

物部川河口砂州地形のモニタリングと洪水時の地形変動解析

国土交通省四国地方整備局 特別会員 ○横山 彩華

高知工業高等専門学校 正会員 岡田 将治

1. はじめに

近年、物部川では、河口砂州開口部が右岸側に移動し、河岸浸食による被害が懸念されていた。堤防への負担を低減するためには、開口部を河道中央に維持する必要がある。国土交通省高知河川国道事務所では、既存開口部を河道中央部に移設し、右岸河口砂州に盛土をすることで開口部の位置を固定しようと試みた。しかし、当改修後も開口部は再び右岸側に移動し始めており、根本的な解決にはなっていない。そこで、本研究では、河口砂州地形のモニタリングを行い、短期的な出水中の地形変化、長期的な経時変化を把握する。更に、出水中の流れや地形変動を再現できる平面二次元河床変動解析モデルを構築することで、河川改修後の地形変動の予測、有効な河川改修方法の検討を可能にする。

2. 研究方法

物部川は国内有数の急流河川であり、流域も多雨地帯となっている。河口では波浪の影響も強く、加えて現在は河川改修が行われているため、河口部では短期間で地形が大きく変化する。本研究では、出水期に合わせてタイムラプスカメラによる定点観測、UAV (Unmanned Air Vehicle: 無人航空機) による空撮といった河口砂州地形のモニタリングを行い、地形変動を把握する。カメラの撮影は 30s 毎とし、図-1 のように設置する。



図-1 カメラの設置位置と撮影方

モニタリング結果を活用して iRIC ソフトウェア Nays-2DH を用いた平面二次元河床変動解析モデルを構築し、改修前後の地形について出水時の地形変動の予測を試みた。対象範囲は深淵観測所から河口とする(図-2)。河道地形としては、2018 年 12 月に行われた ALB による測量データを基本とし、地形の変化が大きい河口部は、UAV による写真測量で得た 3 次元 DSM (Digital Surface Model: 数値表層モデル) で水面上を出水直前の地形に上書きする。次に、正しく地形変動や流れを予測できるかを確認するため、カメラ設置期間中に起こった出水(6/27 出水)について再現計算を行い、解析による予測と実測を比較しながら流量の調整を行う。上流端流量は右岸河口から 0.2km 地点の水位を目安とし、下流端水位には手結の潮位を用いる。粒径、粗度係数はともに河道内一律で 53.3mm, 0.033 とした。

再現計算の検証には通常、水位計が設置されている地点の水位について行うが、本研究では、タイムラプスカメラで捉えた砂州地形の変動のタイミング、出水前後の空撮の画像も比較に用いる。これらについて解析による予測と実測が揃えば、出水時の流れを再現できており、出水中の地形変動や流れの予測が可能になった。

3. 研究結果・考察

河床変動解析モデルの構築に用いた 6 月 27 日出水時にタイムラプスカメラで捉えた映像のうち、10 時、14 時の河口地形の様子を図-3 に示す。開口部右岸側砂州の突出部が浸食されながら開口部が広がっている様子や、水面に浸かっている部分が大きくなっていることが確認でき、映像が地形や水位の変化の様子や時刻の判断に使えることがわかる。また、動画



図-2 河床変動解析モデルの解析範

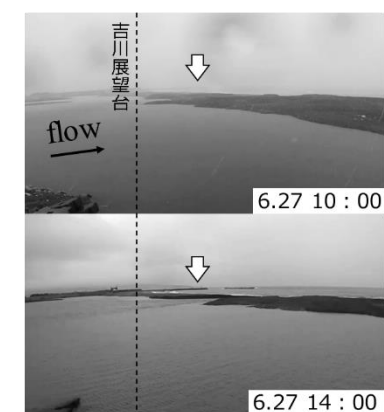


図-3 6/27 出水時の河口地形

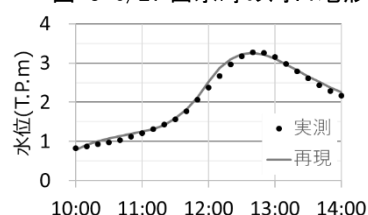
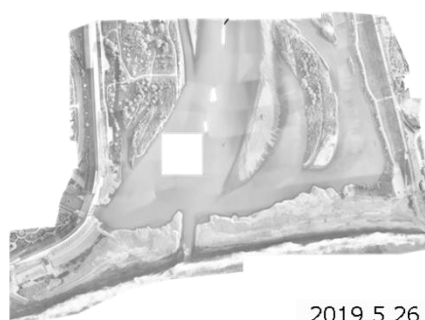


図-4 6/27 の水位ハイドログラフ



2019.5.26

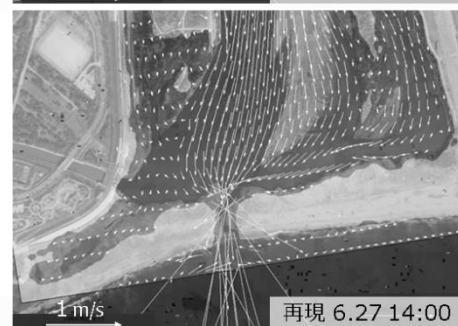


2019.7.24

図-5 6/27 出水前後の河口部の地形



再現 6.27 10:00



再現 6.27 14:00

図-6 6/27 出水の再現(流速ベクトル)

では、浮遊物や水面の動きから流れの向きや相対的な流速も確認することができた。これらのことから、同様のタイムラプスカメラによる地形のモニタリングが、再現計算について出水中の各時刻での地形変動、流れの向き、水位の変化を検証するのに有効だといえる。しかし、右岸側海岸に沿った部分がカメラに収まっておらず、盛土部分からの流れや地形変動を判断することができなかったため、開口部のみでなく両岸までが収まるようカメラの設置を行う必要がある。

河口から 0.2km 地点での水位ハイドログラフを図-3 に示す。これより、河口部では実測と再現の水位が合っていることがわかる。また、UAV で撮影した出水前後の開口部付近の写真を図-5 に、河床変動解析モデルで再現した 10 時、14 時時点の流速ベクトルの図を図-6 に示す。図-5 のうち、上の図は空撮の写真を画像処理したオルソ画像、下は斜め写真である。空撮の写真、再現ともに、右岸側砂州の開口部付近にあった突出部が浸食されており、地形変動を正しく再現できていることがわかる。また、タイムラプスカメラで撮影した映像と比較しても、各時刻での流れの向きや相対的な流速、水面の上下、砂州が水面下に沈み浸食された状態で再び水面上に現れる様子も一致していた。これらのことから、河口部については流れや地形変動を正確に再現できているといえることができる。しかし、河口付近で水位が合うよう流量を調整すると上流部で水位が合わず、上流で水位が合うよう流量を調整すると下流部で水位が合わないため、今後はその原因を調査し、上流部から河口までの全範囲で流れを再現できるよう調整を進めていく必要がある。また、UAV を用いて撮影した写真を処理するにあたり、物部川河口付近では川幅が大きく、一枚の写真内に水面しか写らない物や、両岸に設けた標点との距離が大きすぎる物ができてしまったために写真がうまく処理できない場合があった。今後は砂州上にも標点を設置したり、飛行コースを変えたりして、より比較しやすい結果を得られる手法に改良する。

4. おわりに

本研究では、河口砂州地形のモニタリングと、その結果を活用した河床変動解析モデルの構築を行った。6 月 27 日出水の再現に砂州地形のモニタリングの結果を活用するにあたり、水位や地形の変化はもちろん、浮遊物や水面の動きから流れの向きや相対的な流速も捉えることができ、本研究と同様のモニタリングが河床変動解析による再現計算の検証に有効であることがわかった。また、河床変動解析モデルの構築により、出水による河口砂州地形の変化の予測が可能となった。今後は上流、下流で水位が合わない原因を調査し、より上流も含めて予測が行えるよう、調整する必要がある。