

大河津分水路河口テラスの形成に関する調査

北陸地方整備局信濃川河川事務所 非会員 寺田 勝一
北陸地方整備局信濃川河川事務所 非会員 北村 秀之
北陸地方整備局信濃川河川事務所 非会員 森元 啓太朗

1. はじめに

大河津分水路は、新潟県の中央部で信濃川が日本海に最も近づく地点の燕市大川津から長岡市寺泊海岸までの全長約10kmを繋いだ人工水路である¹⁾。この河口部では、河口砂州や河口テラスが形成されることが知られており、季節によって異なる外力の影響を受けて発達と縮小を繰り返している。一方で大河津分水路では、河道の流下能力や河床の安定性の向上、及び床固工の老朽化対策を目的として2015年から大規模改修事業が実施されており、この中の山地部掘削では左岸側を約100m河道拡幅する計画であり、河口部周辺にも大きな地形変化が生じる。

こうした改修に伴う河口部の地形変化、特に河口砂州地形の変化は、洪水時の流況や漂砂環境等に影響を与えることが懸念され、それにより洪水流の疎通能力や維持管理のあり方も変わる可能性がある。河口部周辺における改修後の河口砂州の挙動を予測するためには数値モデルによる予測計算等が必要であるが、現状ではモデルの妥当性検証に必要な土砂組成・土砂動態に関するデータが不足している。そこで複数の地層調査によって、河口テラス周辺の地形や底質に関する基礎的なデータの収集を実施した。本稿では、河口部の現状ならびに実施した調査の方法及び結果について報告する。

2. 大河津分水路河口部の現状

大河津分水路の河口部では河口砂州、また海域にかけては沖に張り出した河口テラス地形が発達している(図-1)。ここで河口テラスとは、洪水流等によって運搬された土砂が河口部で流速が急激に減少し堆積することで形成されるテラス状の平坦な地形をいう²⁾。春の融雪期や夏期には、出水によって砂州がフラッシュして河口部が開口する一方、流された土砂が海域部で堆積して河口テラス地形が形成される。冬季には日本海特有の風浪によって河口砂州が発達する一方、河口海域部の堆積土砂が周辺に運搬されて河口テラスは平滑化される。このように大河津分水路河口部では、年間を通じての土砂移動の繰り返しにより、長期的な地形変化が生じてきた。

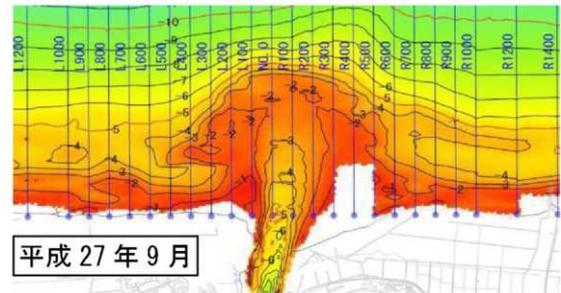


図-1 河口テラスを含む周辺海岸地形。

2017年9月に実施した現地踏査によると、河口部及びその周辺海岸の汀線付近の堆積物は細砂であるものの(写真-1)河口部左岸の汀線付近の一部では平たい岩片が多数打ち上げられている状況にあった(写真-2)。



写真-1 河口部右岸の状況(2017年9月撮影)。



写真-2 河口部左岸の状況(2017年9月撮影)。

3. 調査の目的と概要

2015年より実施されている大河津分水路改修事業の中では、新設の第二床固から測線-No.88にかけて左岸側を

開削し、現況川幅を1.5倍程度に拡幅する計画である(図-2)。そうした大規模な河道拡幅を実施すれば、それに伴う河口部の地形変化によって河口砂州の挙動が変化し、河口部における洪水時の流況や河口海域部における漂砂環境等への影響が懸念される。例えば、仮に改修によって河口砂州がフラッシュされにくくなった場合、開口幅が狭まることによって洪水のせき上げが起これると考えられる。また、河口部周辺における土砂堆積状況の変化によって定期的な土砂浚渫等の維持管理が新たに必要になる可能性も考えられる。改修後の地形変化を予測し、改修による河口砂州挙動への影響を評価するためには、分水路から河口部への土砂供給量と汀線変化、河口テラスへの土砂堆積量と底質特性等の把握が必要である。そこで、既往文献調査と音波探査・サイドスキャン調査による地層調査を行った。以降ではその結果について述べる。



図-2 大河津分水路改修事業の概要。

4. 河口部周辺の地形変化に関する既往研究

宇多ら³⁾は、河口部周辺における汀線の経年変化(1947年～2001年)について、空中写真に基づいて整理した(図-3、図-4)。1947年から1967年にかけては、寺泊と野積海岸のいずれにおいても、分水路からの流出土砂により河口を中心に汀線が前進し、広大な砂浜が形成されているのが確認できる。しかし、その後の2001年時点の写真では、河口右岸側の野積海岸で汀線が後退し、一方で寺泊港の延伸された防波堤背後の遮蔽域に土砂が堆積しているのが分かる。

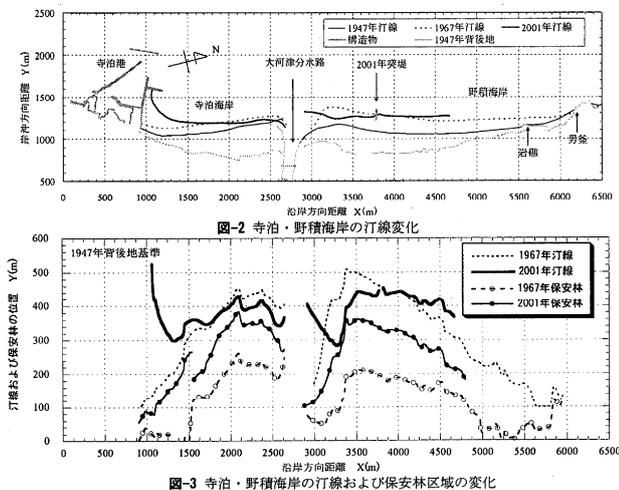


図-3 寺泊・野積海岸の汀線・保安林区域の変化³⁾。

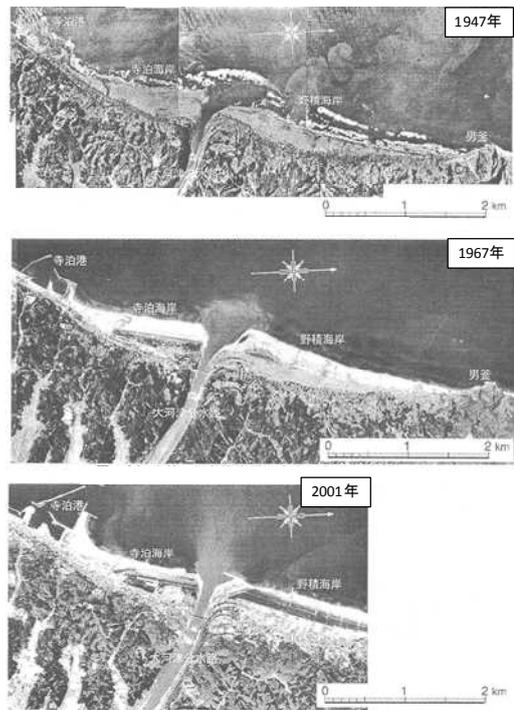


図-4 寺泊・野積海岸における汀線の変遷³⁾。

5. 音波探査による堆積層分布の把握

(1) 調査の目的と方法

現在の河口テラスに堆積している土砂組成に関する情報が既往調査等では得られていないことを踏まえ、基盤面位置の確認と基盤面上の土砂組成の把握を目的として、音響測深機による調査を実施した。

音波探査の調査範囲は、沖合方向には大河津分水路河口に当たる測線No.88から沖合700m、沿岸方向には河口を中心に1200mと設定した(図-5)。ただし、調査船が進入できない水深1.5m以浅の領域は調査範囲から除外した。この調査範囲において、観測船を航行しながら発信機音源(ブーマー)から音波を発生し、海底面およびその下の境界面より反射してくる音波を受信機(ハイドロホン)にて受け取り、その信号を探査装置により記録した。調査より得られた記録から層理面と堆積層を読み取り、地層断面図を作成した。

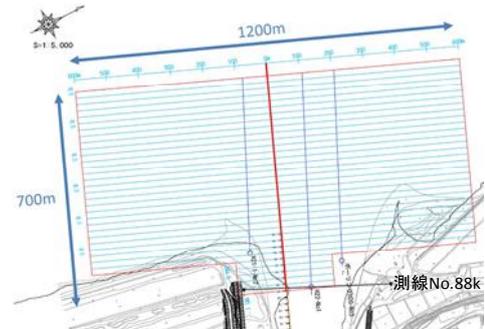


図-5 音波探査の実施範囲。

(2) 調査結果

沿岸方向の各測線毎に得られたの地層断面図を基に、基盤面の等高線図（図-6）及び礫の堆積層高度の水平分布図（図-7）を作成し、さらに両者の差分から礫の堆積層厚の水平分布（図-8）を求めた。基盤面は河口から沖に向かって約1/60の勾配で下がっており、海岸線に対してやや左岸方向に傾斜している。礫の堆積層厚に着目すると、河口から沖への軸からやや左岸側の沖で最大13mの厚さとなっており、この分布域が汀線付近まで伸びているのがわかる。この付近は水深-2m程度と河口テラス地形の中でも最も浅い箇所である。一方、河口部では堆積厚が1m以下と薄く、基盤面が露出に近い状況であると推定される。

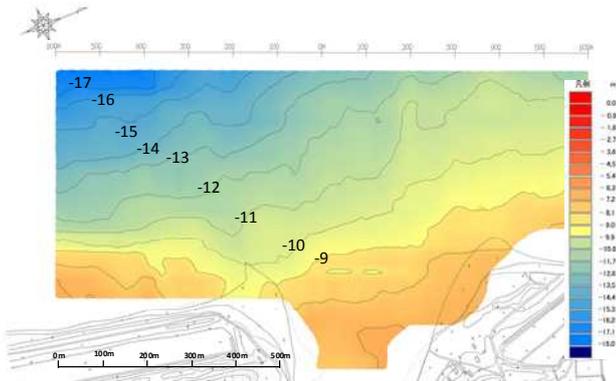


図-6 基盤面の等高線図[m].

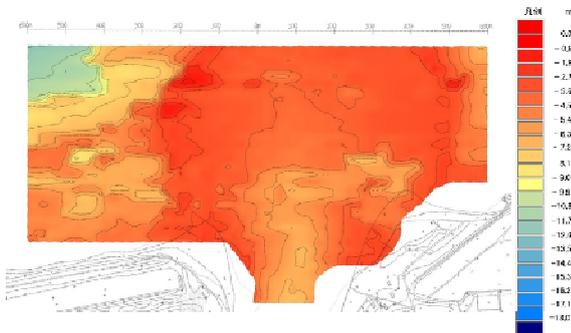


図-7 礫の堆積層高度の水平分布図[m].

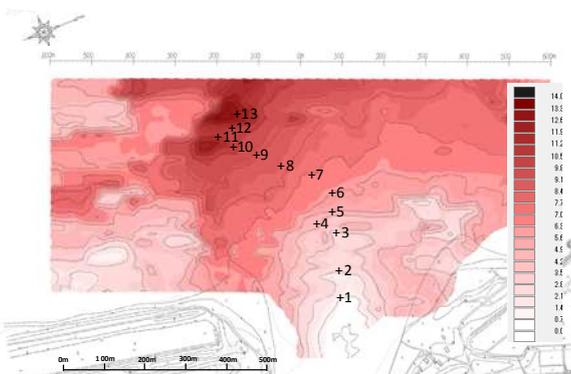


図-8 礫の堆積層厚の水平分布図[m].

6. サイドスキャン調査による底質特性の把握

(1) 調査の目的と方法

大河津分水路河口部に堆積している底質の状況を把握するため、サイドスキャン調査を実施した。調査範囲は、大河津分水路河道内から河口沖合700mにかけて、河道幅程度の範囲である（図-9）。この調査範囲において、調査船に曳航された送受波器から扇状に音波を発振し、海底より反射される音波の強度を色の濃淡として底質材料の詳細を描画（モザイク図）し、このモザイク図から河口部の底質の特性を把握した。

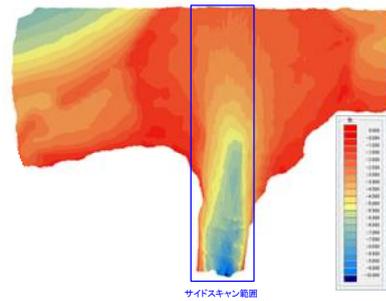


図-9 サイドスキャン調査の実施範囲（青枠内）。

(2) 調査結果

サイドスキャン調査結果から作成したモザイク図を図-10に示す。海域の底質は概ね砂礫と思われるが、測線No.9～No.16にかけては一部縦断方向に岩礁または礫の堆積物と思われる底質が確認された（図-10赤丸箇所）。この底質に含まれる岩礁または礫の堆積物は、大きさが数10cm～2m程度（図-10上）であり、河口部においては層理面の露出や転石・ブロックのような形状の河床材が多数みられた。ここで、2.で述べたように、2017年9月の現地踏査によれば、河口部左岸の汀線付近の一部において、河床から剥がれた軟岩と思われる平たい岩片が打ち上げられて堆積していた。したがって、サイドスキャン調査により確認された礫等の堆積物は、河床から剥離した軟岩に起因するものであると推測できる。

さらに、このモザイク画像の水平分布図を海底面高の水平分布図と比較し、測線No.9～No.16にかけてみられる礫の堆積する箇所を確認した（図-10赤丸箇所）。左岸側の赤丸xに着目すると、xの左岸側が周辺に比べて盛り上がっていることが確認でき、当該地域における土砂の堆積がうかがわれる。また右岸側の赤丸yにおいては、海底面の等深線がやや複雑になっており、砂より粒径の大きい礫等の存在が示唆される。

以上のことから、大河津分水路河口部の河口テラスにおける堆積物の構成材料には、細砂だけでなく、河道部河床から剥離した軟岩に起因する礫が含まれる可能性が

あるといえる。

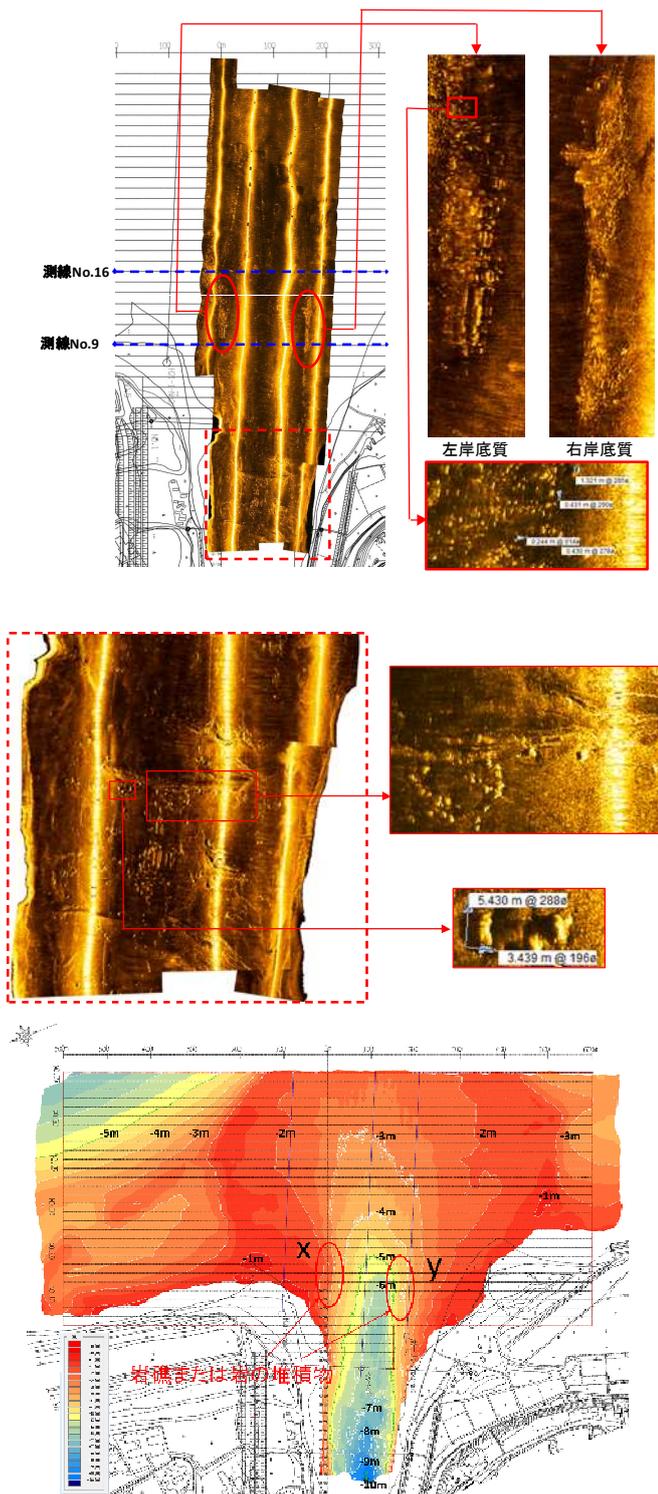


図-10 サイドスキャン調査により得られたモザイク画像（上）と海底面高の水平分布図（下）。

7. おわりに

本調査により得られた結果と今後の課題について以下に述べる。既往文献によれば、1947年から1967年にかけて大河津分水路河口部の寺泊海岸・野積海岸では、汀線が前進し広大な砂浜が形成されていた一方、1975年以降

は海浜面積が減少傾向にあることが確認されている。

河口テラス地形は長期的には縮小しているものの、未だ一定の張り出した地形を維持している。音波探査によって河口テラスに堆積する土砂組成を調べたところ、基盤面はおおむね様に左岸側に傾斜している一方、海底面高は河口部周辺で相対的に高くなっていることが確認された。両者の差分から堆積層厚の分布を算出すると、その厚さは左岸側の沖合において最大で約13mであったが、河口付近では基盤面がほぼ露出に近いと推定される箇所もあり、海底面の形状は場所により様々であった。さらにサイドスキャン調査によって河口部の底質特性を調べたところ、一部の地域において、細砂のほかに岩礫または礫の堆積物が確認された。付近の海岸における現地踏査の結果や音波探査により得られた海底面高の分布を考慮すると、この礫の堆積物は洪水の際に軟岩侵食により河道部河床から剥離した岩片が由来である可能性があるといえる。

今後は、寺泊港を含む広範囲の深淺測量を定期的または大規模出水前後で実施することにより、出水前後における河口砂州地形の変化を詳細に把握する。また、河口部周辺においてボーリング調査や底質のコアサンプリング等を実施することにより、河口テラスの堆積構造を平面的に把握する。さらに、それらの情報を用いて数値モデルの精度を向上させ、改修後の河口砂州挙動の予測を行う方針である。約20年にわたる大規模な改修事業が大河津分水路の河口砂州地形に対してどの程度の影響があるのか、注意深く予測・評価していくことが重要である。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理国土保全局：日本の川 信濃川 http://www.nlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/0405_shinano/0405_shinano_01.html, 閲覧日2018年6月4日。
- 2) 国土交通省水管理国土保全局：汽水域の河川環境の捉え方に関する手引き書, http://www.nlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/kankyoku/kisuiiki/pdf/shiryou1.pdf, 閲覧日2018年6月5日。
- 3) 宇多・酒井・熊田・星上・芹沢・三波：保安林の前進および波の遮蔽域形成に伴う沿岸漂砂の変化による自然砂丘の狭小化—近年における寺泊・野積海岸の変貌: 海洋開発論文集, 第19巻, pp.475-480, 2003.