

富士川水系早川流域における地表面変位の面的検出

国土交通省関東地方整備局富士川砂防事務所 田中秀基 村松悦由 樽林哲也 渡辺正彦
国際航業株式会社 ○佐藤匠 宮田直樹 江川真史

1. はじめに

富士川水系早川流域（流域面積 509km²）は、早川本川沿いに糸魚川－静岡構造線の大断層が走っており、一部は褶曲作用を受けて破碎され、大量の土砂を生産している。特に、七面山崩れや御池の沢等の大規模崩壊地では、活発な土砂生産・流出が生じている。さらに、近年では平成 23 年台風 12 号に伴う豪雨により顕著な土砂移動が発生している。

本報告では、早川流域の土砂移動実態を把握するための一貫として、多時期の航空レーザ計測データを用いて地表面変位を検出した事例と、同手法を適用する場合の留意点について示す。

2. 地表面変位の検出手法

本検討では航空レーザ計測データから地表面変位を面的に検出する手法¹⁾（以下「3D-GIV 解析」という。）を適用した。同手法は、2 時期の DEM から地形特徴を表現できる画像（本検討では傾斜量図を利用）をそれぞれ作成し、パターンマッチングによる画像解析から、各地点の 2 時期間の水平変位ベクトル（変位方向・変位量）を取得するものである。

変位ベクトルの算出手順は以下のとおりである。

- ① 2 時期の DEM から地形画像（傾斜量図等）を作成。
- ② 1 時期目の小領域を切り出し、この複数ピクセルの画像パターン（濃淡分布）をもとに、2 時期目の画像内でより相関の高い位置を追跡。
- ③ 2 画像間の平均水平変位量・変位方向を算出。

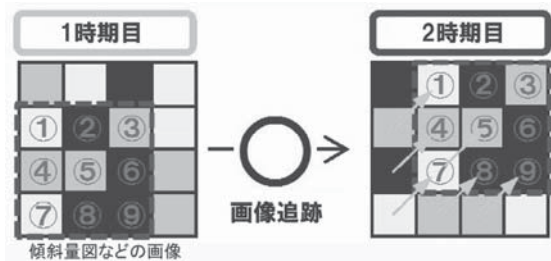


図-1 変位ベクトル算出の概念図

3. 3D-GIV 解析による地表面変位の検出

早川流域では、3 時期（H21、H24、H27）の航空レーザ計測データが整備されているため、変位量の累

積が最も大きくなる H21-H27（期間①）を基本として変位ベクトルの検出を行なった。なお、変位ベクトルは 2 時期の航空レーザ計測データの品質等の違いからノイズが多く発生するため、一定方向にまとまりのあるベクトル群を抽出し、地形判読等を併用したうえで、斜面変状が生じている箇所を抽出した。

その結果、早川流域内において、計 17 箇所の斜面変状箇所を抽出した。抽出箇所は、主に早川の右岸側流域に集中している。

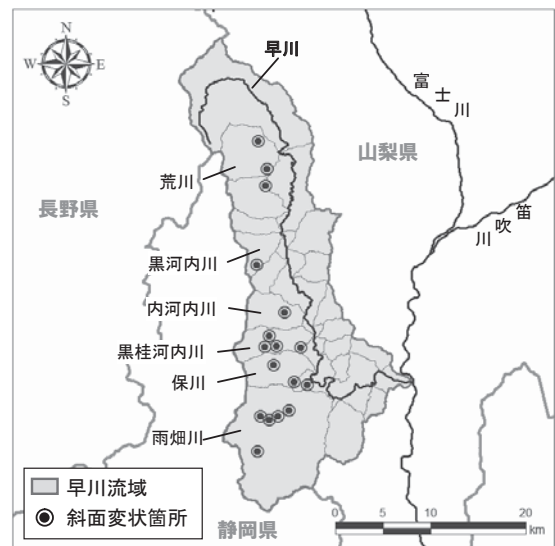


図-2 斜面変状箇所の抽出結果（期間①：H21-H27）

4. 変位検出箇所の代表例

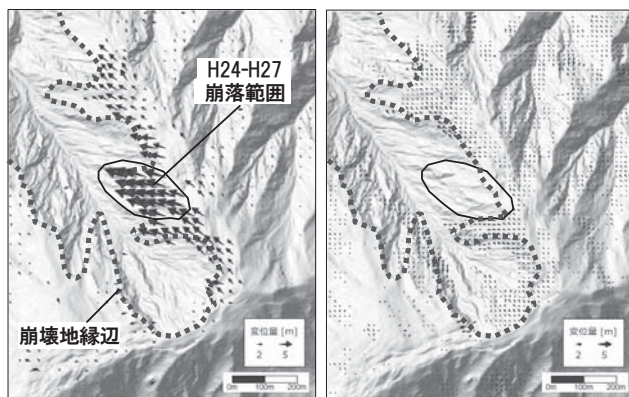
ここでは、斜面変状箇所として抽出された 17 箇所のうち、顕著な変位が確認された八潮崩れと、従前から変位が生じていることが確認されている荒川流域のアレ沢崩壊地について、解析結果の概要を示す。

（1）八潮崩れ（雨畑川左支稲又谷）

八潮崩れは雨畑川左支稲又谷の右支溪に位置する幅約 200m、長さ約 1600m の崩壊地である。崩壊の発生時期は不明とされているが、七面山大崩れが発生した安政東海地震（1854 年；M8.4）あるいは大谷崩れが発生した宝永地震（1707 年；M8.4）のいずれかによるものと推測されている²⁾。平成 23 年出水時には約 69 万 m³の土砂を生産したが、その大部分は崩壊地直下及び稲又第三砂防堰堤に堆積した。

3D-GIV 解析の結果、H21-H24 の期間（期間②）

では変位量 5m 程度のベクトル群が検出された。この変動領域は H24-H27 の期間（期間③）において斜面全体が崩落しており、大きく地形が変化するため変動ベクトルは消失している。平成 24 年以降も崩壊地周辺の未崩壊斜面において 1~2m の変位ベクトルが確認されており、今後も崩壊地が拡大し、土砂生産が継続的に生じることが予想される。

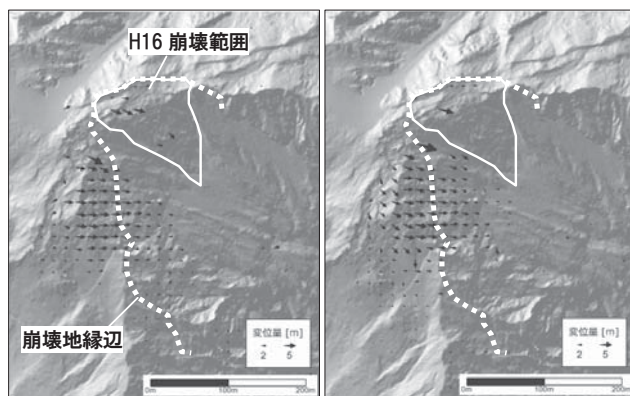


(a) 期間② H21-H24 (b) 期間③ H24-H27
図-3 3D-GIV 解析による地表面変位（八潮崩れ）

(2) アレ沢崩壊地（荒川）

アレ沢崩壊地は間ノ岳の南東斜面に位置し、荒川支流アレ沢の源頭部になっている。崩壊地周辺には、岩盤の重力性変形を示す線状凹地が多数存在し、平成 16 年に大規模な岩盤崩壊が発生している³⁾。

3D-GIV 解析では、期間①（H21-H27）では、変位ベクトルが検出されなかったが、期間②（H21-H24）及び期間③（H24-H27）では斜面頭部 200m 四方の範囲で大きな変位ベクトルが分布し、重力変形による斜面変状が現在も進行していることが確認された。



(a) 期間② H21-H24 (b) 期間③ H24-H27
図-4 3D-GIV 解析による地表面変位（アレ沢崩壊地）

なお、期間①で変位ベクトルが検出されなかった原因としては、解析期間が 6 年と長期になるため、アレ沢崩壊地のように変状が大きい箇所では、パターンマッチングによる形状変化の追跡ができなかったも

のと考えられる。

5. 3D-GIV 解析を適用する場合の留意点

早川流域における 3D-GIV 解析の結果を踏まえ、同手法を適用する場合の留意点を以下に示す。

- ① 本手法はパターンマッチングによる追跡が基本であり、斜面崩壊のように地形形状の変化が著しい場合は検出が困難となる。そのため、土砂移動を適切に評価するうえでは、標高差解析と併用することが望ましい。
- ② アレ沢崩壊地のように地表面変位が激しい箇所では、変位ベクトルが検出できないことがある。この場合、解析期間の短いデータセットを用意することで、変位の検出が可能となる場合がある。短いデータセットが用意できない場合は、上記①で示したように標高差解析によって土砂移動状況を確認することが望ましい。
- ③ 地表面の点群（グランドデータ）が取得できていない場合には適切な地形表現が行なえず、パターンマッチングが困難となり、変位検出ができない場合がある。そのため、本手法を適用する場合は、グランドデータが良好に取得できている DEM データを用いることが望ましい。

6. おわりに

早川流域を対象として、多時期の航空レーザ計測データをもとに地表面変位の検出を行なった結果、17 箇所の斜面変状が抽出された。なかには、代表例として挙げた八潮崩れよりも大きな変位を示している斜面も検出されている。このように、本検討で適用した 3D-GIV 解析は、流域の上流部にあつて認知されにくい箇所や、人が立ち入つての監視・観測が困難な箇所での変状も把握でき、流域監視の一手法として有効であると考えられる。

【参考文献】

- 1) Sakae Mukoyama : Estimation of ground deformation caused by the Earthquake (M7.2) in Japan, 2008, from the Geomorphic Image Analysis of high resolution LiDAR DEMs, Journal of Mountain Science, Vol.8, No.2, pp.239-245, 2010
- 2) 久保田哲也: <大崩壊シリーズ-19>八潮崩れ, 新砂防 Vol.41 No.5 (160), pp.32-36, 1989
- 3) Nishii R., Matsuoka N., Daimaru H., Yasuda M. (2013) Precursors and triggers of an alpine rockslide in Japan: The 2004 partial collapse during a snow-melting period. Landslides, 10, 75-82.