

SfM-MVS による河道微地形モデルの構築とその流れの解析への応用

愛知工業大学工学部土木工学科
愛知工業大学地域防災研究センター
愛知工業大学工学部都市環境学科
愛知工業大学工学部都市環境学科

正会員 ○赤堀 良介
非会員 石黒 聡士
学生会員 青島 正和
学生会員 中田 詞也

1.はじめに

出水時における河道への細粒土砂の堆積と、植生の生育や遷移について、両者の間に相互的な作用が存在する可能性が先行研究により示唆されている¹⁾。植生の進出に関しては生育域がパッチ上に存在し、細粒土砂動態と植生の生育のどちらにおいても河道の微地形の影響を強く受けていると推測され、機構解明には現地観測における微地形の取得が必須であると考えられる。本研究では、伸縮ポールに設置した遠隔操作カメラにより高所撮影を行い、その画像から Structure from Motion - Multi View Stereo (SfM-MVS) による解析を実施し、高解像度の微地形情報を作成した。さらに同地形に基づき数値計算による流れの解析を実施することで、局所的に変化する水理量の状況を空間的に把握することを試みた。

2.研究方法

2.1. 現地観測

観測対象は庄内川の河口より 28km 付近の右岸側である。図-1 に、後述する手法にて作成された該当地区周辺のオルソ画像を示す。観測は 2016 年 7 月 29 日と 8 月 11 日に実施し、前者の対象領域は図-1 中の白い破線内であり、後者は同図の全域である。現地では、高所からの静止画撮影と、Ground Control Point (GCP) のための RTK-GNSS (Sokkia 製, GSX2) による位置情報の取得を実施した。近年では Unmanned aerial Vehicle (UAV) による高所撮影画像を利用した SfM-MVS による地形解析が一般化しつつあるが、本研究対象地域は人口集中地区の上空に該当しており、航空法において無人航空機を飛行させる場合に国土交通大臣の許可が必要である。また付近には送電線が架線されており、安全面からも UAV の運用が困難な場所であった。そこで本研究では UAV に代わり伸縮ポールを用いた撮影を試みた。これは遠隔撮影可能なカメラをポールにより約 7m 上空に持ち上げて高所撮影を行うものであり²⁾、本研究では、配線作業等に用いられる伸縮ポール (プロメイト製, E-4867 マーベル カーボンキャッチャー, 7m) の先端を加工し、市販のレンズ型カメラ (Sony 製, ILICE-QX1L) を取り付けたものを用いた。このポールを持ち上げ、対象の周辺を移動しながら手元のリモコン (Sony 製, RM-LVR2) 操作による静止画撮影を重ねた (図-2)。なお、通常 SfM-MVS によるモデリングのための撮影時は、対象物を取り囲むように撮影を重ねて行く手

法が一般的であるが、本研究では主要な対象領域を取り囲むように移動をしながら適宜立ち止まり、その場でカメラ保持者が水平方向に回転しながら複数回の撮影を行った。

2.2. SfM-MVS 解析

SfM-MVS ソフトウェアとして、Agisoft 製 PhotoScan Professional edition (Ver.1.2.6) を使用した。使用した写真の枚数は 717 枚、GCP の総数は 13 点であった。

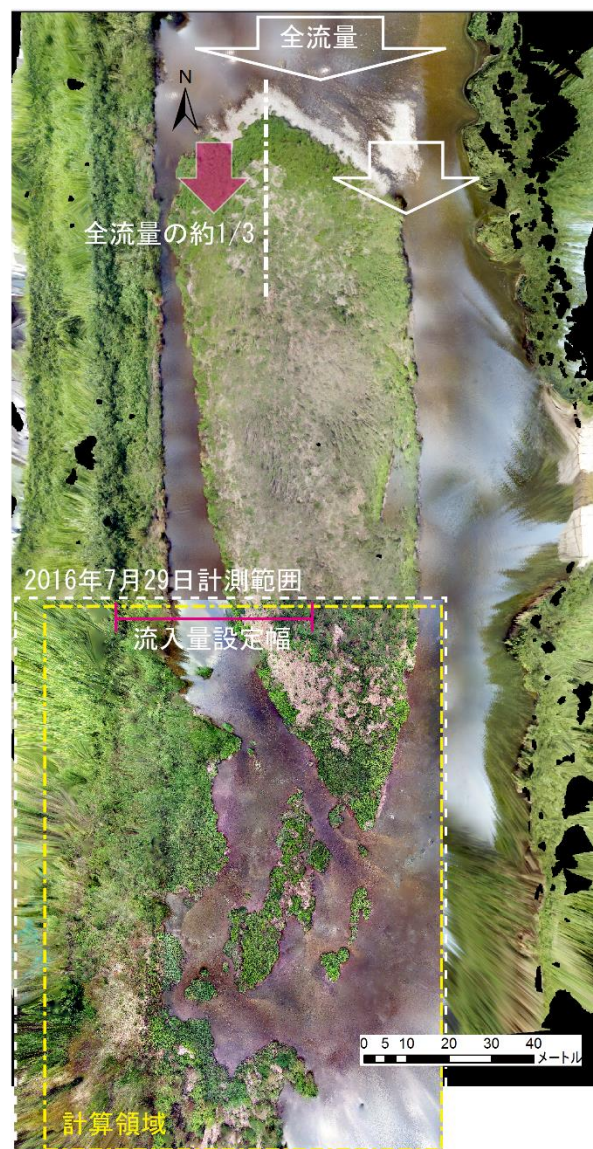


図-1 庄内川 28km 付近の様子を本研究での SfM-MVS により作成したオルソ画像によって示したもの

観測当日の対象領域は水深が浅く、画像には水面下の河床も撮影されており、解析結果として得られた Digital Surface Model (DSM) には水面下の地形も反映されていた。作成された DSM の TIN による概形 (図-1 の白破線領域に該当する) を俯瞰したものを図-3 に示す。また、8月11日に実施した観測結果から、同様の手法を用いて作成した地形と既往の横断測量データを合成し、計算条件の検討を行うための広域的な地形データを作成した。

3. 微地形を用いた流れの解析について

3.1. 計算手順

上記の手法により得られた DSM を地形データとして使用し、2015年9月9日に発生した出水時の流れの解析を行った。本研究では、解析前後の処理のため iRIC³⁾ を用いた。また平面2次元流況解析の数値解析ソルバーとしては iRIC 付属の Nays2D を用いた。地形データとして前述の DSM を使い、iRIC 上で 40cm メッシュの計算格子を作成した。さらに植生域と裸地 (水面下含む) の領域をポリゴンにより分離し、それぞれに 0.07, 0.03 となる粗度を与えた。

2016年9月9日の流量ハイドログラフは、志段味観測所における H-Q 式と水位変動⁴⁾から推定した。前述の広域での地形を用いた解析から、28km 地点における浮洲の標高の高い部分 (図-1 に示した白色の鎖線)

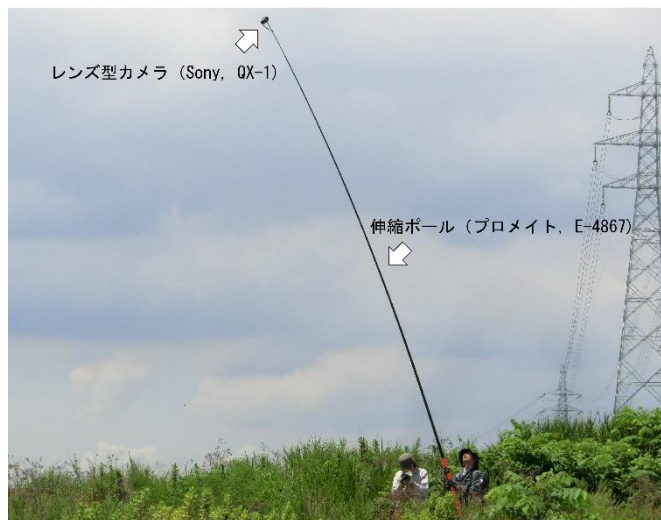


図-2 伸縮ポールに設置したカメラを用いた撮影

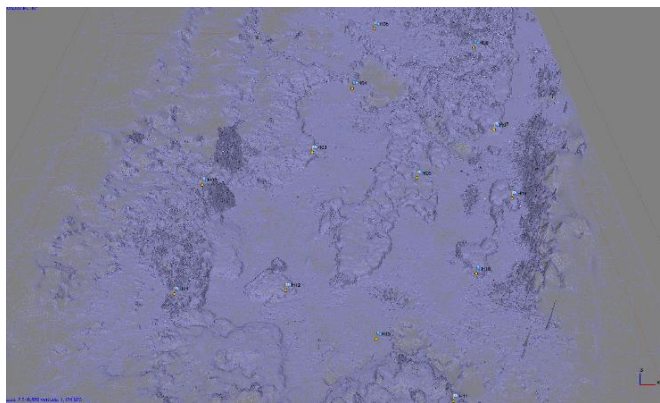


図-3 SfM-MVSにより作成されたDSMの俯瞰図

を挟んで、右岸側では全流量の 3 分の 1 程度の流量が流れ込んでいることが確認された。そこで本計算の際には、図-1 に黄色枠で示した領域の上流端に対し、マゼンダ示した矢印の幅で上記のハイドロの 3 分の 1 の流入流量を与えた。計算に用いた流入流量では、立ち上がりからの 1 時間が $40\text{m}^3/\text{s}$ であり、その後 4 時間を掛けてピーク流量の $75\text{m}^3/\text{s}$ に達した後、さらに 1 時間同ピーク流量を継続させた。

3.2. 数値解析結果と考察

計算終了時 (21600s) における水深を示したコンター図とベクトル図を重ねたものを図-4 に示す。図-1 のオルソ画像に示された計算領域の地形との比較では、右岸と浮洲に挟まれた流路で高速な流れが生じており、浮洲を通して幾つかの筋に分岐していく様子が分かる。このように、微小なスケールにおいても空間的に流れが大きく異なることが確認された。

参考文献

- 1) 原田守啓, 永山滋也, 大石哲也, 萱場祐一: 揖斐川高水敷削後の微地形形成過程, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, No.4, I_1171-I_1176, 2015.
- 2) 後藤秀昭: SfM(Structure from Motion)-MVS(Multi-Video Stereo)技術を用いた変位地形の数値表層モデルの作成と変位量の計測 -1970 年代撮影の空中写真およびポールカメラの写真を用いた検討-, 活断層研究, 42 号, pp.73-83, 2015.
- 3) iRIC Project : <http://i-ric.org/ja/>
- 4) 水文水質データベース : <http://www1.river.go.jp/>

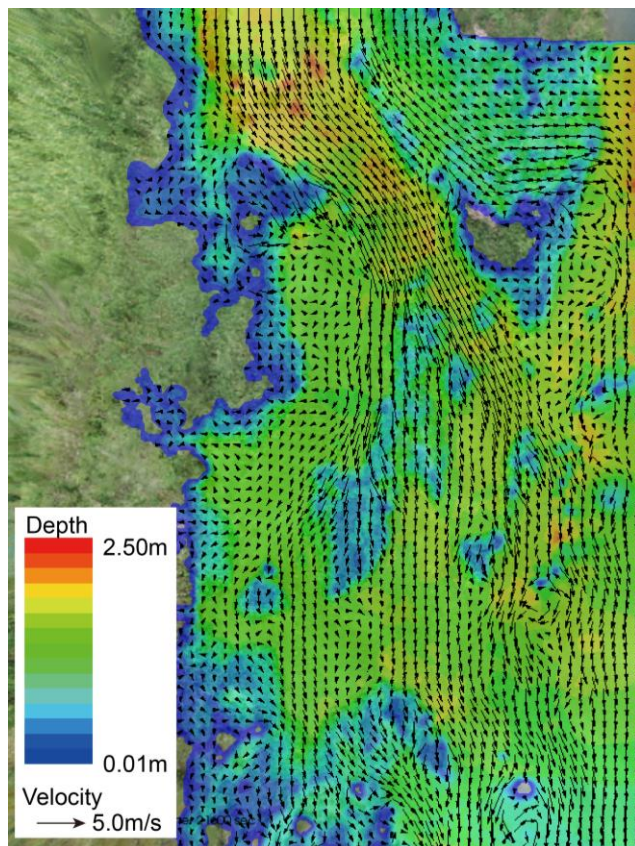


図-4 ピーク流量時の水深コンターと流速ベクトル