

札内川における中規模フラッシュ放流に伴う 置土による河道攪乱の効果

EFFECTS OF RIVER CHANNEL DISTURBANCE DUE TO ARTIFICIAL
SEDIMENT SUPPLY DURING MEDIUM-SCALE ARTIFICIAL FLOOD IN THE
SATSUNAI RIVER

小田垣和篤¹・渡邊康玄²

Kazushige ODAGAKI and Yasuharu WATANABE

¹学生会員 北見工業大学 社会環境工学専攻 (〒090-8507 北海道北見市公園町165番地)

²正会員 博士(工) 北見工業大学教授 社会環境工学領域(同上)

Artificial sediment supply at the medium-scale artificial flood was conducted in the Satsunai River in 2018 and 2019. The results of observations before and after the artificial flood indicated that alternate bars were developed and bank erosion was occurred at the downstream of the site where the sediment supplied artificially. It has been confirmed that riverbank erosion occurs up to 15m in size. However, the contribution of the artificial sediment supply to the river disturbance is not clear. In this study, the numerical calculation method, that confirmed the reproducibility using the survey results when artificial sediment supply was conducted, was used to clarify the effect of the artificial sediment supply on river disturbance. It was confirmed that river disturbance became remarkable by the artificial sediment supply.

Key Words : Artificial sediment supply, artificial flood, bank erosion, bar development, the Satsunai River

1. はじめに

北海道十勝地方に位置する十勝川水系札内川では、かつて流路が網状で河道内に礫河原が広がっており、出水時には流路の変動が繰り返されてきた。また、水衝部の位置もそのたびに大きく変化しており、大規模な河岸浸食を引き起こすとともに、多くの洪水被害を誘発してきた。洪水被害の軽減を図るためにダムが建設された結果、洪水被害は軽減された¹⁾。しかし一方で、流路の固定化と河道内の樹林化が著しく進行してきた。このため、礫河原が減少し、氷河期遺存種であるケショウヤナギの生息域を縮小させるなどの札内川の固有な河川環境を維持する上で、無視できない問題となっている。そこで、北海道開発局では、上流に位置する札内川ダムにおける通常時最高水位EL474mから洪水貯留準備水位EL466mへの移行時における放流(最大約10,000千m³)を利用して実施する中規模フラッシュ放流時に、旧流路部の流入部の堆積土砂を掘削して旧流路へ流れを引き込んで、河道の攪乱による礫河原の維

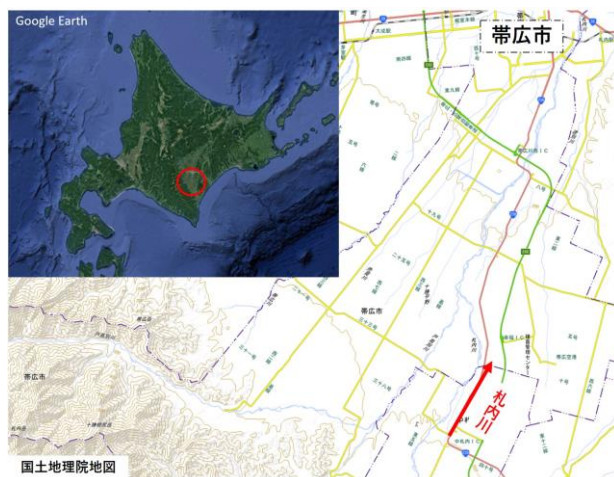


図-1 札内川流域

持を図ってきている。しかしながら、2016年度以降礫河原に再度植生が侵入し始めてきており、より活発に河道の攪乱が生じる方策が必要との判断から、旧流路引き込み掘削により発生した土砂を河道内に置土し、出水時に流下させる事業が北海道開発局で取り組まれ

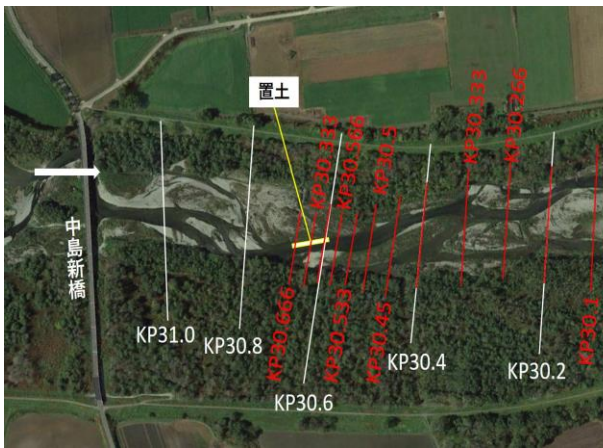


図-2 置土設置場所



図-3 置土設置状況

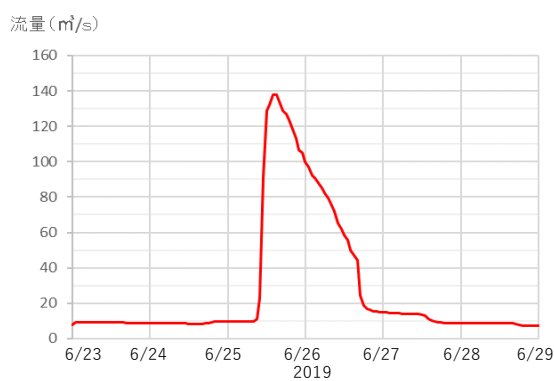


図-4 2019年フラッシュ放流時流量

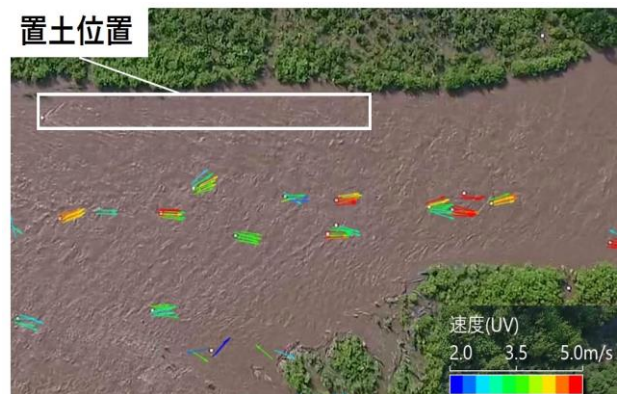


図-5 フラッシュ放流ピーク時の様子

ている。これは置土の流下によって下流に存在する中規模河床波を発達させて、これに伴う河岸浸食を期待するものである。置土の設置は2018年から実施されているが、実河川に置土をするにあたって、置土の効果的な設置方法を検討するための水理実験および数値解析が行われた²⁾。その結果、砂州の浸食域上流側半分に設置した場合が効果的であるという知見を得た。実河川への置土はその結果をもとに行われている。2018年に実施された置土については、すでに発達しかかっていた砂州の上流部で、かつ、蛇行した流路に置土をしたため、置土箇所下流では砂州が大きく発達し、河岸浸食の規模も大きいものとなった。現地の観測結果により、置土をした場所の下流側で砂州の発達とみられる河岸浸食が最大 15 m 規模で生じていることが確認されている。しかしながら、置土が下流河川の河道に与える影響については明確になっていない。このことから、本論文では、2019年に河道が直線部分で交互砂州が顕著でない箇所に置土を実施した場合の中規模フラッシュ放流前後に実施された測量結果を用いて再現性を確認した計算手法により、置土の有無による河道形状の違いから、置土の河道攪乱に与える効果を明確にすることを目的としている。

2. 置土の概要

図-1に位置を示す札内川では、流路の固定化の抑制と旧流路付近の砂州の攪乱による河川環境の再生に向け、旧流路引き込み掘削により発生した土砂を河道に還元(置土)する試みが、北海道開発局により2018年から実施されている。これは、中規模フラッシュ放流によって置土された土砂を流下させ、置土下流の砂州の発達を促して、それによる河岸浸食を誘発させて、河道攪乱を生じさせようとするものである。本研究で対象としている置土は、2019年6月に実施される中規模フラッシュ放流に向けてKP30.7～KP30.6左岸に実施されたものである。図-2に置土位置周辺の航空写真を示す。この地点は、流路が直線状に固定化された箇所であり、既往最大の出水で生起確率が240年の大規模出水である2016年8月出水時においても大きな河道形状の変化が見られなかった箇所である。置土の規模は約 300 m³ であり、横断方向に約 6 m、縦断方向に約 91 m、高さが約 0.6 m となっている。この置土に使用された土砂はKP29.8付近の旧流路引き込み掘削により発生した土砂である。置土状況を図-3に示す。

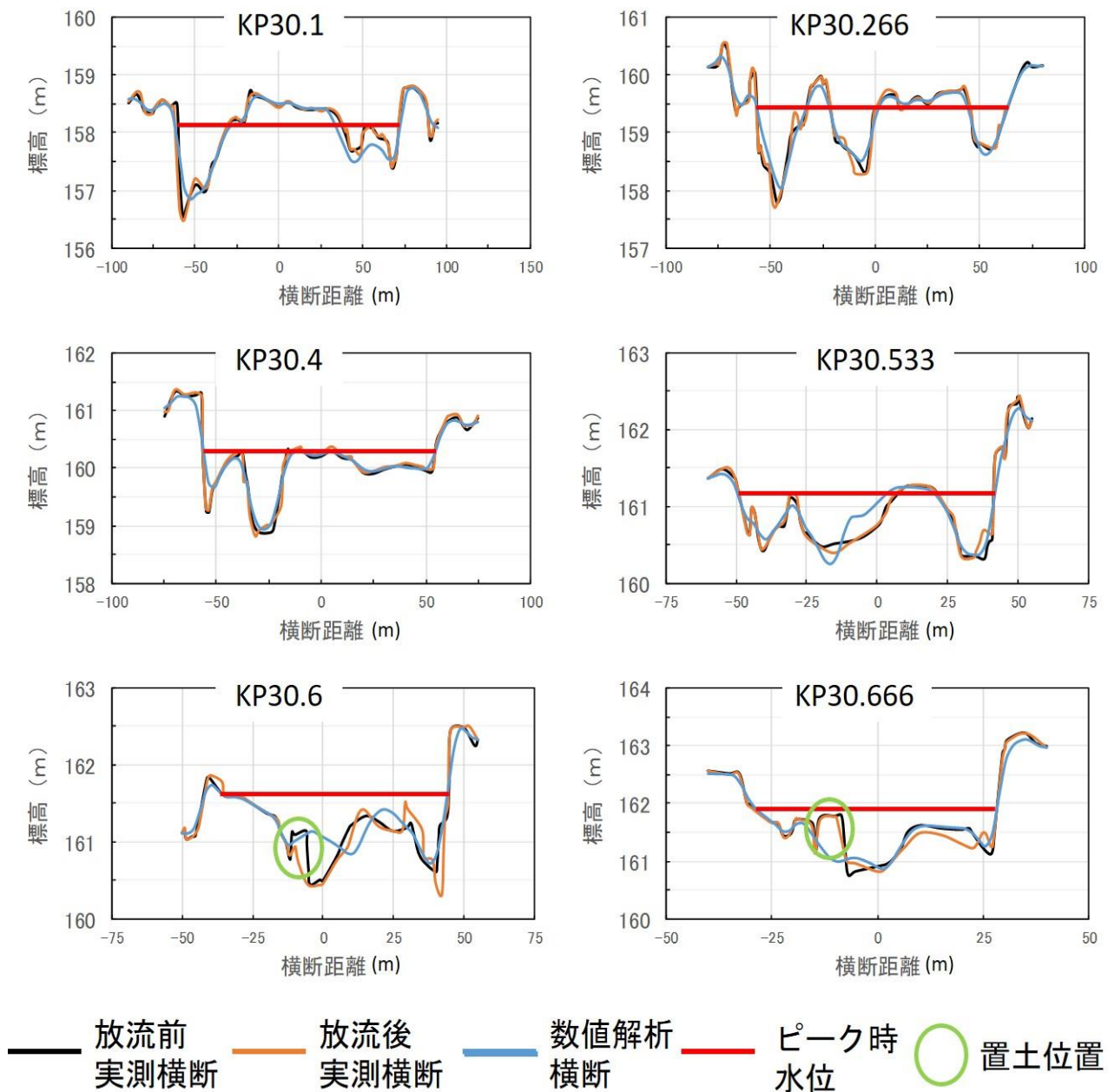


図-6 フラッシュ放流前後の実測値と数値解析後の横断面図の比較

3. 2019年の中規模フラッシュ放流における現地の状況

置土箇所の 11 km 上流に位置する上札内観測所における 2019 年 6 月に実施された中規模フラッシュ放流時に観測された流量を図-4 に示す。ピーク流量は約 $140 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上の期間は約 13 時間である。通水中である、25 日 15 時 30 分にドローンで観測した平面流況を図-5 にベクトル図として示す。これは高度 100 m に定置させたドローンにより、一边が 30 cm の片面が白

塗されている段ボール片を流水中に投下させた軌跡を動画撮影し、画像解析ソフト FkouExpert を使用して解析した結果である。図-6 は、フラッシュ放流実施前に測量された横断面図とフラッシュ放流後に測量された横断面図を比較したものである。なお、横断測量を実施した断面を図-2 に併記している。置土された場所で最大で約 70 cm の浸食が発生しており、その対岸においても広い範囲で浸食が確認された。さらに 200 m 下流では、現地調査の横断測量の結果から、紙面の都合上、図には示していないが、KP30.2、KP30.3 ならびに、KP30.45 など河岸浸食している場所が数多く見られ、砂州の発達と想定される河道形状の変化が見られる。

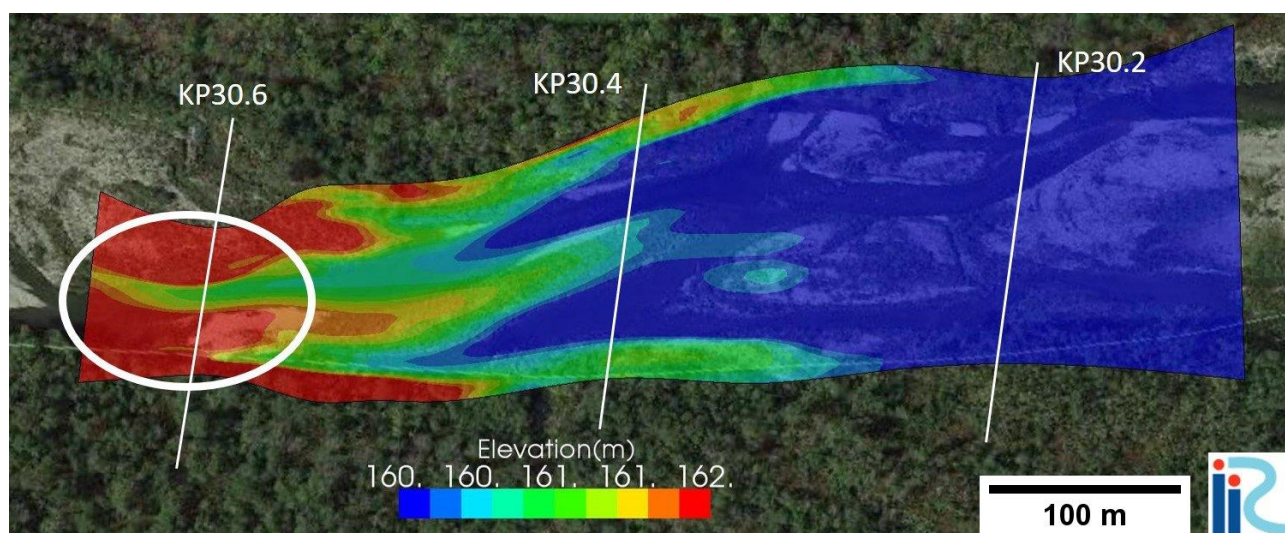


図-7 置土がある場合の初期河床

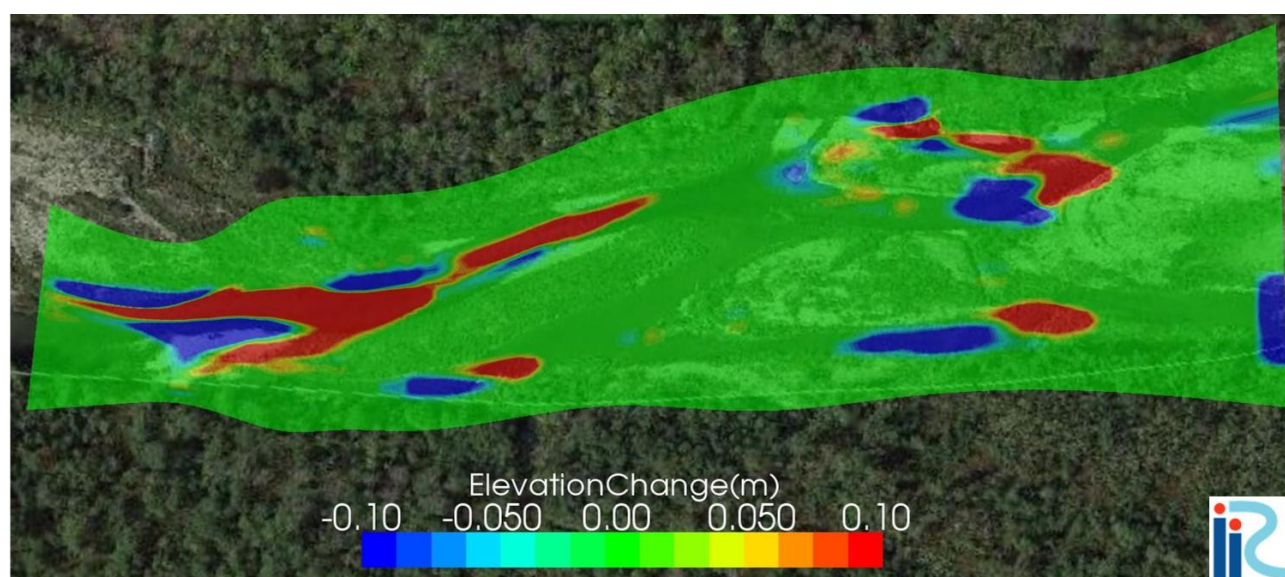


図-8 置土がある場合の河床変動量

4. 河道形状変化の再現

置土の河道攪乱への影響を把握するためには、同一箇所での置土の有無による違いを把握することが最も信頼性が高いと考えられるが、現地で行うことは不可能である。このため、現地で実施する場合には極力似た河道条件の箇所を対象区として設定して実施する。しかしながら、札内川では、流路が幾筋も存在し、場所ごとにその流路に流れる流量配分も変化しているため、対象区の設定も非常に困難な状況にある。このため、数値計算手法により、置土の有無による河道の応答の違いを把握することとした。なお、計算モデルには、他の区間ではあるが札内川の流路変動を精度よく再現することが確認されている³⁾ iRIC 3.0 Nays2DH（二次元河床変動計算；<http://i-ric.org>）を使用した。

ここでは、まず、検討対象区間における計算の制度を確認するため、検討対象区間の現地の再現計算を実施することとする。

(1) 計算条件

検討対象区間は、置土を行った地点を含めてKP30.1～KP30.8の約 700 m とした。数値計算で初期河床形状として使用する地形データは、2019年6月の札内川ダムからの中規模フラッシュ放流前である横断測量データを使用した。なお、測量時は、置土が設置されていたことから、そのまま使用している。計算格子サイズは縦断方向 5 m × 横断方向 2 m のメッシュとした。計算に用いたの初期河床形状のコンター図を図-7に示す。河床に与えるマンニングの粗度係数は観測されている水位が再現できた0.025、流量にはKP41.8にある上札内観測所で観測された流量を使用し、通水期間は2019年6月23日～6月29日の7日間とした。また、河床材料及び置

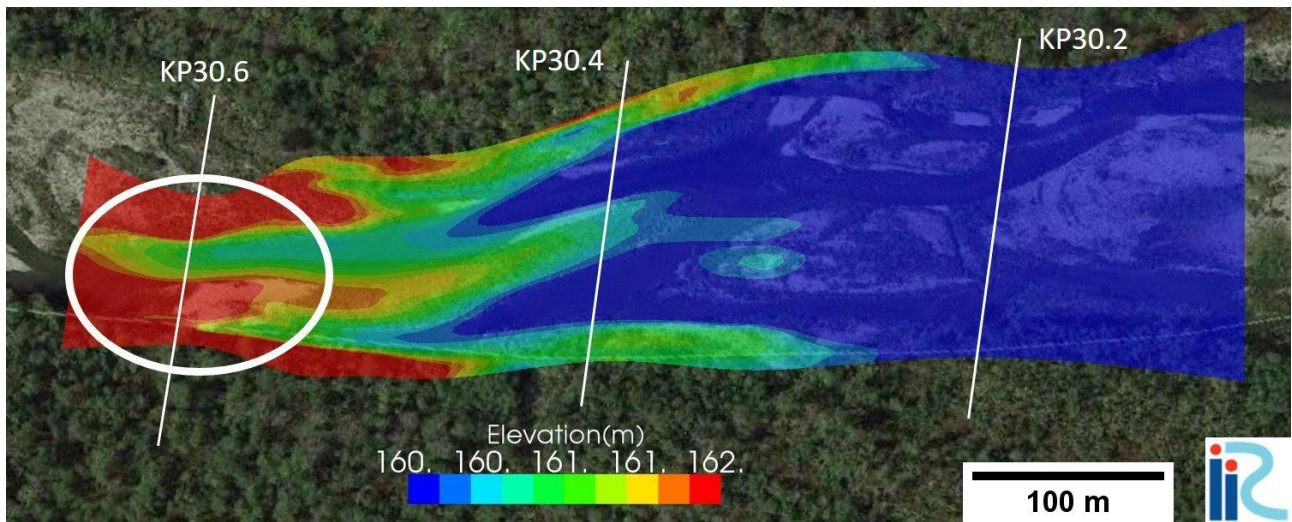


図-9 置土がない場合の初期河床

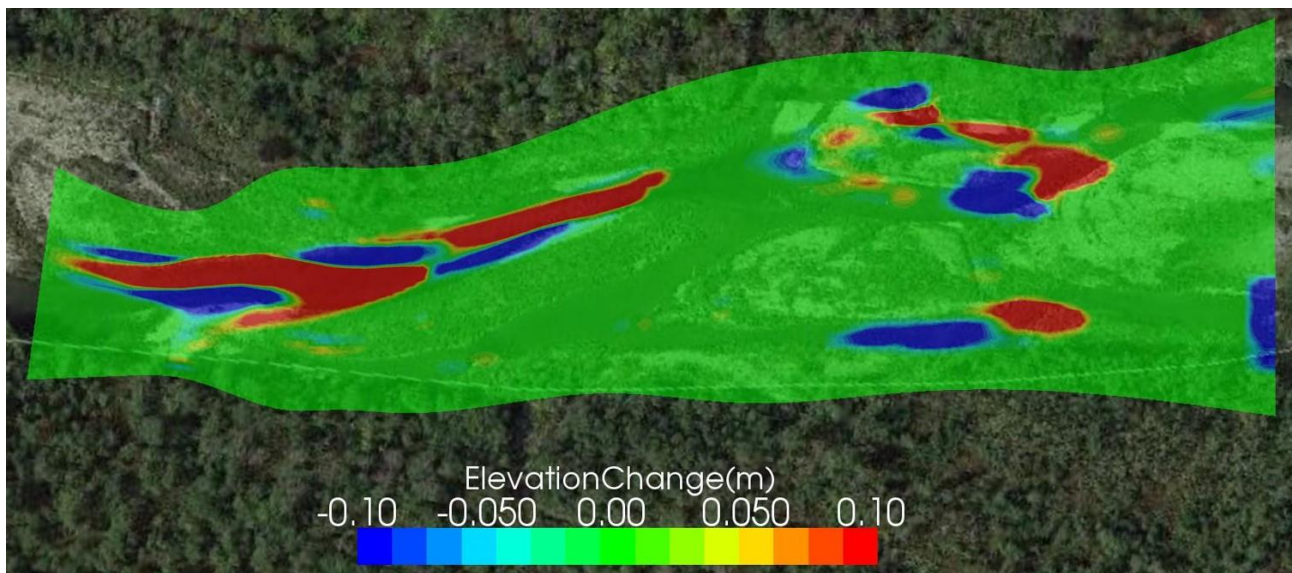


図-10 置土がない場合の河床変動量

土の粒径は現地調査結果に基づいて 70 mm としている。

(2) 計算結果

置土がある場合の再現結果を図-8示す。計算後の横断面図と現地で観測された中規模フラッシュ放流後のKPごと横断面図を比較すると、KP30.1では右岸から 30 m 地点において再現計算結果が現地の観測結果よりも浸食が大きくなっており、30 cm 程度の差がある。KP30.266では、実測横断と数値解析横断での差異がほとんどない状態となっている。なお、横断位置が -60 m と -70 m において、ピーク水位よりも高い位置で河床が低下している理由は、計算格子の作成において、局所的に高い位置が反映されなかったためであり、出水による変化ではない。KP30.4も現地観測結果との差はほとんど見られないが、左岸側の -60 m 地点において 30 cm 程の堆積が見られる。KP30.533においては、中央付近での堆積と浸食の差が大きく、堆積が 40 cm で、

浸食が 30 cm となっている。KP30.6だが、全横断面図を比較した中で現地観測の結果との差が一番大きく、中央付近において現地観測の結果では浸食されているのに対して、数値解析の結果では堆積する結果となっており、70 cm 程の差が生じている。また、右岸側 25 m でも現地観測結果とは大きく異なるか河床形状を示している。KP30.666では、-10 m 付近で現地観測結果ではほとんど変化していないのに対して、数値解析では浸食が大きくなっている。これは、置土されている場所であり、数値解析の結果では置土が流下されたこととなっているが、現地では流下されていないことを表している。このように、KP30.5より下流の区間では浸食箇所や堆積箇所も現地の観測結果と同じような傾向を示したが、KP30.5より上流において現地での観測結果との差異が見られた。これは、今回の計算区間の設定にあたって、出水前後の横断測量が上流部まで行われておらず、やむを得ず助走区間を設定しているが、今

回の計算において計算の上流部で流路が分岐していることから、助走区間が短かったことが影響していると考えられる。

5. 置土がある場合とない場合の河道形状の比較

(1) 計算条件

河道形状以外の計算条件は河道形状変化の再現を確認するために使用したものと同一ものを用いて計算を行った。しかし、フラッシュ放流前の測量は置土を実施してから行われたことから、置土設置前の正確な横断測量データが無かったため、置土後の横断測量データから置土を除いた横断データを作成し使用した。初期河床のコンター図を図-9に示す。白丸で囲んだ部分の赤色の領域が少ないことから、置土がないことが分かる。

(2) 計算結果

置土がある場合の計算結果を図-8、置土がない場合の計算結果を図-10に示す。両者を比較すると、置土がある場合は、置土の直下流の対岸の浸食幅が増加していることが顕著に表れている。また、さらに下流のKP30.5～KP30.45の左岸側においては、置土がある場合において、置土がない場合よりも浸食が少なくなっていることが確認できる。しかし、KP30.5付近において右岸側の浸食が見られるが、置土がない場合には確認されなかった。

(3) 考察

置土がある場合には、置土の直下流において、置土がない場合に比べて対岸の浸食幅が約 5 m 増加していることが確認された。また、置土の影響による土砂流出の増加によって、さらに下流のKP30.5～KP30.45の左岸側の河道の側岸の浸食の規模が置土がない場合に比べて小さくなっているが、右岸側において、置土がない場合には見られなかった浸食が確認された。置土がある場合は、流量のピーク時から3時間ほど前から右岸側での浸食が始まっている。また、KP30.5においてピーク時には置土がない場合では、左岸側の流路の水位が約 161.2 m、右岸側の水位が約 161.2 m であるの

に対して、置土がある場合での左岸側の流路の水位が約 161.1 m、右岸側の流路の水位が約 161.3 m であった。このことから、置土をすることによって左岸側の流れに抵抗が生じ、置土がある場合において置土がない場合よりも右岸側の流れが強くなったためであると考えられる。また、置土のさらに下流における浸食量の減少も、流れが右岸側に寄ったことが影響していることも理由の一つとして考えられる。以上のことより、置土の存在が河岸浸食に大きく影響することが確認された。

6. おわりに

本研究では、中規模フラッシュ放流に伴う置土の有無によって河道攪乱に与える影響を明確にすることを目的とした数値シミュレーションを行った。置土を設置した場合は直下流の浸食幅の増加が大きくなり砂州の顕著な発達も確認され、右岸側の河岸浸食も確認された。一方で、置土を設置しなかった場合は、浸食幅も右岸の浸食も確認されなかった。このように、置土の有無により、計算結果が大きく異なる結果を得た。このことから、置土は流路の固定化の抑制や河川環境の再生にはきわめて有効な手段であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 住友慶三、渡邊康玄、泉典洋、山口里実、横濱秀明：河道攪乱のためのフラッシュ放流による旧流路の維持に関する研究，土木学会論文集B1（水工学），72，4，L751-756，2016
- 2) 秋山瑤貴・渡邊康玄；砂州による河道攪乱に着目した効果的な置土に関する研究，河川技術論文集第23巻，2017年6月
- 3) 渡邊康玄・山口里実・和田誠太郎・住友慶三・中島康博；札内川における旧流路復元箇所における分岐部の流れの特性，土木学会河川技術論文集Vol.23，pp.519-524，2017年6月16日

(2020. 4. 2受付)