

平成 2 6 年度

境水道潮流観測報告書

平成 26 年 10 月

第八管区海上保安本部

海洋情報部

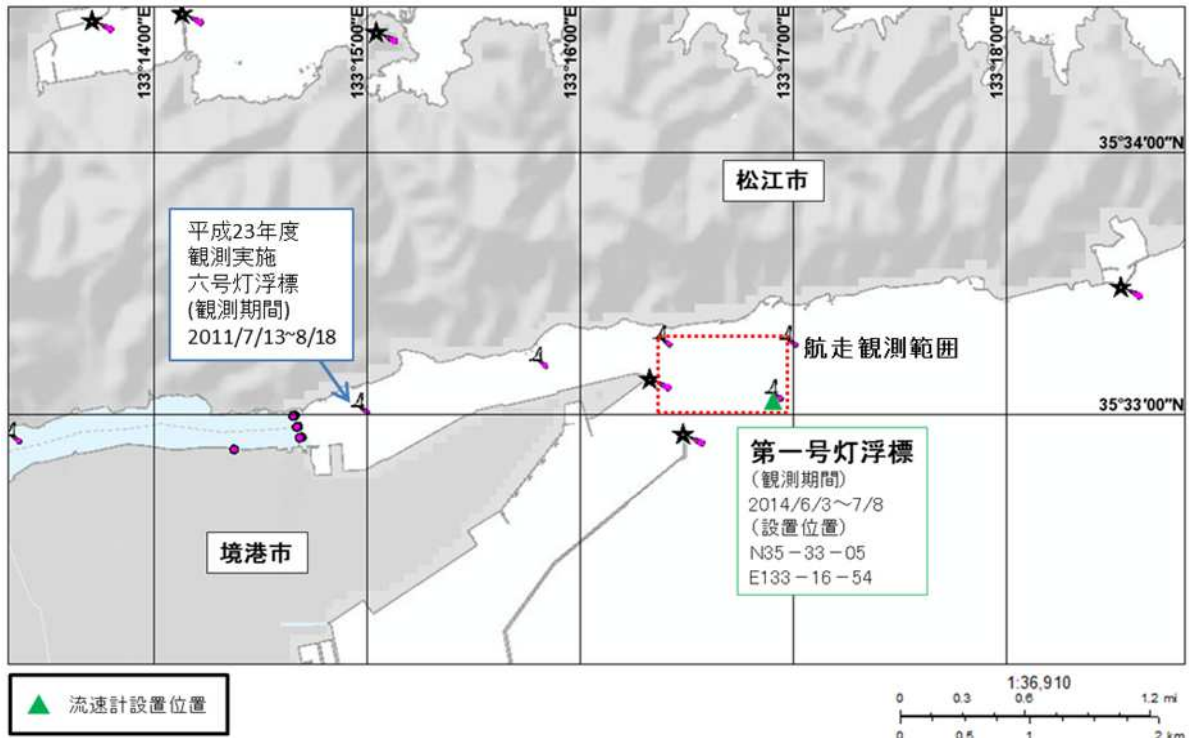
# 目 次

|                      | ページ        |
|----------------------|------------|
| 1 目的                 | ・・・ 1      |
| 2 調査区域               | ・・・ 1      |
| 3 観測方法               | ・・・ 1      |
| 4 観測状況               | ・・・ 2      |
| 5 観測結果               |            |
| ( 1 ) 時系列変化          | ・・・ 3 ~ 5  |
| イ . 流向・流速ベクトルの時系列変化  |            |
| ロ . 25 時間移動平均        |            |
| ハ . 北方分速・東方分速        |            |
| ニ . 水温及び風の時系列変化      |            |
| ( 2 ) 解析結果           | ・・・ 6 ~ 12 |
| イ . 流向・流速別頻度統計       |            |
| ロ . 調和定数・非調和定数       |            |
| ハ . 潮流ホドグラフ          |            |
| ニ . 四季曲線             |            |
| ホ . 最大流速             |            |
| ( 3 ) ADCP による航走観測結果 | ・・・ 13     |
| 6 まとめ                | ・・・ 14     |

## 1. 目的

境水道は、特定港である境港の主要な区域でもあることから国内外の船舶および小型船舶等が多数往来しており、航行安全・海難防止の観点から海図等により新たな潮流情報を提供する必要がある。よって、同水道の流況を把握し調和定数を算出するとともに船舶安全情報を作成する際の基礎資料として役立てることを目的とする。

## 2. 調査区域(図 1 参照)



## 3. 観測方法

### (1) 流速計 (ADCP: 超音波流速計) による潮流観測 (図 1、2 参照)

図 1 の流速計設置点(第一号灯浮標)に、超音波流速計 (RD Instruments 社製 WH ADCP センチネル 1200kHz) を設置し(図 2)、36 日間の連続潮流観測を実施した。観測層は、1.0m 間隔で水面下 2.0m から 12.0m までの 11 層とした。

流向・流速及び水温は毎正時から 5 分間隔で 2 分間測定し、その平均値を ADCP 内部のメモリーカードに記録した(表 1 に観測概要を示す)。

なお、資料整理については、ノイズが多く見られたものを除いた流れの変化が顕著に見られる水面下 3.0m 及び水面下 10.0m の 2 層を選定し解析を行った。

### (2) 流速計 (ADCP: 超音波流速計) による航走観測 (図 1、3 参照)

図 1 の航走観測範囲において、用船に超音波流速計 (RD Instruments 社製 WH ADCP センチネル 1200kHz) を艀装し、航走観測を行った(図 3 に測線を示す)。

表 1 ADCP 観測概要

| 設置位置<br>(WGS84)                   | 観測期間           | 水深    | 観測層<br>(水面下)              | 流速計           | 測定間隔 | 資料番号   |
|-----------------------------------|----------------|-------|---------------------------|---------------|------|--------|
| 第一号灯浮標<br>35°33'05"<br>133°16'54" | 2014/6/3 ~ 7/8 | 約 13m | 2.0m ~ 12.0m<br>(1.0m 間隔) | RDI-Workhorse | 5 分  | 440646 |

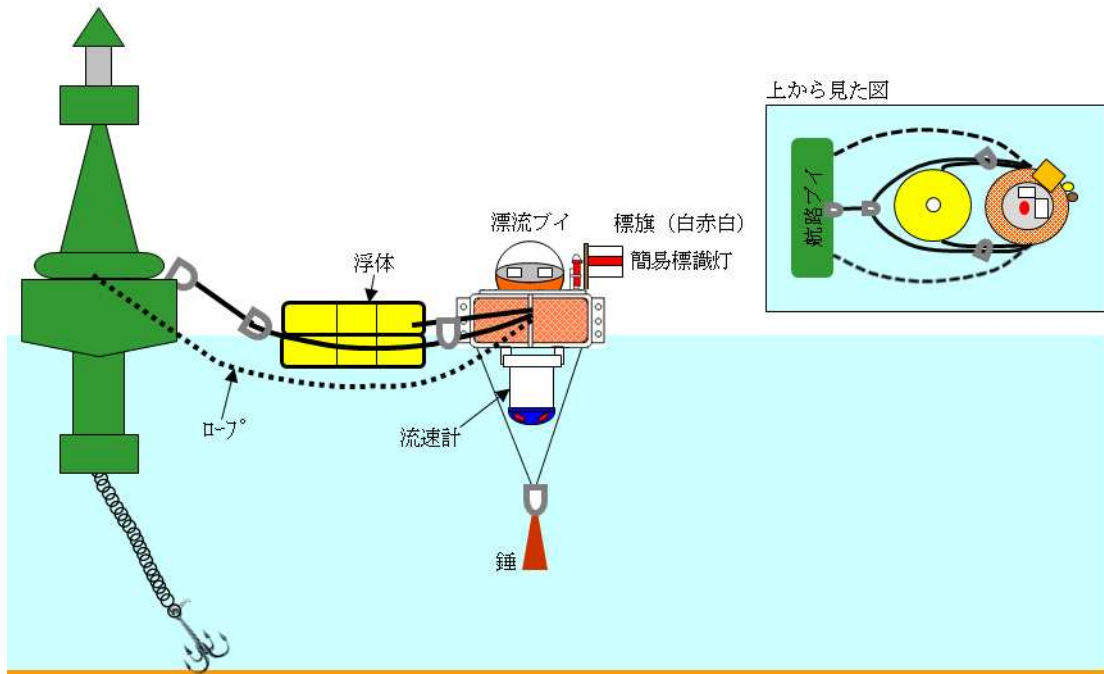


図 2 流速計設置図

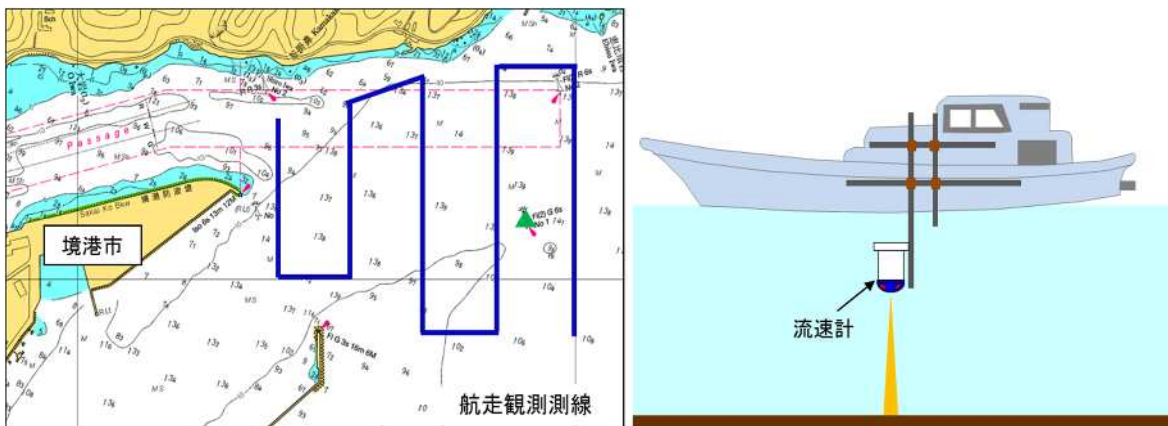


図 3 航走観測測線及び流速計設置図

4 . 観測状況

| 月 日                                  | 作業内容              |
|--------------------------------------|-------------------|
| 平成 26 年 6 月 3 日 ~<br>平成 26 年 7 月 8 日 | 流速計の定点観測 (36 日間)  |
| 平成 26 年 6 月 4 日<br>平成 26 年 7 月 8 日   | 第一号灯浮標付近航走観測<br>" |

## 5. 観測結果

### (1) 時系列変化

水面下 3m 層及び 10m 層の流向・流速ベクトル、25 時間移動平均、北方分速・東方分速、水温及び風の時系列変化を図 4-1 から図 4-5 に示す。

#### イ. 流向・流速ベクトルの時系列変化

3m 層では東向きの流れが卓越していた。朔・望後に流れが速くなり、最大で約 1.0kn の流れが見られた。上弦・下弦のころに流れが小さくなり、最大でも約 0.5kn の流れとなった。

10m 層では西向きの流れが卓越していた。3m 層に比べて流れは弱く、最大で約 0.5kn の流れが見られた。3m 層で見られたような月の状態による流速の変化については、6 月 13 日の望では流れが強くなっていることが確認できたが、もともとの流れが弱いため、はっきりとした変化は見られなかった。

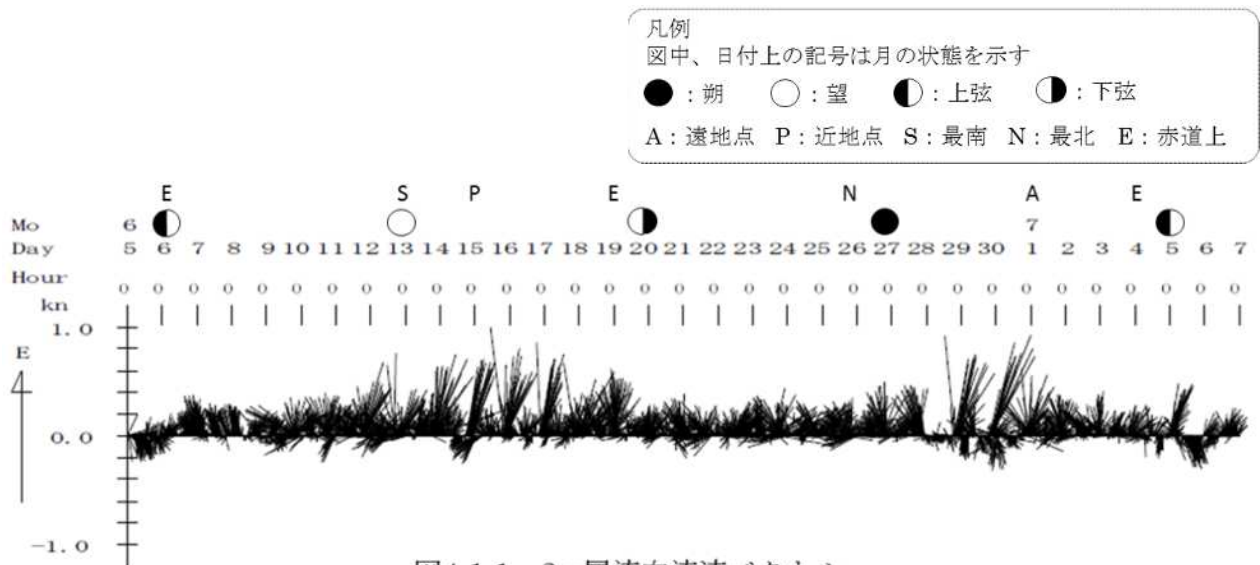


図4-1-1 3m層流向流速ベクトル

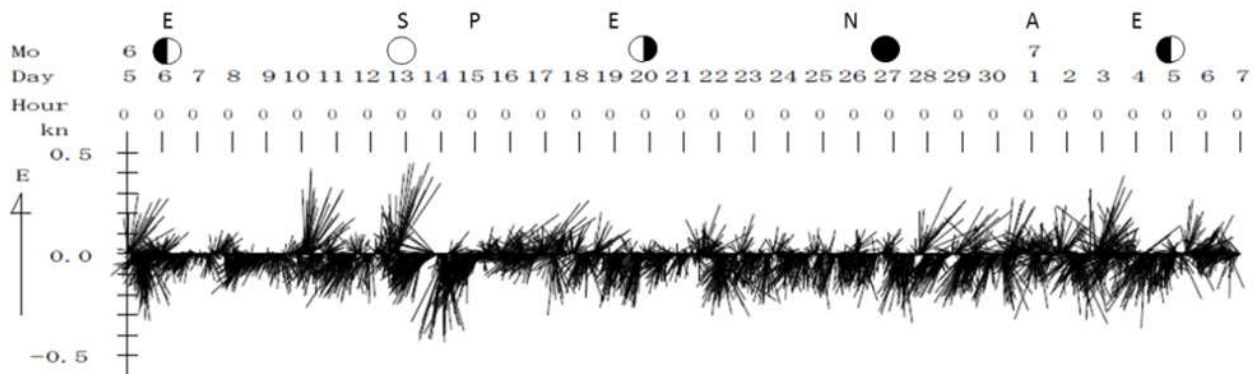


図4-1-2 10m層流向流速ベクトル

□ . 25 時間移動平均

25 時間移動平均は、潮流の影響を除いた流れの変動を示す。

観測期間中、3m 層は約 0.1kn ~ 0.2kn 程度の東方向の流れが見られた。10m 層では約 0.05 ~ 0.1kn 程度の西向きの流れが見られた。

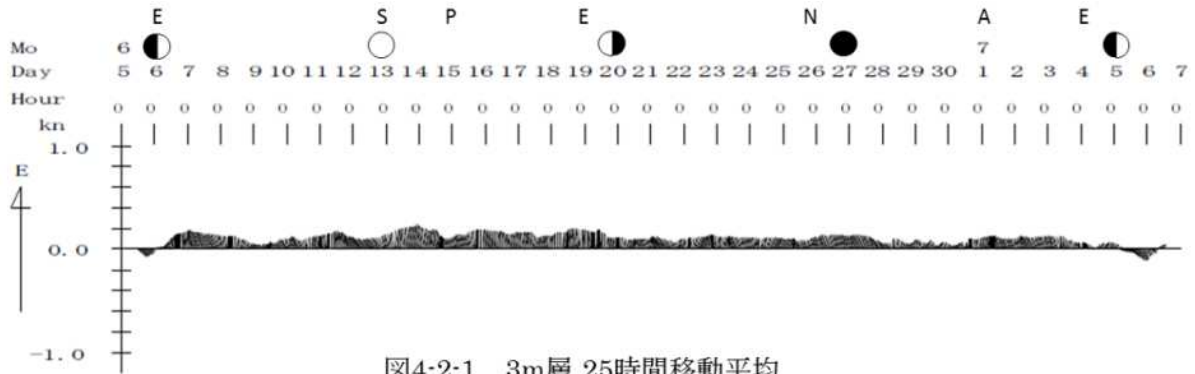


図4-2-1 3m層 25時間移動平均

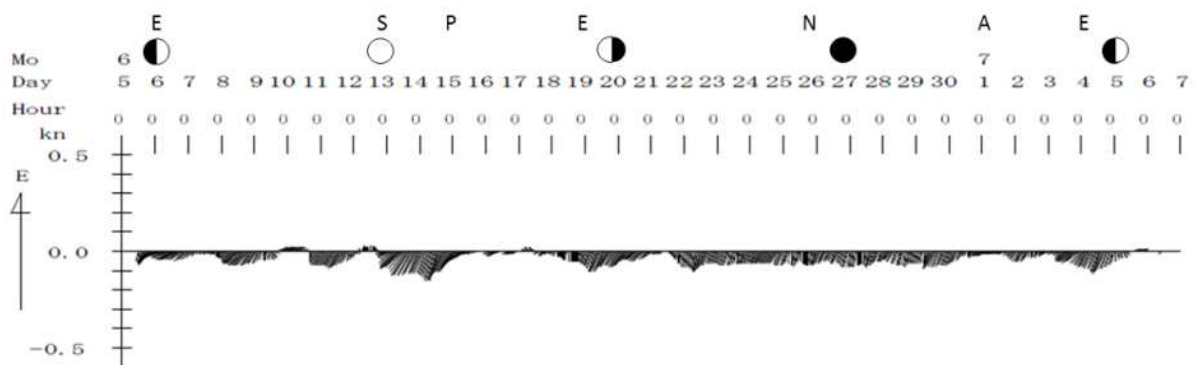


図4-2-2 10m層 25時間移動平均

八 . 北方分速・東方分速

流速ベクトルを北方成分と東方成分に分解し、それぞれ 25 時間移動平均と共に図示した。

3m 層では北方成分より東方成分が大きく、東方成分の 25 時間移動平均は図 4-2-1 の 25 時間移動平均の変動とほぼ一致している。

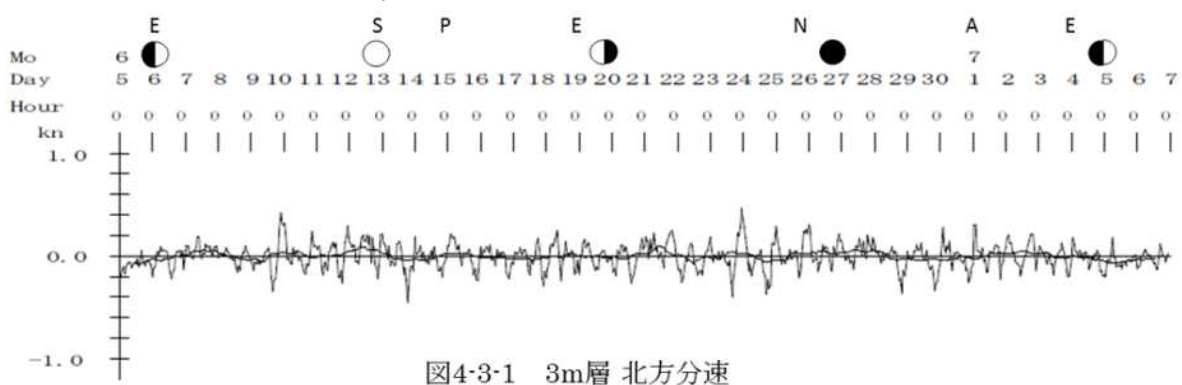


図4-3-1 3m層 北方分速

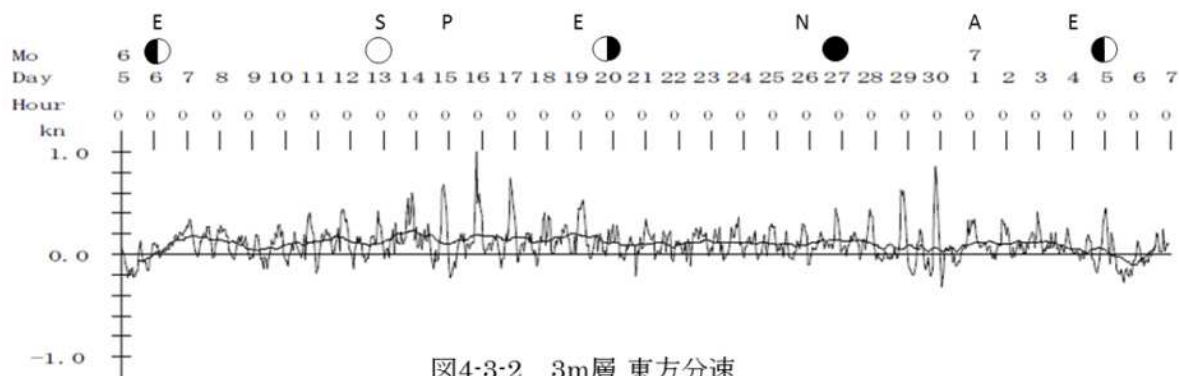


図4-3-2 3m層 東方分速

10m 層については 3m 層と同様に北方成分より東方成分が大きく、東方成分の 25 時間移動平均は図 4-2-2 の 25 時間移動平均の変動とほぼ一致している。図 4-4-2 について、6 月 10 日や 13 日のように東の流速が強くなる傾向が見られるが、観測期間を通してほぼ西向きに流れている。

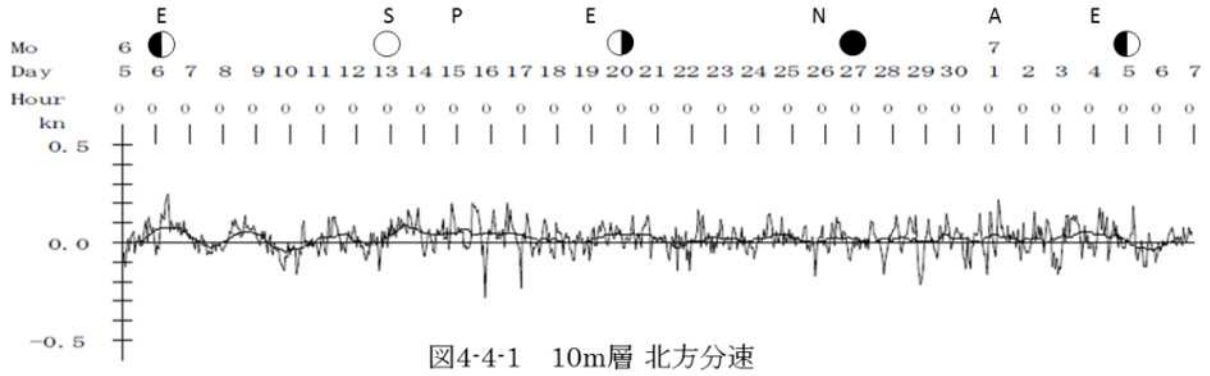


図4-4-1 10m層 北方分速

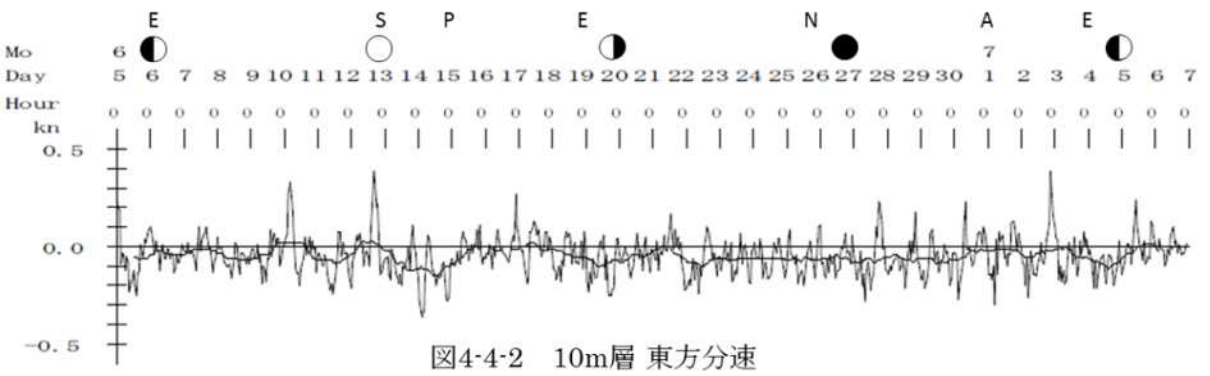


図4-4-2 10m層 東方分速

二．水温及び風の時系列変化

観測期間中の水温及び風の時系列変化を図示した。

図 4-5-1 より、水温は 20 台から 25 台まで上昇し、観測期間中の平均水温は約 22.7 であった。図 4-5-2 より、観測期間中最大で風速約 5m/s の風が観測された。データは気象庁の境測候所の観測値を使用した。

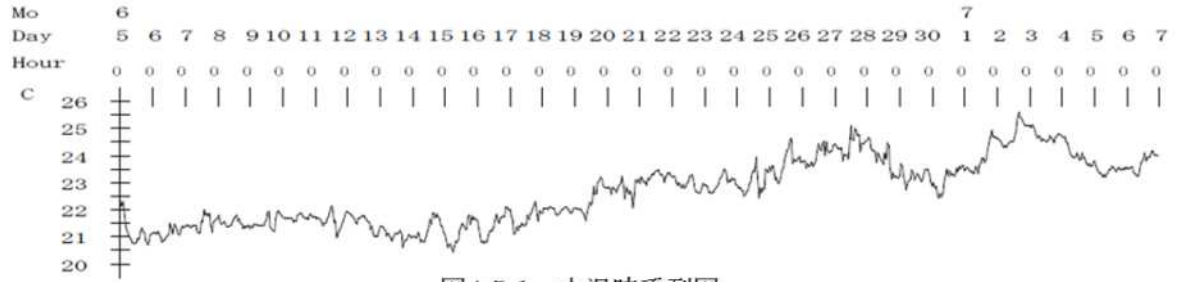


図4-5-1 水温時系列図

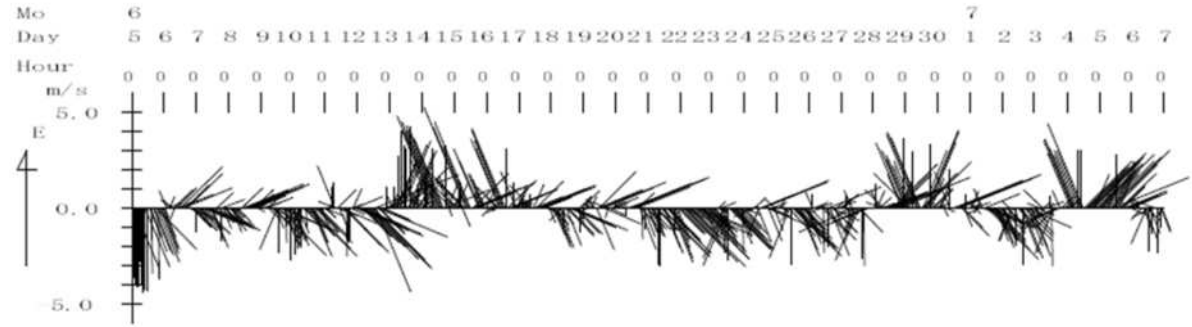


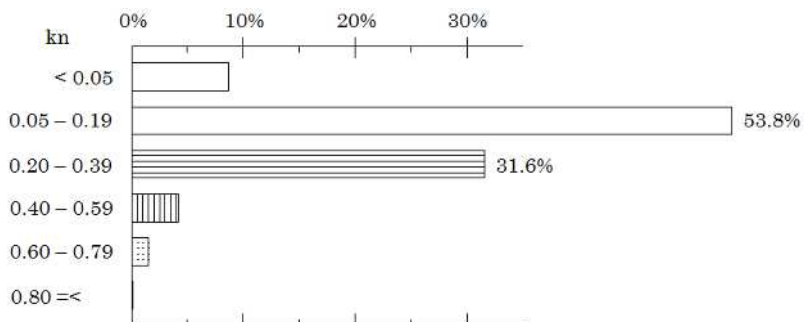
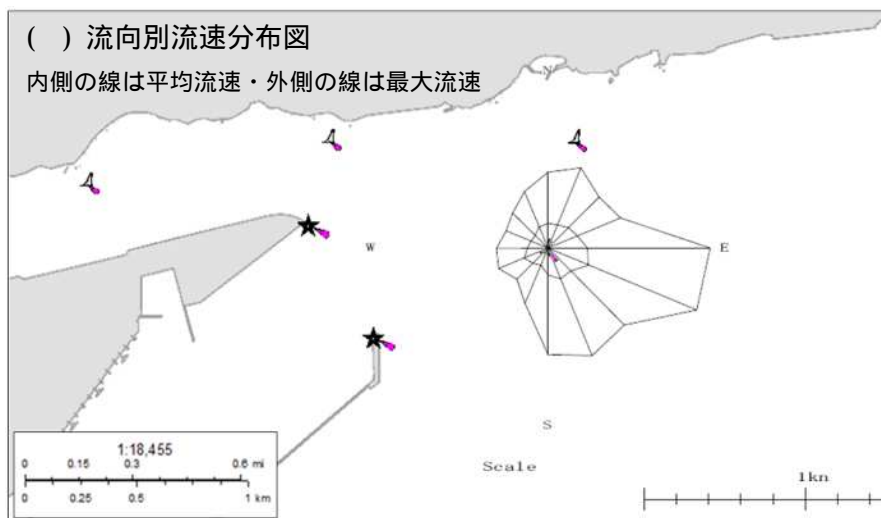
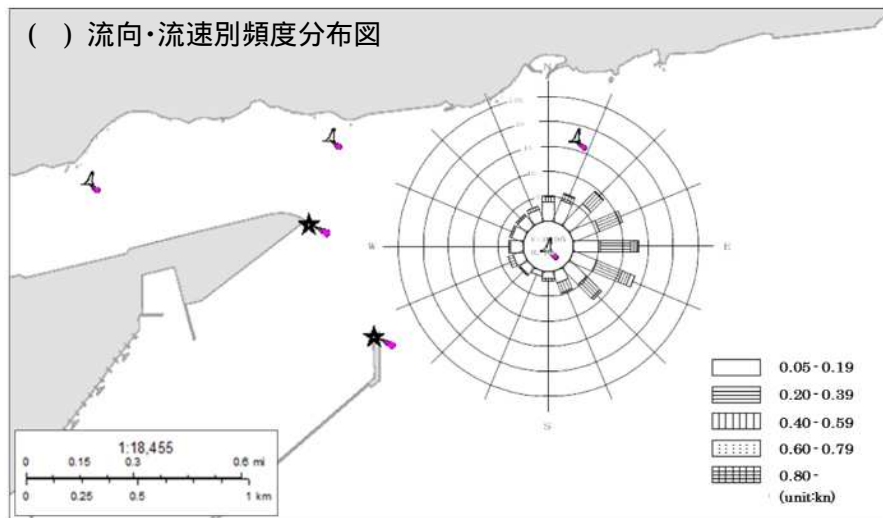
図4-5-2 風時系列図

(2) 解析結果

6月5日から7月6日(32 昼夜)の解析結果を示す。

イ. 流向・流速別頻度統計

図 5-1 に 3m 層の流向・流速別頻度統計図を示す。( ) 流向・流速別頻度分布図では、東向き(北東から南東)の流れが卓越しており、北東から南東方向が全体の約 60%を占めている。( ) 流向別流速分布図では、東から東南東方向で流速が速いことが示される。( ) 流速別頻度分布図では、0.4kn 以下の流れが約 90%を占め、0.8kn 以上の流れは 1%以下となった。

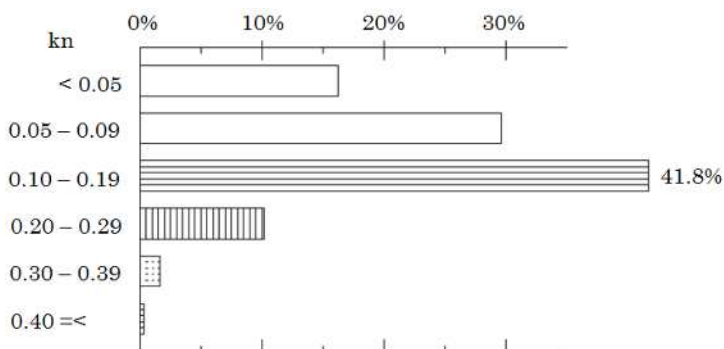
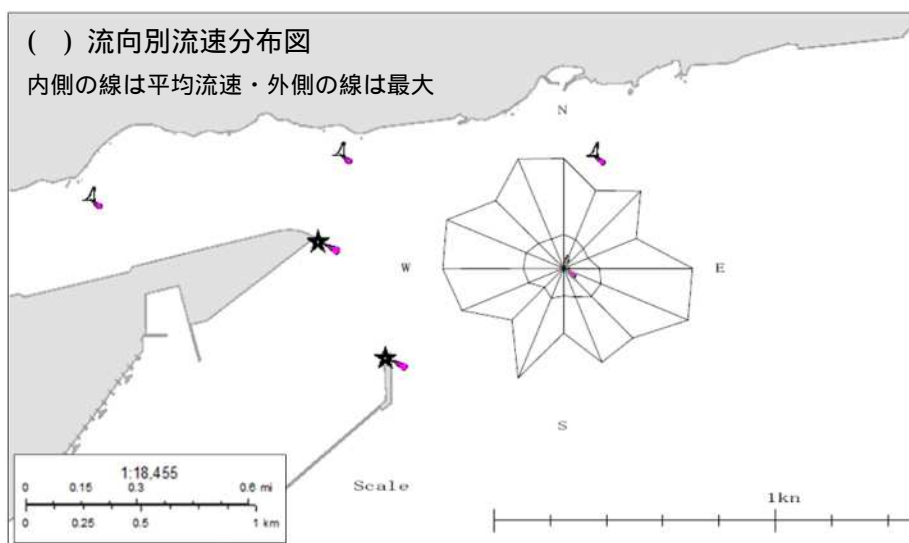
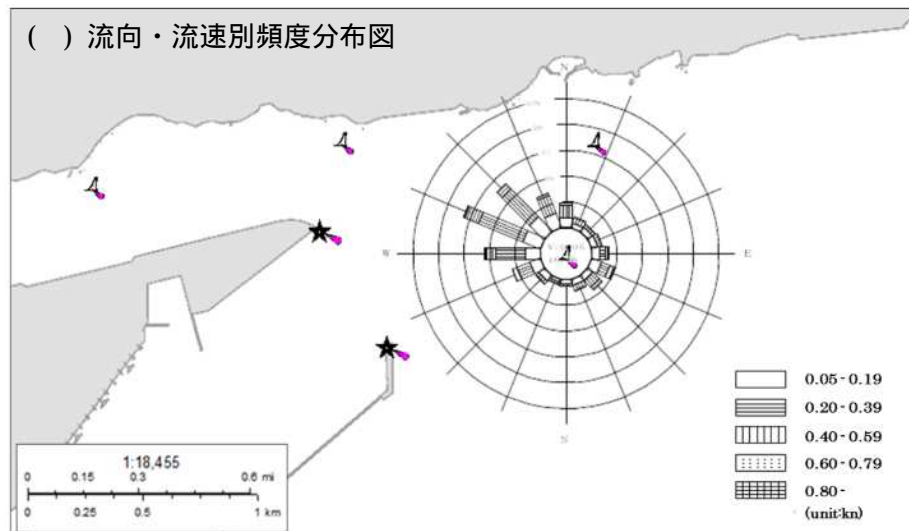


( ) 流速別頻度分布図

図 5-1 ( )~( ) 3m 層の流向・流速別頻度統計図



図 5-2 に 10m 層の流向・流速別頻度統計図を示す。( ) 流向・流速別頻度分布図では、3m 層とは逆に西向き(北西から西)の流れが卓越しており、北西から西方向が全体の約 40%を占めている。( ) 流向別流速分布図では、3m 層とは違い全方位でほぼ同様な流速分布となっていた。( ) 流速別頻度分布図では、0.1kn から 0.2kn の流速が一番多く、0.2kn 以下の流れが約 85%を占め、0.4kn 以上の流れは 1%以下となった。



( ) 流速別頻度分布図

図 5-2 ( ) ~ ( ) 10m 層の流向・流速別頻度統計図

□ . 調和定数・非調和定数

3m 層及び 10m 層の 32 昼夜潮流調和分解の調和定数・非調和定数を表 2-1・表 2-2 に示す。

恒流について、調和分解に使用した毎時値の平均であり、潮汐の影響を除いた地形・風・海水密度偏差等による流れを示す。3m 層では東向きに約 0.1kn であったが、10m 層では西向きの流れとなり、流速も 0.05kn と弱い。

また、潮型については、0.25 未満が半日周潮型・0.25 以上 1.50 未満が混合潮型・1.50 以上が日周潮型とされており、3m 層で 0.66、10m 層で 0.38 であることから、潮型は混合潮型であることが示される。

|                        |           |       |        |                 |           |       |
|------------------------|-----------|-------|--------|-----------------|-----------|-------|
| 測点番号 : 440646          |           |       |        | 位置 : 35° 33 5 N |           |       |
| 観測年月日 : 2014/06/05     |           |       |        | 133° 16 54 E    |           |       |
| ~ 2014/07/06 ( 32 昼夜 ) |           |       |        | 観測層 : 水面下 3.0m  |           |       |
|                        | 北方分速      |       | 東方分速   |                 | 主方向 294.5 |       |
|                        | V (kn)    | (deg) | V (kn) | (deg)           | V (kn)    | (deg) |
| M 2                    | 0.092     | 28.4  | 0.111  | 217.6           | 0.139     | 35.1  |
| S 2                    | 0.027     | 3.5   | 0.066  | 253.1           | 0.065     | 63.6  |
| K 2                    | 0.007     | 3.5   | 0.018  | 253.1           | 0.018     | 63.6  |
| N 2                    | 0.019     | 35.6  | 0.028  | 208.6           | 0.033     | 30.2  |
| K 1                    | 0.029     | 232.4 | 0.064  | 130.3           | 0.062     | 299.3 |
| O 1                    | 0.040     | 246.9 | 0.062  | 83.7            | 0.073     | 259.8 |
| P 1                    | 0.010     | 232.4 | 0.021  | 130.3           | 0.021     | 299.3 |
| Q 1                    | 0.007     | 136.7 | 0.008  | 52.5            | 0.008     | 210.5 |
| M 4                    | 0.013     | 244.3 | 0.009  | 154.2           | 0.010     | 302.2 |
| M S 4                  | 0.012     | 324.8 | 0.031  | 150.9           | 0.033     | 330.0 |
| 恒流                     | 流速 (knot) |       | 0.116  |                 |           |       |
|                        | 流向 (deg)  |       | 86.9   |                 |           |       |

| 非調和定数           |                |         |
|-----------------|----------------|---------|
| Vm+Vs           | 大潮期平均流速        | 0.20 kn |
| Vm-Vs           | 小潮期平均流速        | 0.07 kn |
| Vk+Vo           | 回帰潮最大流速        | 0.14 kn |
| Vm-Vs/Vm+Vs     | 大潮・小潮期流速比      | 0.37    |
| Vk+Vo/Vm+Vs     | 潮型             | 0.66    |
| m/29            | 平均高潮間隔         | 1.21h   |
| Vm+Vs+<br>Vk+Vo | 主要四分潮の<br>振幅の和 | 0.34kn  |

表 2-1 3m 層 32 昼夜潮流調和分解の調和定数・非調和定数

|                        |           |       |        |                   |           |       |
|------------------------|-----------|-------|--------|-------------------|-----------|-------|
| 測点番号 : 440646          |           |       |        | 位置 : 35° 33' 5" N |           |       |
| 観測年月日 : 2014/06/05     |           |       |        | 133° 16' 54" E    |           |       |
| ~ 2014/07/06 ( 32 昼夜 ) |           |       |        | 観測層 : 水面下 10.0m   |           |       |
|                        | 北方分速      |       | 東方分速   |                   | 主方向 292.4 |       |
|                        | V (kn)    | (deg) | V (kn) | (deg)             | V (kn)    | (deg) |
| M 2                    | 0.030     | 354.9 | 0.057  | 193.2             | 0.064     | 10.0  |
| S 2                    | 0.008     | 68.9  | 0.018  | 197.4             | 0.019     | 24.8  |
| K 2                    | 0.002     | 68.9  | 0.005  | 197.4             | 0.005     | 24.8  |
| N 2                    | 0.013     | 240.2 | 0.007  | 198.1             | 0.004     | 327.3 |
| K 1                    | 0.020     | 328.1 | 0.025  | 96.1              | 0.029     | 288.0 |
| O 1                    | 0.007     | 303.9 | 0.006  | 326.6             | 0.003     | 164.7 |
| P 1                    | 0.006     | 328.1 | 0.008  | 96.1              | 0.009     | 288.0 |
| Q 1                    | 0.006     | 22.4  | 0.012  | 102.6             | 0.011     | 293.9 |
| M 4                    | 0.002     | 171.1 | 0.010  | 307.1             | 0.010     | 130.2 |
| M S 4                  | 0.007     | 175.6 | 0.002  | 247.2             | 0.003     | 142.6 |
| 恒流                     | 流速 (knot) |       | 0.052  |                   |           |       |
|                        | 流向 (deg)  |       | 300.0  |                   |           |       |

|                 |                |         |
|-----------------|----------------|---------|
| 非調和定数           |                |         |
| Vm+Vs           | 大潮期平均流速        | 0.08 kn |
| Vm-Vs           | 小潮期平均流速        | 0.04 kn |
| Vk+Vo           | 回帰潮最大流速        | 0.03 kn |
| Vm-Vs/Vm+Vs     | 大潮・小潮期流速比      | 0.54    |
| Vk+Vo/Vm+Vs     | 潮型             | 0.38    |
| m/29            | 平均高潮間隔         | 0.34 h  |
| Vm+Vs+<br>Vk+Vo | 主要四分潮の<br>振幅の和 | 0.12 kn |

表 2-2 10m 層 32 昼夜潮流調和分解の調和定数・非調和定数

八．潮流ホドグラフ

ホドグラフは、各分潮成分(M<sub>1</sub>,M<sub>2</sub>,M<sub>4</sub>)から作成した、春分及び夏至の平均的な大潮期及び小潮期の1日の潮流を表す。(図 6-1,図 6-2 参照)

図中の 点から延びた直線が恒流の流向流速を表し、 点を始点として曲線状の1点を結んだベクトルが恒流を含んだ流向流速を表す。 点から延びた線分の終点から曲線状の1点を結んだベクトルは恒流を含まない流向流速を表す。 図中の数値は月が正中した時を0時とした時刻である。

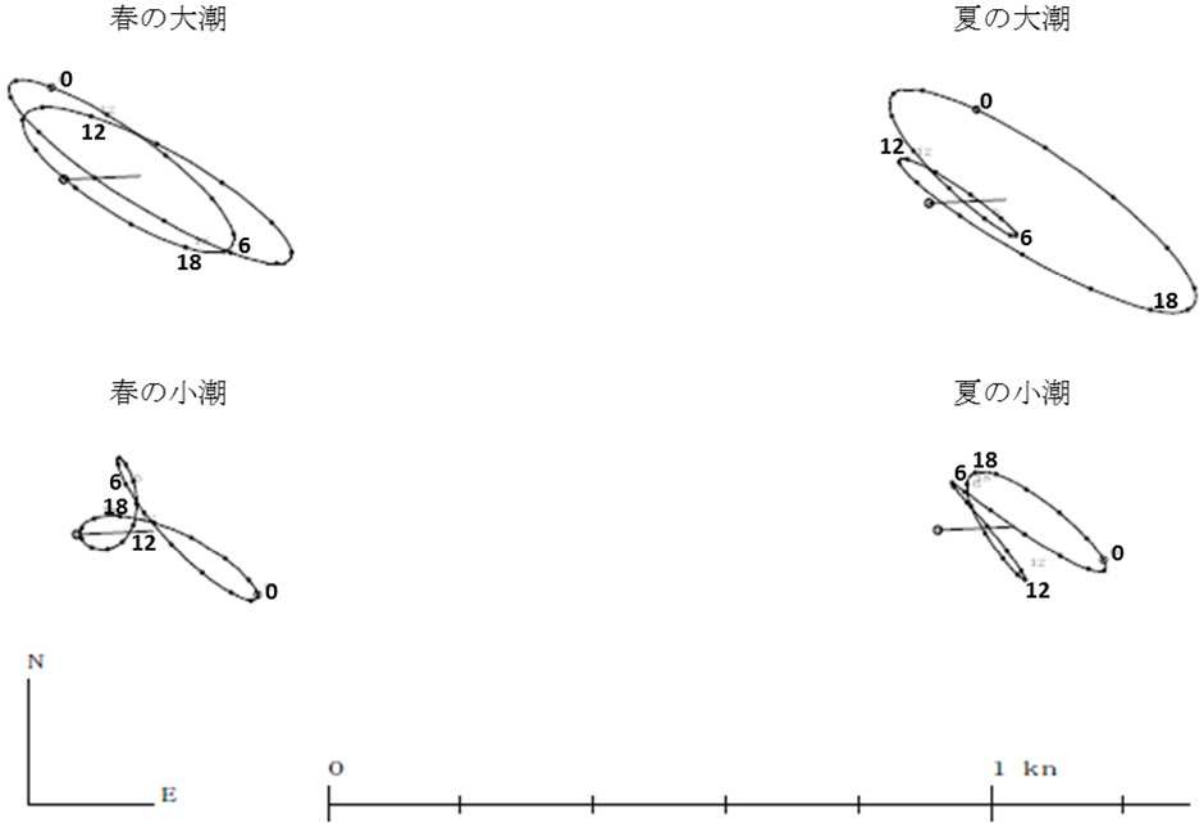


図 6-1 3m 層の潮流ホドグラフ

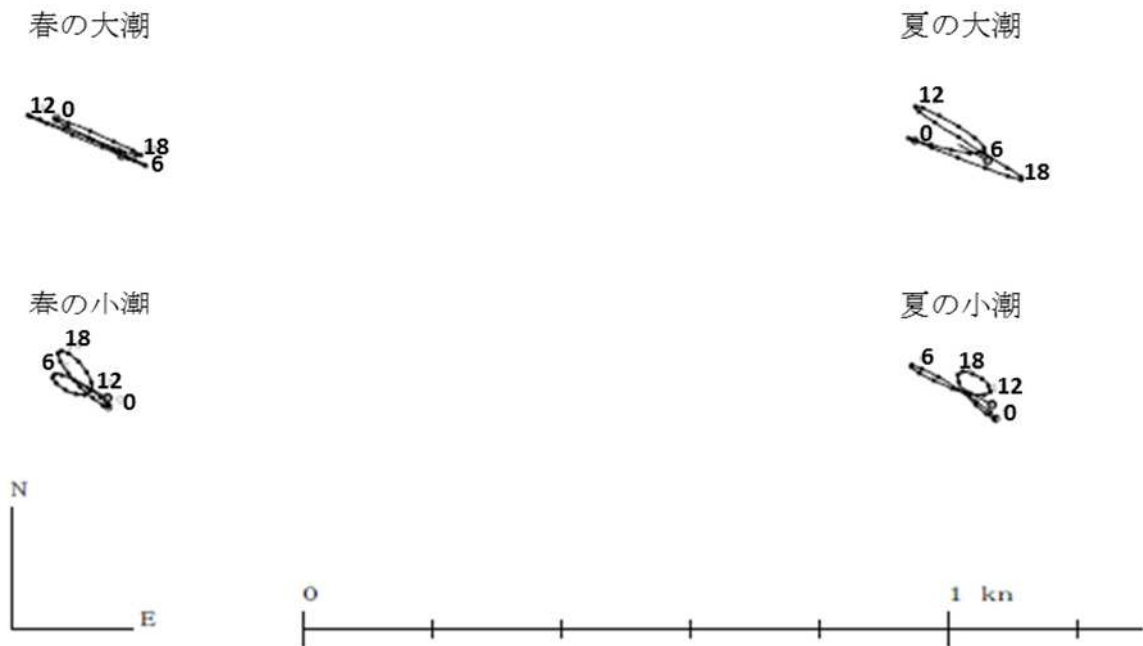


図 6-2 10m 層の潮流ホドグラフ

## 二．四季曲線

本観測点の潮流の概要を知るため、春分及び夏至の大潮期・小潮期の潮流と境港の潮汐との関係を四季曲線で示す(図 7-1,図 7-2 参照)。図中の春季・夏季・秋季・冬季はそれぞれ春分・夏至・秋分・冬至のころを指し、春季及び夏季は曲線上方に記した時刻を、秋季及び冬季は曲線下方に記した時刻を使用する。また、図中の潮高は平均水面上の値である。

3m・10m 層共に 1 年を通して概ね 1 日 2 回潮流となっており、潮汐の 1 日 2 回潮の干満と変動が一致する。また、時間に若干のばらつきが見られるものの、境の高潮(低潮)約 1~2 時間前に主方向(主方向 - 180°)への流速が最強となる。

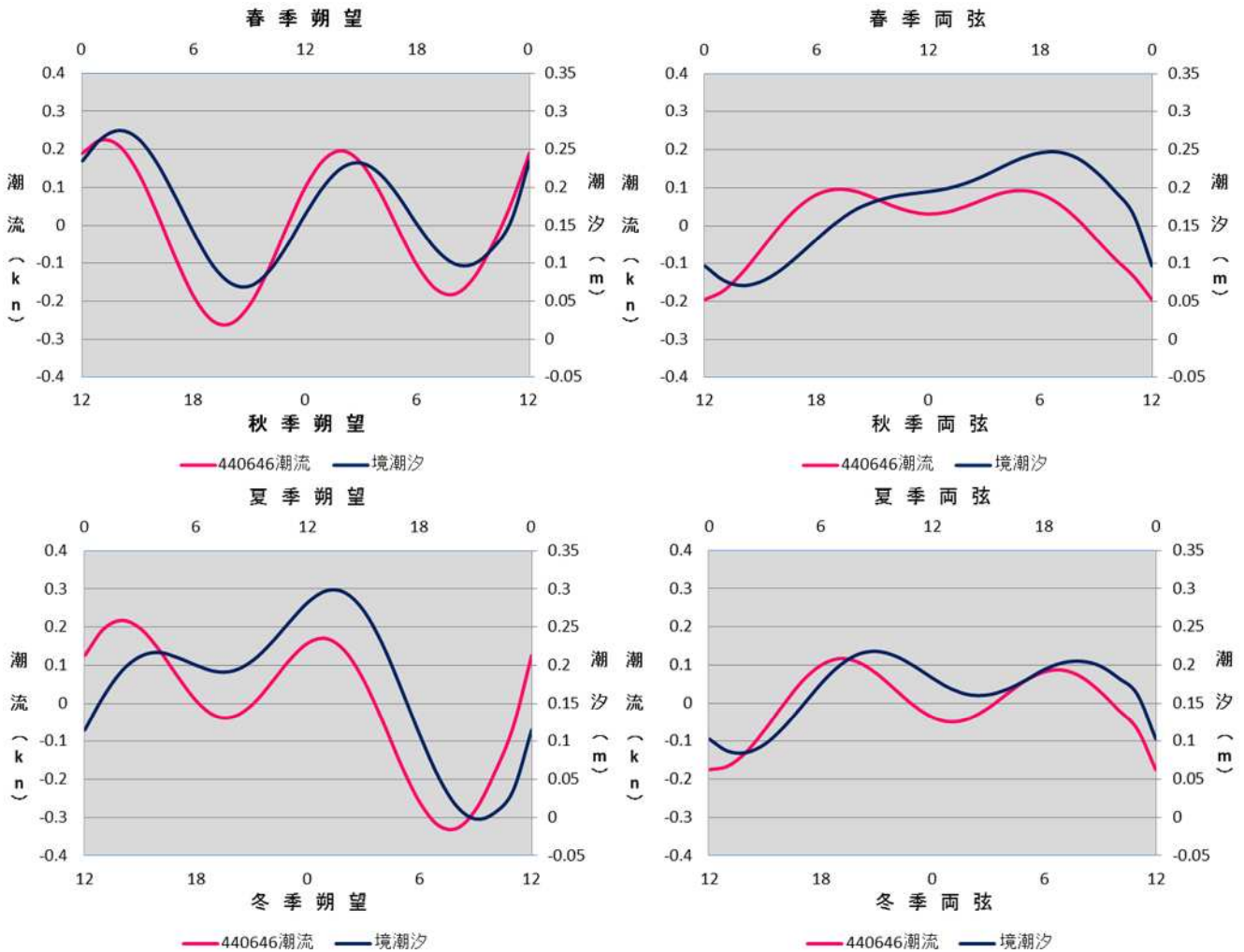


図 7-1 3m 層四季の潮流・潮汐曲線(流速は + が 294.5° の方位)  
(赤曲線：440646 観測点の潮流、青曲線：境港の潮汐)



( 3 ) ADCP による航走観測結果

流速計の設置・撤収に合わせて第一号灯浮標付近の航走観測を実施した(図 3 参照)。観測結果を図 9-1,図 9-2 に示す。灯浮標に設置した流速計と同様に、航走観測についても水面下 3m 層の観測を実施した。

6 月 4 日の航走観測では、観測された流速が 0.5kn 以下と弱く、概ね北東から東向きの流向が観測されているが、ばらつきが多い。7 月 8 日の航走観測では、東向きに 1.0kn 以上と比較的強い流れが観測された。

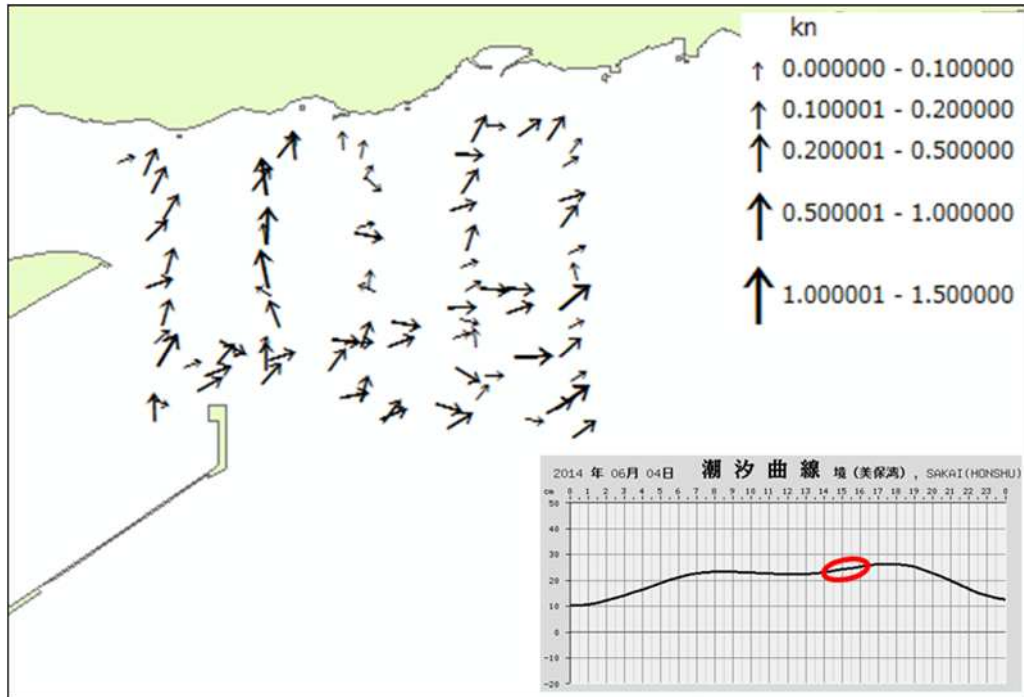


図 9-1 6 月 4 日 14~16 時の ADCP 観測結果

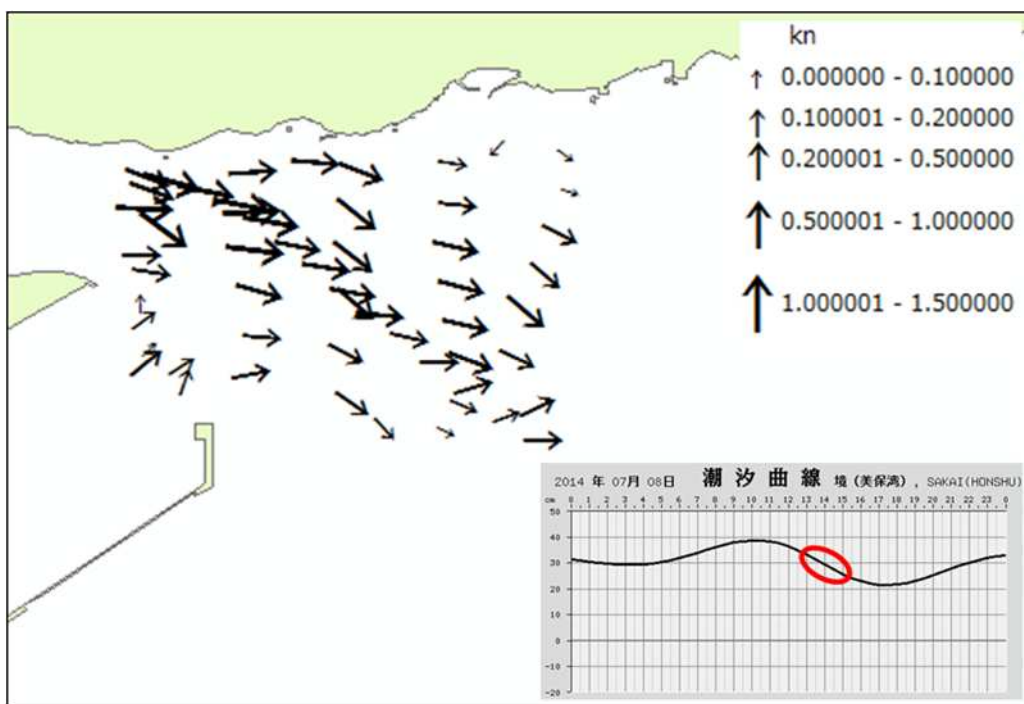


図 9-2 7 月 8 日 13~15 時の ADCP 観測結果

## 6.まとめ

観測海域の潮流は、東西方向へ流れ、1日2回潮の変化を示した。本観測点は境水道の入口から約800mほど離れた地点であったため、平成23年度に実施した境水道内に位置する六号灯浮標(図1参照)での観測結果と比較して、流速は弱く、流向・流速の頻度分布についても一致しなかったが、3m層で東向き、10m層で西向きの流れが見られることは一致していた。

中浦水門の撤去前(平成21年撤去完了)である平成6年5月には、第一号灯浮標で1昼夜の観測が実施されており、水門撤去後の本観測と比べ、流速分布において0.20~0.39knの割合が約20%ほど増加していた。

観測期間中は最大でも東向きに1.0knの流れであったが、7月8日に実施したADCPによる航走観測の結果では、上弦から3日後の比較的潮流の弱い期間であったが1.2knの流れが観測されている。一般的に、日本海は潮差が少なく潮流も弱い、中海及び宍道湖と日本海を結ぶ狭水道にあたる境港では気象等の影響によって早い流れが生じることもあると考えられる。

本観測の解析結果をHP上で公開し、船舶安全情報の提供に役立てたい。