

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

Field Survey on the Mechanism of Sediment Transport
in the Ishikari coastal wide-area

本間大輔¹・窪内篤²・先川光弘²・鈴木晃浩³・隅江純也³・山下俊彦⁴
Daisuke HONMA, Atsushi KUBOUCHI, Mitsuhiro SAKIKAWA, Akihiro SUZUMURA, Jyunya
SUMIE and Toshihiko YAMASITA

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 (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)

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 sediment transport needs to be understood. Research on sea sand drift has thus far targeted relatively shallow sea areas, such as the breaker zone. For wide-area sediment management, however, study should be extended to include the role of grain size in sand drift and to include sand drift in deep-sea areas. As part of this research, an field survey was conducted in the Ishikari coastal wide-area in winter, when significant wide-area topographical changes occur. As a result of the field survey in the outer breaker zone, a large sediment transport was found.

Key Words : *sediment management, sediment conservation, sediment transport, grain size*

1. はじめに

近年, 海岸侵食は全国的な問題になっており, 海岸保全を考えた総合的な土砂管理を行うにあたっては, 広域にわたる土砂移動機構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するためには, 深海域も含めた粒径別の漂砂現象を解明する必要がある。石狩湾沿岸域でも, 表層移動限界水深を超えた水深25m地点において, 土砂の移動が確認されている。本研究では, 石狩広域沿岸域において, 広域にわたり大きな地形変動が起こる冬期に現地調査を実施し, 主に砕波帯外の深い領域の漂砂特性を明らかにすることを目的とする。

2. 現地観測データ

石狩湾沿岸の観測地点を図-1に示す。観測期間

は2002年冬期(2月下旬~3月下旬)の1ヶ月間である。ここに示したst.1~st.7に砂面計(測定間隔:20分), st.2~st.7に波高計(2分おき0.5秒間隔で20分連続観測), st.1,2,4,5にADCP(2分おき2秒間隔で3分連続観測), st.2,4,5に濁度計(2分おき1.0秒間隔で3分連続観測)を設置し, 流動特性および漂砂特性の観測を行った。なお, 機器の点検時に, 各地点で海底の砂のサンプルを採取した。St.2,6,7は, ほぼ汀線と平行になるよう設置し, st.2,3,4,5は, ほぼ汀線と直角になるように配置した。また, st.2に浮遊砂採水器を設置した。この装置は, 水中に浮遊した砂を水と共に採取する装置(写真-1)で, 超音波発信装置により本体に装備されている15本の採水ポンペ(1本の容量300cc)を任意の時間に自動採取する装置である。なお風速については, 図-1に示す石狩湾新港で測定されたものを用いた。表-1に図-1に示した機器の設置水深を示す。

表-1 設置機器の水深

設置水深m	採水器	ADCP	W+H	砂面計	濁度計
st.1	19	海底より上1m	海底より上1m	海底より上1m	
st.2	25	海底より上2m	海底より上1m	海底より上1m	海底より上0.5m,2m,10m
st.3	20		海底より上1m	海底より上1m	
st.4	10	海底より上1m	海底より上1m	海底より上1m	海底より上0.5m,2m,5m
st.5	5	海底より上1m	海底より上1m	海底より上1m	海底より上0.5m,2m
st.6	25		海底より上1m	海底より上1m	
st.7	25.5		海底より上1m	海底より上1m	

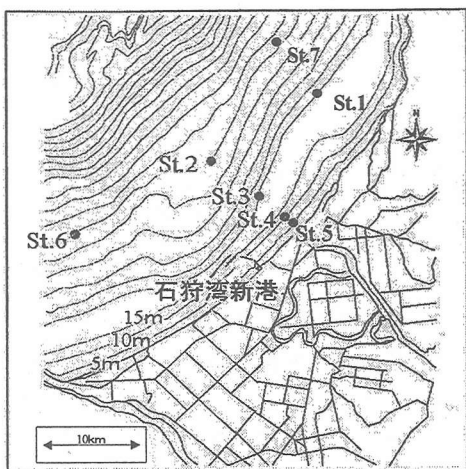


図-1 現地観測地点

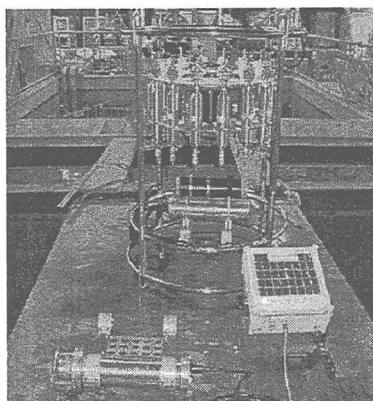


写真-1 浮遊砂採水器

3. 流動特性

図-2に2002/2/26~2002/3/23における風速，深海部のst.2の波高，st.4の平均流速（海底上1m），砂面変動量，濁度の時系列データを示す。この時期の特徴的な流動として，3/2~3/3に強い北西風が吹き，それに伴い高波浪および強い流動が起きた。有義波高は4mに達し，石狩湾全体で大きな砂面変動が確認された。図-3に高波浪がおき，大きな砂面変動があった3/1~3/3の風速・風向，st.1のADCPにより取得した底層の流速，st.2~7の海底上1mの流速を示す。図に示すとおり，3/2~3/3にかけて強い北西風が起きたときに，石狩湾内では，反時計回りの吹送流が発生している。平均流速は，st.2およびst.6では非常に小さい流速であったが，その他st.1,3,4,7では5cm/s~10cm/sの平均流速が確認さ

れた。ただし，砕波帯内にあるst.5では，平均流速は最大で60cm/sに達する南西向き強い海浜流が発生していた。代表的な底面流速の空間分布図を図-4に示す。

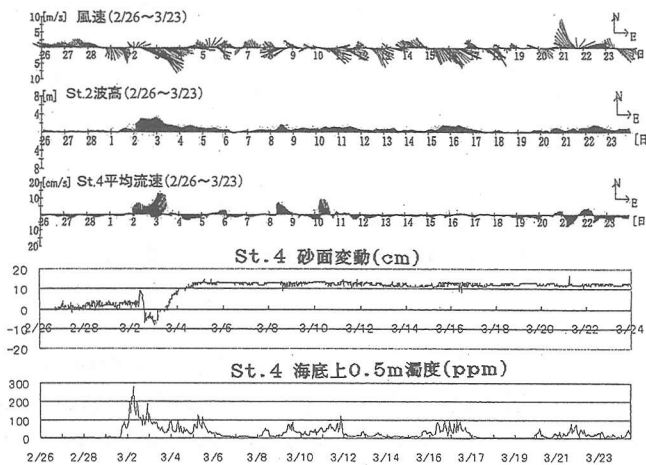


図-2 風速，st.2の波高，st.4の流速，砂面変動，濁度

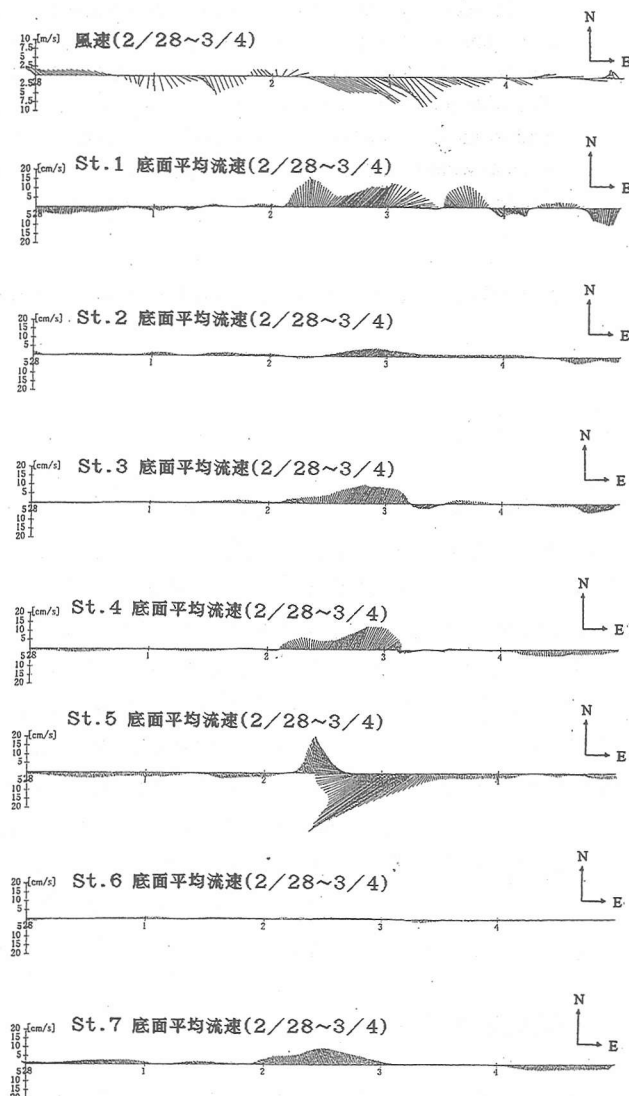


図-3 3/1~3/2の風速および底面流速

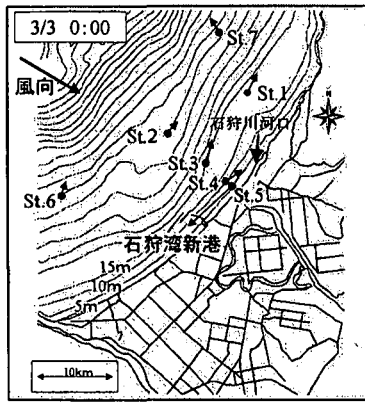


図-4 底面流速の空間分布

4. 粒度分布特性

石狩湾の主要な粒度分布を図-5に示す. 図に示すとおり, 石狩湾北東側のst. 1, 7における d_{50} は, それぞれ $20\mu\text{m}$, $82\mu\text{m}$ で, 細粒分が卓越しているのに対し, 石狩湾南西側のst. 4, 6における d_{50} は, それぞれ $106\mu\text{m}$, $141\mu\text{m}$ であり, 比較的粗粒分が卓越しているのがわかる. st. 1は, 特に $d_{50}=20\mu\text{m}$ と粒径が細かく河川水中のwash-road (石狩川では $15\sim 20\mu\text{m}$)の堆積域となっている. また, st. 1の底質は様々の粒径砂から構成され, 粒度分布が広がっている.

5. 漂砂特性

(1) 砂面変化と流況状況からみた漂砂特性

図-6に各地点の砂面変化のグラフを示す. 図に示すとおり, 3/2~3/3の強風, 高波浪時に各地点で砂面変化が起きた. このときの6時間おきの流速の空間分布図を図-7に示す. 顕著な砂面変化があったのは, st. 1 (28cm程度) およびst. 4 (20cm程度)であった. st. 4では, 3/3の0時まで強い北東の流れが発生し, そこで顕著な侵食をしているが, その後, 急に逆向きの弱い南西の流れに変化したことにより, 砂が戻り堆積し, 現地盤まで堆積した. さらに, この期間でst. 5において, 南西向き強い海浜流が発生している. この海浜流によって運ばれた砂がいったん石狩湾新港の北東部に堆積し, この砂が北東向きの流れのときにst. 4付近に運ばれて, 堆積が進んだと考えられる. st. 1では, 3/2の12時から3/3の0時の強い北東の流れにより大きな侵食が起った. その後, 流速が小さくなり土砂が, 底層に沈下し, 顕著な堆積が起ったと考えられる. 前述の様にst. 1の d_{50} は $20\mu\text{m}$ と小さく, 砂面計で底面位置を常時正確に把握するのは困難であり, 特に流動の激しい時の把握が難しいため, 地形変化の正確な把握は難し

い. また, st. 2およびst. 7については, 砂面変動はあまりなかった.

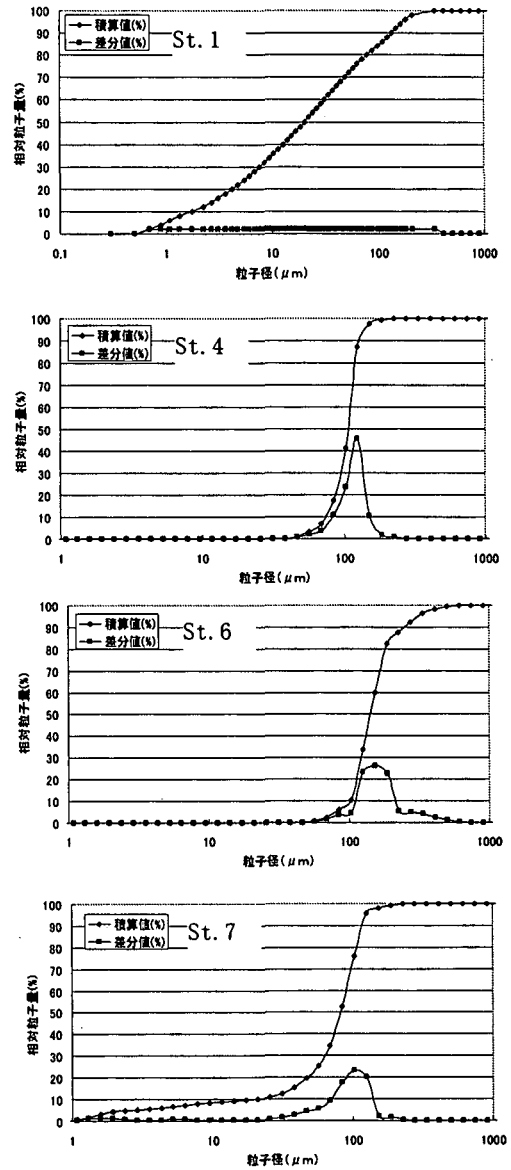


図-5 粒度分布

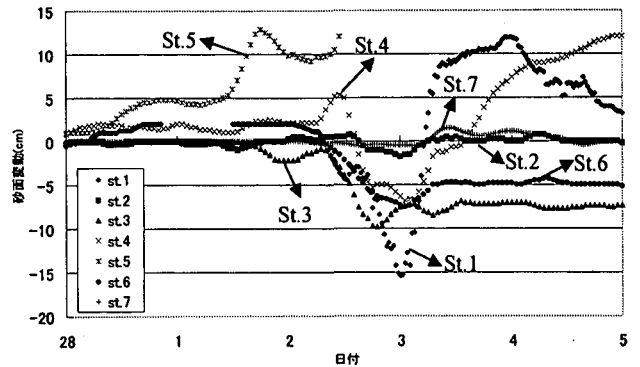


図-6 各地点の砂面変化

(2) 濁度変化と流況からみた漂砂特性

図-8, 9に, 各水深に設置したst. 4における濁度と

シーلز数を比較した結果と、st. 4の海底面における流況状況を示す。図に示すとおり、濁度とシーلز数の相関は比較的良好いことがわかる。また、流況状況と合わせてみてみると、3/2の12時~3/3の3時までは、北東の流れが卓越しているときに、海底上0.5mの濁度が高くなっているが、海底上2.0mでの値は、低い値で推移している。3/3の6時には、南西の流れに変わっているが、このときの濁度は海底上2.0mの値も高くなっている。以上のことからst. 4の沖側には細粒分を多く含んだ砂が、st. 4より岸側には粗粒分を多く含む砂があったと推察される。このため、沖方向の流れでは2mまで巻き上がらないような粗粒分が、また岸方向の流れでは細粒分が舞い上がっていたため、前述した濁度の値が出ていたと考えられる。また、st. 2に設置した採水器であるが、携帯により電波を受信する箇所が浸水したことにより、受信ができず、荒天時の試料の採取はできなかった。今回採水できた試料は、静穏時のものであり、捕砂量が少なく分析ができなかった。

6. 結論

本研究では、石狩湾広域沿岸域の漂砂状況に関する現地調査を実施し、流況・砂面計・濁度・粒度分布の特徴から、石狩湾広域の漂砂現象の要因を考察した。その結果は以下の通りである。

(1) 北西の強い風が吹き、高波浪になったとき石狩湾全体で反時計回りの吹送流が発生していたが、砕波帯内のst. 5では、南西方向の強い海浜流が発生していた。この海浜流により、一時石狩湾新港の北東部に砂が堆積し、その砂が湾全体の反時計回りの北東の流れにより移動し、st. 1, 4で顕著な砂の堆積の要因になっていたと考えられる。

(2) 砕波帯外であるst. 1において、砂面に大きな変動があり、最大で28cmの変化があった。

(3) 石狩湾周辺の主な粒度分布 d_{50} は、st. 1で $20\mu\text{m}$ 、st. 4で $106\mu\text{m}$ 、st. 6で $141\mu\text{m}$ 、st. 7で $82\mu\text{m}$ であり、細粒分は、石狩湾の北東側、粗粒分は南西側で堆積している。

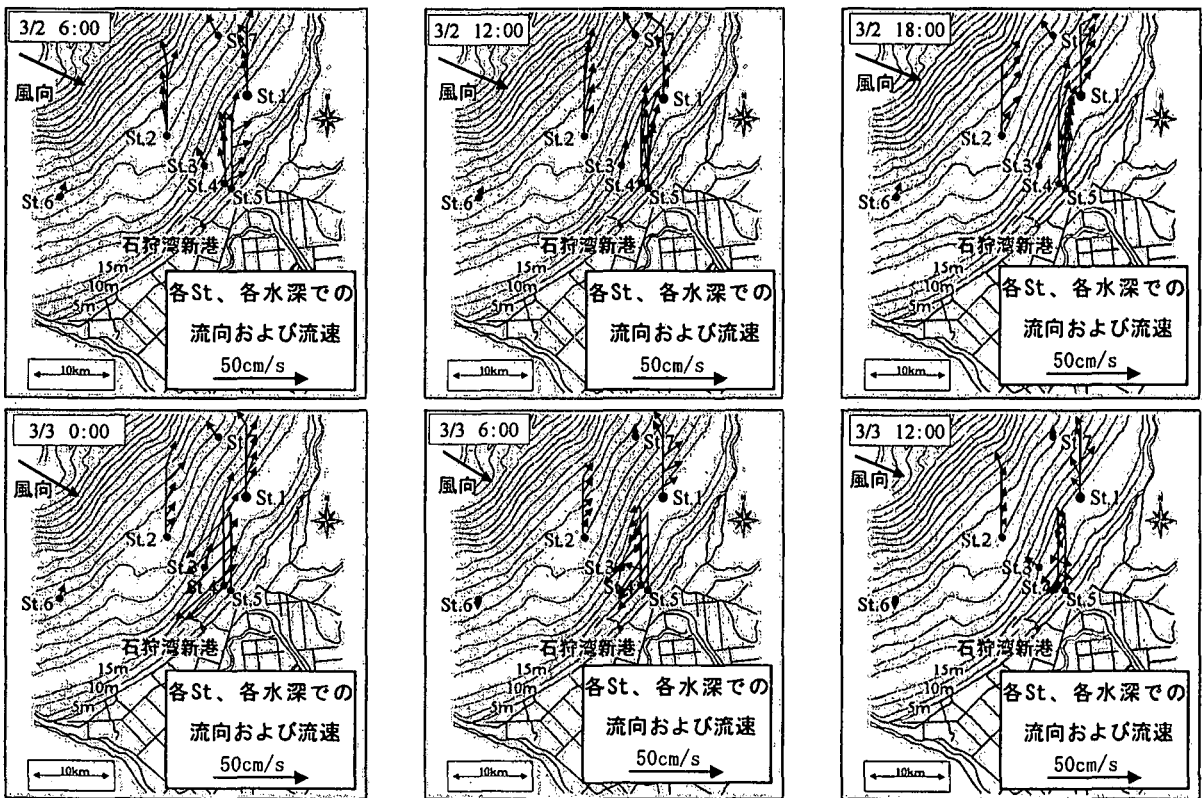


図-7 6時間毎の流速の空間分布図

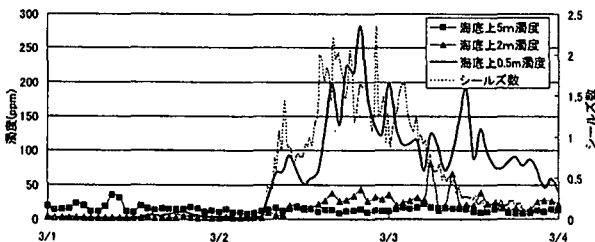


図-8 st. 4の濁度, シールズ数

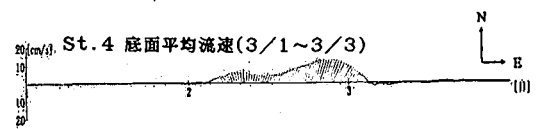


図-9 st. 4の底面平均流速