

天竜川上流域におけるCCTV画像解析を活用した流域監視の検討

国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所 椎葉秀作 大森秀人^{※1} 杉山和也
日本工営株式会社 ○松本定一 石井秀樹 森田威孝 流川暉平

※1 現:国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所

1. はじめに

山地河川における水位・流量は、支川流域での流況や土砂移動現象の発生を把握するための重要な指標であり、安定的かつ経済的な流域監視網の構築が期待されている。天竜川上流河川事務所は、近年飛躍的に進歩している画像解析技術を活用し、CCTV及び簡易カメラ画像から水位・流量を推定する非接触型の流域監視網の構築を目指し、以下の課題を設定し検討を進めている。

- ①霧などの視界不良が多発する山地河川においても、実用的かつ安定的に画像処理が可能なこと
- ②様々な画角条件・撮影対象に適用可能であり、流域監視網の構築へむけた水平展開が可能なこと
- ③システム全体コストを大幅に低減すること

従来の画像解析による洪水観測は、PIV等による動画像を用いた流水面の移動量の計測が行われているが、中谷ら(2014)は解析処理及びデータ伝送を含めた全体コストを大幅に低減するため、局所特徴量を用いた静止画像解析による流量推定手法を提案している。また、中谷ら(2015)は夜間監視可能なインターバルカメラを検討し、2015年に小渋川流域の流砂観測施設にカメラを設置し流砂観測との同時計測を行っている(図1)。本稿では中谷ら(2014)の静止画解析手法の改良及び天竜川水系小渋川流域鹿塩川を対象とした流量推定結果を報告する。



図1 鹿塩川簡易カメラ設置状況

2. 静止画を用いた水位・流量推定手法

2.1 水位・流量推定手法の概要

静止画を用いた流量推定手法は、中谷ら(2014)における局所特徴量の比較による方法を用いた。処理手順の概要は以下のとおり。

- ①過去の平常時・出水時の静止画像と当該時刻の水位・流量の組合せを予めデータベース化する。併せて、静止画像の局所特徴量に変換する。
- ②CCTV静止画像(現在画像)を局所特徴量に変換する。
- ③現在画像とデータベースの特徴量を比較し最も類似した画像を検索する。
- ④最も類似した画像の水位・流量を推定値として出力する。

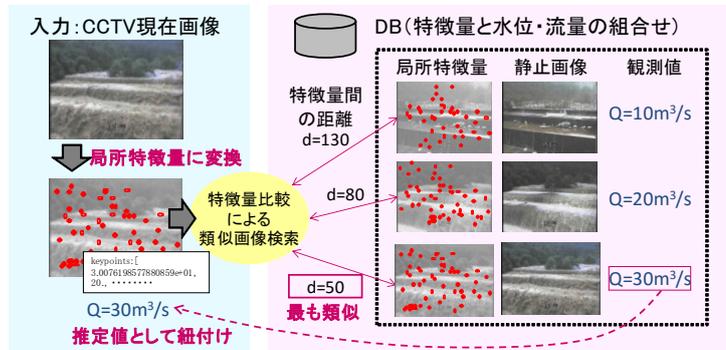


図2 特徴量比較による水位・流量推定の処理イメージ

2.2 画像及び水位のデータベース登録

鹿塩川流砂観測施設の水位観測結果を基にデータベースに登録する出水期間を選定した。本検討では、検証期間(図2に示す入力画像の期間)を2016年4月1日から5月31日に設定し、データベースは検証期間以前の4出水を選定し各1日分の画像データ(144枚/日、全4日576枚)を登録した(図3参照)。

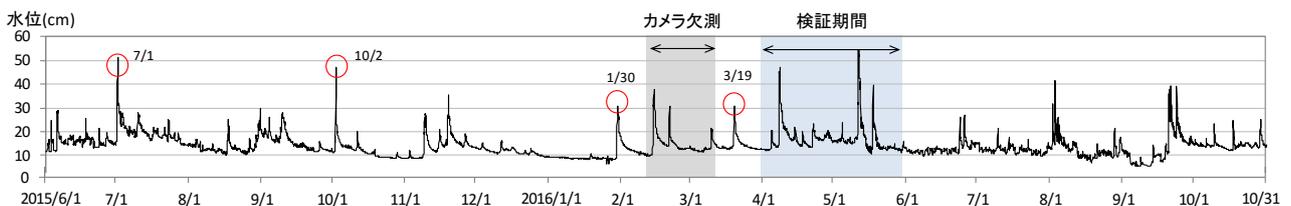


図3 鹿塩川水位データ及び代表出水選定状況(○印)

次に、撮影画像例を図4に示す。画像解析の特徴量を抽出する対象領域は、河道内の植生の影響を受けないよう図4内の赤枠に示す範囲に設定した。

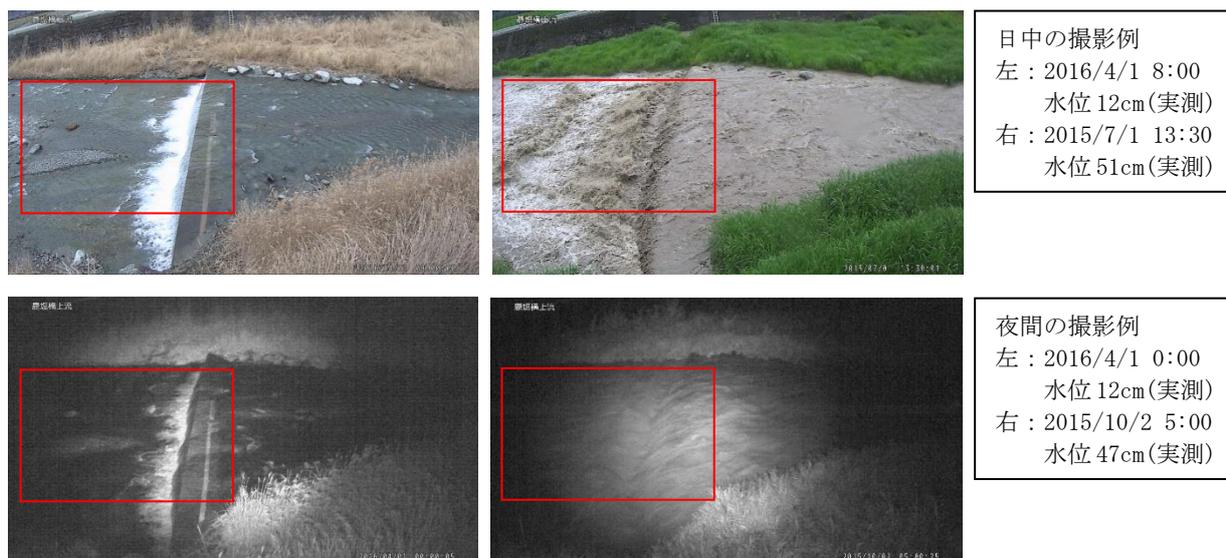


図4 鹿塩川カメラ画像と解析領域の設定

2.3 画像解析処理の改良と解析ケースの設定

中谷ら(2014)では天竜川水系と田切川・坊主平砂防堰堤を対象に、SURF アルゴリズムによる特徴量抽出処理を行っている。今回対象の鹿塩川画像では解析領域の輝度差が少なく、SURF アルゴリズムでは特徴点が僅か数点しか抽出されないケースも生じたため、本検討ではDense Samplingによる特徴点抽出を採用した。特徴量の記述方法は、SURF、ORB、BRIEFの3つの手法による比較を行った。

併せて画像解像度による影響を把握するため、現画像(1920*1080px;解析領域900*540px)、1/3縮小画像(640*360px;解析領域300*180px)、1/6縮小画像(320*180px;解析領域150*90px)の3ケースを試行した。なお、解析処理プログラムはオープンソース画像解析ライブラリであるOpenCVを使用した。

3. 解析結果と考察

前項の条件による解析結果のうち、最も水位観測データと一致したORBによる水位推定結果を図5に示す。検証期間2ヶ月、昼夜含め概ね実測水位と一致している。5月11日の出水ピーク後の水位減少部分に画像推定値と乖離が生じている理由は、出水後の土砂堆積により落水位置や白濁の広がり方が変化したためである。画像解像度による違いは、現画像を用いるよりも1/3~1/6に縮小した画像を用いた方が外れ値は少なく安定していた。理由は、解像度が高いほど局所的な落水模様の類似性に偏るものと考えられる。

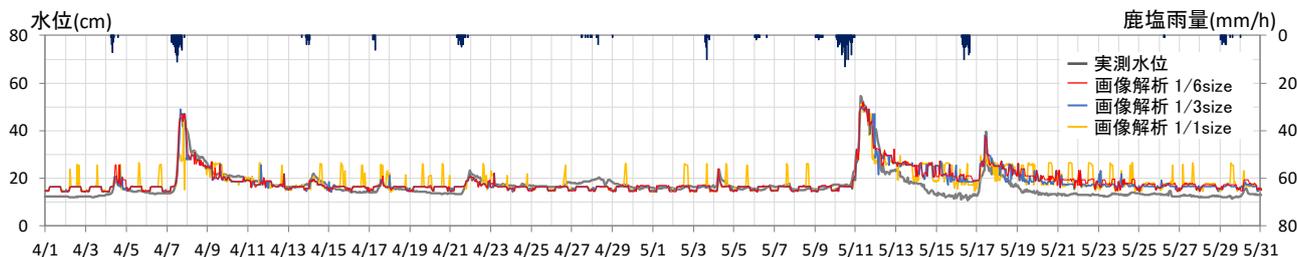


図5 画像解析による水位推定結果(2016/4/1~2016/5/31、Dense Sampling + ORB)

4. まとめと今後の課題

本検討により、静止画解析による連続的な水位・流量監視手法を提示できた。自動処理システムは開発済みであり、今後も継続してデータを蓄積し、流域監視等の活用方法や適用性について検討する予定である。

参考文献

- 1)中谷ら(2014):CCTV 静止画像を用いた流量推定システムの開発,平成26年度砂防学会研究発表会概要集B, p.386-387
- 2)中谷ら(2015):CCTV 静止画像を用いた流量推定システムの開発(その2),平成27年度砂防学会研究発表会概要集B, p.420-421
- 3) OPEN SOURCE COMPUTER VISION <http://opencv.org>