

石狩湾大水深域における冬期の流動・ 漂砂機構に関する現地観測

FIELD SURVEY ON THE MECHANISM OF FLOW AND SEDIMENT TRANSPORT IN THE ISHIKARI OFFSHORE COAST

本間大輔¹・窪内篤¹・先川光弘²・鈴木晃浩³・山下俊彦⁴

Daisuke HONMA, Atsushi KUBOUCHI, Mitsuhiro SAKIKAWA, Akihiro SUZUMURA and
Toshihiko YAMASHITA

¹ (独)北海道開発土木研究所 港湾研究室 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)

² 正会員 北海道開発局 (〒060-8511 札幌市北区北8条西2丁目)

³ 学生員 北海道大学大学院 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

⁴ 正会員 工博 北海道大学大学院助教授 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

In recent years, coastal erosion has emerged as a nationwide problem. Toward comprehensive sediment management that promotes coastal conservation, the mechanism of wide-area littoral drift needs to be understood. Research on sea sand drift has thus far targeted relatively shallow sea areas, such as the surf zone. For wide-area sediment management, however, a study should be extended to include the role of grain in sand drift and to include sand drift in deep-sea area. As part of this research, an field survey was conducted in the Ishikari coastal deep-area in winter, when significant wave height occur. As a result of this field survey, characteristics of flow and littoral drift were found.

Key Words: *suspended sediment, sediment budget, grain size, Shields number*

1. はじめに

近年、海岸侵食は全国的な問題となっており、総合的な土砂管理を行う際には、広域にわたる漂砂現象の把握が必要である。これまで海域での漂砂は砕波帯等の比較的浅海域を対象としてきたが、広域での土砂管理を行うためには、粒径別の深海域も含めた漂砂現象を解明する必要がある。石狩湾沿岸域でも、本間ら(2003)¹⁾水深15mを越えた海域においても土砂移動や地形変化が確認されている。本研究では、北西の季節風が強く発生し、石狩湾海域で高波浪が発生する冬期に砕波帯外の水深17.5m地点で現地観測を実施し、流動・砂移動特性を明らかにする。

2. 調査方法

図-1に示す石狩湾奥の石狩湾新港北東と石狩川河口中間部、水深17.5m・離岸距離約2km地点のSt. 0において、2003年11月29日～2004年1月5日の約一ヶ月間、現地観測を実施した。調査項目は、波高流速計(20分毎0.5秒間隔で20分連続観測)、ADCP(20分毎2秒間隔で3分連続観測)、濁度計(20分毎1.0秒間隔で3分連続観測)、また、期間中2度(12月3日～12月7日、12月25日～12月29日)において新開発の浮遊砂採水器による浮遊砂の採取を行った。図-2に浮遊砂採水システム概要を示す。この装置は携帯電話からの信号送信により、計15回(300cc/回)、任意時間においての自動採取が可能である。採水サンプルはSSと粒度分布の測定を行った。粒度分布は少ないサンプルで、かつ低濁度のため島津SALD3000の回分セルを用いて測定した。また、風速データについては、北海道開発局小樽開発建設部で石狩湾新港にて測定されたものを使用した。

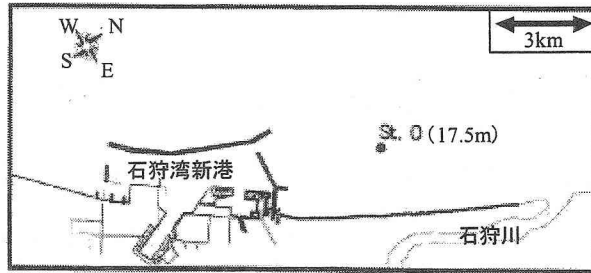


図-1 現地観測地点

浮遊砂採水システム概略図

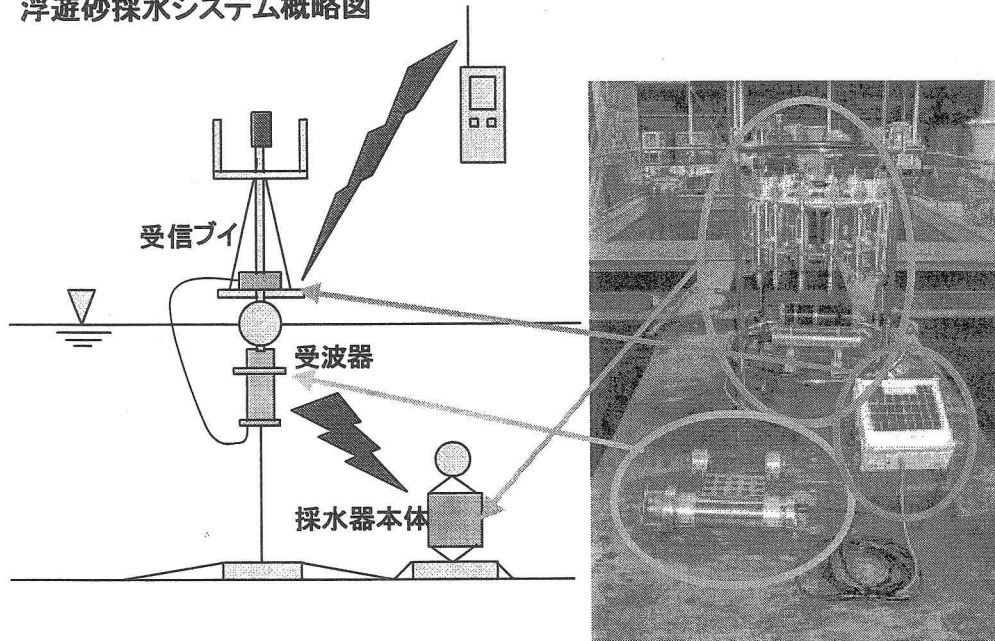


図-2 浮遊砂採水システム概要

(1時間毎)。

3. 流動・漂砂特性

図-3に2003年12月18日～2004年1月4日の風速, St. 0における底面上1.0mの20分平均流速, 波高, 底面上1.25mの濁度時系列変化を示す。12月26日と30日に強い北西～西方向からの季節風により波高5mと4mの高波浪の波が発生し, 平均流も最大で25cm/sに達する強い流れが発生している。この流れは吹送流と考えられ, 流れの方向は26日には南東, 30日には北西と両日で異なり, 積丹半島の影響を受けた湾全体の山下ら(1999)²⁾も報告しているように, 風の分布により異なった流向となっていると考えられる。流れの向きは異なるが, いずれも汀線に沿って平行な流れとなっていることもわかる。

また, 図-4に示す東西方向の風と平均流とのスペクトル密度からもわかるように, 風の周期がわずかに短い東方向では2.5日程度の周期の変動が卓越していることがわかる。図-3と図-4の考察より, 水深17.5m地点の平均流は強風時は主に風により駆動されている事が推定される。

濁度, 波高, シールズ数を比較すると, 12月20日, 26日, 30日に波高とシールズ数が増加するときに濁度が高くなっているが, 高波高後も高い濁度が続いていることがわかる。シールズ数と濁度の相関は, 3回の高波高のシールズ数増大期には比較的良いが, それ以外の期間は悪いことがわかる。図-5に濁度-シールズ数の相関を示す。全期間を通じては濁度とシールズ数の相関は非常に悪いが, 高波浪時で濁度が上昇し始める12月26日0時～6時は相関が良い事がわかる。また, 濁度はシールズ数のほぼ2乗に

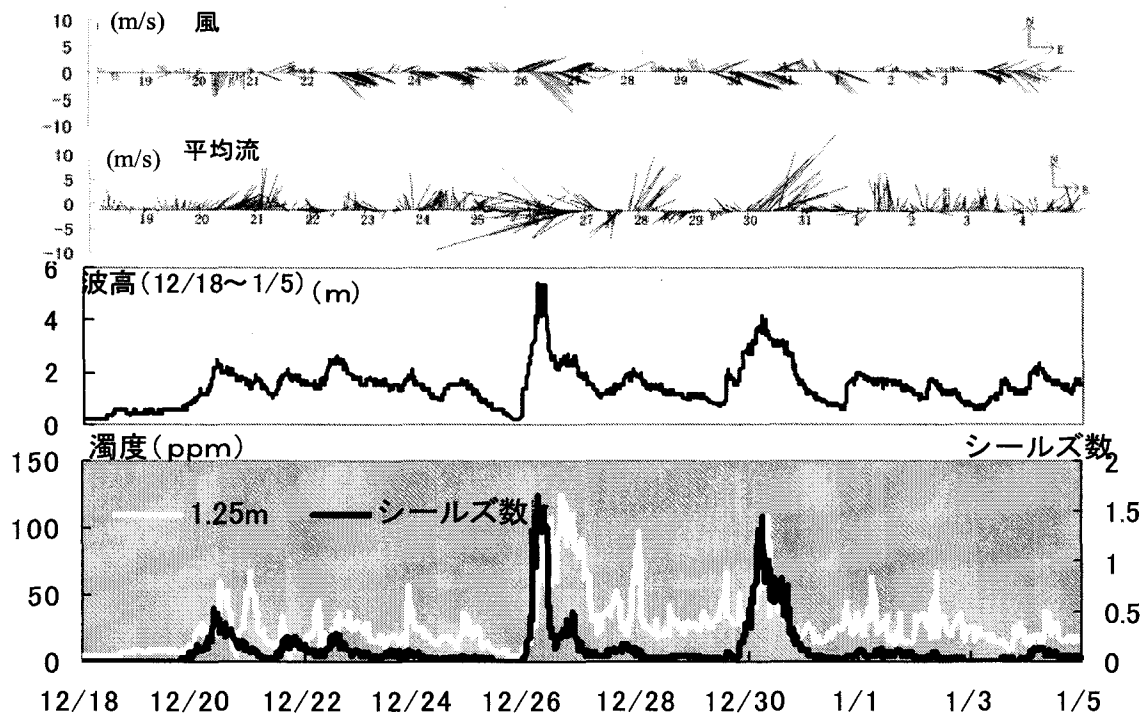


図-3 風速, 平均流, 波高, 濁度の時系列変化

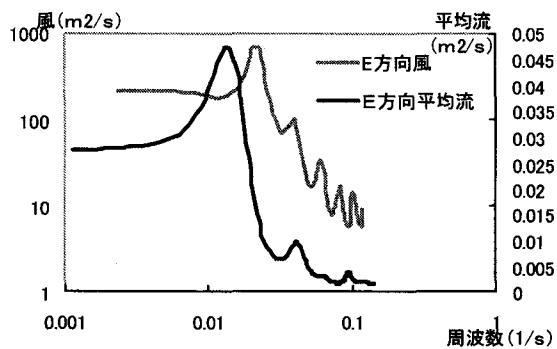


図-4 東西方向スペクトル密度

比例している。12月30日0時～6時はシールズ数が1以上では26日の近似曲線とほぼ一致するが、それよりシールズ数が小さい時には濁度が大きい方にずれている事がわかる。図-3を見てもわかるように、26日の高波高で巻き上がった細粒土砂の影響が残っているためと考えられる。全期間での相関が良くないのは、高波高時に巻き上がった微粒子がすぐに沈降せずに浮遊をしていたり、流速、流向の変化により他の地点からの浮遊物の流入が考えられる。

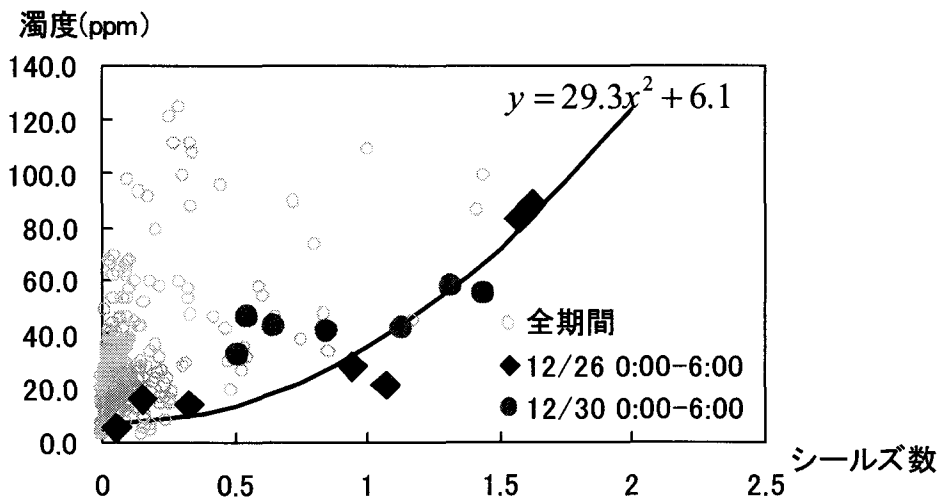


図-5 濁度-シールズ数相関

4. 浮遊砂特性

図-6に12月25日～30日の底層から1.75mの平均流、濁度、シーلز数、底層から1.25mに設置した浮遊採水器によるSSと中央粒径 d_{50} 、 SS/d_{50} の時系列変化を示す。なお、12月25日12時～12月26日0時はSSの量が少なすぎたために d_{50} の測定は不可能であった。濁度とシーلز数を見ると、12月26日のシーلز数増加に伴って濁度は増加しているが、シーلز数が減少しても濁度は比較的高く、26日午後と28日正午ごろの濁度が特に高いことがわかる。26日の浮遊底質の粒径はシーلز数が大きい時 $d_{50}=23\mu m$

程度と大きい。午後は $d_{50}=13\mu m$ 程度と小さくなっている。シーلز数が大きい時はその場所で巻き上がった底質であるが、午後は平均流も強く、別の場所で巻き上がった底質が平均流により運ばれてきたのではないかと考えられる。流れの上流方向には石狩川河口沖の細粒成分の土砂の堆積域がある。27日0時～29日0時まではシーلز数が小さく、粒径 d_{50} も大きいことから、土粒子よりも比重の軽い有機物の含有量が多い懸濁物が浮遊していると考えられる。特に、28日0時はシーلز数が小さいにもかかわらずSS、 d_{50} の増加が見られ、比重の軽い懸濁物質が移動してきたと考察される。

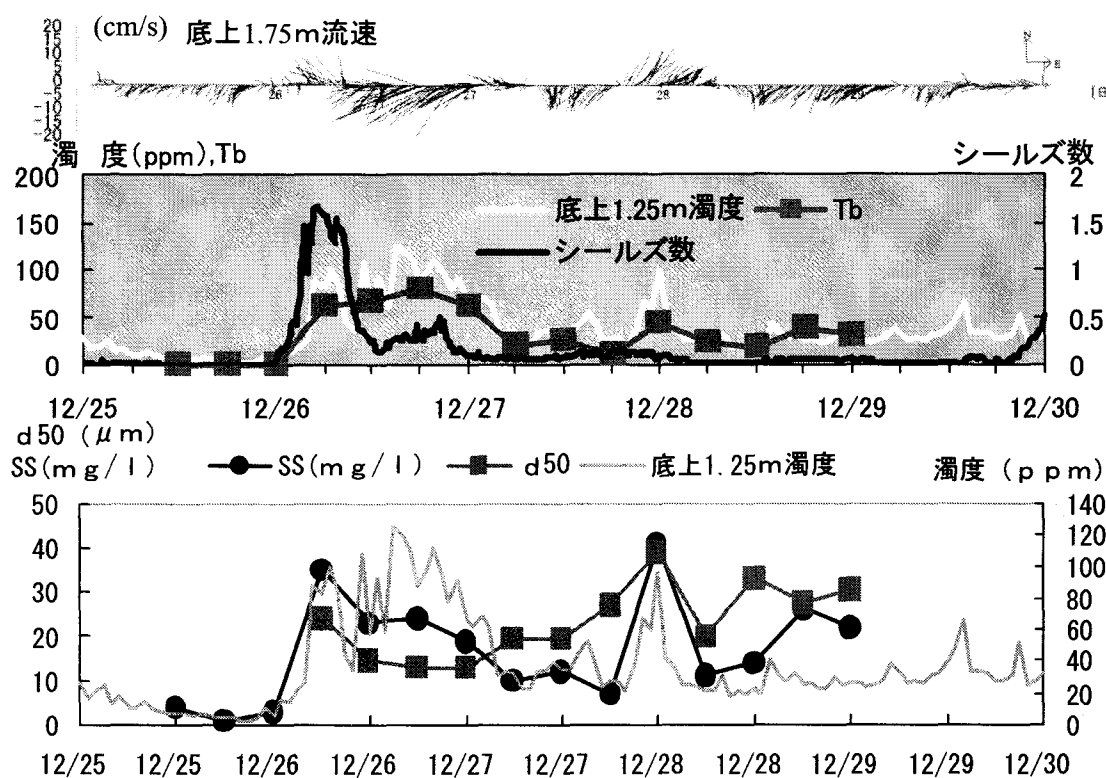


図-6 平均流、濁度、シーلز数、 SS/d_{50} 、 SS 、 d_{50} 時系列変化

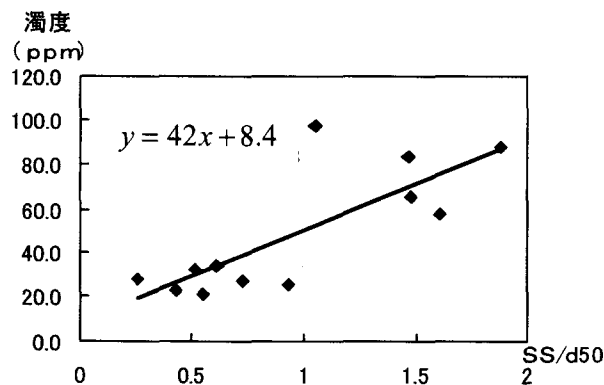


図-7 濁度- SS/d_{50}

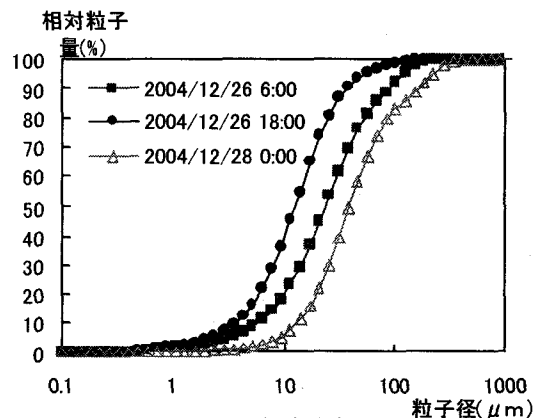


図-8 粒度分布

次に、濁度とSSの相関を見てみると、例えば26日午後は、波高の高い26日午前に比べてSSは減少しているのに濁度は増加している。この時 d_{50} は小さくなっている。横山 (2002)²⁾ は、濁度は、同じSS量でも d_{50} が小さい程大きく、濁度は SS/d_{50} にほぼ比例することを報告している。図-7に濁度と SS/d_{50} の関係を示す。両者は比較的相関が良い事がわかる。相関式を求めると次式となる。

$$T_b(\text{濁度}) = 42 \left(\frac{1}{d_{50}} \right) SS + 8.4 \quad (1)$$

$SS/d_{50} \div 1$, 濁度100のところの点が最も相関式からずれている。これは28日0時のデータであり、最も有機物の含有量が多く比重が軽いために上にずれていると推定される。SSと d_{50} から式(1)の關係を用いて濁度を推定したものを図-6の上の図に T_b として示す。この T_b と濁度は比較的良く一致している事がわかる。図-8に代表的な期間の粒度分布結果を示す。12月26日6時は、シーلز数の増加に伴い、80～100 μm の大きな粒径も多く含んでいる。その後、12月26日18時には大きな粒径が沈降し d_{50} も小さくなってきたと考えられる。また、12月28日0時は、有機物を含んだ比重の軽い50 μm 以上の粒子が多く存在していると考えられる。

5. 結論

本研究は、石狩湾大水深域における流動・漂砂機構に関する現地調査を実施し、その結果に基づいて流動特性・漂砂について考察した。以下に本研究で得られた主な結果について示す。

- (1) 石狩湾沿岸では、北西から西方向からの季節風により高波高の波が発生し、汀線に沿って平行な強い流れが発生する。また、風と流動では、2.5日程度の周期が卓越している。
- (2) 高波浪時で濁度が上昇し始める時は、濁度-シーلز数の相関は良いが、シーلز数が減少しても微粒子の浮遊や、他地点からの浮遊物の流入により濁度はシーلز数と同様には減少しない。
- (3) 浮遊砂の d_{50} は数十 μm であり、高波高でシーلز数が上昇する時には粒径が大きいものであるが、それ以外の期間では微細粒子や有機物を多く含み、比重の小さい、大きな粒径の浮遊物も確認された。
- (4) 高波高時に任意に採水可能な新開発の浮遊砂採水器は、濁度計の出力からは情報の得られない浮遊物そのものを採取でき、底質の浮遊機構解明に非常に有力である。

参考文献

- 1) 本間大輔・窪内篤・先川光弘・鈴木晃浩・隅江純也・山下俊彦：石狩広域沿岸域における土砂移動機構に関する現地観測，海洋開発論文集，第19巻，pp. 369-372, 2003.
- 2) 山下俊彦・星秀樹・新山雅紀・長谷部隆光・福本正・多田彰秀：石狩湾沿岸の冬季の三次元流動特性，海岸工学論文集，第46巻，pp. 426-430, 1999.
- 3) 横山勝英：濁度の粒径依存特性と現地使用法に関する考察，土木学会論文集No. 698/II-58, pp. 93-98, 2002.