

11.2 積雪寒冷地の河口域海岸の形成機構解明と保全に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）
 研究期間：平 23～平 27
 担当チーム：寒地水圏研究グループ（寒冷沿岸域）
 研究担当者：山本泰司、大塚淳一、関口浩二

【要旨】

河川から海域へ流出する土砂の量と海域での土砂の移動特性を把握するため、河口地形のモニタリングを高頻度で行った。鵜川沿岸域では融雪期と台風来襲時の出水に伴い河口付近に多くの土砂が堆積する。鵜川河口域では春から秋にかけて東側から西側への土砂の移動が顕著である。冬季に西からの波浪来襲頻度が増加するが、西側から東側への土砂の移動量は少ないため、河口左岸側が特に侵食されやすい状況にあることが確認された。SS成分土砂量と地形変化量との関係から河口地形を形成に寄与する土砂の供給量を推定した。

キーワード：海岸侵食、河口、高頻度河口地形モニタリング

1. はじめに

鵜川沿岸域には流域面積 1270 km²、幹川流路延長 135 km の 1 級河川、鵜川が注いでおり、河口から南東方向約 2 km の地点には鵜川漁港が供用されている。1970 年代以降、河口付近の汀線が 300 m 以上も後退した結果、河口周辺の地域において越波による浸水被害が発生するようになり、また、渡り鳥の重要な中継地・餌場となっている干潟の面積が約 20 ha も減少した。近年は侵食傾向が落ち着いているものの、このままの状態では将来的に地域住民の安全な生活と海岸環境の悪化を招くことが懸念されている。このような背景のもと、本研究では、平成 23 年度から平成 27 年度までの 5 年間で河口域海岸の地形形成機構の解明と安定的な保全手法の提案を目指している。

研究初年度となる平成 23 年度では、鵜川沿岸域の航空写真と既存の深浅データ、波浪データ、河川流量データ、河道横断測量データをもとに鵜川河口域海岸の地形変化特性を把握した。また、平成 24 年度では、既存の深浅データに対して複素主成分分析を行い、各モードの変動パターンと波浪データ、河川流量データ、養浜土量、漁港の工事履歴との対応から地形変化の傾向・特徴を明らかにしている。本報では、今年度、月 1、2 回程度の高頻度で河口域の深浅測量および汀線測量を行うことにより、河川から海域へ流出する土砂の量と海域での土砂の移動特性を調査した結果について報告する。

2. 調査概要

2.1 河口地形モニタリング

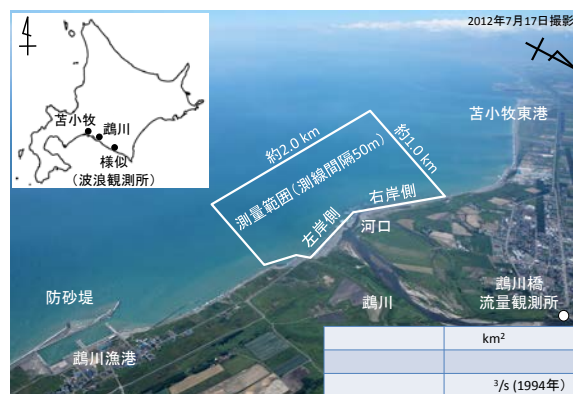


図-1 調査位置図

深浅測量は平成25年4月から平成26年3月までの間、鵜川河口の沿岸方向 2 km、岸沖方向 1 km の範囲（図-1 白枠内、測線間隔 50 m）において 17 回実施した。春から秋（4 月～10 月）にかけては月 2 回程度、冬季（11 月～3 月）では月 1 回の頻度で測量した。深浅測量は超音波式測深機（M9、SonTek 社製）を用いて行った。超音波の速度は塩分、水温、水圧（水深）によって変化するため、測深を行う際には超音波の音速補正を行う必要がある。音速補正は通常、対象海域のある地点 1 点で行われ、この地点で補正された超音波速度により全範囲の測深が行われる。しかしながら、淡水が流入する河口域では、海中の塩分・水温が空間的に大きく異なるため、ある 1 地点で補正された超音波速度では測深精度が低下する。そこで、本調査では、測深を実施中に測深範囲のほぼ全域をカバーするように毎回約 60 地点で塩分・水温の鉛直分布（CTD）を計測し、得られた値を用いて各測深点の超

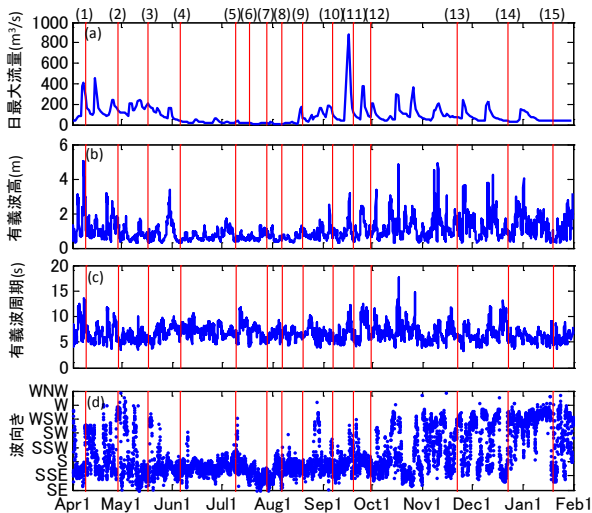


図-2 (a) 鶴川の日最大流量、(b) 様似漁港沖の有義波高、(c) 有義周期、(d) 平均波向き (赤線：測量実施日、各値は暫定値)

音波速度を補正した。また、深浅測量とほぼ同時期に RTK-GPS を用いて河口兩岸の汀線付近の地形測量を実施した。測量終了後、両測量データを合成して補間することにより、10 m メッシュの地形データを作成した。地形変化を求める際には、このメッシュデータを使用した。

2. 2 河川流量と波浪状況のモニタリング

鶴川橋流量観測所 (図-1 右下) の流量データをもとに河口地形の変化量と河川流量との関係性を評価した。また、河口から約 95 km 南東に位置する様似漁港沖の波浪観測所 (図-1 左上) の波浪データ (波高、周期、波向き) をもとに河口地形の変化量と波浪との関係性を評価した。なお、両データはそれぞれ北海道開発局室蘭開発建設部治水課と築港課から暫定値として提供されたものである。両データは平成 25 年 4 月 1 日から平成 26 年 1 月 31 日まで観測されたデータであり、この期間の地形変化量と河川流量、波浪との関係について検討した。図-2 に (a) 鶴川の日最大流量、(b) 様似漁港沖の有義波高、(c) 有義周期、(d) 平均波向きを示す。

2. 3 航空写真撮影

平成 25 年 3 月下旬から平成 26 年 2 月末までの間、鶴川河口の航空撮影を 5 回行った。図-3 に鶴川河口の航空写真を示す。

3. 調査結果

3. 1 河口地形の季節変化

平成 25 年度の融雪期は例年よりも気温が低く、降雨量が少なかった影響もあり、200~400 m³/s 程度の比較的

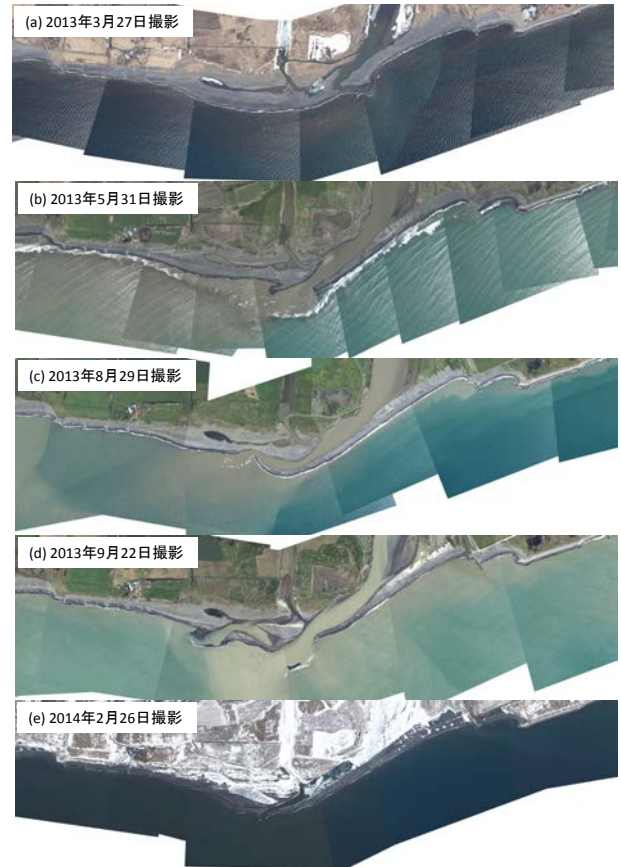


図-3 鶴川河口の航空写真

少ない出水が漸続的に生じた。この出水に伴い河口が広がり (図-3 (a) (b))、河口付近に河川から流出した土砂が堆積した (図-4 (a) (b) (c))。

6 月上旬から 9 月の台風 18 号来襲までの間、河川流量は少なく、波浪状況も穏やかな日が続いた。この間、河口左岸側の砂州が東側から西側へと発達した (図-3 (b) (c))。鶴川沿岸域の夏季では、南側から北側へ進行する波浪が比較的多く来襲し、海岸線に沿うように東から西に向かう流れが生じる。この流れの影響によって、例年この時期に左岸側の砂州が東側から西側へと発達する。梅雨がない北海道では夏季の河川流量は少ないため、融雪期と比べると河口付近に堆積する土砂の量はかなり少ない (図-4 (d) ~ (i))。

9 月の台風 18 号来襲時に最大 900 m³/s 程度の出水が生じた。この出水に伴い河口が広がり (図-3 (c) (d))、河川から流出した土砂および河口砂州を形成していた土砂の一部が河口から約 300 m 沖 (水深 4 m 程度) まで運ばれた (図-4 (j))。沖に堆積した土砂は台風通過後に発生した高波浪の影響によって河口付近に移動した (図-4 (k) (i))。出水によって一度、沖に運ばれた土砂は波浪

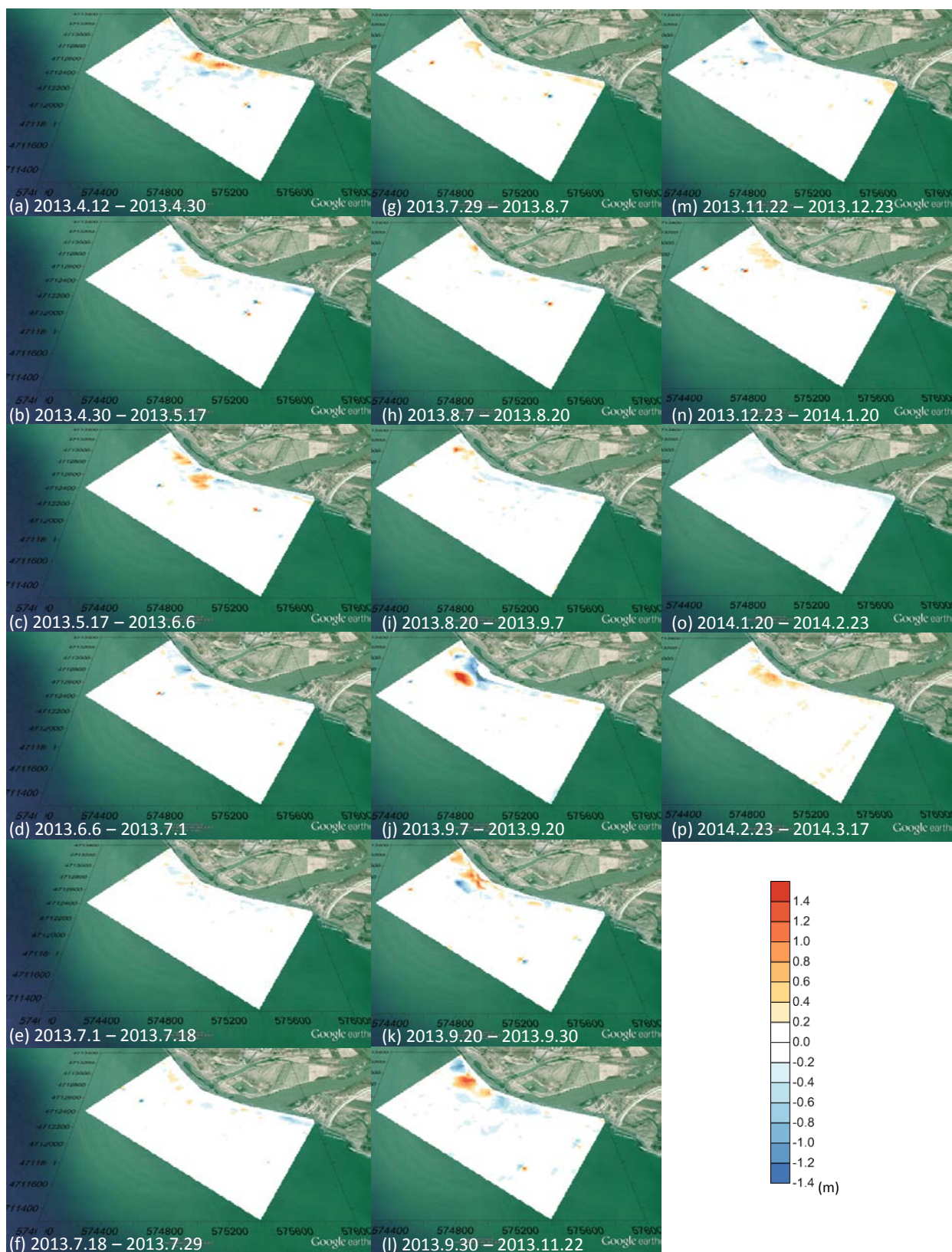


図4 測量期間ごとの地形変化量 (標高0 m以下の変化量)

の影響によって岸側へ輸送されることにより河口地形の形成に寄与する。一方、過去に発生した 2000 m³/s 程度の出水時では、水深 5 m 以上のさらに深い領域まで土砂

が到達したことが確認されている。深い領域まで運ばれた土砂は波浪の影響を受けにくく、容易に移動しないため、過去の高出水時に沖に堆積した土砂が河口地形の構

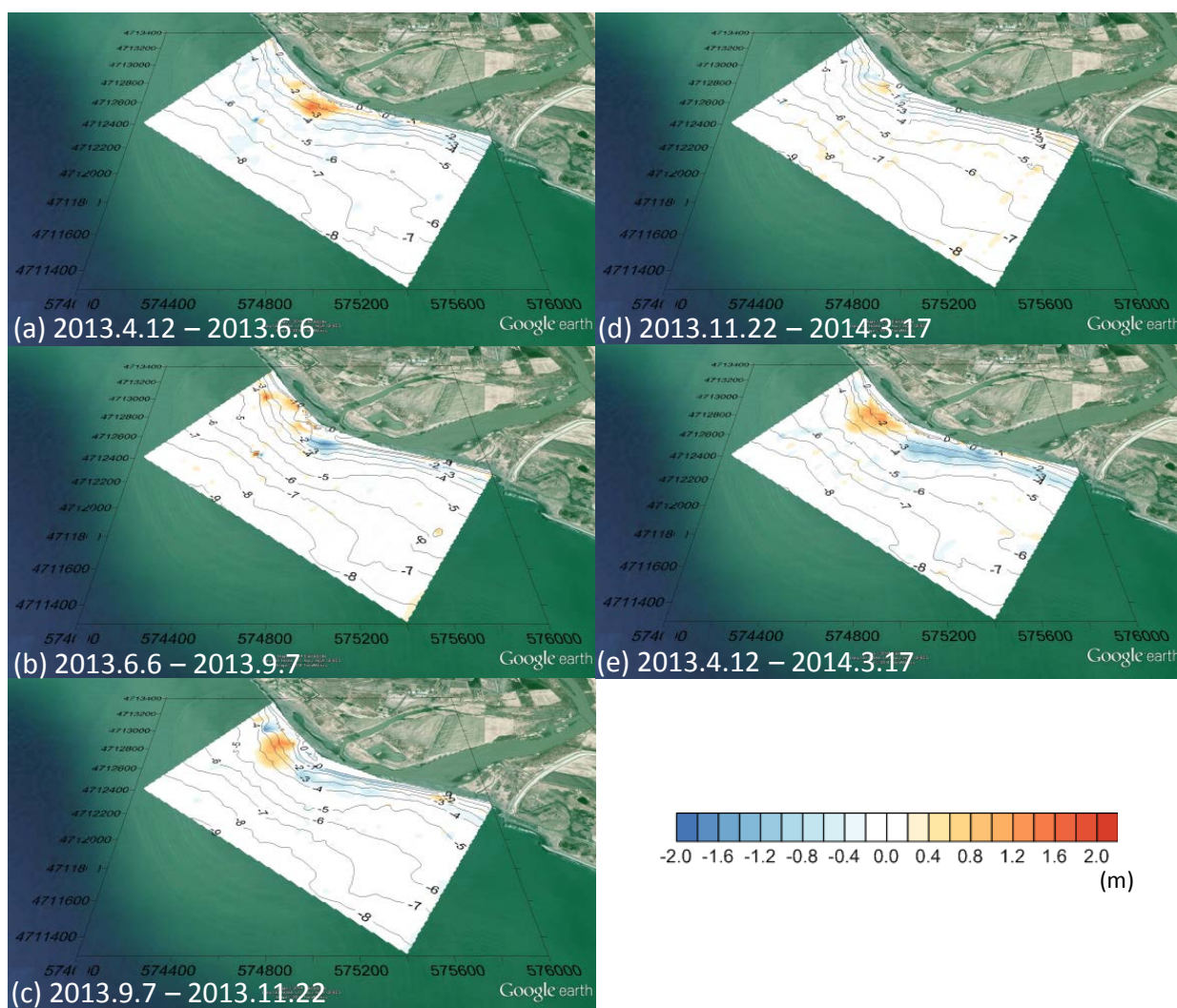


図-5 (a)融雪期、(b)夏季、(c)秋季、(d)冬季および(d)1年間の地形変化量(コンター線は地形変化前(例えば、(a)では4月12日)の標高)

成材となるまでにはかなりの時間を要したと考えられる。

台風通過後から1月末までの間、波高4 m以上、周期10 s以上の大きな時化が数回来襲した。西からの波浪来襲頻度が多かったため、右岸側から左岸側への土砂が移動すると予想されたが、地形変化が生じた範囲は河口付近に限定されていた(図-4(m)(n))。

図-5は融雪期(4月から6月)、夏季(6月から9月)秋季(9月から11月)、冬季(11月から3月)および1年間(4月から3月)の地形変化量を示している。融雪期に河川から流出して河口付近に堆積した土砂の量は約4.6万 m^3 となる。また、左岸側の比較的浅い領域が侵食されており、侵食量は約2.4万 m^3 となる。夏季では土砂が堆積・侵食する領域が春季よりも西側へ移動していることが確認できる。堆積・侵食量はそれぞれ約2.9万 m^3 と約2.5万 m^3 となる。融雪期に河口付近に堆積した土砂

は夏季に左岸側の砂州が東側から西側へ発達する際に重要な役割を果たしていると考えられる。秋季では台風来襲時に河川から流出した多くの土砂が河口西側に堆積する。堆積量は約5.1万 m^3 となる。一方、河口東側の領域では侵食傾向となり、侵食量は約4.2万 m^3 となる。この時期から西からの波浪来襲の頻度が増加するが、土砂は東側から西側へと移動している。原因は今のところ不明であるが、鶴川沿岸域では西からの流れよりも東からの流れが地形変化に強く影響を及ぼしていると推察される。冬季では河口付近に地形変化が確認できるが、その量は比較的小さい。このように、季節的な地形変化について評価すると、鶴川河口域では融雪期から秋季に地形が大きく変化していることがわかる。1年間の地形変化をみると、河口西側の堆積傾向、東側の侵食傾向が明確となる。西側の堆積量は約6.6万 m^3 であり、東側の侵食量は

約 7.8 万 m³ となる。河口の東側には漁港、護岸、突堤があり、これらの構造物により東側からの沿岸漂砂が遮断されていることが河口東側の侵食理由として考えられる。なお、河口東側の侵食対策として鵜川漁港周辺で浚渫された土砂を鵜川河口近くの海岸に養浜する事業が行われている。しかしながら、侵食量と比較すると養浜量はかなり少ないため、河口地形の維持・回復を行うためにはより多くの土砂を養浜する必要があるといえる。

3. 2 河川流量、SS 成分土砂量と地形変化量との関係

ここでは、各測量期間における河川最大流量、SS 成分土砂量と河口前面の地形変化量との関係について考察する。なお、SS 成分土砂量は鵜川橋流量観測所データから得られた L-Q 式より求めた値である。また、河口前面の地形変化量は地形変化が顕著であった水深 4m 以浅の領域で求めた値である。

図-6 に各測量期間の (a) 最大流量、(b) SS 成分土砂量、(c) 河口前面の地形変化量を示す。各値とも融雪期から夏季にかけて値が低下し、夏季では大きな変化は見られない。また、秋季では値が大きく増減し、秋季以降に値が低下する。なお、一部、地形変化量が負の値（侵食）を示しているが、河川からの土砂流出が少ない時期に波や流れによって土砂が移動したことが原因として考えられる。

図-7 に最大流量と地形変化量との関係、図-8 に SS 成分土砂量と地形変化量との関係を示す。なお、両図では、正の地形変化量との関係について評価している。ばらつきがみられるものの、最大流量と地形変化量、SS 成分土砂量と地形変化量との関係に有意な相関が見られる。SS 成分土砂量と地形変化量との関係を直線で近似するとその傾きは約 0.3 となる。この結果は SS 成分土砂量の約 30 % に相当する量の土砂が河口地形を形成する土砂として供給されていることを示している。ただし、本調査で求めた地形変化量には波や流れによる土砂移動の影響が含まれているため、今後、波や流れによる土砂の移動を考慮に入れた検討が必要といえる。

4. まとめ

本年度は河川から海域へ流出する土砂の量と海域での土砂の移動過程を明らかにすることを目的として、河口地形のモニタリングを高頻度で実施した。鵜川沿岸域では融雪期と台風来襲時の出水に伴い河口付近に多くの土砂が堆積する。鵜川河口域では春から秋にかけて東側から西側への土砂の移動が顕著である。一方、冬季に西か

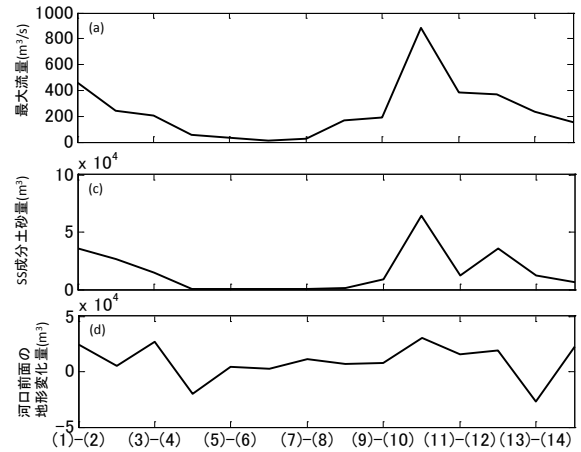


図-6 各測量期間における (a) 鵜川の最大流量、(b) SS 成分土砂量、(c) 河口前面の地形変化量（横軸の番号は図-2 に示す測量実施日）

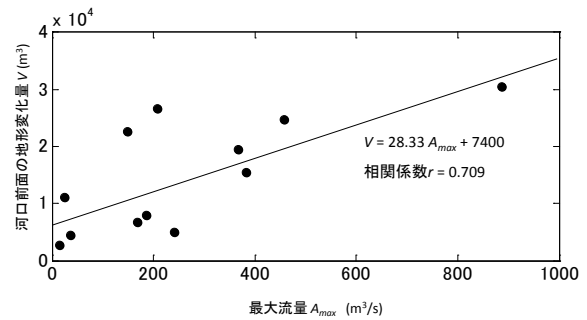


図-7 最大流量と河口前面の地形変化量との関係

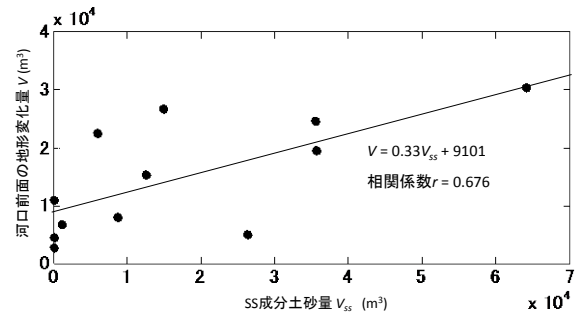


図-8 SS 成分土砂量と河口前面の地形変化量との関係

らの波浪来襲頻度が増加するが、西側から東側への土砂の移動量は少ないため、河口左岸側がとくに侵食されやすい状況にあることが確認された。本調査では SS 成分土砂量と地形変化量との関係から、河口地形を形成する土砂の供給量を推定したが、現段階では海域での波や流れによる土砂移動の影響が含まれているため、今後、波や流れによる土砂の移動を考慮に入れた検討を行う必要がある。

A STUDY OF COASTAL AND ESTUARINE PROCESSES FOR COLD REGIONS

Budget: Grants for operating expenses
General account

Research Period: FY2011-2015

Research Team: Cold-Region Hydraulic and Aquatic
Environment Engineering Research
Group (Port and Coast)

Author: YAMAMOTO Yasuji
OTSUKA Jun-ichi
SEKIGUCHI Koji

Abstract : We conducted high-frequency topographic survey in the nearshore area of Mukawa coast in order to elucidate sediment transport processes in the coast and estimate the amount of sediments supplied from Mu river. A large amount of sediments were supplied from the river to the coastal area in snow melting season and typhoon season. As the sediment in the nearshore area tends to be transported towards the west by wave induced currents, the east side of the river mouth is remarkably eroded. It is inferred that the volume of sediment depositing in the river mouth approximately equals to 30 % of the volume of suspended sediments supplied from the river.

Key words : beach erosion, river mouth, high-frequency topographic survey