

SfM-MVS を用いた発災直後の地形把握手法の検討 ～能登半島地震 市ノ瀬町での事例～

国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 ○水流竜馬、竹下航*1、山越隆雄*2、瀧口茂隆、村木昌弘
*1：現 国土交通省 近畿地方整備局 紀伊山系砂防事務所
*2：現 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 地震・火山室

1. はじめに

令和6年に発生した能登半島地震において、崩壊した土砂が河道を閉塞することによって各地で河道閉塞が形成された。河道閉塞が形成された際は、土砂災害防止法による緊急調査の着手の判断や現地への踏査ルート設定など、初動期における地形状況の把握が重要である。しかし、今回の地震では、地盤変動により基準点が測位できなかつたり、主要道路の損傷によって現場への立ち入りが制限されたり、即時的な地形情報の把握が困難であった。

2. 目的

本検討では前述の状況を踏まえ、発災直後における調査方針の策定や緊急調査着手等の判断材料となる地形状況を把握するための手法の検討を目的とした。

3. 三次元地形モデルの作成

輪島市市ノ瀬町猿谷で発生した河道閉塞箇所を対象に検討を行った。災害直後（1月7日まで）に入手可能な画像データを SfM-MVS (Structure from Motion-Multi view Stereo) 解析することで三次元地形モデルを作成する手法を検討した。

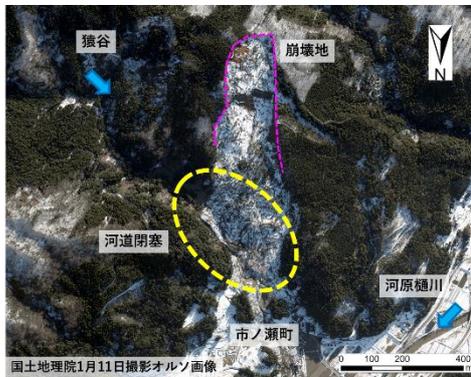


図1 市ノ瀬町河道閉塞箇所

3.1 発災直後に入手可能なデータの収集

能登半島地震の発災直後に被災状況を把握するために取得したデータの時系列を表1に示す。本研究の解析には、「地整へり動画のキャプチャ」「アジア航測株式会社の斜め写真」「現場撮影UAV」を使用した。

表1 収集データ時系列

日付	データ収集状況
1月1日	令和6年能登半島地震 発生
1月2日	北陸地整へり動画 撮影 アジア航測株式会社 斜め写真 撮影
1月7日	国総研土砂災害研究部 UAV 撮影
1月11日	航空レーザー測量開始
1月15日	災害前DSM G空間情報センター 公開
1月20日	北陸地整 災害後DEM 提供

また、各写真データの枚数及び位置情報の有無を表2に整理した。また、現場撮影 UAV については河道閉塞箇所を中心に撮影したため、河道閉塞箇所のみを解析した。

表2 収集した各写真データについて

画像データの諸元	画像の位置情報の有無	枚数
北陸地整へり動画キャプチャ	無	29
アジア航測の斜め写真	有	10
現場撮影UAV	有	162

3.2 SfM-MVS 解析における評定点

画像の位置情報を推定する際に精度を上げる目的で評定点を机上で設定した。評定点は現地で測量を行うのが一般的である。しかし、災害時の初動期では、現地で測量を行うことが容易ではない。そこで、本研究では災害前のオルソ画像から、撮影された画像内で判読可能な建物の屋根や道路、山地内の樹種や樹齢が異なる境界などの特徴的な地点かつ、発災後も変わらない地点のポイントを作成し、そのポイントの標高を災害前の DSM データより推定した。設定例を図2、図3に示す。



図2 標定点設定イメージ（屋根、道路）

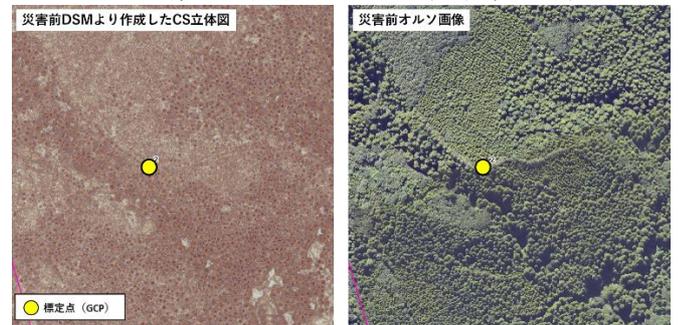


図3 標定点設定イメージ（樹種・樹齢の境界）

4. 災害後 DEM との比較

作成した三次元地形モデルを、河道閉塞調査の用途ごとの観点から災害後 DEM と比較した。

4.1 河道閉塞部の堤高の把握

作成した三次元地形モデルより作成した縦断面を図4に、河道閉塞の堤高と考えられる箇所(580m)地点の堤高を表3に示す。縦断面と580m地点の堤高が最も災害後DEMと近いのは、北陸地整へり動画の縦断面であった。また、いずれの縦断面も災害後DEMとの標高差は10m以内であった。

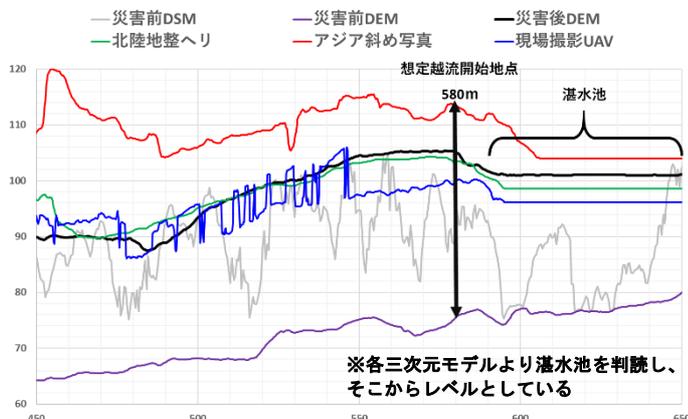


図4 河道閉塞部縦断面

表3 580m地点堤高

地形モデル	堤高 (m)
災害後DEM	29.6
北陸地整へり動画キャプチャ	28.0
アジア航測斜め写真	37.9
現場撮影UAV	24.5

4.2 大規模崩壊斜面の形状の把握

作成した三次元モデルより作成した大規模崩壊斜面の縦断面を図5に示す。大規模崩壊斜面の形状は、それぞれの縦断面で、災害後DEMの崩壊地形状とおおまかに一致することが確認できた。

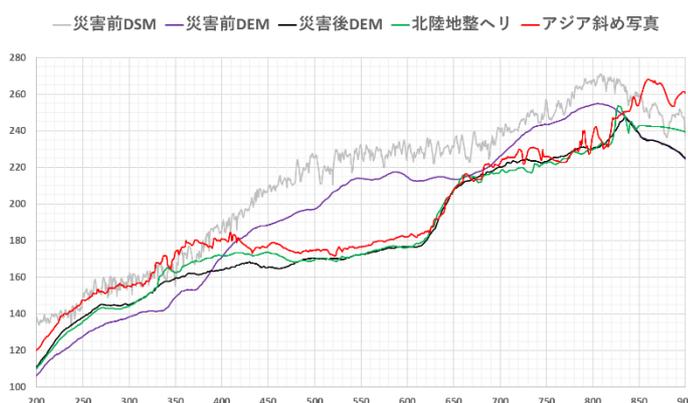


図5 大規模崩壊斜面 縦断面

4.3 大規模崩壊斜面の侵食堆積差分の把握

災害後DEMおよび作成した三次元地形モデルに対して、災害前DEMをそれぞれ差分解析した結果を図6に示す。崩壊地内の侵食堆積の大まかな形状(破線緑部)が災害後DEMとほぼ一致することが確認できた。

また、侵食堆積差分の数量整理を表4に示す。侵食堆積差分は北陸地整へり動画より作成した三次元モデルで最も災害後DEMの結果に近い結果を得ることができた。これについては、北陸地整へり動画の方が、斜め写真に比べて、画像枚数が多かったことと撮影位置のばらつきが大きかったことが要因であると考えられる。

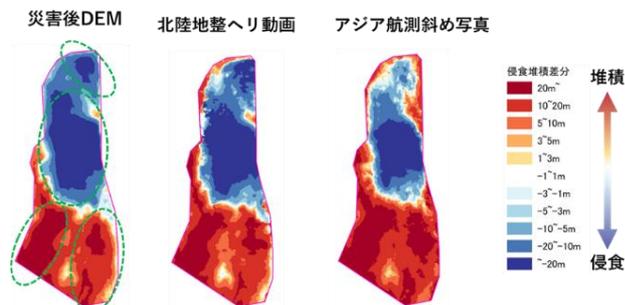


図6 大規模崩壊斜面 差分図

表4 差分数量

差分内容 (対象から災害前DEMを引いた)	土砂量(万m ³)		
	侵食	堆積	計
災害後DEM	-139	105	-33
北陸地整へり動画	-134	113	-22
アジア航測株式会社斜め写真	-108	184	77

5. 結論

本研究では、へり動画のキャプチャや斜め写真のように写真測量を目的としない画像と災害前のDSMより推定した評定点から作成した三次元地形モデルを用いて、発災後数日でおおまかな地形状況の把握ができることが確認できた。おおまかな地形状況を把握することで、土砂災害防止法における緊急調査着手の候補地選定や調査計画の立案へ早期に着手できるようになると考えられる。

また、今回検討した手法は、能登半島地震のような情報収集が制限された場面における緊急時の地形把握手法であり、発災後数日のデータ取得に制限がある中での活用に留めるべきである。

そして、今回のような検討を行うためには、災害前のDSMデータおよびオルソ画像が必要である。今後、災害の発生に備えて、平時より各所が保有している航空レーザー測量データのオープン化が必要と考えられる。

6. 謝辞

災害前後のDSMおよびDEMデータをご提供いただいた北陸地方整備局および石川県砂防課、斜め写真をご提供いただいたアジア航測株式会社に深謝の意を表す。

参考文献

- 『土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き(河道閉塞による土砂災害対策編)』(平成28年3月一部改訂 国土交通省)