

地形補正に用いる DEM に着目した衛星 SAR データを使った土砂災害検出精度向上の試み

株式会社フジタ 正会員 ○丹羽 廣海
広島大学 正会員 作野 裕司

1. はじめに

近年、気候変動の影響と考えられる豪雨災害が全国的に頻発する傾向にあり、その被害も甚大化している。2018 年 7 月 6 日～7 月 7 日にかけて発生した平成 30 年 7 月豪雨（西日本豪雨）では、広島県内で非常に多くの土砂災害が報告されている。一方、衛星 SAR（Synthetic Aperture Radar）は広域の情報を定期的に把握することが可能で、光学画像とは異なり天候に関わらずデータを取得できる点で豪雨災害被害状況の迅速な把握に向けた活用が期待できる。

一般に、SAR 画像には固有の幾何的な歪みがあるため、解析前の処理として対象地域の DEM（Digital Elevation Model）データを用いた地形補正がおこなわれる¹⁾。本報告では、平成 30 年 7 月豪雨で多くの土砂災害が発生した東広島市黒瀬町南部エリアの衛星 SAR 解析において、地形補正に 90m と 5m メッシュ DEM を試し、より高分解能の DEM を用いた場合の土砂災害発生箇所の検出精度向上効果について検証した。

2. 解析方法と使用データ

平成 30 年 7 月豪雨で土石流を主体とする多くの土砂災害²⁾が発生した東広島市黒瀬町南部の広島国際大学、前平山（標高 501m）、本岳（標高 393m）および野呂川ダムなどを含む、図 1 に示すエリアを解析対象とした。本エリアでは、被災後に撮影された航空写真を用いた地形判読が広島大学平成 30 年 7 月豪雨災害調査団によりおこなわれており³⁾、斜面崩壊で土砂移動が生じた範囲を浸食域と堆積域に分けて 5,000 分の 1 レベルで GIS データとして整理されている。

衛星 SAR 画像を用いて平成 30 年 7 月豪雨による土砂災害の発生箇所を検出することを目的として、豪雨前後の SAR 画像の後方散乱強度の差分を解析し、しきい値を超える差分が生じた箇所を GIS にプロットした。解析に使用した SAR データの諸元を表 1 に示す。表に示すとおり差分の検出は、西日本を中心に豪雨災害が数多く発生した 2018 年 7 月 6 日～7 日の直前、直後の撮像データを使用した。なお、撮像時期の違いによるノイズを極力除去するために、2017 年 6 月～2018 年 9 月までの撮像データ 41 枚を使用してノイズ除去の処理をおこなった。



図 1 解析対象領域

3. 解析結果および精度向上効果の検証

地形補正は表 2 に示す 2 種類の DEM データを用いておこなった。90mDEM は、アメリカ航空宇宙局（NASA）による Shuttle Radar Topography Mission にて、スペースシャトルに搭載したレーダにより取得された DEM で、全世界を網羅しているため SAR 解析の地形補正に用いられることも多い。5mDEM は国

表 1 使用データ諸元

区分	観測日	衛星	軌道	センサ	分解能
豪雨発生前	2018/6/28	Sentinel-1	Descending	C-SAR	10m
豪雨発生後	2018/7/10				

キーワード 衛星 SAR，土砂災害，地形補正，DEM，航空レーザ測量

連絡先 〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4-25-2 修養団 SYD ビル 株式会社フジタ TEL:03-3796-2265

土地地理院が基盤地図情報として整備している DEM で、航空レーザ測量により取得されたものと写真測量により取得されたものがある。今回の解析対象領域は、一部で航空レーザ測量による 5mDEM が整備されているが、土砂災害の発生した山地部では地上画素寸法 20cm の数値写真を用いた写真測量によって取得された 5mDEM が大部分を占める。

図 2 に地形補正の違いによる SAR 解析結果を並べて示す。図には地形判読による土砂災害発生箇所を浸食域と堆積域に区分して併記した。地形判読結果は雨雲が晴れた後に撮影される航空写真（オルソ画像）を用いておこなわれるため、即時性には劣るが被災箇所の正確な位置を捉えていると考えられる。SAR 解析結果は、両者ともに細かい変状箇所は捉えきれていないものの、地形判読による土砂災害発生箇所とおおむね整合する結果が得られている。図中に破線で示した土石流発生箇所に着目すると、左の 90mDEM で地形補正した結果に比べ右の 5mDEM で補正した結果の方が、位置検出精度が改善している傾向が認められる。写真測量によって取得された 5mDEM の範囲内で、地形判読結果と SAR 解析結果が一致した面積を集計したところ、表 3 に示すとおり 90mDEM による解析結果に比べて 5mDEM による結果の方が約 40%上回った。

4. おわりに

分解能の高い DEM で地形補正することで SAR 解析による検出精度の改善が見られた。今後小型 SAR 衛星コンステレーションの実用化による X バンド等の高分解能 SAR 画像の普及が期待されるが、画像側の高分解能化に合わせ地形補正にも高分解能 DEM を用いることが、より高精細な災害被害把握に繋がると考えられる。

表 2 地形補正に用いた DEM データ

DEM データ種別	提供元	取得方法	分解能	備考
90mDEM	米航空宇宙局	SRTM-3	90m (3 秒)	
5mDEM	国土地理院	写真測量	5m (0.2 秒)	10m メッシュにリサンプリング

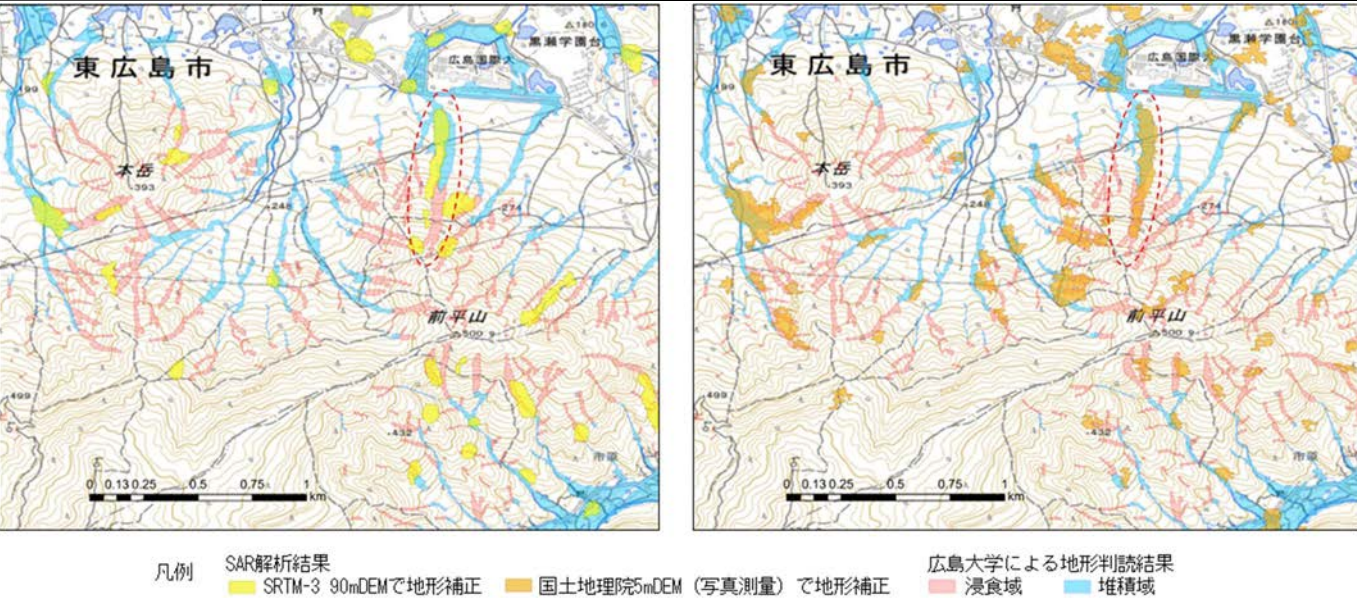


図 2 解析結果（左：SRTM-3 90mDEM で地形補正，右：国土地理院 5mDEM で地形補正）

表 3 SAR 解析により検出された変化箇所の面積集計結果

地形補正用 DEM	SAR 解析による 変化検出箇所	地形判読による 変状箇所面積合計	SAR 解析結果と地形判読が 一致した箇所の合計面積	改善率
SRTM-3 90mDEM	398,147m ²	1,459,931m ²	133,749m ²	—
写真測量 5mDEM	520,894m ²		187,864m ²	40.5%

参考文献

1) 野中崇志・塚原弘一：地形補正済みデータにおける幾何精度推定モデルの TerraSAR-X データへの適用，写真測量とリモートセンシング，Vol.53,No.6,pp.242-249,2014
2) 海堀正博ほか：平成 30 年 7 月豪雨により広島県で発生した土砂災害，砂防学会誌 Vol.71,No.4,pp.49-60,2018
3) 広島大学平成 30 年 7 月豪雨災害調査団（地理学グループ）：平成 30 年 7 月豪雨による広島県の斜面崩壊の詳細分布図（第二報），2019 年 6 月 27 日