

SAR データを用いた熊本地震を誘因とする崩壊地の把握に関する検証

九州大学工学部 学生会員
九州大学大学院 正会員
九州大学大学院 学生会員

○木村 智 九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩
池見 洋明 九州大学大学院 正会員 谷口 寿俊
岡島 裕樹

1. はじめに

平成 28 年 (2016 年) 熊本地震では、広域に亘り多数の斜面崩壊が発生した¹⁾。災害直後には、早期にどこにどれくらいの規模の斜面崩壊が発生しているかを把握することが、その後の応急・復旧活動に繋げるために重要となる。従来から崩壊地の把握には、現地調査、光学衛星による観測、航空写真撮影等が用いられてきた。しかし、崩壊が広域に亘って多数発生した場合、現地調査による早期把握は難しく、山間部等でアクセスできない崩壊地の把握も困難である。光学衛星による観測や航空写真撮影の場合は、雲により地表面が把握できないことや、悪天候時には航空機が運行できないこともある。一方で、近年、崩壊地が把握できるレベルの分解能を持つ SAR (合成開口レーダ) 衛星が注目されている。SAR 衛星が持つレーダは、天候に左右されず雲を透過して地表面を観測できることから、災害発生直後の被災状況把握での利活用が期待されている。

そこで本研究では、震災直後の崩壊地の把握に際して、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が運用する ALOS-2 (陸域観測技術衛星 2 号) 搭載の PALSAR-2 (L バンド合成開口レーダ) 観測データ (以下、SAR データ) の有用性に対して検証を行う。

2. 対象領域と使用データ

図-1 に対象領域と SAR 衛星観測範囲、表-1 に判読に使用したデータを示す。対象領域は、2 方向の SAR 衛星観測範囲と国土地理院による地震後航空写真撮影範囲の共通部分から設定する。また、対象領域内の代表的な箇所を検討領域として設定する。

3. 判読方法の検討

設定した検討領域において以下の事項について検討を行い、判読方法を決定する。

a) 判読不能領域のマスク

SAR は原理上、観測されない場所が存在し、この領域は判読不能となる。この判読不能領域を衛星飛行方向・観測方向・オフナディア角および地形情報 (DEM)



図-1 対象領域と SAR 衛星観測範囲

表-1 使用データ

No.	データ名	データ作成者	地震前	地震後	検討	検証
1	10mDEM	国土地理院	○	-	○	○
2	光学衛星データ	Esri	○	-	○	○
3	地形図	Esri	○	-	○	○
4	SAR衛星データ※1	JAXA	○	○	○	○
5	航空写真データ	国土地理院	-	○	○	-

※1 表2参照

表-2 使用 SAR 衛星データ

No.	観測日時	地震前	地震後	飛行方向と観測方向	ON角※2	処理レベル
1	20160307	○	-	ディセンディング, 右側	32.8°	2.1※3
2	20160418	-	○	ディセンディング, 右側	32.8°	2.1
3	20160329	○	-	アセンディング, 右側	38.7°	2.1
4	20160426	-	○	アセンディング, 右側	38.7°	2.1

※2 オフナディア角 ※3 オルソ補正済

から求めてマスクする。

b) 平地のマスク

文献調査の結果²⁾から傾斜角 5° 未満の平地では崩壊はほとんど発生しないため、傾斜角 5° 未満の平地をマスクする。

c) 検証の対象外とする崩壊地

SAR による観測では分解能とノイズの関係から小規模な崩壊地を判読することができない。そこで、まず検討領域に対して判読を行い、崩壊地のポリゴンを作成し、作成できた最小面積のポリゴンの大きさを考慮して 1,000 m²未満の崩壊地は判読不可能であるとし、検証データから除外する。

d) 斜面ユニットの導入

発災直後の崩壊地の把握では崩壊位置を正確にとらえる必要はなく、崩壊が発生した斜面単位で大局的に把握できればよいと考え、斜面を尾根と谷で区切った斜面ユニット単位で評価を行う。

e) 観測軌道の異なるペアとの組み合わせ

判読不能領域の崩壊地をとらえるために観測軌道の異なる SAR データを組み合わせる。

上記に関して検討した結果、以下のことが明らかになった。

- ・ a), b)により検討領域の面積の約 30%をマスクでき、判読の効率化および判読エラーを防ぐことができた。
- ・ c)により実際の崩壊地と判読した崩壊地の整合率が約 30%から 70%に上昇した。
- ・ d)により整合率は約 70%から 80%まで上昇した。
- ・ e)により抽出できた崩壊地数は一方向だけで抽出できたものより約 30%増加した。

4. 検証方法

図-2 に検証方法のフローを示すとともに、それぞれの具体的方法について示す。

1) 地震前後 2 時期の SAR カラー合成データ作成

判読に使用するため、表-2 に示す地震前後 2 時期の SAR データをカラー合成する。カラー合成の際は、災害前を赤、災害後を青と緑に割り当てて作成する。

2) 検証データの作成

検証に使用するため、国土地理院が地震後に撮影した航空写真から実際の崩壊地のポリゴンを作成する。

3) 崩壊地の判読

対象領域において、表-1 に示すデータを参照しながら、3 節で示した判読方法により崩壊地の判読を行い、崩壊地のポリゴンを作成し、そのポリゴンが含まれる斜面ユニットを抽出する。

4) 検証

対象領域において、実際の崩壊地の斜面ユニットと判読した斜面ユニットが整合するか検証を実施する。

5. 結果と考察

検証結果を表-3 および図-3 に示す。SAR 判読結果による崩壊地の抽出率は約 4 割ほどであったが、実際の崩壊地との整合率は約 9 割であり、崩壊地をほぼ抽出できている。水色で示される判読できなかった実際の崩壊地はほとんどなく、黄色の過剰に判読した崩壊地の分布は、赤色で示される整合した崩壊地の周辺に分布することがわかる。

判読できなかった崩壊地は、2,000 m²未満の比較的小規模な崩壊地であり、崩壊の形状によっては 1,000 m² 以上のものでも判読できない傾向がある。また、過剰に判読した崩壊地は、森林の伐採や植生の変化があっ

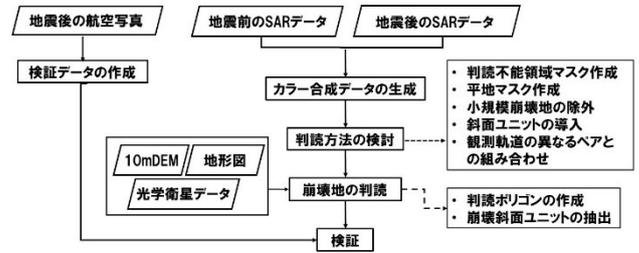


図-2 検証方法のフロー

表-3 検証結果

(A) 実際の崩壊地の斜面ユニット数	114
(B) 判読した崩壊地の斜面ユニット数	269
(C) 実際の崩壊地と判読した崩壊地が整合した斜面ユニット数	102
整合率 (%) (C) ÷ (A)	89.5
抽出率 (%) (C) ÷ (B)	37.9

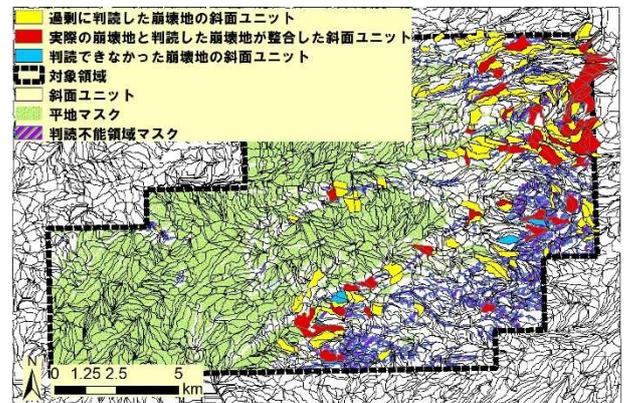


図-3 検証結果の斜面ユニット単位による表示

た場所や SAR の観測原理上含まれるノイズによる影響と考えられる。ただし、前者に関しては事前の土地被覆状況をとらえることで改善が期待される。

6. おわりに

本研究では、ALOS-2 による衛星リモートセンシングにより、熊本地震を誘因とする崩壊地がどの程度把握可能であるかを検証した。SAR で観測された領域の崩壊地の抽出率は約 4 割ほどだが、実際の崩壊地は約 9 割を判読できた。今後、誤判読を減らし、さらに抽出率を上げる必要があるが、SAR データを用いて崩壊地を把握することの有用性を示すことができた。

謝辞

本研究で使用した PALSAR-2 観測データは、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の大規模 WG より提供されたものである。

<参考文献>

- 1) 内閣府:平成 28 年 (2016 年) 熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について、(参照 2017-12-10) <http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/pdf/h280414jishin_39.pdf>
- 2) 檜垣大助・林一成:阿蘇山における地震で発生した斜面崩壊の傾斜と起伏量から見た特徴、(参照 2017-12-13) <<https://japan.landslide-soc.org/Reports/DisasterReports/Kumamoto3.pdf>>