

# CCTV画像解析による流量推定の検討<sup>4)</sup>

岡村修<sup>1</sup> 山根宏之 小竹亮太<sup>2</sup>

<sup>1</sup>天竜川上流河川事務所 砂防調査課 (〒399-4114 駒ヶ根市上穂南7-10)

<sup>2</sup>天竜川上流河川事務所 工務課 (〒399-4114 駒ヶ根市上穂南7-10)

山地河川における流量は、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る。

天竜川上流河川事務所では、安定的かつ経済的に流域を監視するために、平成25年より既設のCCTVカメラによる静止画像を用いた流量推定の検討を実施している。

本論文では、業務を通して得られたCCTV画像解析による流量推定の検討の経緯・今後の展望について報告する。

キーワード：新技術活用、CCTV画像解析、流量推定、

## 1. はじめに

### (1) 天竜川流域の概要

#### a) 地形・地質<sup>2)</sup>

天竜川上流河川事務所が管轄区域としている長野県南部は、赤石山脈と木曾山脈に挟まれた盆地地形となっており、両山脈に挟まれた地形が谷状に見えることから、「伊那谷」と呼ばれ、その中央を天竜川が流れている。



図-1 源流部の崩壊地 (三峰川上流域)

両山脈は3,000m級の山々が連なる急峻な地形をなしており、また天竜川の東部と北部にはそれぞれ中央構造線、糸魚川-静岡構造線が通っているなど複雑かつ脆弱な地質となっている。また管内には荒廃地や斜面崩壊が散見されているため、三峰川をはじめとする各支川から大量

の土砂が生産されている。

#### b) 災害<sup>3)</sup>

このような地形・地質であることから、土砂に起因する災害が古来より繰り返されてきた。特に被害の大きかった昭和36年の梅雨前線豪雨(通称36災害)では、下伊那郡大鹿村をはじめ伊那谷各地で多数の土石流や斜面崩落、堤防の決壊などが起こり、死者約130名、家屋の全壊・流失・半壊約1,500戸といった甚大な被害が発生した。

近年の例では、平成18年7月の豪雨により、諏訪観測所で最大24時間雨量223mmを記録し、岡谷市、辰野町で土砂災害が発生している。



図-2 36災害で崩落した大西山 (大鹿村)

### (2) 管内の砂防事業<sup>4)</sup>

天竜川流域においては古くから砂防工事が行われていた。管内の流域における砂防工事は、主要な土砂生産源である小渋川において昭和8年より長野県によって実施された。またその後、昭和12年に第三次治水計画に基づ

く5ヵ年継続事業として、当時の内務省名古屋土木出張所小渋川砂防工場が設置されたことにより、直轄砂防事業が開始されている。

平成30年現在、天竜川上流河川事務所では三峰川、小渋川、新宮川、太田切川、中田切川、与田切川、片桐松川、遠山川の8流域、合計約1,285㎡を直轄砂防区域としており、これらの流域内における整備対象土砂量は約133,000千㎡と推定されている。

管轄する流域が広く、対象とする土砂量が多いことから、直轄区域内での整備率（整備対象土砂量に対して、現在流域に配置された砂防堰堤などによる整備済土砂量の割合）がまだ低い流域もあり、今後、整備率の低い流域を中心として、各流域でバランス良く円滑に事業を進めていく必要がある。また、ハード対策を進めている間及び、予定しているハード対策以上の規模の災害が発生した場合に備えてソフト対策も併せて進める必要がある。

## 2. 流量推定手法

### (1) 山地河川における流量測定について

山地河川において、水位・流量を測定する目的としては、水位・流量を把握し、下流域における洪水の予測。また急激な水位変化を感知し、土砂災害の把握・予測がある。

これらを達成するためには観測員を現地に派遣する、または、各支川に水位・流量を直接計測する機器を設置し監視することが考えられる。しかし、これらの手法には①観測員を現地に派遣することの危険性、②現地へ移動し、情報を入手するまでの時間的制約、③出水・土砂流出による機器の破損・流出、④機器設置に伴うコスト、といった問題点が挙げられる。

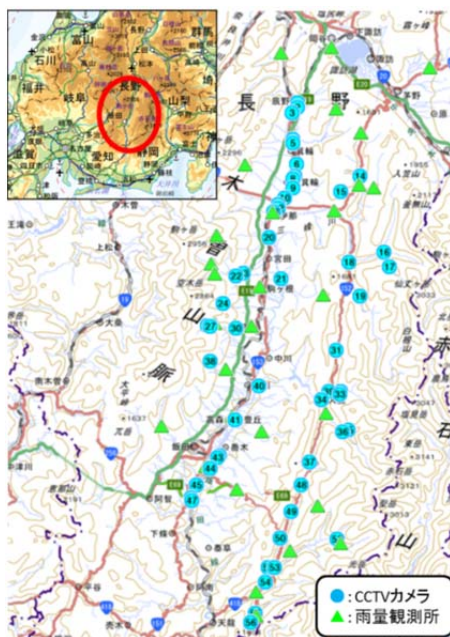


図-3 管内CCTVカメラ位置図

①～③の対策として、水に接触し直接水位・流量を計測しないタイプの計測機器の設置が考えられる。ただ、当事務所の管轄範囲は広大で流域数が多いため、各支川に新たな機器を設置することは経済的ではない。そのため、図-3のように管内に広く設置されているCCTVカメラの静止画像を用いた、2つの手法により流量推定手法を検討した。

### 3. 特徴量比較による過去画像を用いた推定手法

#### (1) 概要

まず一つ目の検討する流量推定手法は、特徴量比較による過去画像との比較から流量を推定するものである。

具体的には、はじめに観測した水位・流量と、その時の画像をデータベースに登録しておく。そして、実際の画像とデータベース画像の局所特徴量（濃淡等の変化が大きい位置とその変化勾配等のベクトル量）を比較して、最も類似する画像を抽出し、その画像の水位・流量の値を推定値とするものである。図-4に本手法の概要を取りまとめる。

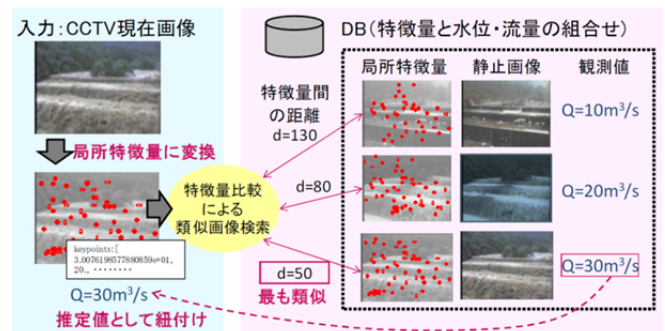


図-4 特徴量比較による流量推定の概要

#### (2) 流量推定結果と課題

検証結果を図-5に示す。図-5は鹿塩川における平成27年6月の結果であり、特に水位変動の大きかった部分を抜粋したものである。

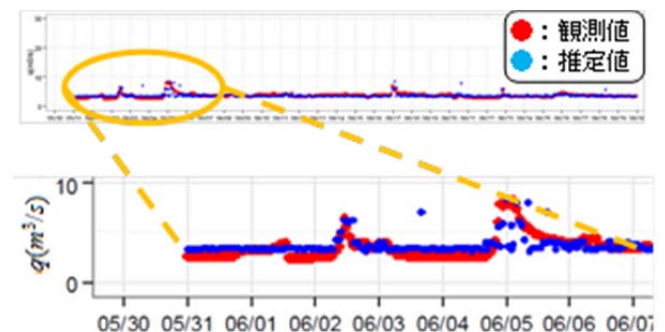


図-5 鹿塩川における流量推定結果

この図より、観測値と推定値の変動の推移が概ね一致することが分かった。しかし、この手法はあらかじめデータベースに登録した画像から推定するものであるた



め、今までに経験のない流量については、推定できないという課題がある。

### (3) 改善案

改善案として、仮想画像により経験・記録のない流量規模の出水画像を作成し、データベース画像としての同様の処理ができるかを検討した。

具体的には、水位の上昇により護岸等の地物が見えなくなり、これらの特徴量が変化することに着目し、CGによる各水位の擬似画像（図-6：堰堤の左岸下流側を着色）を作成、実際の画像と比較し、最も一致した擬似画像の水位から実際の水位の判読を試みた。



図-6 実際の画像と擬似画像（大渡砂防堰堤）

図-7は改善案と既存手法、目視による水位を比較したものである。平常時には概ね水位が一致しているが、水位が高くなると乖離が生じるため、更なる改善が必要である。

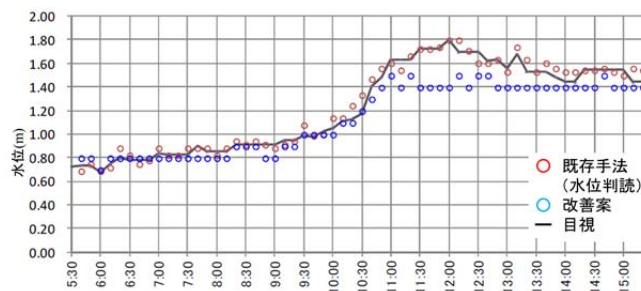


図-7 改善案と各水位との比較

## 4. 水位判読による推定手法

### (1) 概要

もう一つ目の検討する流量推定手法である水位判読は、①画像より水位判読領域を切り出し、②明るさが鋭敏に変化している箇所を画像に抽出、③画像から直線を検出、④多数の直線から水平な直線を水位線として採用する。この水位線から河積を算出し、マンニング流速を乗じて流量を推定する方法である。画像処理の手順を図-8に示す。

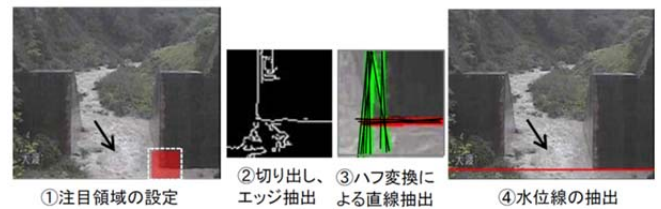


図-8 水位判読の処理例

### (2) 流量推定結果と課題

今回水位判読による推定を行った大渡砂防堰堤では、堰堤表面の乾湿状態により打ち継ぎ目が目立つために、水際線を抽出する処理（図-8の③から④の処理）において、図-9のように打ち継ぎ目を水位線とする誤判読が生じた。



図-9 打ち継ぎ目の誤判読例

### (3) 改善策

安定的に処理を行うための改善策として、複数の直線のうち、線の上下で輝度差（堰堤と水面の輝度差）が一番大きいものを水位線とする処理を追加した。

図-10は改善策を追加した水位判読による水位と、目視による水位と比較したものであり、誤判読が減少し概ね目視と同等の結果を得ることができた。

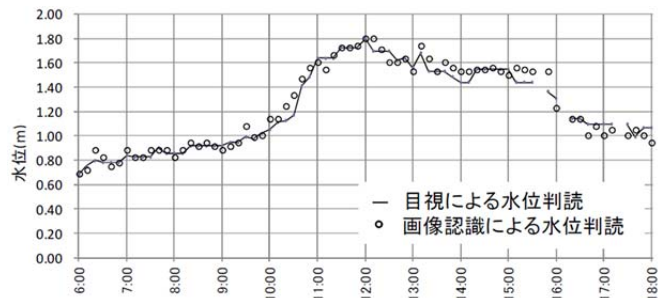


図-10 改善策による推定水位と目視による水位比較

だが、出水時にはある程度傾向を捉えられているが、まだ完全に誤判読を解決していない。また、図-11のように流量が少ない平常時は安定性が劣るため、更なる改善が必要となる。

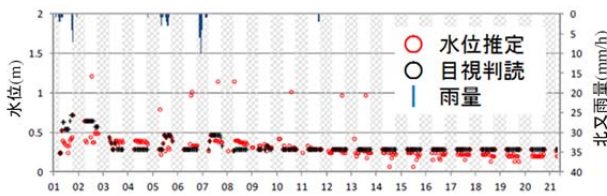


図-11 平常時における水位推定

## 5. まとめ

### (1) 流域推定技術の活用

静止画像を用いた流量推定の解析手法に関する検討は、平成25年度の検討当初より、実用化を前提に進めてきた。今までの検討により、幾つかの課題を残すものの静止画像を用いた流量推定が可能であることの確認ができた。

流量推定技術の活用として、平成28年度よりCCTVカメラ画像解析による流量推定技術を活用した、事務所管内における広域的な流域監視手法（天竜川水系大規模土砂災害監視システム（以下、監視システム））の検討を行っている。

### (2) 監視システム

監視システムは、天竜川上流域における大規模土砂災害への危機管理対応速度の向上を図るため、水位・流量や監視カメラ等の監視観測データの処理・システム化と広域水文データを用いた土砂災害予測手法を組み合わせ、土砂災害防止法に基づく緊急調査等の迅速な対応に資するためのシステムである。

具体的には、①CCTVカメラ画像解析を活用した流量監視、②国土交通省及び他機関の水位・流量の観測データを用いた河道閉塞の検知、③過去の災害時の水位・流量から作成する広域水文指標による土砂災害の注意基準によって、土石流や天然ダムによる河道閉塞を推定する。概要を図-12に取りまとめる。なお、監視システムは平成29年度時点において、システムの実装に向けた機器の検討を進めている。

### (3) まとめ

CCTVカメラ画像による流量推定手法は活用に向けた段階に移行しており、より精度の高い測定を行うために残されている課題について、早急な改善が必要である。

**謝辞：**本報告の作成にあたり、ご協力ならびに各種助言をいただきました関係各位の方々に感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 北澤秋司：天竜川上流の立地と災害、昭和61年7月。
- 2) 松本ら（2017）：静止画像を用いた流量推定プログラムの開発
- 3) 建設省中部地方建設局天竜川上流工事事務所・社団法人中部建設協会：天竜川上流工事事務所「三十年のあゆみ」、昭和55年3月
- 4) 地震調査研究推進本部：伊那谷断層帯  
URL:<http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/katsudans>



図-12 天竜川水系大規模土砂災害監視システムの整備構想