

降灰マーカ―および画像解析の組み合わせ等による火山灰堆積厚把握の試行

日本工営(株)○古木宏和, 田方智, 佐野泰志
国土交通省 九州地方整備局 酒匂俊輔 (前 九州技術事務所)

1. はじめに

火山噴火に伴い火山灰や火砕流が堆積した流域では、噴火後の降雨時に土石流が発生するようになることが指摘されている。国土交通省では降灰を伴う噴火後に、降灰範囲やリル・ガリーの形成・発達箇所、土石流に対する把握を迅速に行う、災害リスクを低減する技術やマニュアルを作成している¹⁾。

火山噴火時の緊急調査を想定した場合、直接目視は実質不可能であり、噴煙等により航空機やUAVによる調査にも限界がある。このため、図1のように国土交通省や自治体が設置しているCCTVカメラ等の既存システムや近年データ活用が進められている衛星データ解析、AI技術を用いて、火山噴火時および降灰範囲等の迅速な実情情報取得手法が開発されつつある。本検討では衛星データや空中写真、CCTV動画を利用した火山噴火時の即時性を重視し、近年のAI技術等を活用した現地状況把握技術の検討を行った。

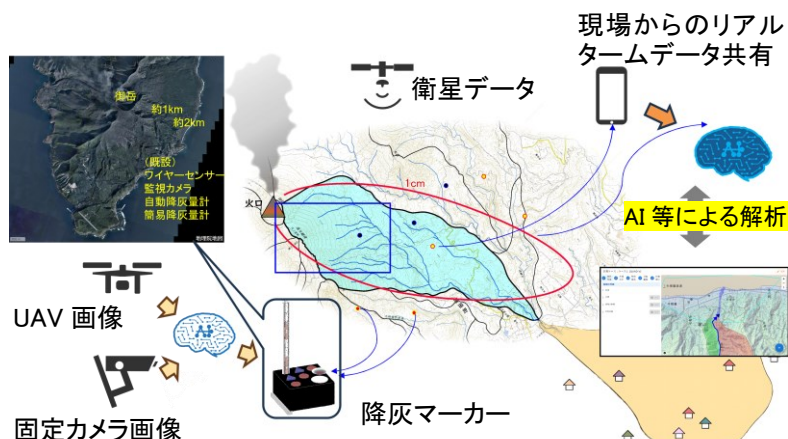


図1 火山噴火時の緊急時における既存監視技術の活用イメージ

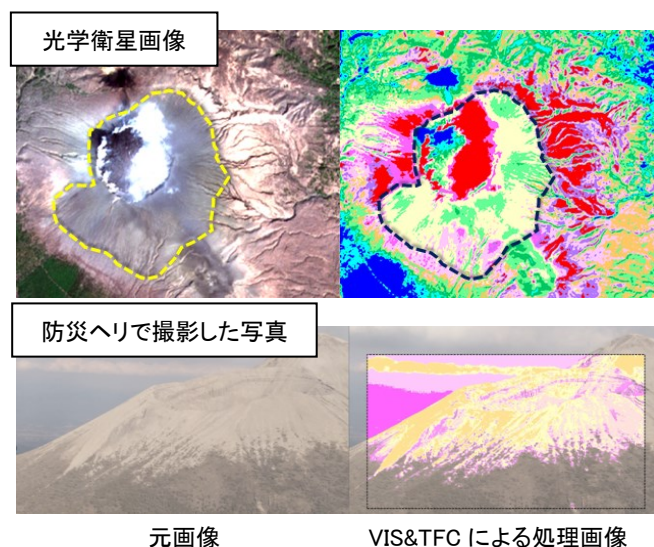
図1 火山噴火時の緊急時における既存監視技術の活用イメージ。本検討では衛星データや空中写真、CCTV動画を利用した火山噴火時の即時性を重視し、近年のAI技術等を活用した現地状況把握技術の検討を行った。

2. 検討技術の概要と適用結果

2.1 降灰範囲の概略把握

衛星データや空中写真から、色濃度の違いを利用し、教師無し機械分類で画像範囲内のクラス分類と着色を行い、降灰範囲の判読補助を行う。分類、着色は、VIS&TFC²⁾という市販ソフトウェアを用いる。

図2は、PC画面上でVIS&TFCによるリアルタイム処理を行った画像である。色濃度が相対的に暗い部分(黄色～緑色)が出力される。この範囲を参照に、技術者が点線のように降灰範囲を判読しやすくなる。VIS&TFCは、画像や動画にも適用可能である。図2下は防災ヘリで撮影した画像を処理した画像である。斜面を覆っている灰色の降灰部分が明確に区分できる。



元画像 VIS&TFCによる処理画像

図2 VIS&TFCによる降灰範囲の推定
色濃度のクラス分類と着色

2.2 衛星画像からのガリー発生規模の把握

図3は、深層学習(AI)によりガリー抽出を試みた結果である。既往の研究結果³⁾から、ガリー形成により写真の陰影を利用し、深層学習による判読で流域単位のガリー発生規模を把握する。深層学習の手法は、既往研究を参照した。教師データはLPデータを用いた。推論画像はLPデータと光学衛星画像を用いた。

ガリー地形は、技術者2名が判読を行い、AIの推論結果との照合し精度検証した。結果、解像度が粗い衛星画像においても、技術者判読結果と8割程度のガリー位置が一致した。検出されたガリーの規模は、幅20m程度以上であった。現状、技術者とAIの精度差はあるものの、将来、衛星画像を用いた定期監視技術として、流域単位の大規模地形変化を即時的にとらえることを想定している。

2.3 降灰マーカ―撮影画像からの降灰厚自動算出

現地に固定したカメラで撮影した降灰マーカ―の画像から、降灰厚を自動計測する仕組みを検討した(図4)。手順は次の通りである。①画像から降灰マーカ―を検知し、トリミングする。②深層学習アルゴリズム(YOLOv7)を用いマーカ―を検知する。③検出したマーカ―画像にバーチャルメジャーを設定し、1ピクセルあたりの長さを求める。④マーカ―側面の色合いと降灰の色合いを、教師なし機械学習により分類する。⑤降灰厚を、鉛直方向のバーチャルメジャー上の

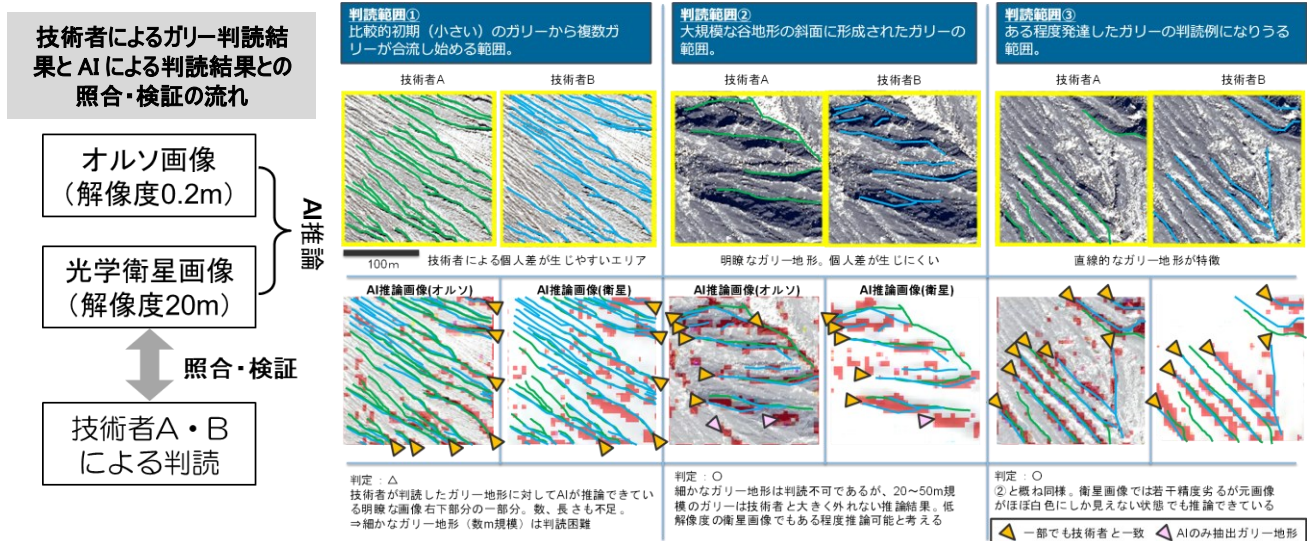


図3 ガリー地形のAI抽出結果と技術者判読結果の比較検証

色分類結果(ピクセル数)から求める。検討結果、目視観測と5mmほどの誤差は生じるものの、概ね計測可能である事がわかった。また、降灰で埋まっているマーカーの識別も可能であった。

2.4 CCTV 動画からの土石流流出渓流の検知

既存監視施設であるCCTV動画から土石流の検知を行う(図5)。画像解析手法は、オブティカルフロー(OF)を用いた動体検知手法⁴⁾を使用した。画像内のスケールは、周辺の地形から推定し、決定した。この手法を用いることで計測器を設置していなくとも、土石流の見かけの流速を計測し、変化をグラフ化できた。計測対象が遠方で画像解像度は粗いものの、動きがあれば検知可能であり、現象発生時の自動動画保存や警報発信も可能となる。

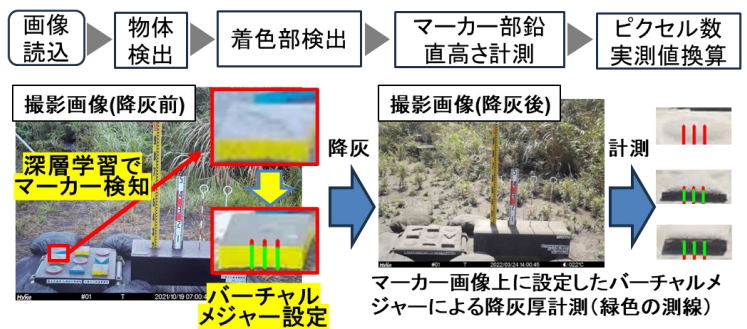


図4 機械学習を用いた降灰マーカー画像からの降灰厚計測

3. デジタル技術を駆使した監視技術適用のまとめ

本検討では緊急時の火山噴火を想定として即時的に適用可能なデータや分析技術を試行した。まずマクロスケールとして火山全体の光学衛星画像からの降灰範囲推定手法、ガリー地形抽出の現象規模を概略的に把握する手法を検討した。次に現地に設置されている固定カメラで撮影した降灰マーカー画像からのAIを用いた降灰厚の計測、CCTVの土石流動画からの自動流速計測を行う手法の検討を行った。いずれも人力による目視誤差はあるものの、緊急時に現象規模を画像、動画から目安として定量化、可視化する技術として、適用可能である事が確認できた。今後は、多岐にわたる緊急時を想定した適用可能性の検討、AIの教師データ拡張、精度面の向上を行う予定である。

引用文献

- 火山噴火緊急減災対策砂防計画 策定ガイドライン, 国土交通省砂防部, 2023.
- 渡邊大智, 古木宏和, 宗像俊, 小島尚人, コンクリート表面点検支援を目的とした画像特徴領域内外分類アルゴリズムの提案と実用化, 土木学会論文集F3(土木情報学), 2021, 77 巻, 2 号, p. I_1-I_12, 2021.
- 堤宏徳, 岡崎敏, 山本陽子, 古木宏和, 田方智, 地形解析図を教師とした深層学習による空中写真からの侵食地形抽出の試み, 令和元年度砂防学会研究発表会概要集, p709-710, 2019.
- 川邊三寿帆, 小野正博, 松本直樹, 宮田秀介, 藤田正治, 倉上健, 伊藤隆郭, 木佐洋志, 渡部春樹, 松岡暁, 矢下誠人, 魚野川流域での出水時の流砂・水文現地観測と 既存機器及び画像解析技術を用いた流量把握の省力化の試み, 令和5年度砂防学会研究発表会概要集, p129-130, 2023.



図5 OFを用いたCCTVカメラからの土石流検知見かけの流速計測とグラフ化例