

融雪洪水期の石狩湾沿岸での広域流動特性と河川水流動 に関する現地観測

山下俊彦* 宮下将典** 長谷部隆光***
橋本 剛**** 福本 正***** 多田彰秀*****

1. はじめに

沿岸域の土砂・水質・生態環境を把握する上で基本となるのは流動特性である。沿岸域環境を考える際の流動としては、空間的に数 10 km 以上の領域を対象として、風、海流、河川水等の影響を把握しなければならない。例えば、灘岡ら (1999) は開放性沿岸域である鹿島灘において広域的な長期連続観測を実施し、河川水の影響範囲と河川水の挙動を支配する大規模流動を明らかにしている。石狩湾については、山下ら (1997) が秋期には水深 20 m 程度の海域では、主に風応力に起因する周期数日程度の流速変動が卓越することを明らかにしている。また、山下ら (1998) は、石狩湾沿岸において冬季に北西の季節風による補償流の発生と湾の場所的な風の違いによる特に西風時の時計回りの強い南西流の発生を明らかにしている。

しかし、このような流動は季節的に変動し、種々の要因が関与する複雑な現象となるため、流動に関する物理機構が十分把握されていないのが現状である。特に、石狩湾の融雪洪水期には、対馬暖流の活動の変化や、石狩川の流量増加などの要因が複雑に流動に影響を与えるものと考えられる。

そこで本研究では、石狩湾沿岸を対象とした現地観測を 1998 年融雪洪水期に実施し、得られた流速、水温、塩分濃度等のデータをもとに、各々の変動の時間特性、三次元特性を把握する。次に、風等の気象、海流、河川流量のデータと比較検討することにより流れの物理機構を考察する。

2. 調査方法

1998 年融雪洪水期の石狩川河口を含む沿岸 30 km × 岸沖 10 km (水深 30 m まで) の石狩湾沿岸域での現地観測地点を図-1 に示す。観測期間は 4 月 15 日から 5 月 15

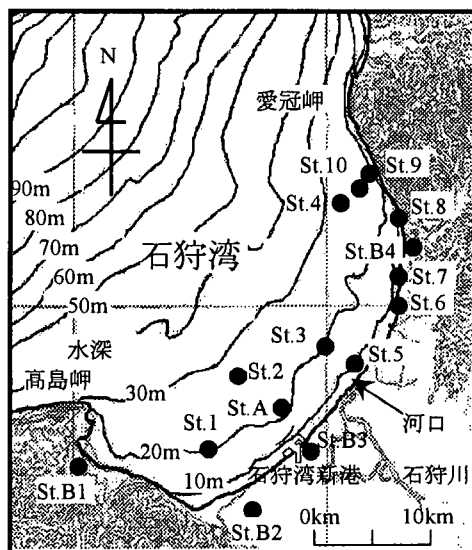


図-1 現地観測地点

日である。St. 2 (水深 26 m), St. 3 (水深 21 m), St. 4 (水深 28.5 m) に ADCP, St. 1 (水深 21 m), St. 5 (水深 14 m), St. 10 (水深 25 m) の上・中層に ACM-8 M, 下層に wavehunter を設置し、流速及び波高を測定した。St. 1~5, 10 各地点に水温計 6~10 台, St. 2~4 各地点に塩分計 4 台, St. 6 (水深 4 m), St. 7 (水深 4 m), St. 8 (水深 5 m), St. 9 (水深 7 m) に上・下層に水温・塩分計を設置した。また、St. A (水深 23 m) の港湾管理用の底層 1 m の毎正時の 20 分平均流速データ, St. B1~B4 の風速データ、海洋速報データ (海上保安庁) を用いた。

3. 結果及び考察

3.1 多地点風速分布

図-2 に 4 月 16 日~5 月 12 日の St. B1~B4 の多地点風速データを示す。この時期の風は全体的に冬期に比べ弱く、10 m/s を超えることは少ない。St. B2~B4 は風向がほぼ同じで、湾奥の St. B2 (山口) は風速が小さくなっている。また、積丹半島の影響により St. B1 (小樽) は風向が他地点とは大きく異なり、風速も小さい。積丹半島の影響のほとんどない St. B4 (厚田), St. B3 (石狩

* 正会員 工 博 北海道大学助教授 大学院工学研究科環境資源工学専攻
** 学生会員 北海道大学大学院工学研究科
*** 日本データサービス(株) 調査設計部
**** 正会員 水 修 西松建設(株) 技術研究所
***** 博(工) 西松建設(株) 技術研究所
***** 正会員 博(工) 長崎大学助教授

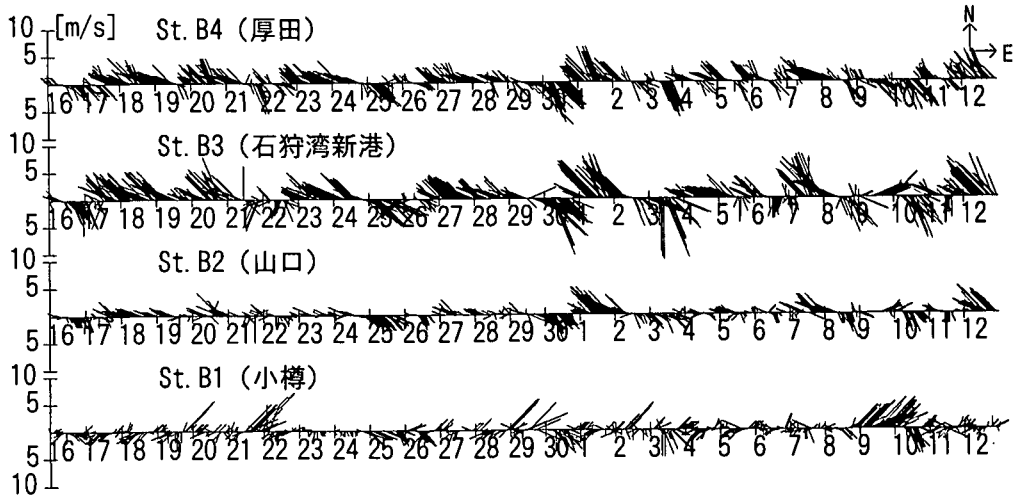


図-2 多地点風速データ (4月16日～5月12日)

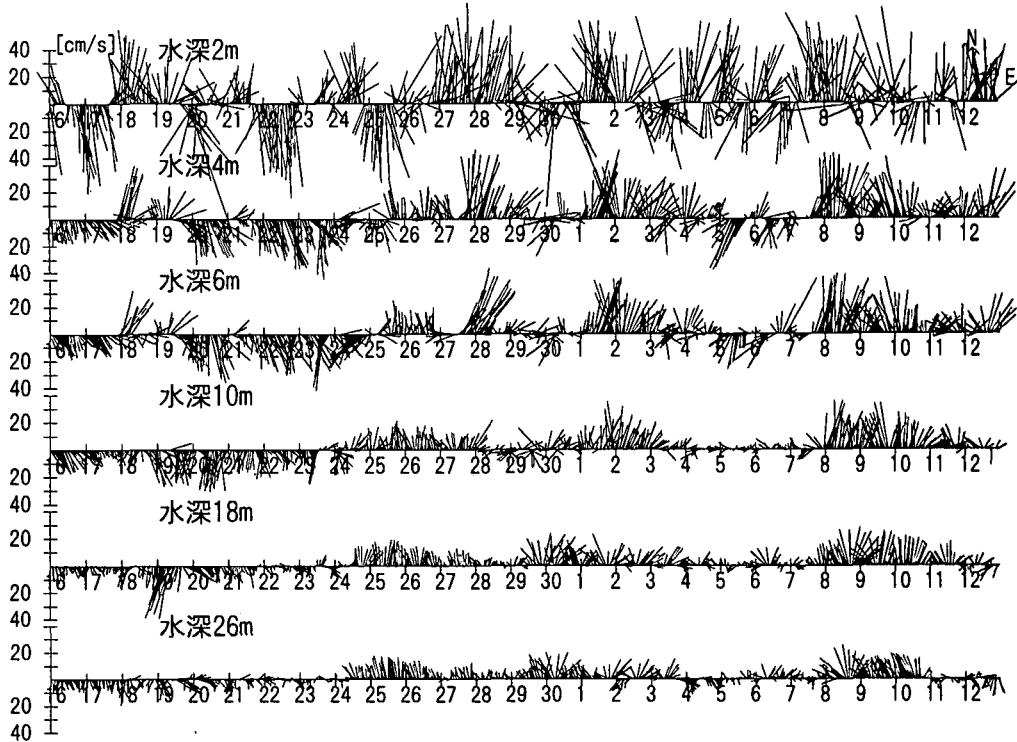


図-3 St. 4 ADCP 流速データ (4月16日～5月12日)

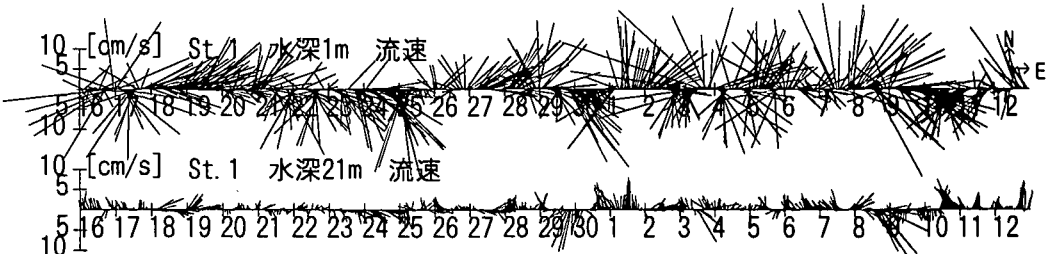


図-4 流速データ (4月16日～5月12日)

湾新港)の風は、強さと風向がほぼ同じで陸風である南東風が観測期間では多く発生していることがわかる。

3.2 流速変動の時空間特性

図-3に4月16日～5月13日のSt. 4のADCP流速データを示す。表層部分(水深2m)はSt. B4の風と対応して周期3～4日程度で変動している。中層以下は、7～20日程度の長周期成分が卓越しており4月24日以前は全体的に南方向の流れとなっているが、それ以降は北向きの流れとなっている。他にSt. 3でも同様な傾向が見られた。次に、図-4に4月16日～5月13日のSt. 1の表層と底層の流速データを示す。St. 1は湾奥であることと、近くのSt. B2の風も小さいために、表層・底層ともにSt. 4に比べて流速が小さくなっている。他の地点を見ても、湾奥の湾南西部よりも淡水が溜まり易い湾北東側の流速の方が全体的に大きい傾向がある。

3.3 対馬暖流の影響

図-5に、この期間の第一管区海上保安本部水路部の海洋速報を示す。これによると、24日以前は対馬暖流の積丹半島による後流域で湾内は時計回り流れ、24日以降は暖流支流が湾内を北上している。また、図-6に4月18日～26日の水温データを示す。4月24日から25日にかけて暖流の流入に伴って、底層の水温が約2℃上昇し表層と同じになっている(St. 1, St. 2, St. 5)。しかし、この時湾の北側のSt. 4では暖流は到達せず底層の水温はあまり上昇しない。

この時の湾内の流動を見ると図-4のSt. 1では流速が小さいが、図-3のSt. 4の8m以深では約30 cm/sにも達する北流が見られる。前述の長周期の流れもこの海流の影響によるものと思われ、この時期の湾内の流動のベースとなっている。

3.4 河川水の挙動

図-7に塩分データと石狩川流量データを示す。この期間は1000 cm³/sを越える流量の多い時期であり、河口

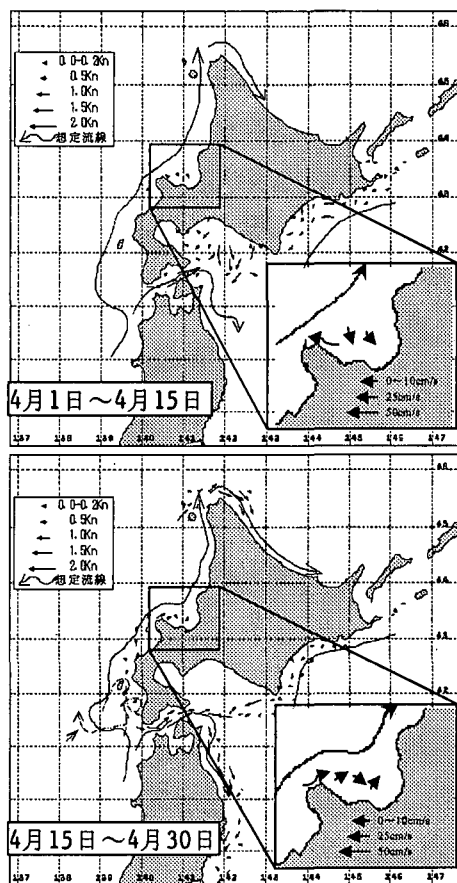


図-5 海洋速報

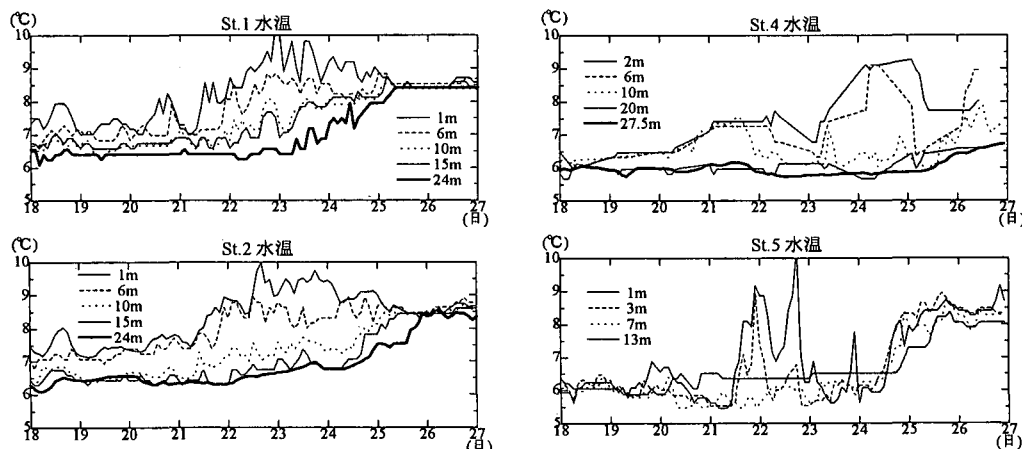


図-6 水温データ(4月18日～26日)

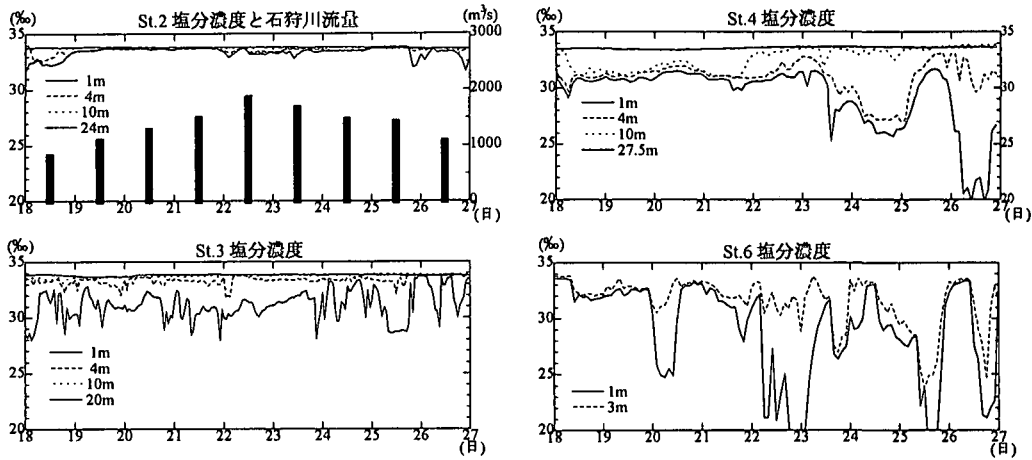


図-7 塩分データと石狩川流量データ

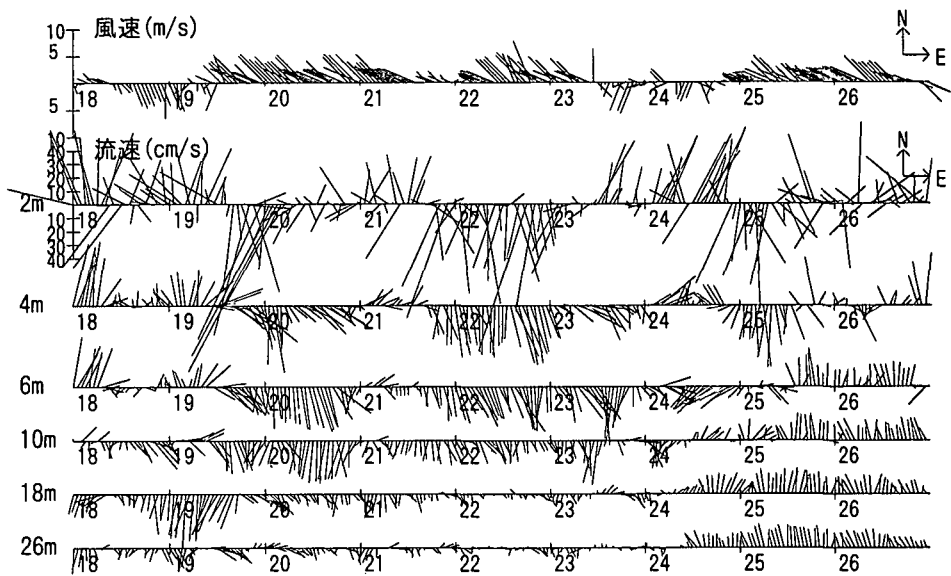


図-8 St. B4の風速データとADCP流速データ (4月18日～26日)

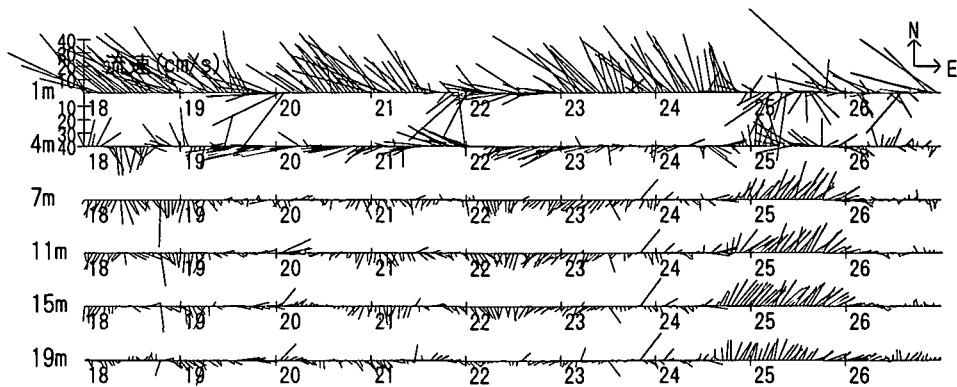


図-9 St. 3のADCP流速データ (4月18日～26日)

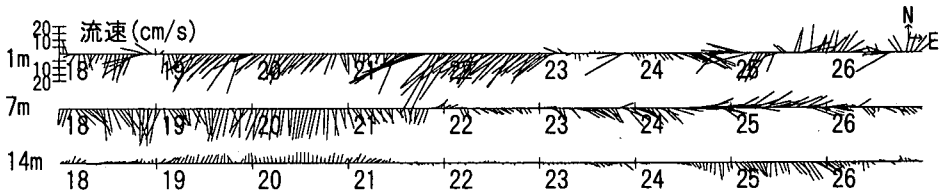


図-10 St. 5の流速データ（4月18日～26日）

から18 km離れた St. 4 においては著しい塩分低下が見られ、18～21日は水深10 mまで淡水が混合され約31%に、23～24日は水深4 mまで塩分濃度が約26%に低下している。St. 4の塩分濃度の著しい低下は、流出した淡水が北西の海風で沿岸近くにたまった後に南東風が吹く場合によく発生する（例えば、流量が最大となる22日は北西風が吹いており、塩分濃度は沿岸部の St. 6では低下し、St. 4は低下していないが、南東風が吹く23日～24日には St. 4で塩分濃度が著しく低下している。そして、25日は北西風が吹き淡水が沿岸部に押し戻され St. 4で塩分濃度が一時的に上昇する）。

また、河口に近い St. 3では、表層でのみ塩分濃度低下が見られるが4 m以深では塩分濃度の低下があまり見られない。河口より西側の St. 2においては表層でも塩分濃度はほとんど低下せず、河川水の影響がほとんどない。

3.5 流動への河川水の影響

図-8に4月18日～26日の St. B4の風速データと St. 4の ADCP 流速データを、図-9に同期間の St. 3の ADCP 流速データを、また、図-10に同期間の St. 5の流速データを示す。

図-8の St. 4では4月18, 19日の南東風に対する水深6 mまでの強い北流は、淡水が混合した密度小の海水が風によって吹送されたものと考えられる。この時水深10 m以下では暖流に伴う南流に淡水混合層の補償流が加わっている。同じく図-8で22日の水深6 mまで、25日の水深4 mまでの強い南流も淡水混合水が風により吹送されたものである。

図-9の St. 3では19～22日に表層2～3 m付近まで塩分が低下しているが、この時水深4 mより浅い領域で流動が大きく変化（水深7 m以深ではこの時期の暖流による湾内の流動ベースである南流、水深1 mで風方向の強い北西流、水深4 mで表層の流れに引きずられるよう

に西向きの強い流れ）している。

図-10の St. 5では流量の増える18日～22日に水深1 mでは南西流、7 mでは南流、14 mでは弱い北流と複雑な動きを示している。この地点は河口に近く、淡水がごく表層にジェットのように流出していると考えられ、その表層の流れに引きずられるような海水層の動きと考えられる。

4. おわりに

石狩湾沿岸域の1998年の融雪洪水期の流動は、対馬暖流の流入に伴う全層的な30 cm/s程度の長周期の流速変動がベースにあり、その上に吹送流の影響や、河川流量が増加し密度の低い淡水との混合水がある場合には、風によりこの水塊は補償流を伴った強い流れとなることがわかった。

一方、湾奥の南西部では水温変化などから対馬暖流の流入が見られるが、強い流れは発生せず、また、石狩川の淡水の直接的影響もあまり見られない。

融雪洪水期は、風が冬期に比べ弱いにもかかわらず、暖流と河川水の影響により沿岸域（特に淡水が広がやすい北東部）には冬期と同程度の強い流れが発生することが分かった。

参考文献

- 灘岡和夫・二瓶泰雄・小西伸英・中山哲蔵・足立久美子・藤井智史・佐藤健治・山下俊彦（1999）： 鹿島灘における広域海水流動と河川水挙動に関する現地観測，海岸工学論文集，第46巻，pp. 486-490.
- 山下俊彦・木下大也・多田彰秀・福本 正・橋本 剛・北原繁志・谷野賢二（1997）： 石狩湾沿岸の流動特性，海岸工学論文集，第44巻，pp. 371-375.
- 山下俊彦・星 秀樹・新山雅紀・長谷部隆光・福本 正・多田彰秀（1999）： 石狩湾沿岸の冬期の三次元流動特性，海岸工学論文集，第46巻，pp. 426-430.