

夏季石狩湾海域における流動・水温変動特性

CHARACTERISTICS OF THE FLUCTUATIONS OF CURRENTS AND THE WATER TEMPERATURE AT THE ISHIKARI BAY IN THE SUMMER SEASON

山下俊彦¹・隅江純也²・吉田英雄³・足立久美子⁴

Toshihiko YAMASHITA, Jyunya SUMIE, Hideo YOSHIDA and Kumiko ADACHI

¹正会員 工博 北海道大学大学院工学研究科 助教授 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

²北電総合設計株式会社 (〒060-0031 北海道札幌市中央区北1条東3丁目1番地1北電興業ビル)

³北海道立稚内水産試験場 (〒097-0001 北海道稚内市末広4-5-15)

⁴正会員 (独)北海道開発土木研究所 (〒062-0931 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目)

Field observation of currents and water temperature was carried out at the sites of water depth of 700m and 40m of the Ishikari bay in the summer season. At the site of water depth of 700m, the change of flow and the water temperature at the cycle of 15-20 days according to change of Tsushima warm current is dominant. The vertical distribution of the Tsushima warm current was clarified. The change of flow at the cycle of 16 hours exists. At the site of water depth of 40m, flow is mainly driven by the wind, and the change of flow at the cycle of about four days is dominant. The compensation flow by the land breeze is shown in the decrease in the water temperature. This shows upwelling of the deep water. The changes of flow and water temperature at the cycle of 16-24 hours are exist.

Key Words : ocean current, wind-driven current, upwelling current, open bay

1. はじめに

石狩湾は比較的開放性の強い湾で、水深120mまでは約1/500の緩勾配の広大な砂浜海域が広がり、その沖は約1/30の急勾配で水深700mまで深くなっている(図-1参照)。日本海の水深500m以深には日本海固有水と呼ばれる高栄養塩の水塊が存在し、石狩湾口においても水深150m以深には比較的高い栄養塩の水塊が存在している。石狩湾の砂浜海域への主な栄養塩供給の要因としては、石狩川流出水と深い水深帯の水塊の湧昇と鉛直混合がある。秋季の石狩湾での流動・水質特性については王ら(2003)¹と瀬戸ら(2000)²が報告している。夏季の石狩湾海域は対馬暖流の流入により栄養塩が欠乏する季節であり、河川水と日本海固有水の湧昇流が重要な栄養塩の供給源と考えられる。また、開放性沿岸域の流動特性は十分把握されていないのが現状である。

そこで本研究では、夏季を対象として石狩湾砂浜海域と水深700mの2地点において、流動と水温の現地観測を実施し、流動・水温の変動特性を把握し、こ

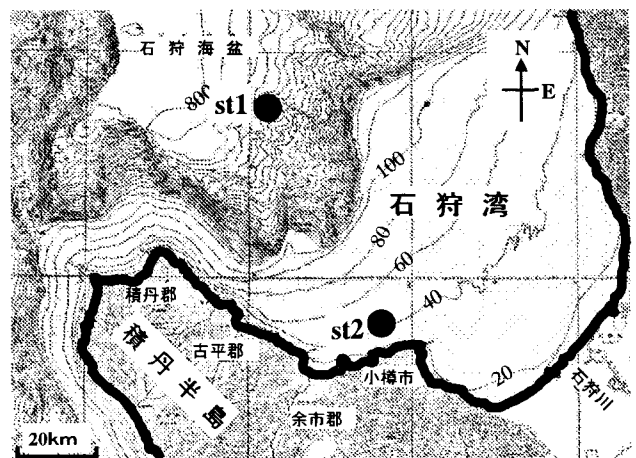


図-1 観測地点

れらの変動特性への海流や湧昇流の影響を検討する。

2. 現地観測の概要

図-1に示すst1地点(水深700m)において、2003

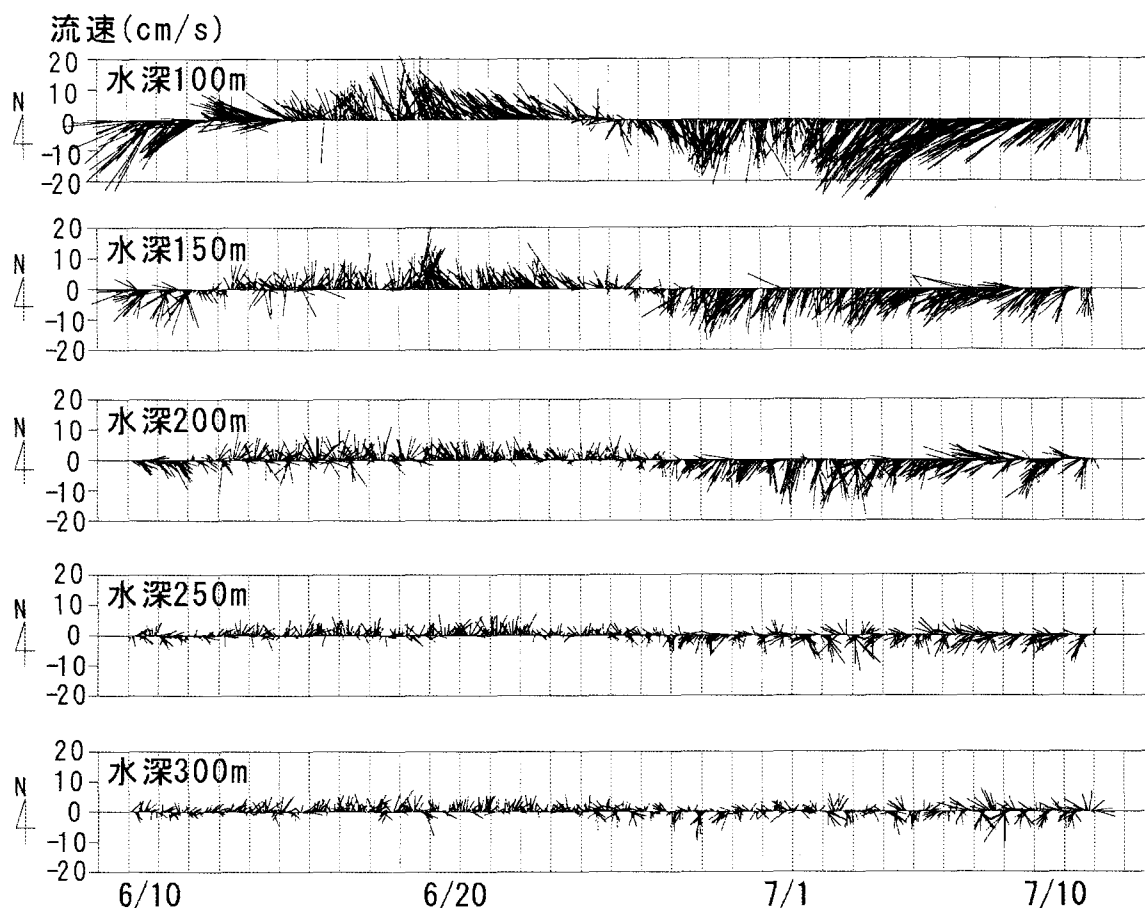


図-2 st1 ADCP 流速データ (cm/s)

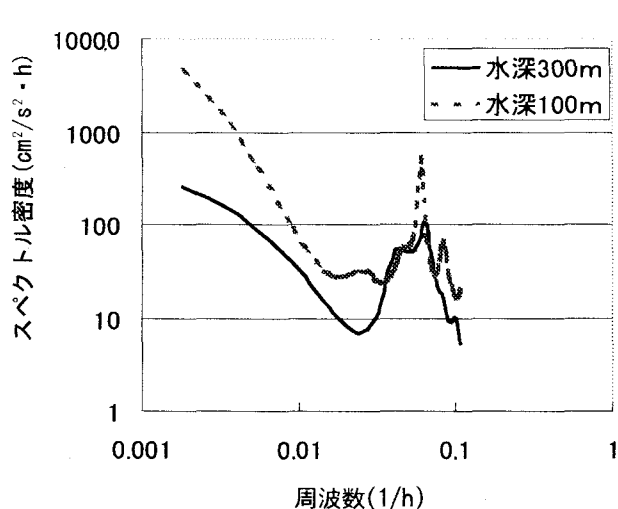


図-3 st1 流速変動スペクトル (南北方向)

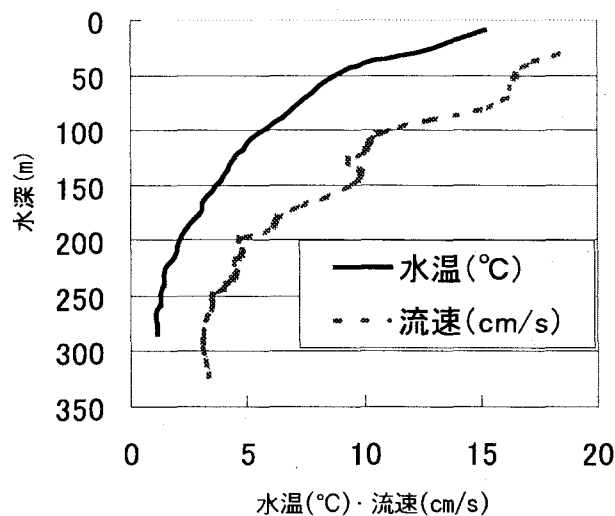


図-4 st1 水温・流速鉛直分布

年6月9日～7月12日, 8月12日～8月31日の期間, 75kHzADCP(水深350m地点に浮体により上向きに吊り上げ固定) による10 m毎の流速測定と6月9日～7月1日の26水深における10～20 m毎の水温の連続観測を実施した.st2地点(水深40m)においては2003年6月18日～8月31日まで300kHzADCP(海底固定)による流速測定と8水深における5～10 m毎の水温

の連続観測を実施した.風については,アメダスの石狩地点のデータを用いた.

3. 流動特性

図-2に2003年6月10日～7月11日のst1における各水深の流速データを示す.図-3にst1の上層(水

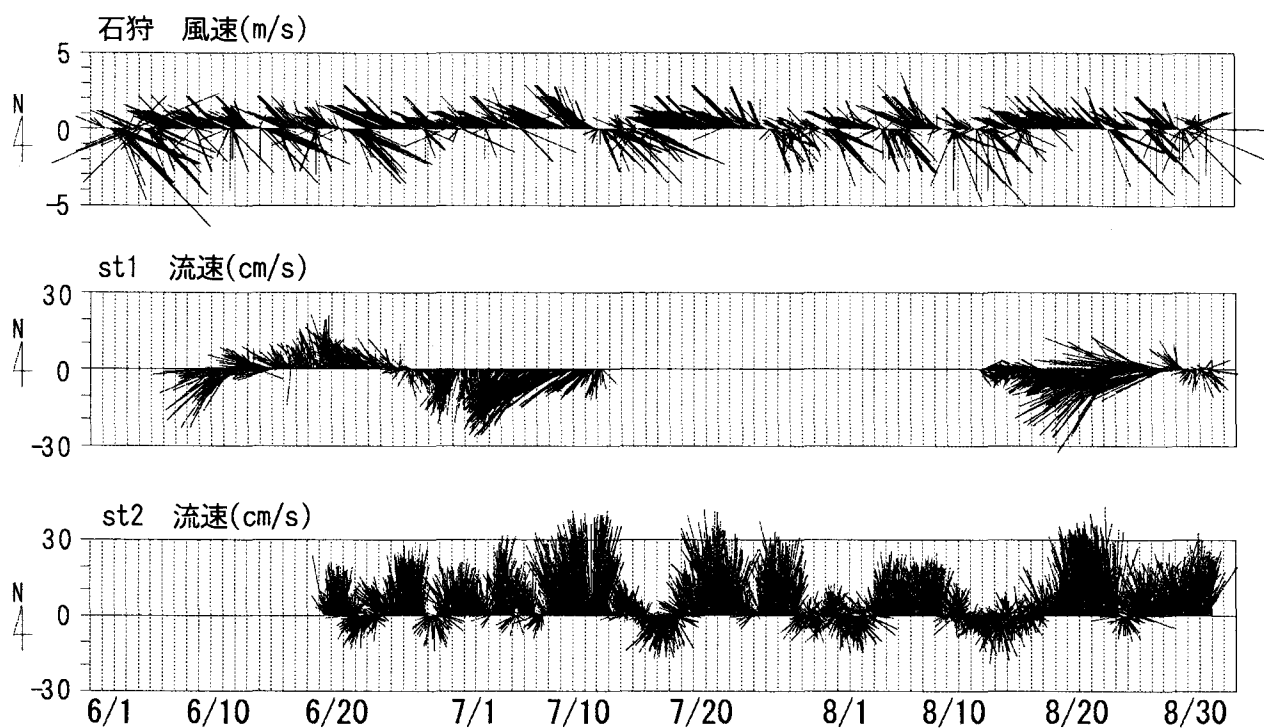


図-5 石狩の風速, st1, st2 の流速データ

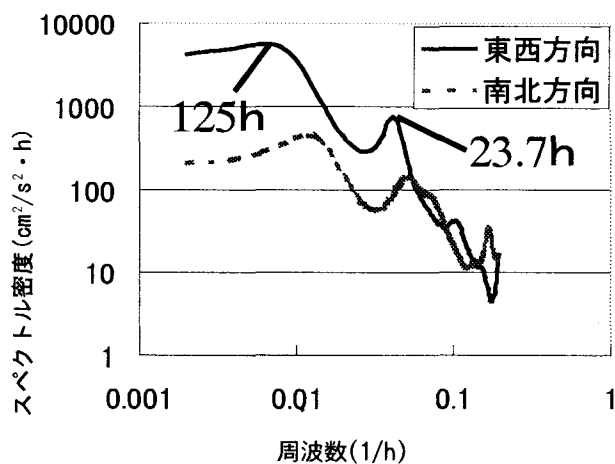


図-6 st2 流速変動スペクトル

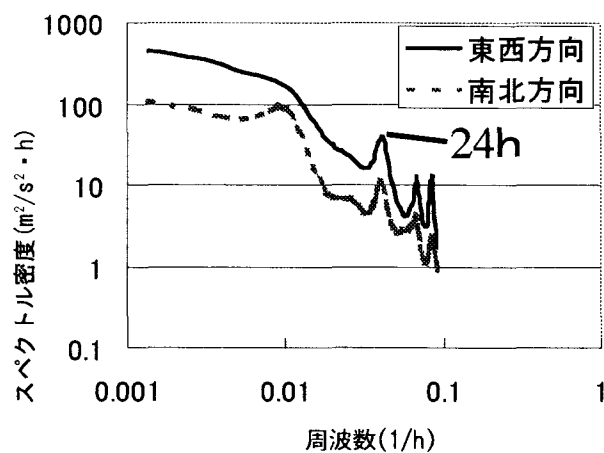


図-7 石狩 風速スペクトル

深100 m), 下層(水深300 m)の南北方向流速のスペクトルを示す。図-2を見るとst1での流れは上層では15日~20日周期の海流成分(対馬暖流)が卓越していることがわかる。下層では図-3に示す流速スペクトルを見てもわかるように約16時間周期の往復流が卓越している。上層の流速スペクトルからこの流れは上層にも存在し、流速振幅は上層の方が大きいことがわかる。海流成分は南北流が卓越し、これは対馬暖流が積丹半島で剥離して時計回りの渦ができる時には北流、暖流が積丹半島の東側に沿って南下する時には南流になるためと推察される。図-4にst1の海流成分の強い6月20日における水温・流速の鉛直分布を示す。これを見ると水温も流速も水深

200~250 m以深で一定となっており、海流の影響はおおよそ水深200 mまで達していることがわかる。

図-5に上より6月~8月の石狩での風速, st1の上層(水深100 m)での流速, st2の中層(水深20 m)での流速を示す。ただしst2では東西方向の流速が卓越していたため、N軸とE軸を入れ替えて表示してある。st1の流速変動は前述の様に15~20日周期の変動が卓越していて風の影響はあまり見られない。一方、st2の流速変動は風の変動と比較的良く対応していて、数日程度の変動周期が卓越している。st1の7月10日~8月15日程度の流れが欠測のため、st1とst2の流動の関係は明確にはわからないが、st1の海流成分と思われる流れの影響はst2には顕著には見

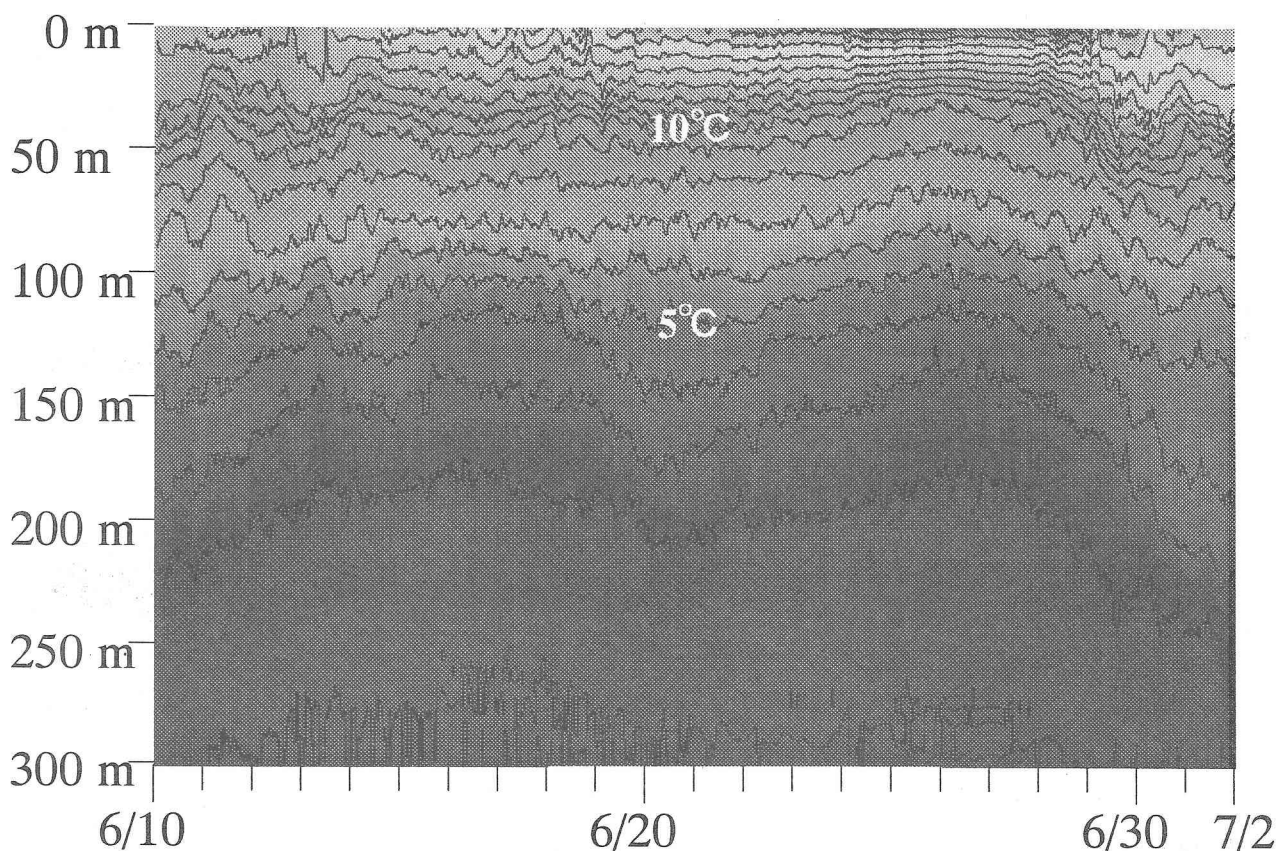


図-8 st1の等温線図 下から1°Cおき

られない。st2の流動と風の間関係を見てみると、夏季には南東風が卓越し、この時にはst2で東向きの吹送流となっている。一方、6月21日、7月16日、8月12日など強い北西風の時には、st2で西向きの吹送流となっている。st2のADCPの各層の流速は、ごく表層を除きほぼ全層で同じ流動となっていることがわかった。st2の上下層で流向が異なる鉛直断面での補償流はあまり見られず、石狩湾全体である平面的な流動のパターンができていないのではないかと推察される。

図-6にst2の中層での流速スペクトル、図-7に石狩での風速スペクトルを示す。流速には4日程度以上の周期の流れが卓越し、風速にも同様な周期の変動が卓越している。また、流速には約24時間周期の変動が見られることから、風と潮汐（あるいは内部潮汐）に起因していると思われるが、現時点で詳細は不明である。今後流動シミュレーション解析を含めて検討していく予定である。st1で見られた16時間周期の変動はst2の南北方向流れに少しあらわれているが、st2ではあまり顕著ではない。

4. 水温変動特性

図-8にst1での水温の変動を示す。図-4の水温の鉛直分布からわかるように表層ほど水温変化が大き

い。水温の全体的な変動は、図-2のst1での流速変動と比較すると、6月10日と7月1日頃の南流成分の強い時期にst1での水温が上層から水深200m層まで上昇していることがわかる。これは対馬暖流が積丹半島の東側を南下し、水温が上昇したと考えられる。

図-9にst2の6月～8月の等温線図を示す。6月24日、7月18日、8月18日頃から下層で顕著な水温低下が発生し、深い海域の低温水が湧昇してきていることがわかる。7月20日は最大で下層から30m程度まで低温水が上昇している。この時のst2の流れと風を見るとほとんどが南東風で東向きの流れが起こるのと同時に発生していることがわかる。これは陸風で表層の水が湾外へ移動させられ、その補償流として下層から低温水が湧昇したものと考えられる。夏季の石狩湾は栄養塩欠乏状態であり、夏季に卓越する南東方向の陸風による深層からの栄養塩を豊富に含有した水塊の湧昇は、石狩湾の一次生産に重要であることが推察される。また、st1での南向きの海流成分が卓越し、石狩湾を反時計回りに対馬暖流が流入する時はst2では水温が上昇していることがわかる。また、st2では流動でみられた16時間周期の水温変動もあり、等温線の波高で最大20m程度で、この周期での低温水の流入も発生していることがわかった。

図-10にst2での中層（水深25m）の水温変動の

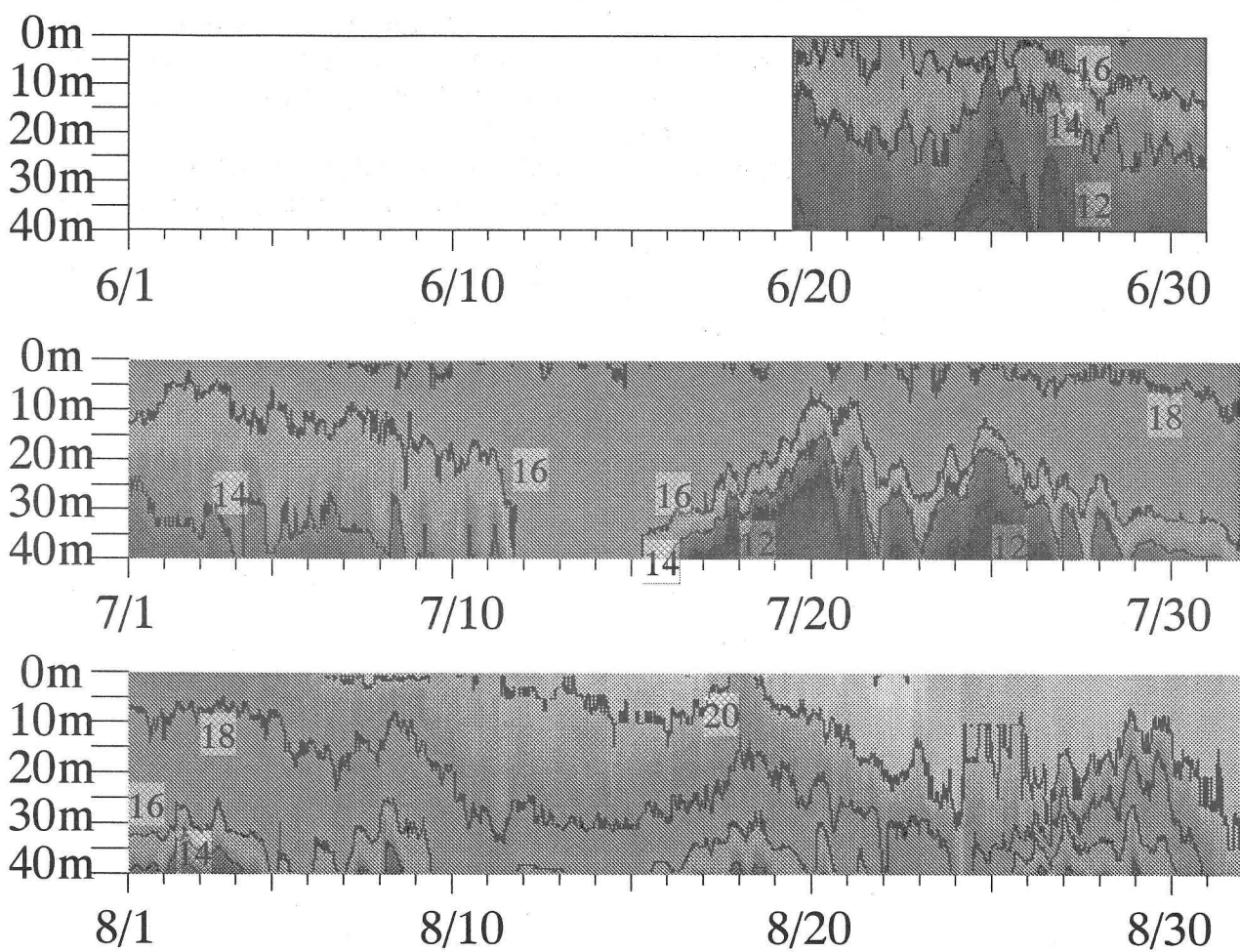


図-9 st2 の等温線図 下から2°Cおき

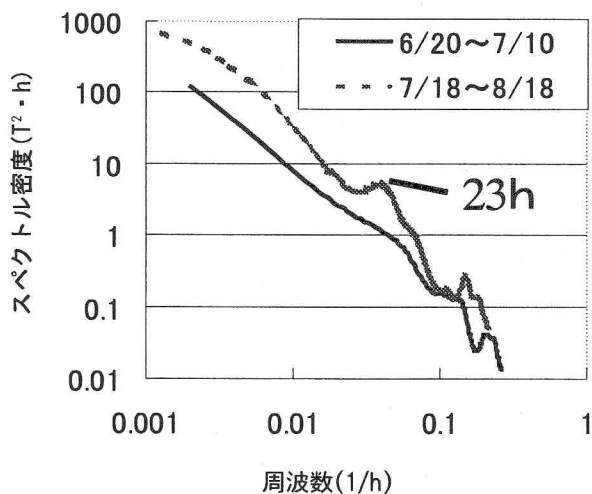


図-10 st2 (水深) 水温変動スペクトル

スペクトルを示す。図-6,7と同様4日以上の周期の変動が卓越している。16~24時間周期の水温変動も流速変動と同様に見られるがあまり顕著ではない。特に6月20日~7月10日はあまり水温分布が鉛直方向に変化していないためか、短い周期の水温変動は

ほとんど見られない。

5. 終わりに

石狩湾砂浜域と水深700mの2地点において、流動・水温の現地観測を夏季に実施した。主要な結果は以下の通りである。

- ①水深700mのst1においては、主に南北方向に15~20日程度の周期で変動する海流成分が卓越することがわかった。水温もこの周期で変動し、南流の場合に水温が上昇する。流動・水温の鉛直分布特性も明らかとなった。また、流動には16時間周期の変動が表層から300mまで存在していることがわかった。
- ②st2の流速変動は風の変動と比較的良好に対応しており、南東風時に東向き、北西風時に西向きの吹送流が発生することがわかった。また、st2の流速には風以外に潮汐(あるいは内部潮汐)の影響による24時間周期の変動と強くはないが16時間周期の変動も存在しているが、現時点では不明な点が多く、

今後流動シミュレーション解析を含めて検討する必要がある。

- ③st2では、石狩湾に対して陸風である南東風によって東向きの流れが発生する時に、補償流として低温水の湧昇が起きていると考察された。また、流速変動と同様、16～24時間周期の水温変動も発生していた。

参考文献

- 1) 王毅，隅江純也，森信幸，伊藤敏朗，山下俊彦：石狩湾中央海域における秋期の流動・水質特性，海洋開発論文集，第19巻，pp.881－885,2003.
- 2) 瀬戸雅文，大竹臣哉，奥野充一，中村充：石狩湾周辺海域における内部波の形成と湧昇流の発生機構，海洋開発論文集，第16巻，pp.285－289,2000.