

大湊海岸における海底面形状および底質に関する現地観測

馬場康之・内山 清・関口秀雄・中川 一

要 旨

大湊波浪観測所では、栈橋沿いの海底地形計測を原則として月に 1 回実施され、栈橋周辺の底質採取も年数回実施されてきた。2008年夏に観測栈橋が撤去され、海上の船舶から測深器を使つての海底地形計測および底質採取を継続することとなった。

今回の観測は、大湊波浪観測所の旧観測栈橋周辺で、沿岸方向に約700m、岸沖方向に約600mの領域である。海底面形状の計測では、GPS機能付きの測深器を用いて、対象範囲内における緯度、経度、水深のデータを収集した。計測された結果を補間することにより、対象範囲内の海底面形状を面的に把握することができた。並行して海底底質の採取も行い、採取された底質の粒度分析結果より、底質の岸沖方向の分布特性に関する情報を得た。

キーワード: 海浜形状, 底質分布, 現地観測

1. はじめに

大湊波浪観測所は、上越市郷津から柏崎米山に至る全長約27kmの上越大湊海岸のほぼ中ほどに位置している (Fig. 1)。観測栈橋近傍では、近年海岸侵食が顕著であり、海岸全体においても侵食傾向が確認されている。大湊波浪観測所では、波浪、海上風に関する現地観測に加えて、栈橋に沿った岸沖方向の沿岸地形の計測、および海底底質の採取を実施している (観測栈橋は、2008年夏に撤去)。

ここでは、2009年10月に実施された海底形状の計測結果と旧観測栈橋周辺で実施された海底底質の調査結果について報告する。観測栈橋撤去により、栈橋沿いの海底断面形状 (岸沖方向) を密に計測することは出来なくなったが、今回の観測では調査範囲を栈橋周辺の海域に拡大し、海底面形状の観測を行った。また、海底底質の調査では、(弧状) 沿岸砂州の頂部付近および接合部付近の岸沖方向2測線における底質採取を行い、粒度分析を実施した。

2. 現地観測の概要

今回の観測における海底形状の計測は、2009年10月15日に実施された。旧観測栈橋を使った海底断面形状の計測は月に 1 回実施され、栈橋周辺の底質採取も年数回実施されてきた。2008年夏に観測栈橋が

撤去され、同栈橋を援用した観測作業を継続することは出来なくなったため、海上の船舶から測深器を使つての海底地形計測および底質採取を継続することとなった。

計測範囲は、旧観測栈橋周辺の沿岸方向に約700m、岸沖方向に約600mの領域であり、旧観測栈橋沿いの測線が当該領域のほぼ中央に位置している (Fig. 2)。また、この観測範囲は、沿岸方向西側を潜堤、東側を離岸堤に挟まれた領域となっており、後で示す汀線付近の観測結果で極端に浅い領域が見られるのは

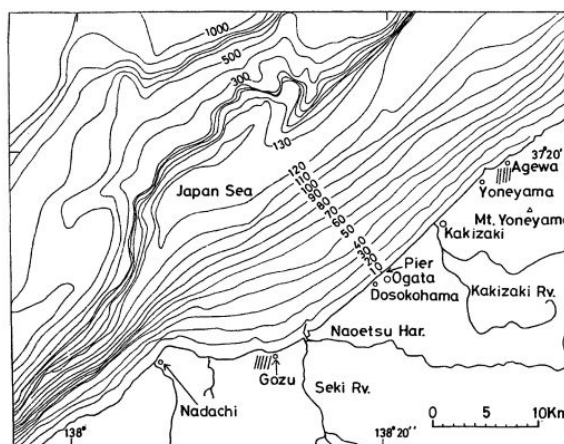


Fig. 1 Joetsu-Ogata coast and Ogata wave observatory (OWO is located at "Pier")

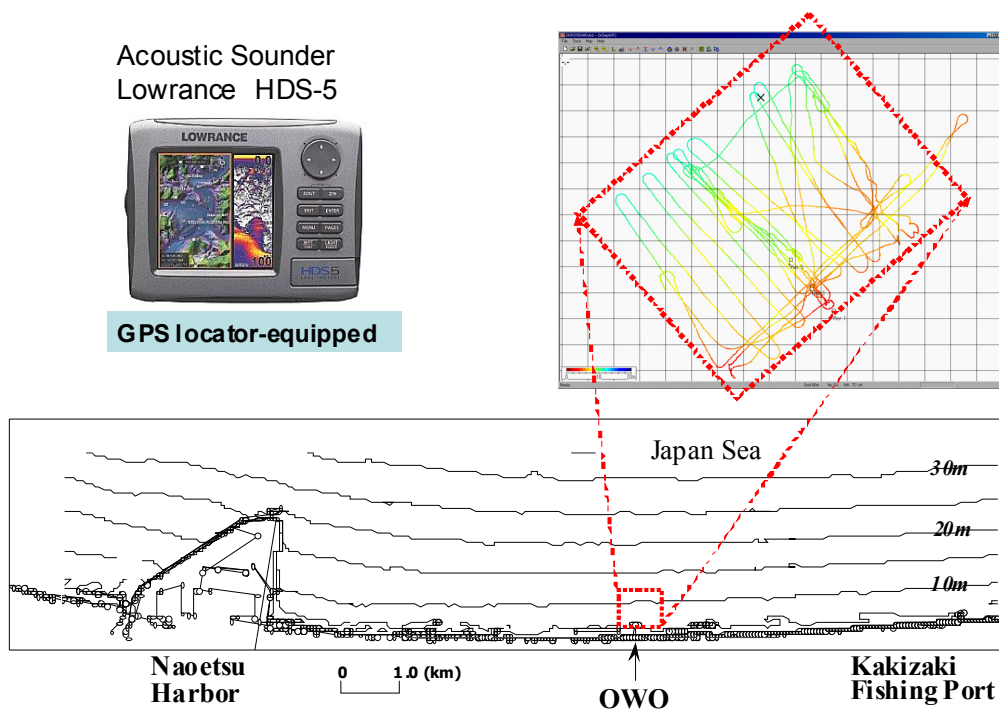


Fig. 2 Field observation site (bottom), ship track (upper right) and an acoustic sounder (upper left)

潜堤近くを計測した結果を表している。

今回の計測では、GPS機能付きの測深器 (Lowrance社 HDS-5) を使用した。本計測器は本体 (Fig. 2) および発信部分から構成され、発信部分を海中に没した状態で使用する。GPS機能が搭載されているので、測深器を搭載した船舶の位置 (緯度、経度) と水深を同時に計測することができる。計測した結果 (生データ) を表示すると、使用した船舶の航跡がプロットされ、さらに水深に応じて色分けされている様子が確認できる。(Fig. 2) 今回の観測では、最も浅い領域が汀線側の水深約3m、深い領域は沖側は水深約11mの地点までが計測されている。

海底面計測に使用した測深器から得られる値は、発信部 (船舷から水中に突き出している) から海底までの距離である。従って、計測された値は水深を直接示す値ではなく、実際的水深との差を確認しておく必要がある。

観測作業中、船舶がほぼ停止した地点 (10地点) において、測深器の計測値と実際的水深の比較のために、錘 (Lead) を使って水深を実測した。水深の実測値と測深器の計測値の比較の結果、10地点の平均で測深器の計測値と水深の実測値に0.833mの差があること確認された (計測値に補正値を加えると実測値となる)。

上に示した航跡の生データに色付けした図 (ship track in Fig. 2) に補正値を加えて修正し、修正された測深結果から推定される等深線図がFig. 3である。図

中、3つの旗印は旧観測栈橋の橋脚位置を示している (Pier5:最も沖側の橋脚, Pier1:最も岸側の橋脚)。観測結果から、旧観測栈橋の汀線近くと、観測範囲左下 (旧栈橋から、沿岸方向南西向き) の2ヶ所に水深の浅い部分が認められる。このうち、観測範囲左下にある浅い部分は、潜堤が設置された領域を示している。旧栈橋の汀線近くにも水深の浅い領域が見られる。旧栈橋周辺が浅い状態は、2004年辺りから確認されている土砂堆積が継続していることを示すものである。

なお、計測作業が数時間に及ぶため、潮位変化に関する補正も必要となるが、詳細データが未入手であること、計測期間中の潮位変化が10cm程度であることから、本報告内では潮位変化による補正は行っていない

3. 海底地形の計測結果

Fig. 3に示した等深線図を、北東～南西方向に俯瞰した図がFig. 4である (俯瞰の方向はFig. 3の矢印方向)。Fig. 4には、Fig. 3と同様に旧観測栈橋の橋脚位置 (旗印3ヶ) も示している。

汀線近くにある丸い領域は、筆者らが計測した汀線位置を示している。汀線位置の計測には小型GPS機を使用し、波消しブロックの頂部またはブロックの海側に位置する汀線位置を計測した。

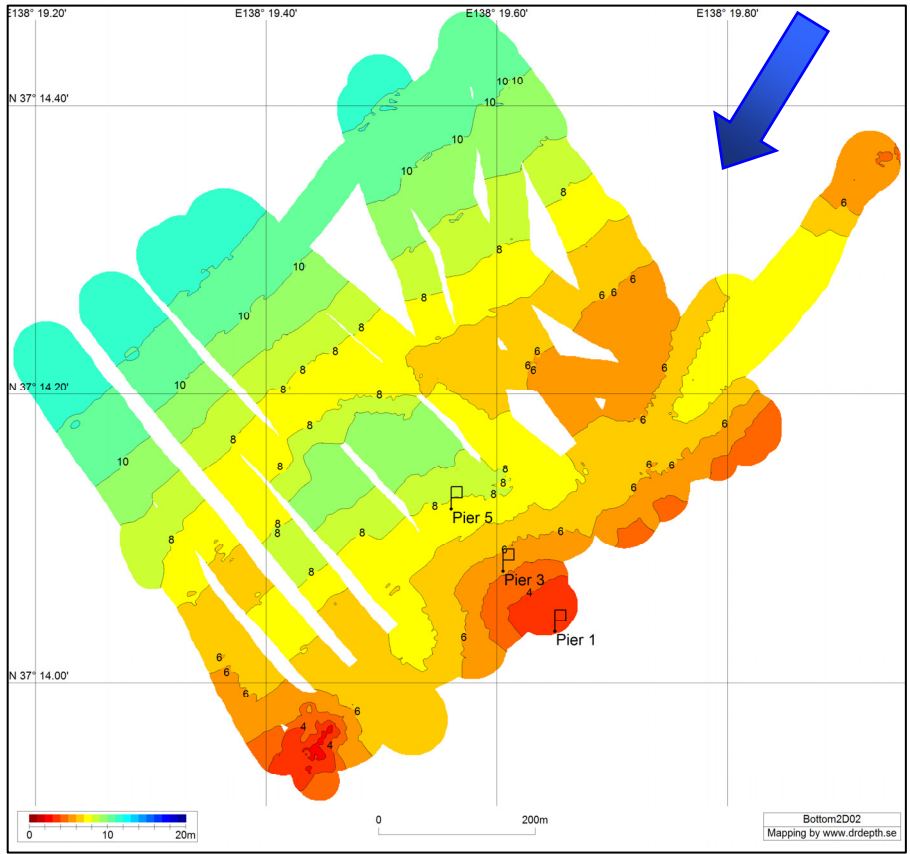


Fig. 3 Bottom contours estimated by measured data (latitude, longitude and depth)

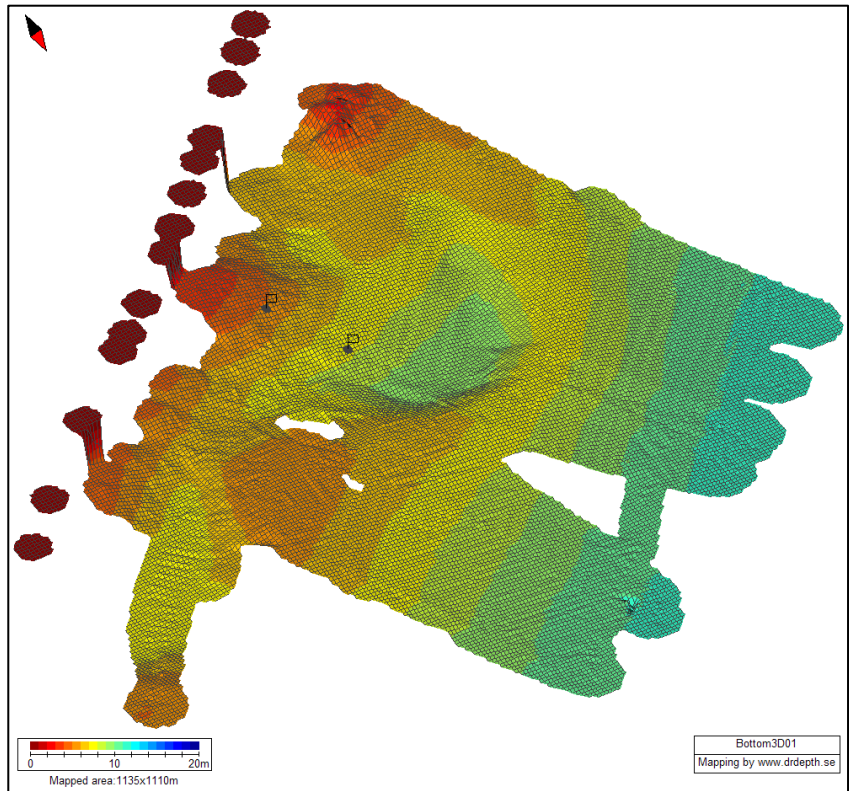


Fig. 4 Three dimensional bottom profile (overhead view of Fig. 3)



Photo 1 Shore line in front of wave dissipating concrete blocks at the location of the old observation pier

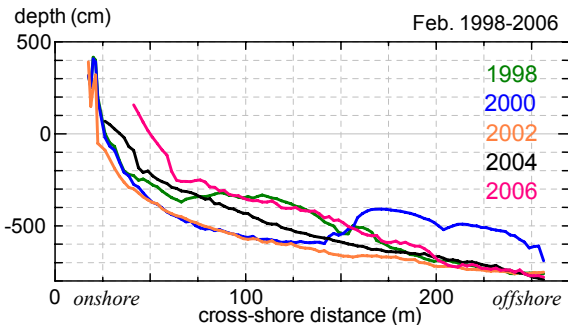


Fig. 5 Comparisons of cross-shore bottom profiles along the old observation pier

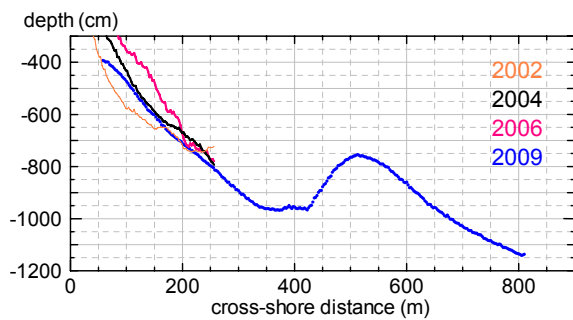


Fig. 6 Comparisons of cross-shore bottom profiles along the old observation pier

(blue: measured by GPS-equipped acoustic sounder)

旧観測栈橋付近では、2004、2005年頃から局所的な堆積傾向が確認されている。その結果、波消しブロックの海側にわずかながら砂浜が存在する状況が継続しており、2009年10月時点でも同様の砂浜がブロック海側に確認されている (Photo 1)

船舶による計測結果と汀線までの距離が大きい部

分では、汀線位置と海底面形状が乖離した形になっているが (Fig. 4), 旧栈橋に近い領域で示されているように、汀線から水深3~4m付近まではわずかな岸沖距離の間に急に深くなっている様子が確認できる。Fig. 4から、観測範囲内にはbar-troughの存在が確認される (旧観測栈橋橋脚の沖側)。平面図、俯瞰図の結果を合わせると、barの形状が半円状になっている様子が確認できる。この状況は、2008年、2009年に実施された計測結果 (東ら、2009) からも確認されている。

Fig. 4から、旧観測栈橋の位置は汀線からtroughに至る斜面上に位置していることが確認できる。Fig. 5には旧観測栈橋に沿って計測された海底断面地形の経年変化を示す (縦軸の深さは、旧観測栈橋床板からの距離、上向き正)。Fig. 5における経年変化から、旧観測栈橋沿いの断面形状は2000年、2002年辺りで汀線が最も後退している様子が確認できる (計測されている位置は消波ブロック)。その後、経年的に堆積の傾向が認められ、2006年には汀線が25m程度前進する結果となっている (馬場ら、2008)。ただし、この堆積傾向は旧観測栈橋周辺の局所的なものと考えられており、同様の傾向がFig. 4, Fig. 5からも類推される。

今回 (2009年10月) の計測結果の中で、旧観測栈橋に沿った岸沖方向の測線に最も近い計測結果と栈橋から計測された断面地形を合わせて示したものがFig. 6である。2009年の結果は旧観測栈橋の延長線上に沿って計測された結果であり、旧栈橋における計測結果とは計測位置について水平方向にある程度のずれがあることを先に申し述べておく。

先に述べたように、旧観測栈橋沿いの計測結果は汀線からtrough間の範囲に留まっていることがわかる。旧栈橋での計測内容と、今回の計測結果には計測位置にズレがあるため単純な比較はできないが、旧観測栈橋周辺の断面地形の状況が2004年の状況に近いこと (Fig. 6)、汀線付近の波消しブロック海側での砂の堆積が継続していること (Photo 1) から、旧観測栈橋周辺における近年の堆積傾向はその程度を弱めつつも継続していることが確認できる。

4. 採取された底質の粒度分析結果

先に示した海底形状の計測と並行して、海底表面の底質採取も行われた。

底質の採取は、Photo 2に示すエクマンバージ型採泥器を使用し、岸沖方向に設定された2測線上で実施した。岸沖方向の測線は半円状の沿岸砂州の形状に合わせて、①砂州半円部の頂点付近を通る測線 (旧

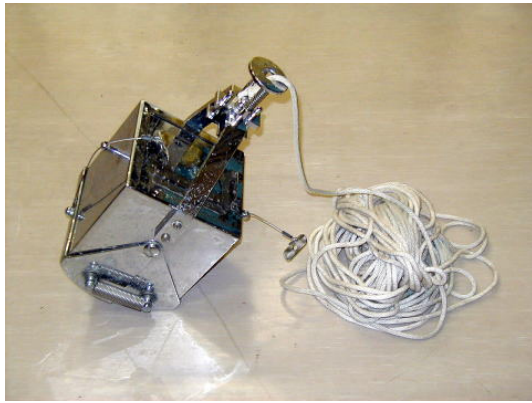


Photo 2 Sediment sampler

観測栈橋延長線に近い測線)と②砂州の接合部(測線①の東側で、砂州の延長線が汀線と交差する付近)とした。

Fig. 7に、測線①(旧観測栈橋の延長線に近い付近)で採取された底質の粒度分析結果を示す。採取された砂は十分に乾燥させた後、20分間のふるい分けを行った。ふるい分けされた底質の最大粒径と頻度(重量比)を対数正規確率紙上にプロットしたものがFig. 8であり、それぞれ沿岸砂州の沖側、Trough内、および汀線寄りの測点に分けて示している。

なお、対数正規確率紙上へのデータのプロットには、累積頻度分布図作成アドイン(早狩進氏作)を使用した。

Fig. 7中に示されている数字は、採取された各底質の粒度分布から推定される50%粒径であり、沖側の測点では細かく(Fig. 7上)、汀線に近い測点では50%粒径が大きくなっており(Fig. 7下)、底質が岸沖方向に淘汰されていることがわかる。また、沿岸砂州の沖側と汀線に近い測点では、計測された底質の粒度が類似の分布形を持つものに対して、Trough内では測点ごとに分布形に違いが見られる。

Fig. 8は、旧観測栈橋沿いまたは周辺の測点で採取された底質の粒度分布(2006年, 2008年, 2009年)を示したものである。各計測年における測点の位置や水深は必ずしも一致しないが、いずれの図においても旧栈橋先端付近(水深7m程度)から水深4m程度までの地点で採取された底質の分析結果が示されている。

2006年は旧観測栈橋周辺での堆積傾向が顕著(Fig.5)な時期である。その後も、波消しブロックの海側に規模は小さいながらも砂浜が確認されるなど、Fig. 8に示した期間は総じて堆積傾向が継続している期間と考えられる。

いずれの図においても、底質の分布形は直線に近い

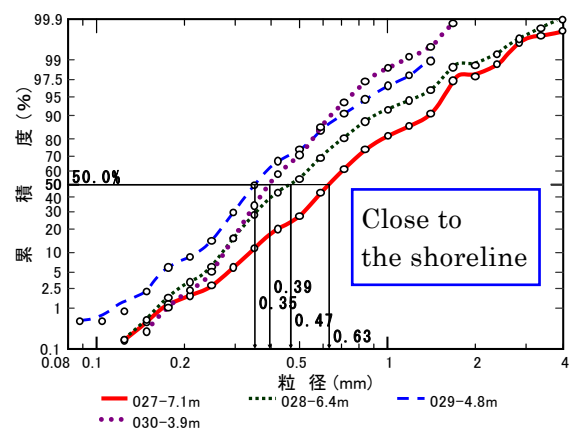
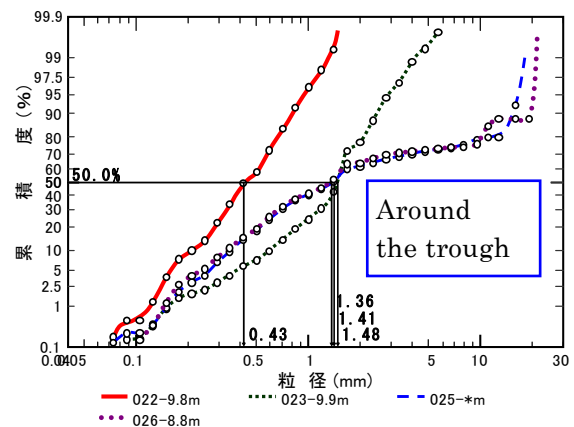
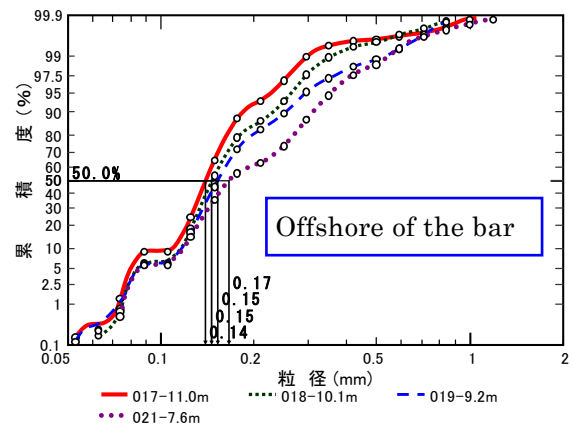


Fig. 7 Cumulative frequency distributions of collected sediments

い分布となっており、粒径の対数値に対する重量頻度が正規分布に近いことを示している。このような分布は流体の作用で堆積した細粒な岩屑の多くに見られるとされており(井口, 1975)、図中に示された底質が波や流れによる分級、淘汰の影響を受けて堆積したものであることが類推される。

図中に示された50%粒径はいずれも1.0mm以下で、多くが0.5mm前後の値となっている。ただし、経年的に50%粒径が減少する傾向にあり、最も浅い地点

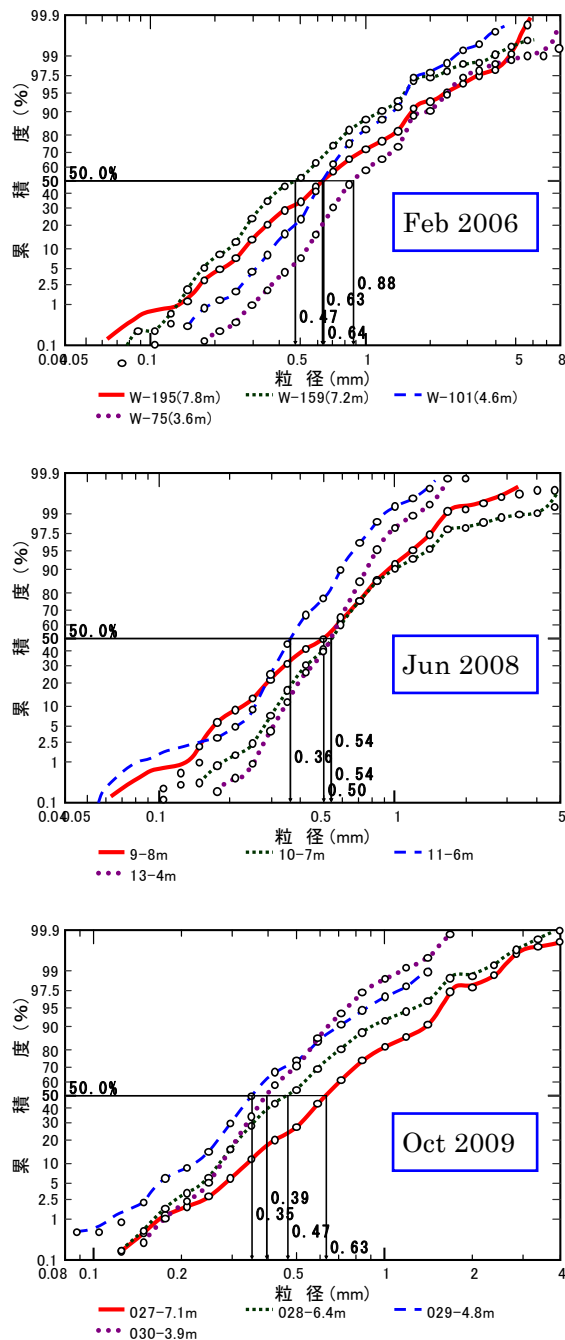


Fig. 8 Cumulative frequency distributions of collected sediments (close to the shoreline)

の50%粒径は0.88mm (2006年), 0.54mm (2008年), 0.39mm (2009年) と推移している。

5. おわりに

ここでは、2009年10月に実施された海底面形状の計測結果と旧観測栈橋周辺で実施された海底底質の調査結果について示した。従来、旧観測栈橋から海底の断面形状(岸沖方向)が継続的に計測されてきた。2008年に観測栈橋が撤去となったため、海上の

船舶から測深器を使つての海底地形計測および底質採取を継続することとなった。

船上からの地形計測には、GPS機能付き測深器を用いて、観測船の航跡上での緯度、経度、水深を計測した。計測した結果より、旧観測栈橋周辺の海底面形状が面的に得ることができた。従来は観測栈橋上、または周辺の3測線程度の計測から海底面形状を推測していたが、今回の計測により旧栈橋の沖に砂州が存在すること、また砂州の形状が半円状であることが確認された。

測深器による底面形状の計測と並行して、底質の採取も行われた。底質採取は岸沖方向の2測線上で行われ、水深約1mごとの底質を採取した。底質採取の測線は、沿岸砂州(半円状)の頂部と、砂州の延長線が汀線と交差する付近を通る2測線である。

沿岸砂州頂部を通る測線で採取された底質の粒度分析結果から、底質の粒径は沖側で小さく、岸に近くなるほど大きくなっており、波、流れの影響を受けて淘汰されている様子が見られる。

また、沿岸砂州沖側や汀線寄りで採取された底質は、粒径に若干の差が見られるものの粒径別の頻度分布は類似した形状となっているのに対し、Trough(砂州岸側の水深の大きい部分)では分布形状が大きく異なることが確認された。

過去に旧観測栈橋に沿って採取された底質と、今回の観測で採取された底質を比較したところ、いずれの底質においても50%粒径はいずれも1.0mm以下で、多くが0.5mm前後の値となっている。また、粒径別の頻度分布の形状には大きな差は見られない。

ただし、経年的に50%粒径が減少する傾向が認められており、今後の経過を継続的に観測する必要がある。

謝 辞

本研究は、科研費(基盤研究C, 21560540)の助成を受けたものである

参考文献

- 東良慶, 関口秀雄, 蔡曙伍, 渡邊康司: 漂砂系土砂収支把握に向けた浅海域高解像度海底地形計測の試み, 海岸工学論文集, 第56巻, pp.1431-1435, 2009.
井口正男(1975): 漂砂と流砂の水理学, 古今書院, pp.79-122.
馬場康之・内山 清・関口秀雄, 中川 一: 観測栈橋周辺の海底底質調査と海浜形状変化, 京都大学防災研究所年報B, Vol.51, 669-673, 2008.

Field Observation on Bottom Topography and Sediment in Ogata Coast

Yasuyuki BABA, Kiyoshi UCHIYAMA, Hideo SEKIGUCHI and Hajime NAKAGAWA

Synopsis

This paper shows some results of a field observation carried out in Oct. 2009 in Joetsu-Ogata coast. In this field observation, two measurements have been conducted; (1) bottom profile measurement with depth sounder and (2) collection of the samples of bottom sediment. It is found in the 2D bottom profile that a crescent-shaped sandbar exists. As a result, the former observation can be confirmed at the pier near the bow spit, an extension of the old pier was to ensure that they are located near the crest of the spit arc.

The grain size analyses of the observed samples of bottom sediment also have carried out. It is observed the differences in particle size distribution in cross-shore direction. Differences in particle size distribution in the offshore sandbar and the shore side, obtained information about the state of the direction distribution of the sediment off the coast.

Keywords: bottom profile, grain size distribution, field observation