

SAR の観測上の特性と土砂災害の素因の影響を考慮した土砂移動箇所調査手法

国土技術政策総合研究所 ○金澤瑛^{*1}, 村木昌弘^{*2}, 瀧口茂隆

株式会社パスコ 柴山卓史, 真保琢海

※1 現 国立研究開発法人土木研究所, ※2 現 国際航業株式会社

1. はじめに

豪雨や地震後に広域に土砂移動発生箇所を調査する手法として、合成開口レーダー（以下、SAR という）を搭載した人工衛星が利用されている。これまでの SAR を用いた土砂移動発生箇所の調査では、「だいち 2 号」(ALOS-2) が観測した衛星画像を利用してきたが、だいち 2 号の後継機であり観測幅が 4 倍となった「だいち 4 号」(ALOS-4) が 2024 年 7 月に打ち上げられ、一度の観測でより広域の調査が可能となった。一方、従来の調査手法は目視判読を基本としていたことから、一度の観測範囲が広がることによって判読にかかる時間や手間の増大が想定される。そこで、本研究では広域な観測範囲であっても土砂移動が疑われる箇所を効率的に把握する手法の開発を目的に、判読精度に影響を及ぼす「SAR の観測上の特性（以下、観測特性という）」と土砂移動の発生に影響を及ぼす「土砂移動の素因（以下、素因という）」の情報を基にして、相対的に土砂移動の発生ポテンシャルが高い箇所を自動抽出する手法の検討を実施した。具体的には、過去の広域的な豪雨災害の事例を対象に、観測特性や素因について、土砂移動発生箇所を判読する際に参照すべき情報としての「重要度」を定量化し、GIS のレイヤー（以下、重要度総得点レイヤーという）に表現した。そして、重要度総得点レイヤーと既往研究で提案された土砂移動発生箇所の自動抽出手法を組み合わせた手法（以下、新手法という）を試行し、抽出精度を検証した。

2. 方法

2.1. 本研究の全体フローと使用したデータ

図-1 に、本研究の全体フローを示す。松田ら(2021)¹⁾は、災害前後のSAR 強度画像と災害直前の光学衛星画像を用いて、土砂移動発生箇所を自動抽出する手法(以下、既往手法という)を提案した。本研究では、既往手法に観測特性や素因の重要度を考慮した重要度総得点レ

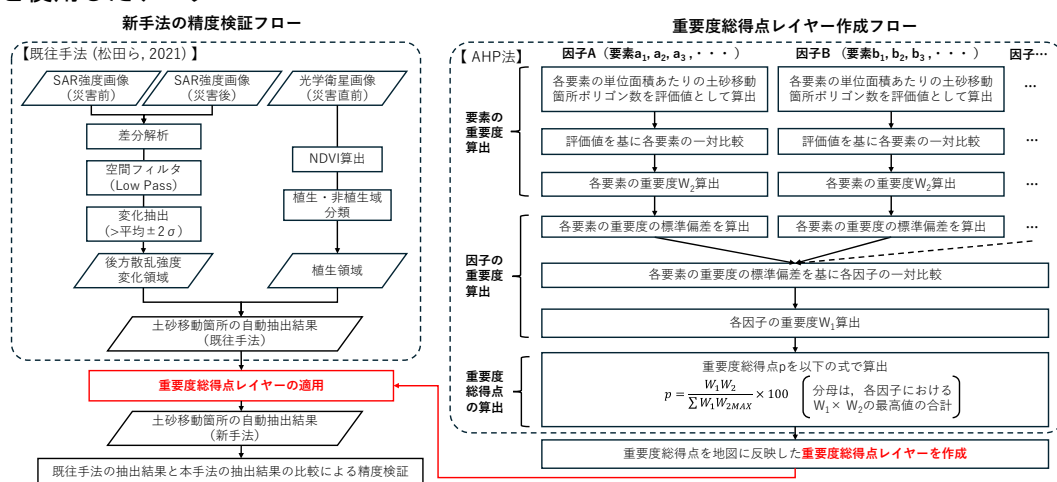


図-1 本研究の全体フロー

ヤーを加えて自動抽出を行い、既往手法による自動抽出の結果と新手法の自動抽出の結果の精度を比較した。本研究で対象とした災害は、平成 30 年 7 月西日本豪雨(以下、災害 A という)と平成 29 年 7 月九州北部豪雨(以下、災害 B という)である。検討で使用したデータは、両災害で災害前後に ALOS-2 により観測された SAR 画像(災害 A 観測日:前 2018/3/17, 後 2018/7/21;災害 B 観測日:前 2016/4/29, 後 2017/7/7), 土砂移動発生箇所を示したポリゴンデータ(SAR 画像及び空中写真判読による), 基盤地図情報の数値標高モデル(出典:国土地理院), 20 万分の 1 日本シームレス地図質図 V2(出典:産総研地質調査総合センター), 1/25,000 植生図(出典:環境省生物多様性センター)である。

2.2. 重要度総得点レイヤーの作成と新手法の精度検証

観測特性や素因の各因子の重要度を定量化する手法は、地すべりのハザードマップ作成のための評価手法として使用された AHP 法(階層分析法)を利用した(例えば、河野ら(2020)²⁾). AHP 法は、複数の評価基準がある状況で、それぞれの評価基準の相対的な重要度(重み)を定量化する手法である。本研究では、河野ら(2020)²⁾の手法を参考に、AHP 法によって観測特性や素因の「因子」及び各因子の中で特徴ごとに分類した「要素」の重要度をそれぞれ算出した上で、重要度を基に図-1 に示す式で重要度総得点を算出し、重要度総得点を地図に反映した重要度総得点レイヤーを作成した。表-1 に、使

用した因子及び要素の概要を示す。観測特性の因子は相対方位角と局所入射角とし、素因の因子は斜面傾斜角、地質、植生等の土地被覆とした。なお、本研究では、各因子に使用した元データによってメッシュサイズが異なるため、10 m と 1 km の 2 種類のメッシュサイズの重要度総得点レイヤーを作成した。図-2 に、重要度総得点レイヤーのイメージを示す。図-2 において重要度総得点が高い領域は、土砂移動の発生ポテンシャルが高い領域である。

精度検証では、作成した 2 つの重要度総得点レイヤーを既往手法の抽出結果に重ねて重要度総得点の閾値によって再度抽出を行い、再現率、適合率を算出した。なお、重要度総得点レイヤーは災害 A で作成し、両災害に対して作成した重要度総得点レイヤーを適用した。

3. 結果と考察

図-3 に、既往手法と新手法の自動抽出結果を示す。正解箇所となる土砂移動発生箇所ポリゴン(黒のポリゴン)を基に重要度総得点を算出しているため、土砂移動発生箇所ポリゴンは概ね重要度総得点の高い領域にある。新手法で抽出された箇所(赤のポリゴン)は、既往手法で抽出された箇所(黄色のポリゴン)のうち重要度総得点が高い箇所であるので、相対的に土砂移動の発生ポテンシャルが高い箇所を絞り込めていることがわかる。表-2 に、精度検証結果を示す。両災害ともに、再現率の向上はあまり見られなかったものの、適合率は災害 A では 17.0%から 24.7%まで 7.7%上昇し、災害 B では 31.1%から 61.8%まで 30.7%上昇した。適合率が上昇した理由としては、観測特性や素因の因子の影響を反映した重要度総得点レイヤーによって、土砂移動と疑われる箇所のうち、より土砂移動の発生ポテンシャルが高い箇所の絞り込みを行うことが可能となり、誤抽出を防ぐことができたためと考えられる。また、災害 A で作成した重要度総得点レイヤーを災害 B に適用した場合においても適合率の上昇が確認されたことから、新手法が一定程度の汎用性がある手法であることが示唆された。

4. おわりに

本研究では、既往の自動抽出手法に観測特性や素因の重要度を表現したレイヤーを組み合わせることで自動抽出を行い、土砂移動発生箇所判読の精度を検証した。その結果、新手法によって適合率が上昇することが確認され、新手法が土砂移動発生箇所の効率的な把握手法として有効な手段になりうることが示唆された。今回の検討では、観測特性や素因のうち限られた因子のみで試行したことから、今後は今回採用した以外の観測特性や素因の因子の検討や、雨や地震の規模等の誘因の因子の検討を実施する。

参考文献

- 1) 松田ら(2021): 衛星 SAR 画像による機械学習を用いた土砂移動域の判別可能性検討, 2021 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 493-494.
- 2) 河野ら(2020): AHP 法および GIS を用いた中国地方における地すべりハザードマッピングの試み, 日本地すべり学会誌, Vol. 57, No. 1, pp. 3-11.

表-1 因子と要素の概要

因子	要素数	要素の区分	重要度レイヤーのメッシュサイズ
観測特性	相対方位角	6	衛星観測方向に対する斜面方向を60°ごとに区分
	局所入射角	6	15°ごとに区分
	斜面傾斜角	7, 4 ^{※1}	10°ごとに区分
素因	地質	10	主要な地質年代や岩種により区分
	植生等の土地被覆	3	現存植生図の主要な植生により区分

※1 要素数はメッシュサイズにより異なる(10 mメッシュ:7; 1 kmメッシュ:4). 重要度を考える場合に局所的な地形と大域的な地形の両方を考慮する必要があると考えたため、両メッシュサイズの重要度レイヤーに採用。

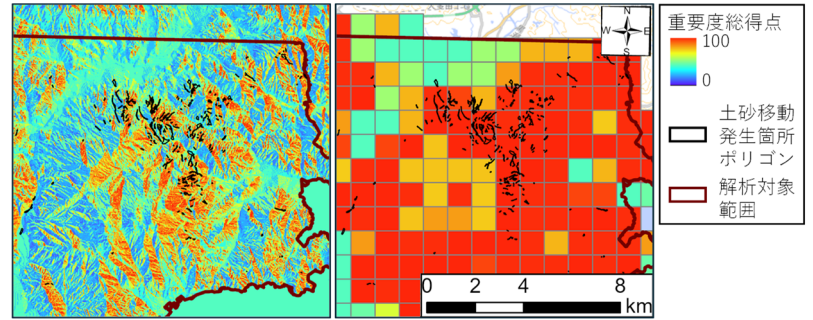


図-2 重要度総得点レイヤーのイメージ (左: 10 m, 右: 1 km)

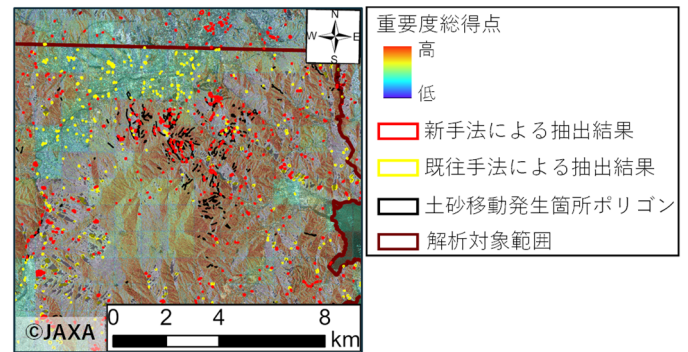


図-3 既往手法と本手法の自動抽出結果

表-2 精度検証結果

	災害A		災害B	
	再現率 (%)	適合率 (%)	再現率 (%)	適合率 (%)
既往手法	16.3	17.0	10.3	31.1
新手法	16.3	24.7	9.7	61.8