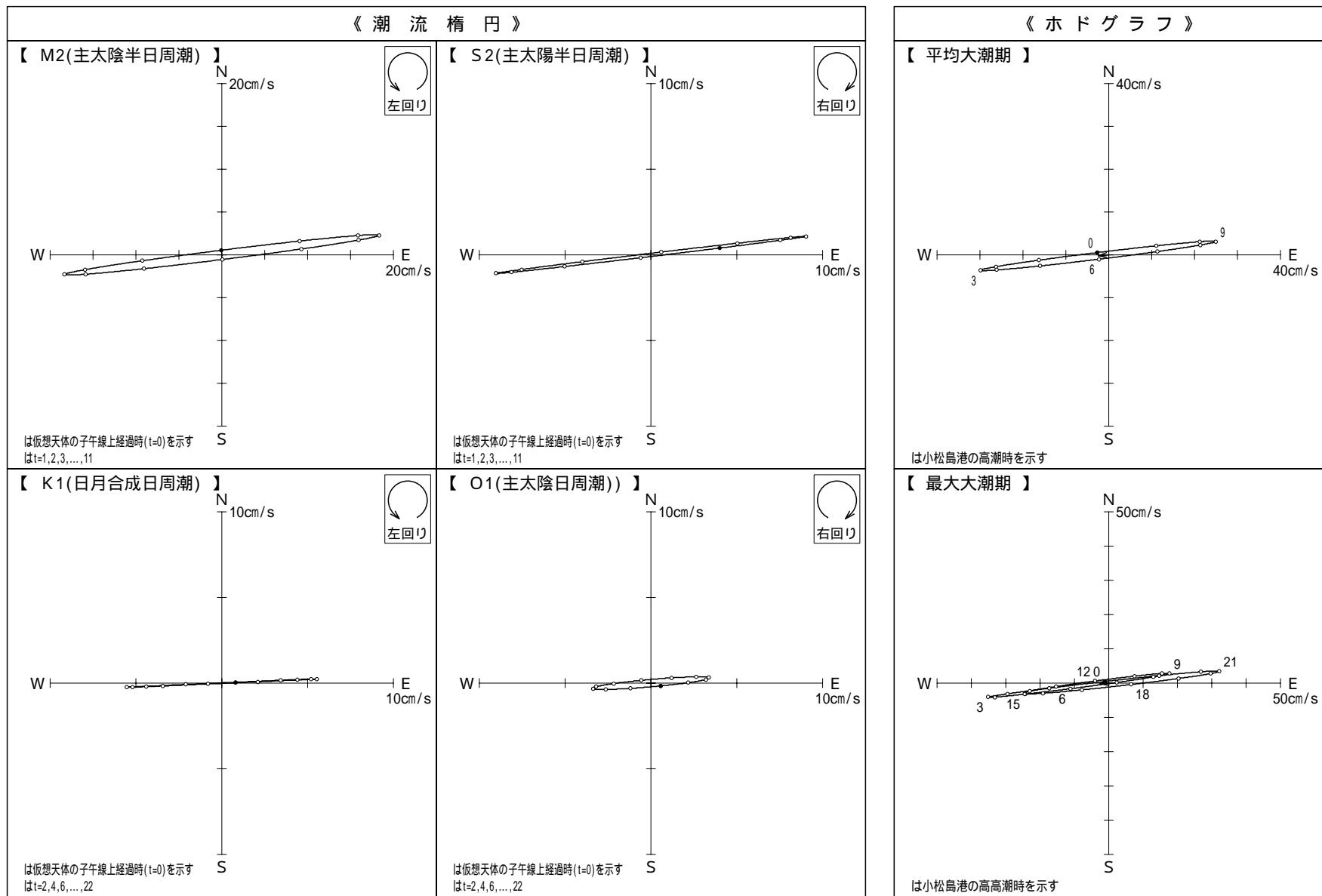
ホドグラフをみると、両地点とも河床上1.0m付近の平均大潮期では20cm/s程度、最大大潮期では30cm/s程度の流れとなっているが、上層程速くなる傾向にあり、それぞれの地点での最も水深の浅い層では、平均大潮期30cm/s以上、最大大潮期40cm/s以上となっている。

また、水深の浅い層では、河川の流下方向への恒流が卓越し(図 2-5-5参照: 図中の矢印)、河床に近い層では塩水の遡上方向への恒流が卓越している。

各地点、各観測層の潮流楕円長軸成分の比較は、表 2-5-1のとおりであり、各調査地点の上層、中層、下層における主要4分潮の潮流楕円およびホドグラフを図 2-5-6に示した。

表 2-5-2 橢圓長軸成分比較表

測点	測定層	M <sub>2</sub> 分潮流			S <sub>2</sub> 分潮流			K <sub>1</sub> 分潮流			O <sub>1</sub> 分潮流			恒流(平均流)	
		方位(°)	流速(cm/s)	遅角(°)	方位(°)	流速(cm/s)	遅角(°)	方位(°)	流速(cm/s)	遅角(°)	方位(°)	流速(cm/s)	遅角(°)	方位(°)	流速(cm/s)
ST. 1	河床上 1.0 m (AP: -2.7 m)	263	18.5	89.9	263	9.1	116.1	267	5.6	98.1	265	3.4	98.9	265	2.5
	" 1.5 m (AP: -2.2 m)	262	19.5	90.1	262	9.7	115.9	266	5.6	94.4	260	3.3	96.3	267	3.1
	" 2.0 m (AP: -1.7 m)	261	20.1	90.8	261	10.0	115.0	261	5.5	95.9	259	3.5	93.4	267	3.2
	" 2.5 m (AP: -1.2 m)	261	19.4	91.9	260	9.9	114.7	257	5.1	101.9	261	3.4	91.5	266	2.6
	" 3.0 m (AP: -0.7 m)	261	18.8	92.9	260	9.7	113.7	257	5.0	110.6	264	2.9	96.6	256	1.1
	" 3.5 m (AP: -0.2 m)	261	19.3	96.5	261	9.3	116.3	257	4.4	110.0	263	3.3	89.5	109	1.8
	" 4.0 m (AP: 0.3 m)	265	20.6	101.0	264	9.4	116.6	266	5.2	114.6	264	4.0	84.5	105	5.5
ST. 2	河床上 1.0 m (AP: -5.8 m)	286	15.9	91.5	286	7.3	112.8	289	5.5	97.7	286	3.1	94.6	275	2.2
	" 1.5 m (AP: -5.3 m)	289	17.1	90.5	288	7.9	112.4	289	5.9	98.3	286	3.3	93.3	278	2.7
	" 2.0 m (AP: -4.8 m)	291	17.8	90.6	290	8.3	112.3	290	6.3	98.4	286	3.3	94.0	278	3.1
	" 2.5 m (AP: -4.3 m)	292	18.3	90.9	291	8.6	111.9	290	6.4	96.9	288	3.4	93.9	278	3.4
	" 3.0 m (AP: -3.8 m)	292	18.6	91.4	291	8.8	111.8	291	6.3	97.0	291	3.6	95.2	275	3.4
	" 3.5 m (AP: -3.3 m)	292	18.6	92.5	291	8.9	113.3	291	6.2	97.7	293	3.7	100.0	270	3.2
	" 4.0 m (AP: -2.8 m)	291	18.7	93.7	290	9.0	114.2	290	6.0	100.5	291	3.8	104.1	262	2.8
	" 4.5 m (AP: -2.3 m)	290	18.4	95.6	290	9.0	116.4	288	5.7	103.9	291	4.0	103.3	253	2.4
	" 5.0 m (AP: -1.8 m)	289	18.2	97.1	288	9.2	118.1	288	5.5	105.3	289	4.0	103.3	243	1.9
	" 5.5 m (AP: -1.3 m)	288	18.5	98.5	289	9.2	117.4	287	5.6	111.0	287	4.1	102.4	237	1.5
	" 6.0 m (AP: -0.8 m)	288	19.0	99.4	290	9.5	115.5	288	6.0	117.3	286	4.1	100.4	228	1.3
	" 6.5 m (AP: -0.3 m)	288	19.5	99.7	290	9.6	113.6	290	7.3	124.7	286	4.5	104.2	189	1.0
" 7.0 m (AP: 0.2 m)	290	20.4	101.7	291	9.5	113.8	291	9.2	130.3	289	4.9	106.4	140	2.5	



【 測点：St.1 ， 測定層：河床上1.0m (AP:-2.7m) 】

図 2-5-6(1-1) 潮流楕円及びホドグラフ (St.1-1)

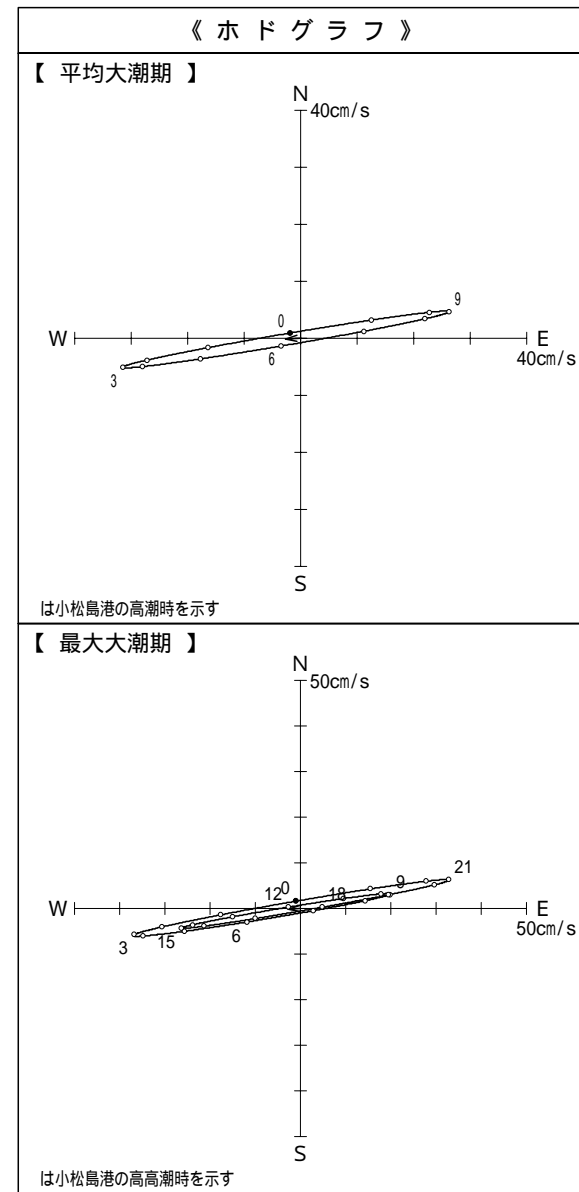
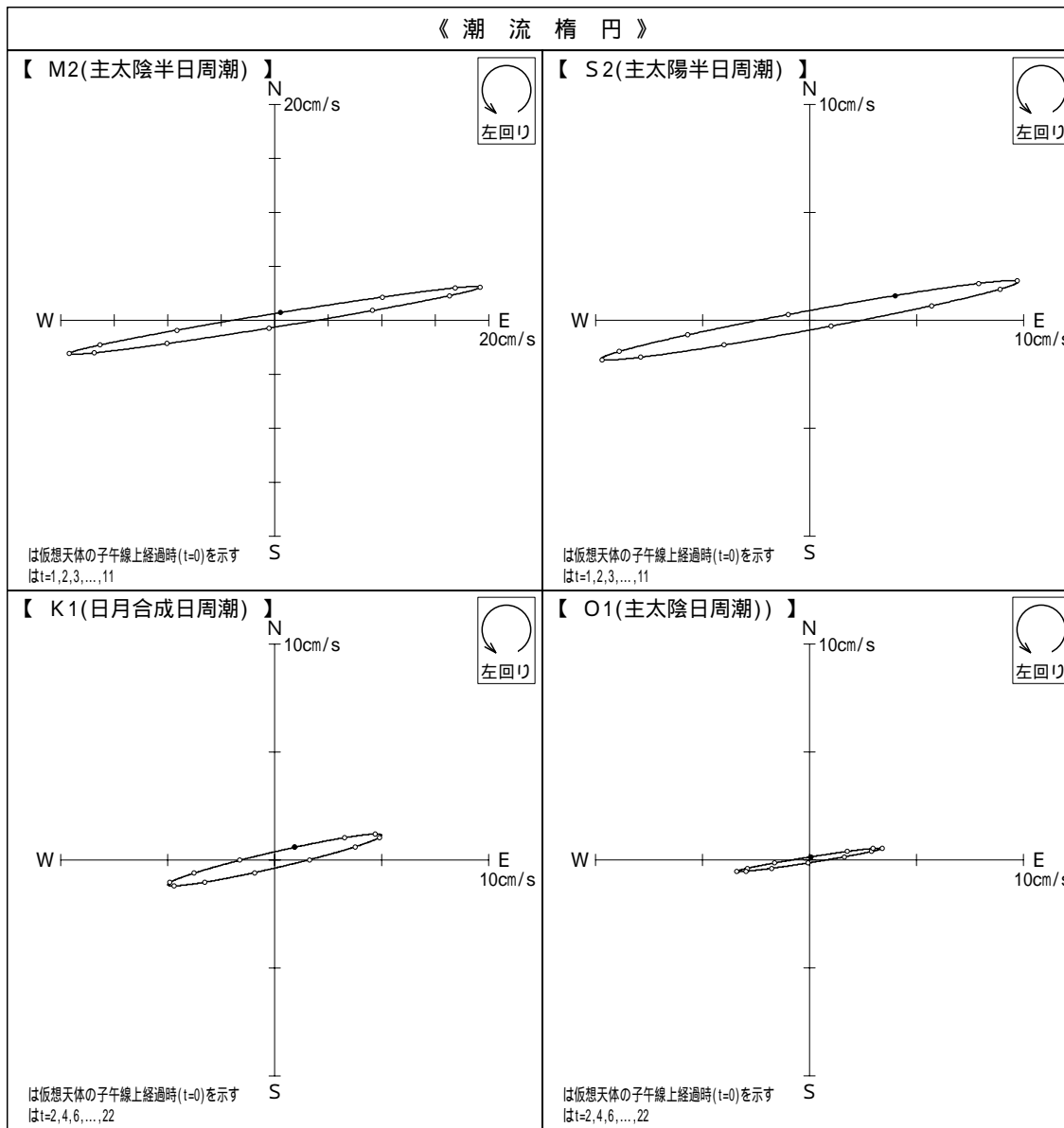
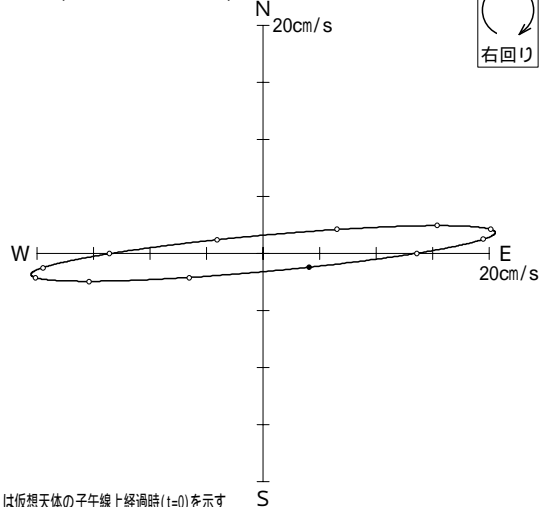


図 2-5-6 (1-2) 潮流楕円及びホドグラフ(St.1-2)

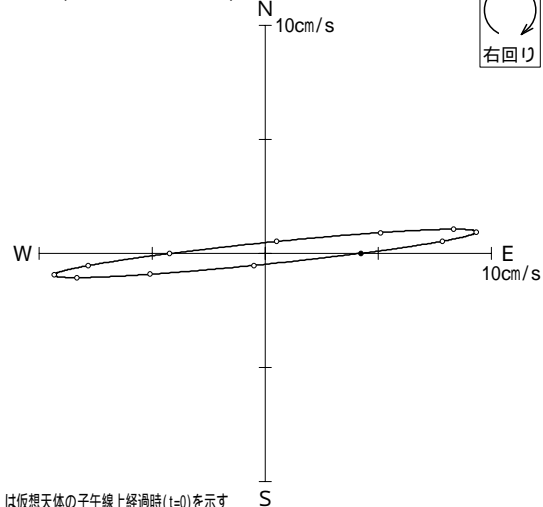
《 潮 流 楕 円 》

【 M2(主太陰半日周潮) 】



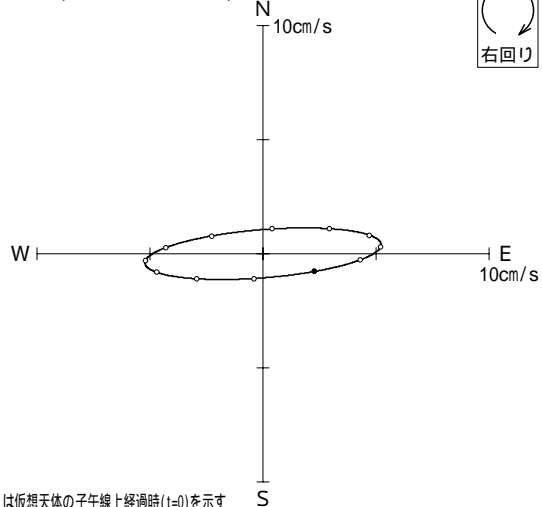
は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=1,2,3,...,11

【 S2(主太陽半日周潮) 】



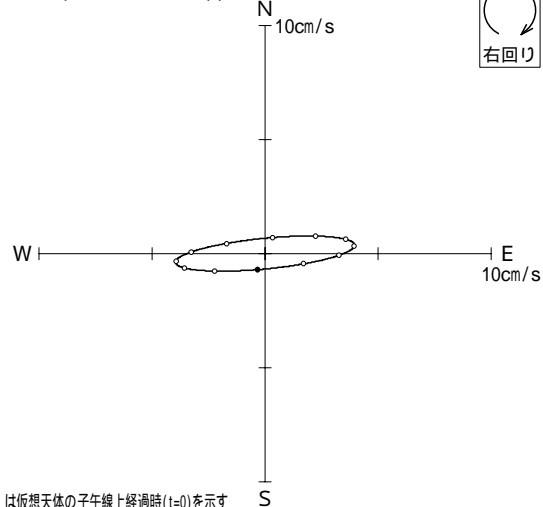
は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=1,2,3,...,11

【 K1(日月合成日周潮) 】



は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=2,4,6,...,22

【 O1(主太陰日周潮) 】

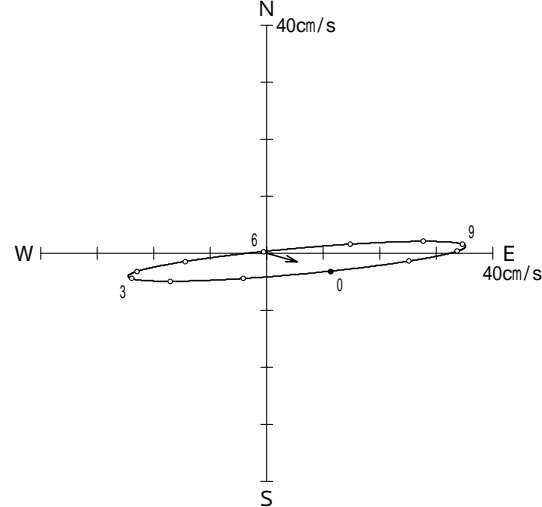


は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=2,4,6,...,22

【 測点 : St.1 , 測定層 : 河床上4.0m (AP: 0.3m) 】

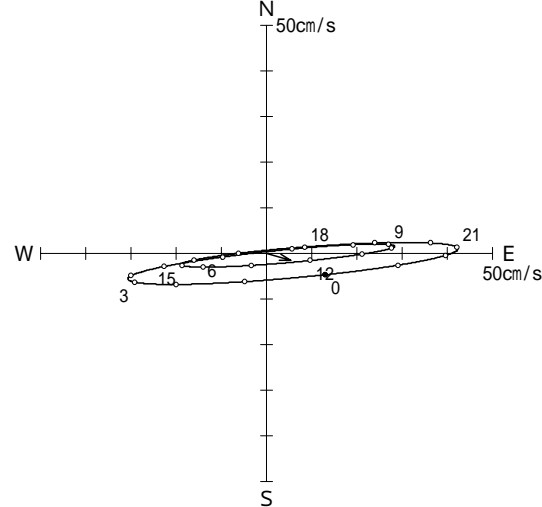
《 ホ ド グ ラ フ 》

【 平均大潮期 】



は小松島港の高潮時を示す

【 最大大潮期 】



は小松島港の高潮時を示す

解析期間 : 2003年 9月25日 ~ 10月 9日

図 2-5-6 (1-3) 潮流楕円及びホドグラフ (St.1-3)

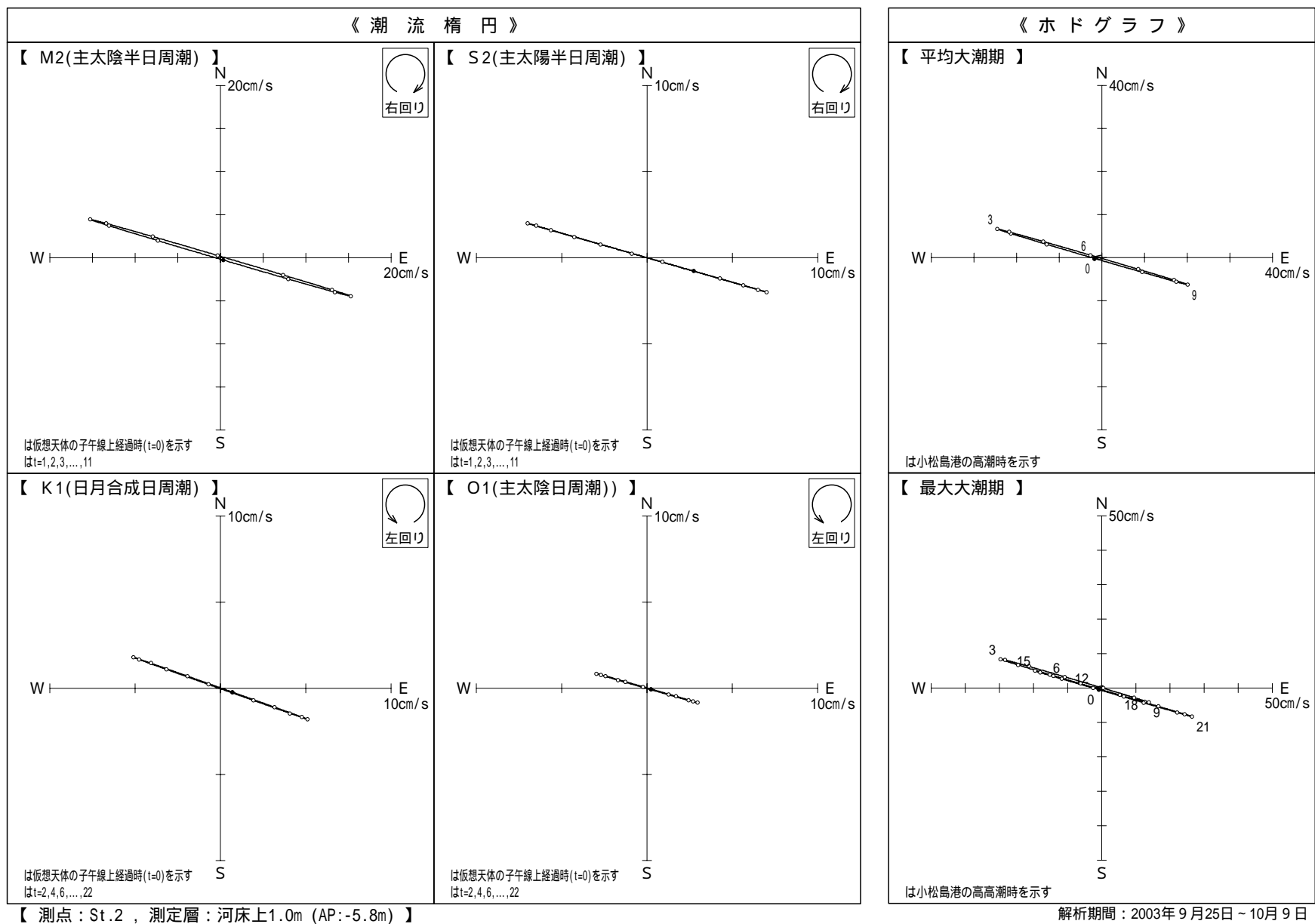


図 2-5-6 (2-1) 潮流楕円及びホドグラフ (St.2-1)

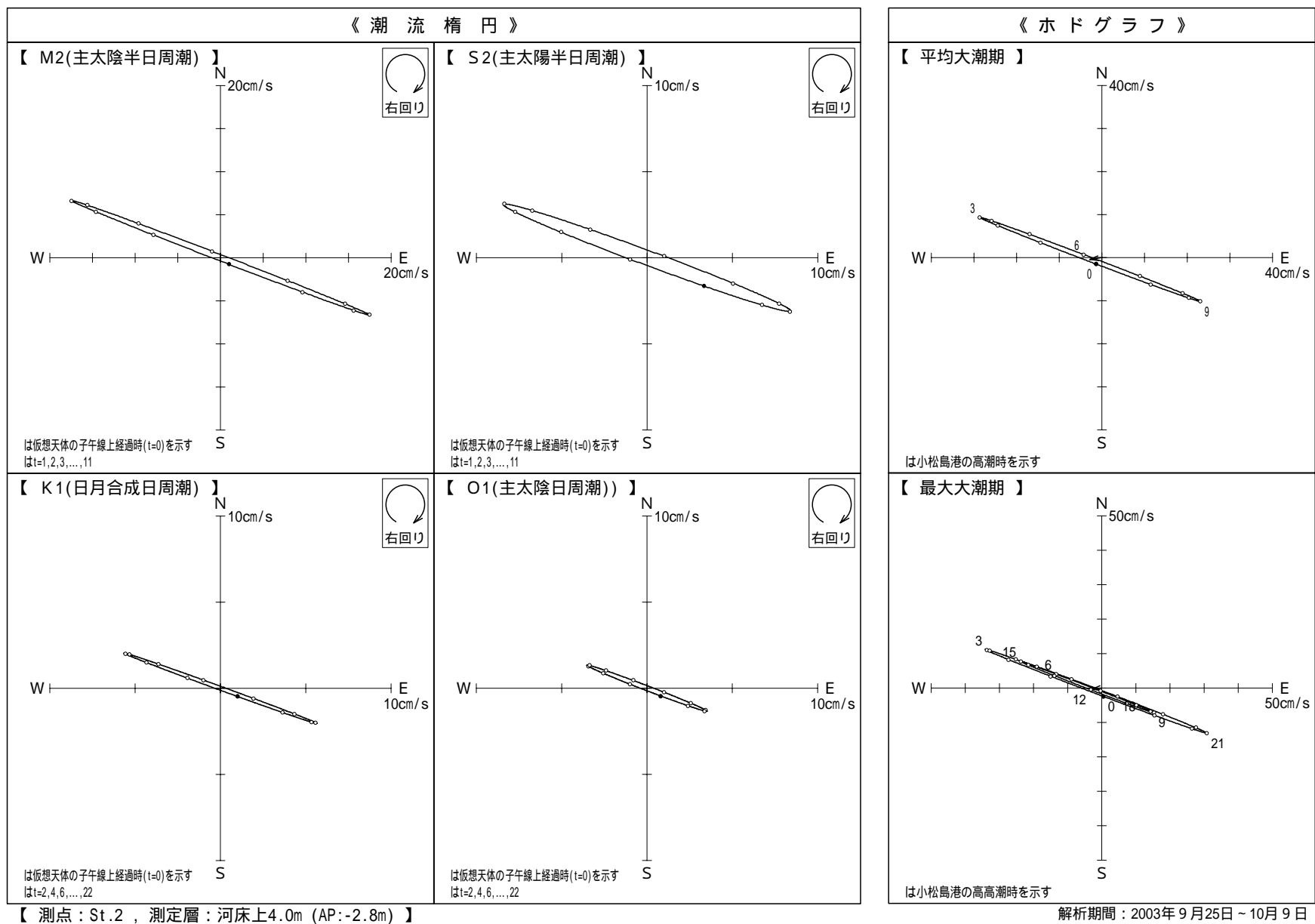
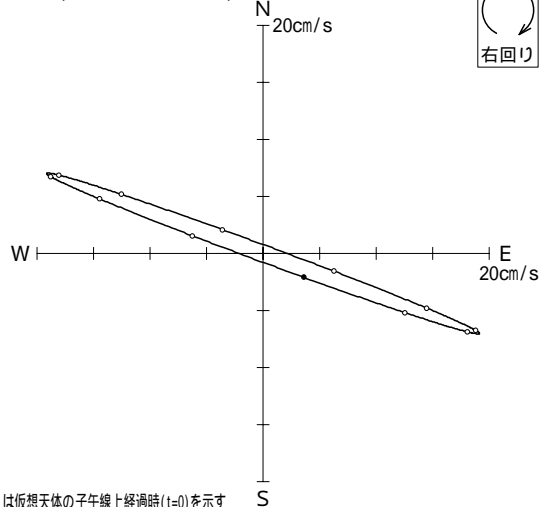


図 2-5-6 (2-2) 潮流楕円及びホドグラフ (St.2-2)

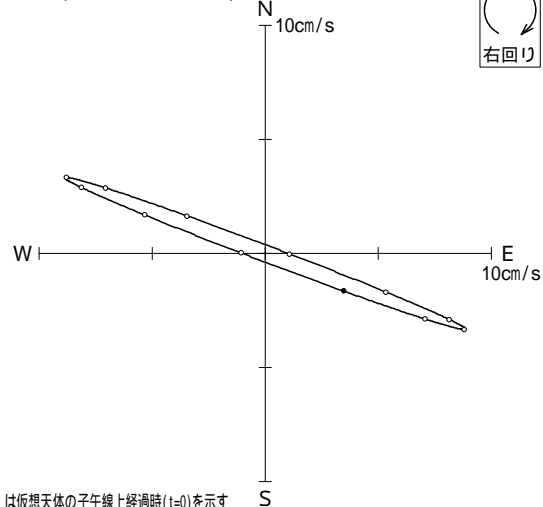
《 潮 流 楕 円 》

【 M2(主太陰半日周潮) 】



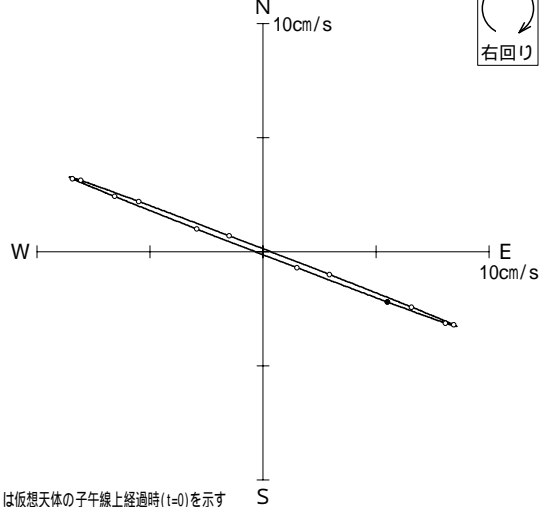
は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=1,2,3,...,11

【 S2(主太陽半日周潮) 】



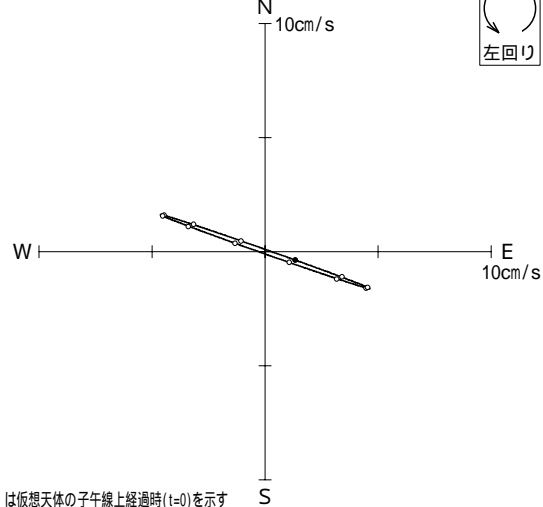
は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=1,2,3,...,11

【 K1(日月合成日周潮) 】



は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=2,4,6,...,22

【 O1(主太陰日周潮) 】

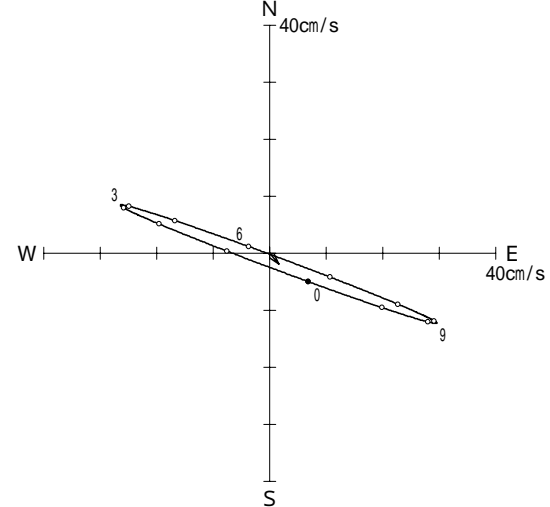


は仮想天体の子午線上経過時(t=0)を示す  
はt=2,4,6,...,22

【 測点 : St.2 , 測定層 : 河床上7.0m (AP: 0.2m) 】

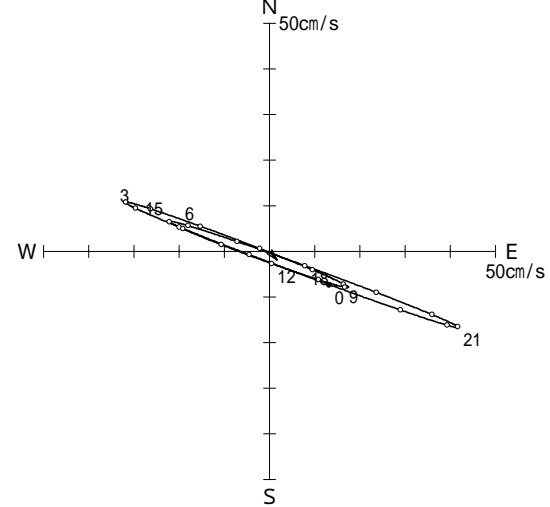
《 ホ ド グ ラ フ 》

【 平均大潮期 】



は小松島港の高潮時を示す

【 最大大潮期 】



は小松島港の高高潮時を示す

解析期間 : 2003年 9月25日 ~ 10月 9日

図 2-5-6 (2-3) 潮流楕円及びホドグラフ (St.1-2)



(9) 調査結果のまとめ

本調査の解析結果についてとりまとめると以下のとおりであった。

- St.1 では東西方向の流れが、St.2 では南東と北西の流れが卓越しており、川の流れの向きとほぼ一致している。
- 潮位、流速とも大潮期には半日周期の変動が顕著であるが、10月3日頃の小潮期には半日周期ははっきりしない。
- St.1 では河床上 3.5m 付近を境目として、St.2 では河床上 6.5m 付近を境目として、上層では東向き(流下方向)の流れが、下層では西向き(遡上方向)の流れが卓越している。これは、上層は淡水の流下と風の影響を、下層は潮汐による塩水の遡上の影響を受けているものと考えられる。
- 流速は、St.1、St.2 の両地点とも、0～30cm/s の流れが多く、80～90%程度を占めている。
- 平均流速は、St.1 が 17.6～18.8cm/s、St.2 が 15.1～19.6cm/s であり、上層ほど平均流速が速くなる傾向がみられる。
- 潮流楕円をみると、主要 4 分潮である M2、S2、K1、O1 分潮の中で最も大きい振幅を示す分潮は M2 分潮であり、両地点とも、全ての水深(層)で、15cm/s 以上であった。
- 主要 4 分潮である M2、S2、K1、O1 分潮の主流向成分の結果をみると、両調査地点とも、全ての水深(層)で、半日周潮の M2、S2 分潮が日周潮である K1、O1 に比べて大きくなっており、本調査地点では半日周潮(1日2回の干潮・満潮を生じさせる潮流)の潮流が卓越している。

