

土石流画像解析の自動化に関する試行事例

国土交通省松本砂防事務所 神野忠広、長谷川達也、石田哲也
株式会社パスコ ○本田 健、横田 浩、野田敦夫

1. はじめに

土石流発生時に被害状況と併せて、ピーク流量や総流出土砂量等の土石流の実態を把握することは、危機管理対応上重要である。土石流の実態を把握する手法の一つとして土石流 VTR 解析がある。この手法は VTR の画像から土石流の流速や流下断面等を計測し総流出土砂量等を算出する手法であるが、作業の大半が手動であるため人為的誤差や解析に時間がかかる等の問題がある。このため、緊急対策等が必要な場面で用いられるためには、作業の自動化が急務となっている。土石流の流速の自動解析は平川ほか(2006)等が試行しているが、その事例は多くない。

今回、異なる場所で発生した2つ土石流を PIV で自動解析する機会が得られたため、流速の解析精度の検証結果、及び流下断面の検知結果を報告する。

2. PIV 解析の概要

本研究では、松本砂防事務所管内の上々堀沢と金山沢で発生した土石流を用いた。いずれの VTR も砂防えん堤下流右岸より上流側を撮影している。以下に解析に用いた土石流の発生日月と計測地点を示す。

■焼岳:2002 年 7 月 15 日土石流

計測地点:上々堀沢第6号床固工

■浦川:2002 年 7 月 3 日土石流

計測地点:金山沢第3号砂防堰堤

解析手順は、VTRをPIV解析ソフトウェアに取り込み計測領域等を設定し、1フレーム(1/30秒)毎に流速を計測した。また、その検証として手動で流速(1/30毎の画像より計測)と流下断面(1秒間隔)を計測した。なお、PIVの原理は平川ほか(2006)に記載されているので、ここでは割愛する。

3. 解析結果と考察

3.1 流速

PIV 解析と手動解析による結果を図1に示す。まず焼岳についてみると、フロント到達後の流速は PIV 解析、手動解析共にほぼ同じ値を示しているが、フロント到達時は PIV 解析 1.5m/s、手動解析 3.6 m/s となり PIV 解析は手動解析の約半分となった。VTR をみるとフロント到達時に床固工直前で減速しているのが確認されており、PIV 解析では減速した流れを検知したものと思われる。

一方、浦川についてみるとフロント到達時やピーク時の流速は PIV 解析 1.9~6.8m/s、手動解析 3.7~5.4m/s とほぼ同じ値を示しているが、その後は PIV 解析の方が手動解析の

約 1.3~1.5 倍の流速を示している。PIV 解析のデータをみると、石礫型土石流での一般的な流速 3~10m/s を大きく超える 15m/s 以上の流速を示した点が最大 15%確認された。仮に 15m/s 以上をエラー値として除去した結果約 10~40%流速が低下した(図2)。焼岳の PIV 解析結果にはエラー値と思われる値はほとんどみられなかったことから、VTR によっては PIV 解析結果の精査が必要である。

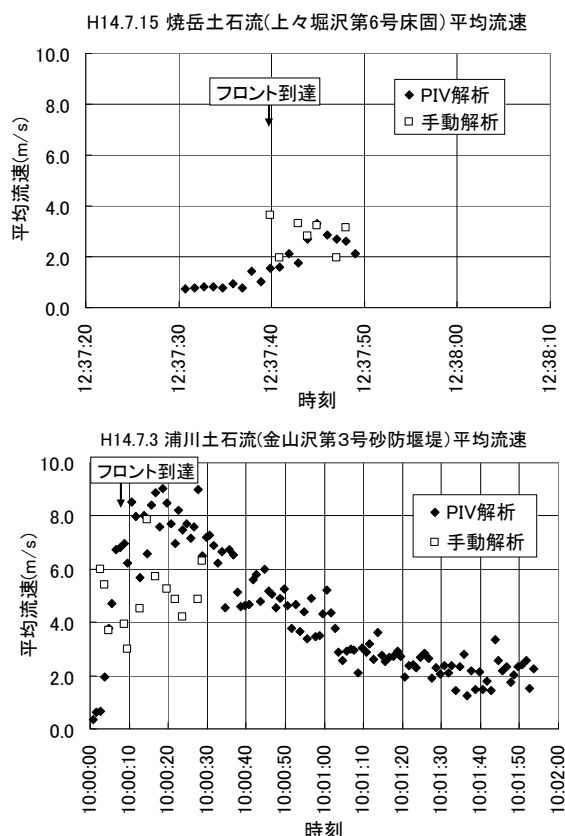


図1 PIV 解析と手動解析による流速計測結果

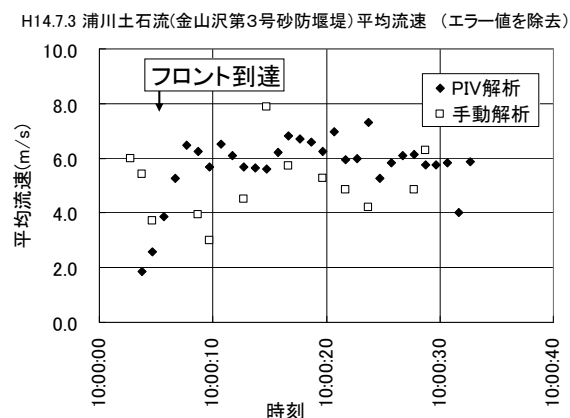


図2 PIV 解析のエラー値除去後の流速の比較

3.2 流下断面

PIV は表面流速を計測する手法であるため、流下断面を検知することはできない。しかしながら、監視カメラ単体で流下断面が計測できれば監視観測の運用コストを軽減できることから、流速分布の違いによる流下断面の検知を試行した。試行にあたっては、一定流速以上の範囲は流下断面であると仮定した。なお流下断面積は以下のように計算した。

流下断面積＝流速検知セル数×セルの面積

図3に流下断面の検知結果を示す。

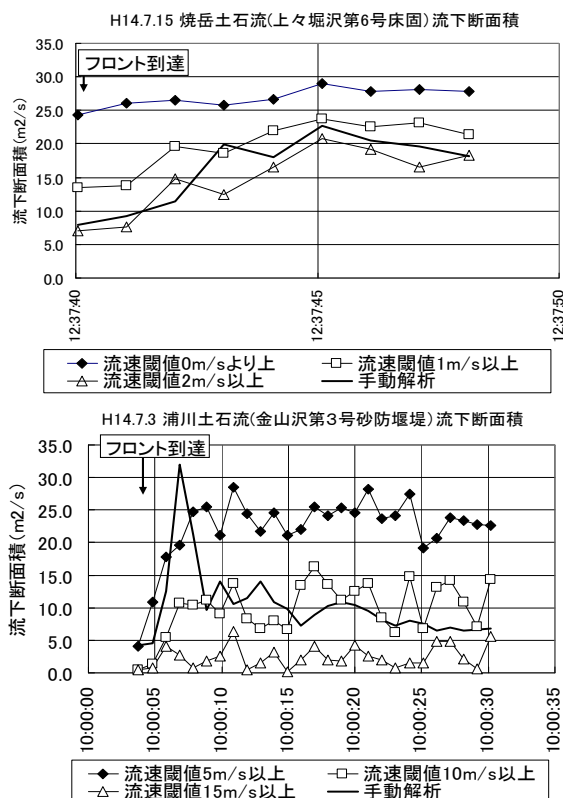


図3 PIV解析と手動解析による流下断面積計測結果

まず焼岳についてみると、流速の閾値を2m/s以上とした場合に手動解析の流下断面積が概ね一致する結果となった。しかしながら、流速2m/s以上の範囲と手動解析による流下断面を重ねると、手動解析に対する適合率は約40%であり、検知精度は低いと言える(図4)。



図4 焼岳での流下断面検知の例

一方、浦川についてみると手動解析で確認された土石流フロント部は、流速の閾値を変化させてもPIV解析では検知できなかった。後続流をみると流速の閾値を10m/s以上とした場合に手動解析の流下断面積と概ね一致するが、図2で示したようにピーク時の平均流速でも10m/s未満であることを踏まえると、流下断面は検知できなかったと考えられる。

今回解析したVTRは、流下断面計測地点の背後にある流れが見えており、この部分の流速も流下断面として検知していると考えられる。よって、PIVで流下断面を検知する場合、撮影範囲や計測領域等を慎重に設定する必要がある。



図5 浦川での流下断面の誤検知の例

5. まとめと今後の課題

PIVを用いた自動解析で土石流の流速の計測と流下断面の検知を実施した結果、以下のようなことが確認された。

- ・流速の計測についてはエラー値を除去することにより、実用的な精度で面的な計測が可能である。
- ・流下断面の検知については、機器やソフトウェアの設定、実地検証等を十分に実施する必要がある、実用化に向けた取り組みを今後も継続する必要がある。

今後の課題としては、本田ほか(2006)や平川ほか(2006)等でも指摘したしぶきや霧等の悪天候下での誤検知の低減を図り、PIVの精度をさらに向上させる必要がある。また、データ蓄積が必要であるが流下断面の検知機能を早期に実用化し、ピーク流量や総流出土砂量等の土石流の実態解明の自動化と迅速化、あるいは本田ほか(2006)が現地実証試験を行った画像解析による土石流検知システムを実現させることが重要である。これにより、噴火中の火山で発生する連続的な土石流を確実に検知し、土石流の実態に基づいたより的確な危機管理対応が迅速に行われるようになることを期待する。

参考文献

- 平川泰之・諏訪 浩・福田克之・小林範之(2006): 土石流の表面流速測定におけるPIV適用の試み, 砂防学会誌, vol.59, No.2, p.49-54
- 本田 健・安養寺信夫・山口恭史・木崎原康一・赤星綾香(2006): 映像解析手法を用いた土石流検知システムの現地実証実験, 平成18年度砂防学会研究発表会概要集, p.388-389