

平成 30 年 7 月豪雨災害を事例とした強度差分 SAR 画像による崩壊地判読の精度の検証

中電技術コンサルタント株式会社 ○鹿瀬一希 岩田直樹 荒木義則
山口大学 清水則一

1. はじめに

近年、降雨や雲の影響、また、昼夜を問わずに観測可能な合成開口レーダ（以下、SAR）による土砂災害判読手法が注目されており、災害時の効果的な活用を目指している。これは、災害前後の SAR 画像から被災箇所において後方散乱特性が変化することに着目した手法であり、大規模な地すべりを対象とした検討が多く、小規模な表層崩壊の抽出は困難なため、精度検証を行った事例は少ない。

本検討では、表層崩壊に対する判読精度を検証するため、衛星進行方向、SAR 画像のピクセルサイズ、後方散乱係数の閾値を検討することによって SAR の判読結果にどのような影響があるのか航空写真判読結果と比較を行い、定量的な評価を実施した。また、地形データを用いた精度向上についても検討を実施した。

2. 検討方法と条件

検討場所は、平成 30 年 7 月豪雨で多数の表層崩壊が発生した広島県安芸郡坂町周辺の計 28 箇所の流域を対象とした。本検討では、衛星が南から北に向かう軌道（Ascending）と北から南に向かう軌道（Descending）による衛星進行方向による結果の違いを検討するため、表-1 に示す ALOS-2/PALSAR-2 の通常観測データを用いて、SAR 画像の（災害前-災害後）の後方散乱係数（dB）の差分を抽出した。実際に崩壊または堆積した箇所（以下、崩壊地）は、災害発生前後の航空写真判読の結果を用いた。

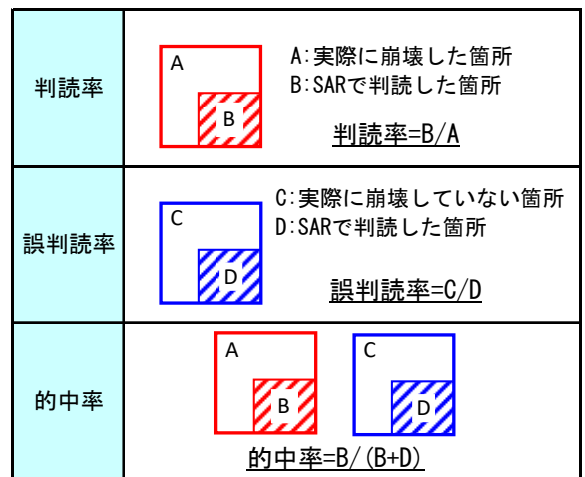
表-1 SAR 画像観測諸元

衛星進行方向	観測日	オフナディア角	撮影方向
Ascending (北行軌道)	2018/3/17	32.4°	右 (東向き)
	2018/7/21		
Descending (南行軌道)	2018/6/20	35.4°	右 (西向き)
	2018/8/29		

評価方法は SAR 画像によって判読ができた箇所の崩壊地に対する割合を判読率、SAR 画像によって誤判読した箇所の崩壊地ではない箇所に対する割合を誤判読率、SAR の判読結果の内、崩壊地を判読できた割合を的中率として評価した（表-2）。すなわち、的中率が高いほど正確に崩壊地の判読ができていくことになる。

本検討では、精度検証のために SAR 画像のピクセルサイズの変更、および後方散乱係数の差分に対して閾値設定してその影響を調べた。なお、レイオーバ、シャドウにより SAR 画像の判読が困難な領域については、判読不能領域として取り除いた。

表-2 評価方法のイメージ



3. 判読率・誤判読率・的中率による評価

検討結果一覧を表-3 に示す。衛星進行方向で比較すると、Descending の的中率が全体的に高く、ピクセルサイズ、閾値が小さいほど、判読率、誤判読率ともに高くなる傾向を示した。また、評価結果を図-1 に示す。ピクセルサイズ 5m、また閾値±2.0dB で判読率と誤判読率の差が最も大きい。ここで表-3 の赤枠に示す最もの中率の高かった Descending のピクセルサイズ 10m、閾値±2.0dB としたときの抽出数は、崩壊地（判読箇所）で 1805 個、崩壊地でない箇所（誤判読箇所）が 14164 個となり、判読箇所に対して誤判読箇所が多いことから災害発生時に正確な判断ができない可能性がある。

表-3 検討結果一覧

項目	ピクセルサイズ (m)	閾値 (±dB)	Ascending			Descending		
			判読率	誤判読率	的中率	判読率	誤判読率	的中率
2.5	1.0	1.0	61%	61%	3%	71%	63%	5%
	1.5	1.5	44%	45%	3%	58%	47%	5%
	2.0	2.0	31%	31%	3%	46%	34%	6%
5	1.0	1.0	61%	54%	6%	66%	56%	7%
	1.5	1.5	44%	36%	6%	51%	39%	7%
	2.0	2.0	32%	23%	7%	38%	26%	8%
10	1.0	1.0	58%	52%	8%	61%	54%	9%
	1.5	1.5	41%	34%	9%	44%	36%	10%
	2.0	2.0	27%	21%	10%	31%	22%	11%

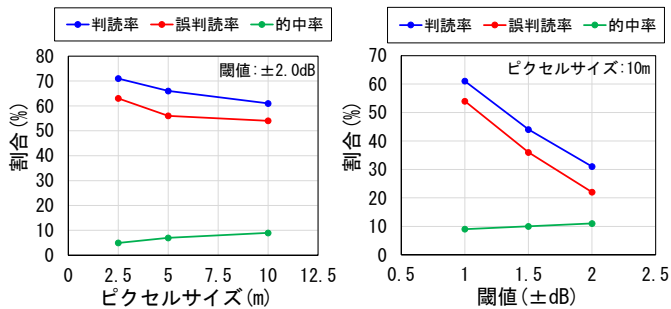


図-1 評価結果 (Descending)

4. 地形データによる的中率向上検討

SAR 画像のみでは的中率が低いため、他の条件を加えて崩壊地の抽出を向上させることを考えた。ここでは、地形データ情報のうち、斜面の傾斜、傾斜方位、また、ラプラシアン²⁾を用いて的中率の検討を実施した。ラプラシアンとは、地形の凹凸を表す指標であり、+が凹地形、-が凸地形を示す。対象領域において崩壊地と他の領域における斜面の傾斜と傾斜方位に違いは見られなかった。一方で、ラプラシアンを用いると図-2に示すように対象領域全体で凸地形が多く、崩壊箇所が凹地形が多く分布していることが分かった。これは、降雨により集水および流出した箇所がラプラシアンの凹地形で抽出されていることが要因として考えられる。そこで本検討では、ラプラシアンの凹地形に着目して抽出を行った。

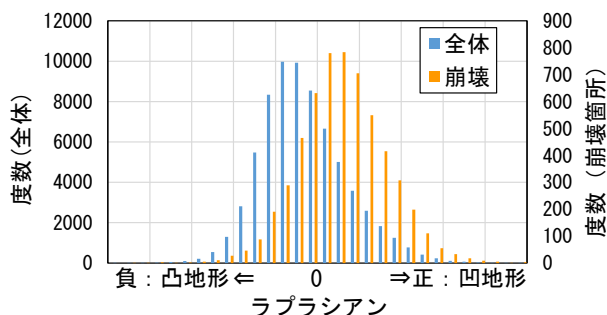
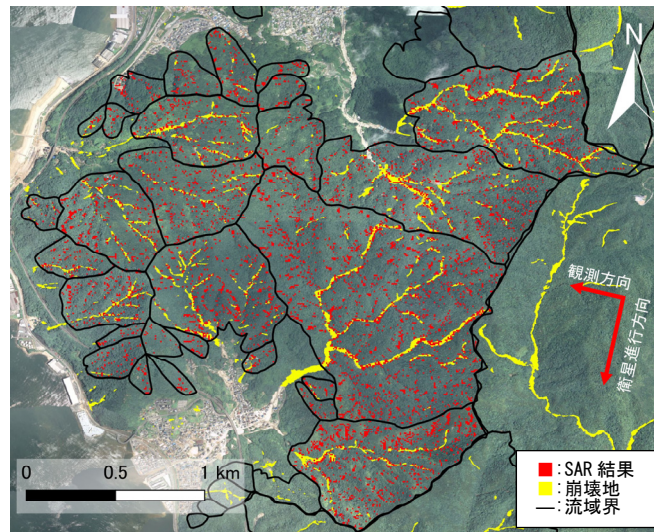


図-2 ラプラシアン分布図 (全体, 崩壊箇所)

検討は、表-3で最も的中率の高かった Descending のピクセルサイズ 10m、閾値±2.0dB に対して実施した。ラプラシアンが+ (凹地形のみ) の抽出を行った結果、判読率は 25%、誤判読率は 10%となり、的中率は 18%と向上した。

このことから、SAR データに加えて地形量などの基本情報を加味することが、崩壊地抽出精度の向上につながる。しかし、的中率は 18%であるため、SAR による崩壊地抽出精度は決して高くはない。図-3 に Descending のピクセルサイズ 10m、閾値±2dB に凹地形のみを抽出した SAR の結果と航空写真判読結果を示

す。赤い箇所が SAR の抽出結果で、青い箇所が航空写真判読による崩壊地である。このように対象とした流域全体に赤い箇所が点在しており、SAR の解析結果のみでの判読は難しいと考えられる。



(出典：地理院タイルを加工して作成)

図-3 抽出結果 (Descending, 10m, ±2dB, ラプラシアン>0)

5. おわりに

広島県安芸郡坂町を対象とした SAR による崩壊地判読の結果より、以下の知見が得られた。

- 1) SAR 画像のピクセルサイズ、閾値を小さくすると判読率が向上するが、同時に誤判読率も上昇する。
- 2) SAR 画像のピクセルサイズ、閾値を大きくすると的中率が上昇する。
- 3) ラプラシアンの凹地形に着目して抽出を行うと的中率が向上することが確認された。

本検討の結果、SAR データと地形量から崩壊地を判読するためには、的中率が低く、課題が多い。今後は、的中率向上のため、他の地形データを活用して分析を行っていく予定である。

【謝辞】

判読に用いた航空写真データは、国土交通省中国地方整備局広島西部山系砂防事務所から提供いただきました。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 鈴木ら (2020) : 合成開口レーダ (SAR) 画像による土砂災害判読の手引き, 国土技術政策総合研究所資料, No.1110
- 2) 鹿瀬ら (2020) : SAR データを活用した斜面モニタリングに関する基礎的検討—沖縄県中城村の斜面を事例として—, 第 15 回岩の力学国内シンポジウム講演集, p.381-386