

大潟海岸における平面地形および底質のコアサンプリング調査

馬場康之・内山 清

要 旨

本報告は、2008年夏の大潟波浪観測所・観測栈橋撤去後に行われている海底地形計測および海底底質の調査結果を示すものである。今回の観測は、大潟波浪観測所の旧観測栈橋周辺において2010年8月に行われた。調査項目は、GPS機能付き測深器による海底面形状の計測、海底表層の底質採取、および海底底質のコアサンプリング調査である。海底面形状の計測では、2009年に計測された結果とほぼ同様の海底面形状となっていることが確認された。海底底質のコアサンプリング調査からは、沿岸砂州をはさんで岸側と沖側で粒径分布が大きくことなり、沖側では淘汰が進み深さ方向にほぼ一様の粒径分布となっていることが確認された。

キーワード： 海浜形状，底質分布，現地観測，コアサンプリング調査

1. はじめに

大潟波浪観測所は、新潟県上越市郷津から柏崎米山に至る全長約27kmの上越大潟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。大潟波浪観測所では、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)。

本報告は、2010年8月に大潟海岸で行われた現地観測の結果を示すものである。今回の現地観測では、2008年の観測栈橋撤去以降行われている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に加えて、海底底質のコアサンプリングを実施し、底質の鉛直分布に関する観測結果を得ている。

2. 現地観測の概要

ここで報告する観測は、2010年8月17日 (地形計測、表層底質の採取)、18日 (底質のコアサンプリング) の両日にわたって実施された。旧来、観測栈橋を使った海底断面形状の計測は月に1回以上実施され、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。

現地観測における計測範囲は、旧観測栈橋周辺の沿岸方向、岸沖方向に約1km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。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である。

現地観測の内容は以下に示す3項目である。

- ・GPS機能付き測深器による海底地形の計測
- ・岸沖方向測線沿いの海底底質の採取 (表層)
- ・旧観測栈橋沿い測線における底質のコアサンプル採取

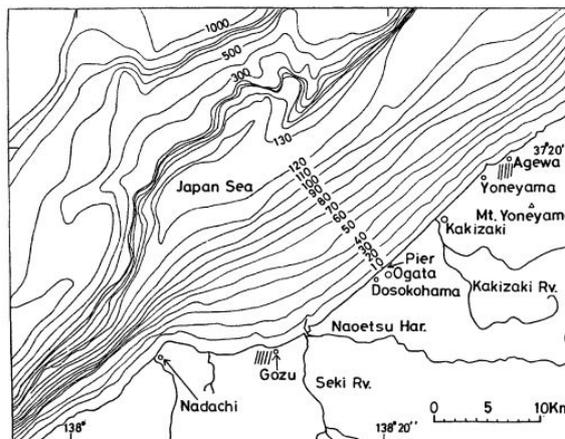


Fig. 1 Joetsu-Ogata coast and Ogata wave observatory (OWO is located at "Pier")

海底地形計測（8/17）には、2009年以降と同様にGPS機能付きの測深器（Lowrance社 HDS-5）を使用した。本機器はGPSを搭載した本体と測深用の発信部から構成されている。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。観測作業中には、船舶がほぼ停止した状況下において、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ている。実測結果から得られた測深器による計測値と水深実測値の差に、潮位偏差を考慮した値を観測地として用いている（なお、潮位偏差については、観測期間中の潮位観測値が参照できた、佐渡の潮位計測値を参考とした）。

上記、海底地形の計測作業と並行して、海底表面の底質採取作業も行われた。底質の採取は、エクマンバージ型の採泥器を使用し、岸沖方向に設定された2測線上で実施した。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（旧観測棧橋延長線付近）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。

現地観測2日目（8/18）には、旧観測棧橋沿いの岸沖方向測線上において、海底底質のコアサンプル採取を行った。コアサンプルの採取は、バイブレーションコアサンプラーを用いて行われた。バイブレーションコアサンプラーは、水を含む砂泥に振動を加えると液状化する性質を利用して、粘性土から砂質土までの柱状採取を効率的に行う採泥器であり、海底面から1～2mの深さまでの底質を採取することができる。本観測調査では、全9地点でのコアサンプル採取を行い、最も岸側の地点を除く8地点において、約1mの底質の柱状採取を得ることができた。

3. 海底地形の計測結果

Fig.2に、今回の現地観測で得られた海底地形（等深線図）を示す。また、Fig.3には昨年の現地観測（2009年10月）において得られた同地形（等深線図）を示す（馬場ら、2010）。なお、両方の図に示されている旗記号は、旧観測棧橋の橋脚位置を示している。図に示されている海底地形は、測深器を取り付けた船舶が航行した軌跡沿いに補間された結果である。各観測作業毎に観測軌跡が異なるため、同様の結果を得ることは容易ではないが、旧観測棧橋周辺および沖側においては、弧状の沿岸砂州が確認でき、岸から沖に向かってトラフ・沿岸砂州が形成されていることがわかる。両方の結果において、トラフの最深部は水深が10mを超える程度であり、その位置もほぼ同様であることが確認できる。また、汀線近く

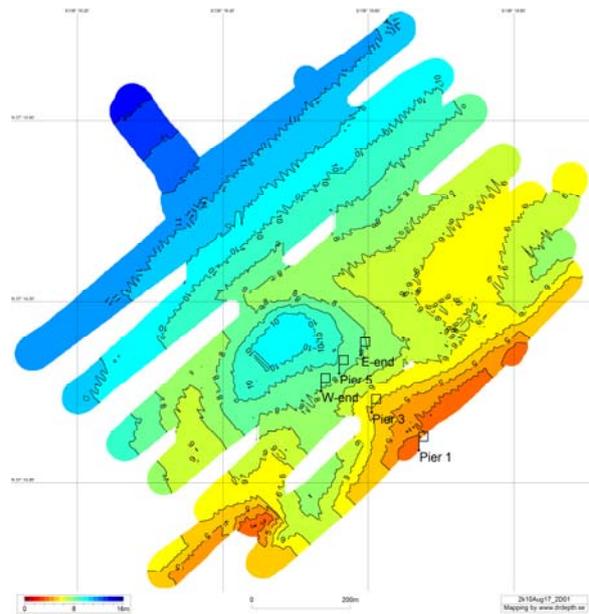


Fig. 2 Bottom contours estimated by measured data (Aug, 2010)

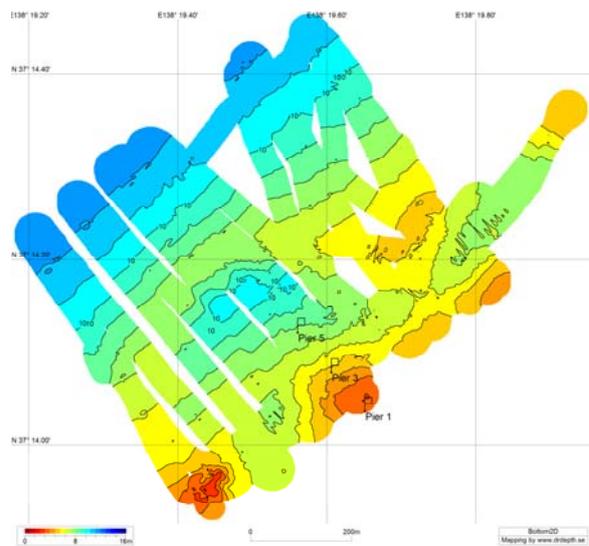
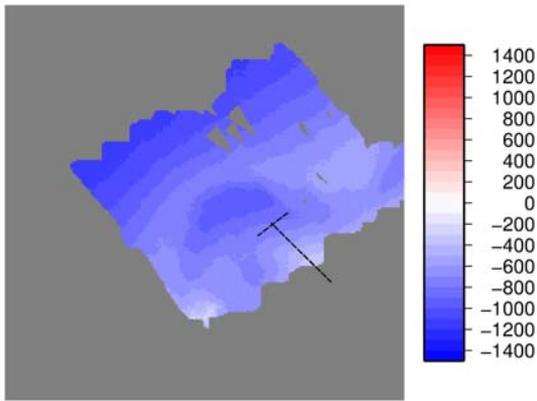


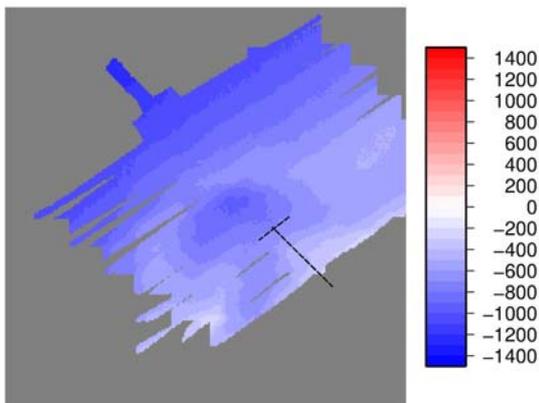
Fig. 3 Bottom contours estimated by measured data (Oct, 2009)

には水深の浅い領域が見られ、潜堤（図面左下）近くを除くと、旧観測棧橋近くから沿岸方向右側（北東方向）に浅い領域が確認できる。

これらの海底地形は約1年の間をあけて計測されている。両者の観測結果が同一の地点（緯度、経度）で行われていれば、計測結果の比較から地形変化（水深変化）を得ることは容易であるが、図からわかるように必ずしも同一の位置での結果を得ているわけではないため、ここでは以下の手順で上記2回の観測間における地形変化（水深変化）を推定した。



(a) Oct 2009



(b) Aug 2010

Fig. 4 Estimated depth data by GMT
(unit: cm)

それぞれの観測結果から得られる緯度、経度、水深のデータを用いて、面的な水深データを求めた。水深データの計算には、GMT (The Generic Mapping Tools) を使用した。GMTを使って得られた水深データがFig.4である。計測時の航行軌跡および計測範囲に対応した水深データが計算されている。図中に示されている破線は、大湊波浪観測所の旧観測栈橋のGPS計測結果をプロットしたものである。2010年の計測範囲が大きいこと、旧観測栈橋の沖にトラフがあり、その沖の浅い部分(弧状砂州)も確認できる。

このようにして得られた水深データは、同じ緯度、経度において推定されているので、同一地点における水深データの差を求めることができる。Fig.4に示した水深データの差から、その平面的な分布を求めたものがFig.5である。Fig.5においては、水深増加(浸食傾向)を青色、水深減少(堆積傾向)を赤色で示している。地形変化(水深変化)を求める際には、Fig.4の双方に水深データが存在する点のみを対象とした。従って、Fig.5内に淡い桃色で示されている部

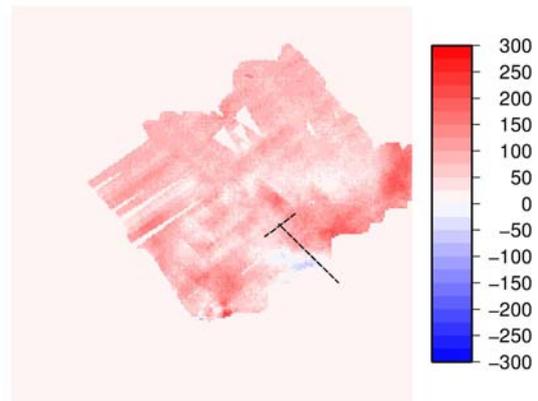


Fig. 5 Depth variation between Oct 2009 and Aug 2010
(unit: cm)



Photo 1 Sampling of boring core

分は水深変化のデータの無い部分を示している。図から2009年から2010年の観測期間中には、全体的に堆積傾向であることが認められる。ただし、その規模は小さいものであり、50cm未満にとどまる部分がほとんどである。堆積傾向が顕著にみられるのは、旧観測栈橋から沿岸方向右手(北東)側に限られている。また局所的ではあるが、旧観測栈橋近く(左側、南東方向)には一部水深が増加(浸食傾向)している領域が確認できる。

1960年以降浸食傾向が続いている大湊海岸におい

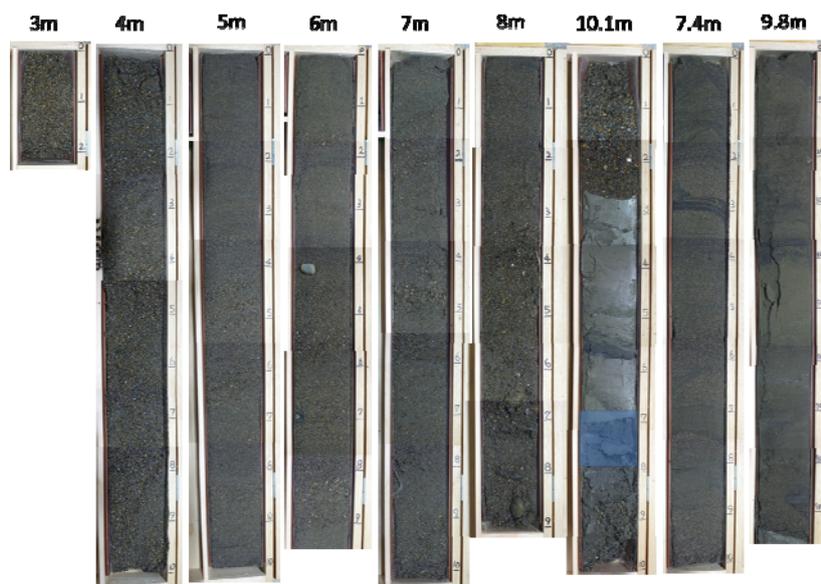


Photo 2 Boring core samples at different water depths (9 points)

て、2005年前後には旧観測栈橋付近で堆積傾向が確認されており、当時は消波ブロック前に砂が堆積する様子が見られた。最近では消波ブロック前の砂は確認できなくなっている。2005年前後に確認された堆積傾向は、旧観測栈橋付近における局所的なものであることが深浅測量結果（新潟県）からも確認されている。当該海岸への土砂供給に顕著な変化がないことから、上で示した堆積傾向も同様に局所的なものに留まるのではないかと予想される。なお、本観測では汀線近傍における計測ができておらず、汀線を含めた継続的な計測作業が経年的な変化を明らかにする上で肝要となる。

4. 海底底質のコアサンプル採取

本現地観測では、旧観測栈橋沿いの測線において、全9地点での海底底質のコアサンプル採取を行った。**Photo 1**は採取作業により海底から抜き取られたコアサンプルであり、1m余りのサンプルの採取ができている。最も岸に近い地点（水深約3m）は、コアサンプラーを打ち込むことができず、表層20cm程度の底質を採取するに留まった。全9地点で採取されたコアサンプルを示したものが**Photo 2**である。採取されたコアサンプルは約1mであり、写真中に採取地点の水深を示している。各サンプルの写真は分割（4～5分割）して撮影した後につなぎ合わせたものである。今回採取されたサンプルは、写真からもわかるようにほとんどが砂で構成されている。過去に行われた同様の調査（山下ら、2003）では、粒径の大きな礫が含まれており、粒径が相対的に細かい砂と粗い礫が交互に堆積している様子が確認されている。しか

しながら、今回の採取結果では水深8m地点、10.1m地点（トラフ最深部）の2地点において、多少粒径の大きい底質が見られる程度であり、旧観測栈橋周辺の底質の構成が数年の間に変化している様子が見える。

水深10.1m地点のコアサンプルには、他の地点には見られない粘土質の部分が確認できる。今回の調査では、水深9.8m地点（弧状砂州沖側）においても最も深い位置で粘土質の部分が採取されている。東らにより行われたコアサンプル採取結果（2009）においても、深い地点で粘土質の部分が確認されている。今回の採取結果では、弧状砂州の岸側と沖側の深い部分で粘土質の部分が確認でき、その水深は10m以深であることがわかる。

Fig.6は、弧状砂州近く（岸側、頂部、沖側）の3地点で採取されたコアサンプルと中央粒径の深さ方向分布を示したものである。水深10.1m地点のサンプルには粘土質の部分が含まれるので、その部分の粒度分析は行っていない（青色部分は欠落）。採取されたサンプルは深さ方向10cmごとに分割され、分割されたサンプルに対して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て、中央粒径を求めている。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.6より、砂州の岸側（10.1m地点、トラフ最深部）での中央粒径が、他の2地点に比べて相対的に大きく、特に粘土質部分の上では粒径が2～3mmに達している。一方、砂州頂部（7.4m地点）と砂州沖側（9.8m地点）では中央粒径が0.4mm以下に留まっている。

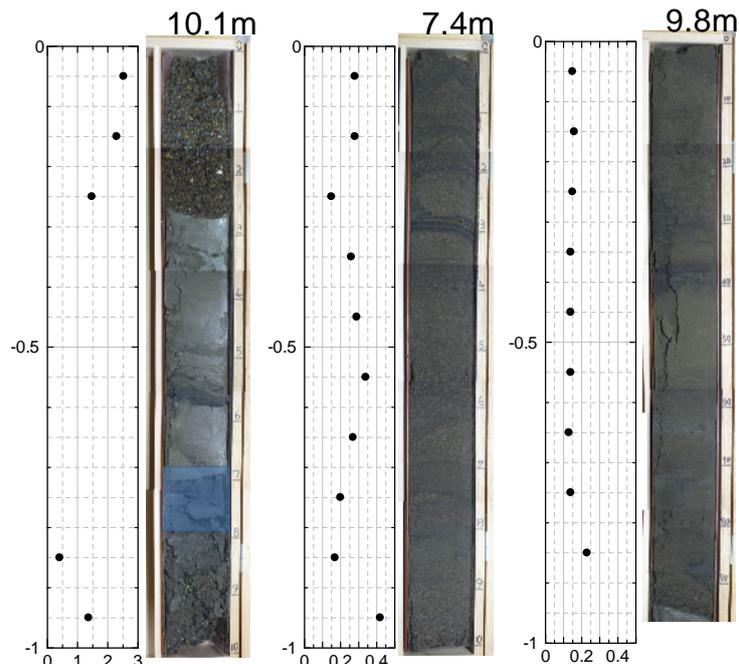


Fig. 6 Boring core samples and at different water depths (9 points)

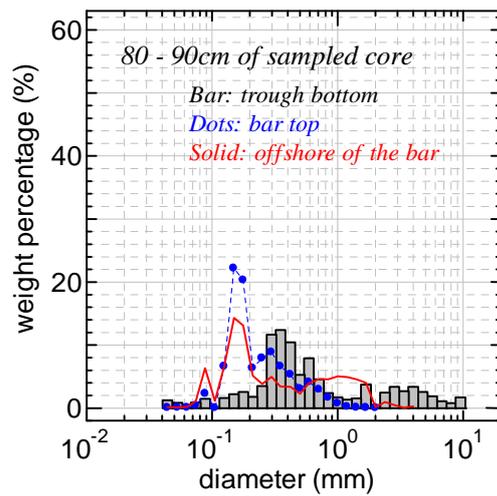
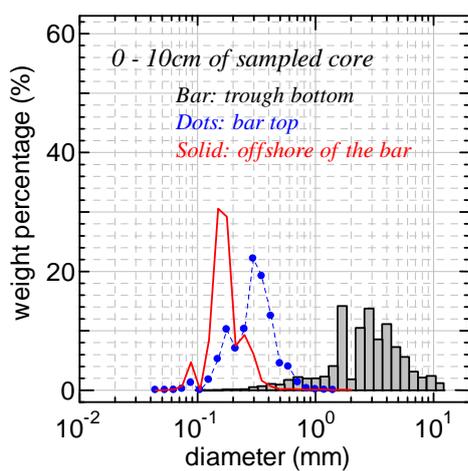
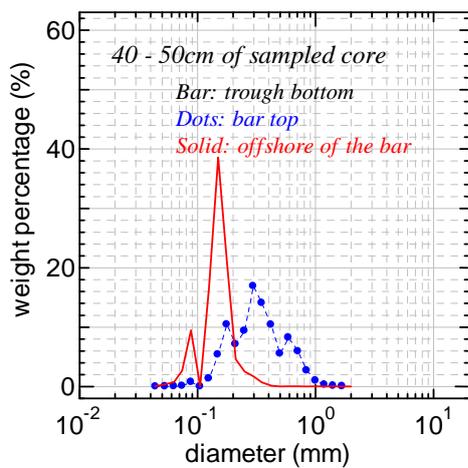


Fig. 7 Comparisons of grain size distribution



砂州沖側では深さ方向にも粒径はほとんど変化せず、0.1~0.2mm程度の砂が深さ1m程度堆積している様子が確認できる。砂州頂部においても中央粒径は

0.4mm以下に留まっているが、深さ方向に中央粒径の分布が認められる。

Fig.7は、ふるい分けされた底質の最大粒径と頻度（重量比）を、弧状砂州近く（岸側、頂部、沖側）の3地点で比較したものである。図中データが示されていない部分は粘土質のため、ふるい分けが行われていない箇所である。先に示した中央粒径の分布と同様に、砂州の岸側（10.1m地点、トラフ最深部）では相対的に大きな粒径（1mm超）の砂が含まれており、深さが1mになっても一定以上の割合で含まれていることがわかる。砂州頂部（7.4m地点）と砂州沖側（9.8m地点）では、砂州沖側の粒径が砂州頂部よりもやや細かく、その傾向は深さ数十cmまで続くことがわかる。また、両地点とも深さ数十cmまで、粒径

分布に明確なピークが見られる。特に、砂州沖側（図中赤実線）は0.1~0.2mm程度の範囲に留まり、中央粒径が深さ方向にほぼ一樣になる結果（Fig.6）とも対応する。

5. おわりに

ここでは、2010年8月に実施された海底面形状の計測結果と旧観測棧橋周辺で実施された海底底質のコアサンプリング結果について示した。海上の船舶から測深器を使った海底地形の計測は、旧観測棧橋撤去（2008年）後継続して行われており、2009年10月に計測された結果との比較を行った。また、旧観測棧橋沿いの9地点において、海底底質のコアサンプリングを行い、8地点において約1mのコアサンプルを得た。今回採取されたコアサンプルでは、そのほとんどの部分が砂で構成されており、粒度分析結果については弧状砂州近く（岸側、頂部、沖側）の3地点の結果を示した。

船上からGPS機能付き測深器を用いて面的に計測された海底面形状は、2009年の結果と大きな違いはなく、弧状の沿岸砂州が確認でき、岸から沖に向かってトラフ・沿岸砂州が形成されていることが認められた。GPS機能付き測深器による計測データ（緯度、経度、水深）から推定された水深データを用いて、今回の計測結果と2009年の計測結果を比較すると、水深データが比較できた範囲内ではやや堆積傾向であることが示された。ただ、その程度は小さいものであった。

旧観測棧橋沿いの8地点で採取されたコアサンプルは、一部粘土質の部分が見られるものの、ほとん

どの部分が砂で構成されている。過去に行われた同様のコアサンプル調査では粒径の大きな礫の存在や、粒径が相対的に細かい砂と粗い礫が交互に堆積している様子が確認されており、旧観測棧橋周辺の底質の構成が数年の間に变化している様子がうかがえる。弧状砂州近く（岸側、頂部、沖側）の3地点における粒度分析結果から、砂州の岸側（10.1m地点、トラフ最深部）での中央粒径が、他の2地点に比べて相対的に大きいこと、水深10m以深に粘土質の部分の存在が認められた。砂州沖側（9.8m地点）では粒径が深さ方向に一樣な分布を持つことが確認され、波や流による淘汰によるものと考えられる。

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.
- 馬場康之・内山 清・関口秀雄, 中川 一: 大潟海岸における海底面形状および底質に関する現地観測, 京都大学防災研究所年報B, Vol.53B, 561-567, 2010.
- 山下隆男, 林 健太郎, 朴 柁昱: 底質粒径の時空間変化を考慮した海浜変形予測について, 海岸工学論文集, 第50巻, pp.541-545, 2003.

Field Observation on Bottom Topography and Core Boring in Ogata Coast

Yasuyuki BABA and Kiyoshi UCHIYAMA

Synopsis

This paper shows some results of a field observation carried out in Aug. 2010 in Joetsu-Ogata coast. In this field observation, three measurements have been conducted; (1) bottom profile measurement with depth sounder and (2) collection of the samples of bottom sediment, and (3) sampling of boring cores. The observation site is near the location of old observation pier, and the size of the measurement area in longshore and cross-shore directions are about 900m and 800m, respectively. The bottom profile in the observation site is measured by the depth sounder with GPS locator. It is found in the 2D bottom profile that a crescent-shaped sandbar and shoreline retreat exist. From the results of core sampling, the sorting of grain size in cross-shore direction and the deposition in alternate layers are observed.

Keywords: bottom profile, grain size distribution, field observation, sampling of boring cores