

衛星 SAR 画像を用いた判読事例報告
～桜島火山灰に対する含水率変化、熊本地震における崩壊判読について～

国際航業株式会社 ○引地慶多 皆川淳 浅田典親 本田謙一
九州技術事務所 堤宏徳 光益慎也
土木研究所 寶杰 藤村直樹

1. はじめに

衛星データの中で、合成開口レーダーの画像（以下、SAR 画像）は、悪天候時の地表面情報取得等に効果的であるため、災害時の活用が期待される。後方散乱強度画像の判読や干渉処理など様々な手法を駆使することで、崩壊等の地形変化や微小な変位など、確認できる可能性のある現象は多く挙げられる。一方で、画像の倒れ込みなど、解析精度に影響を与える要因も多い。しかし現状ではそれら要因について十分に整理されているとはいえない。

本報では、火山を対象とし、噴煙等で光学画像の撮影が困難な際に、利用が期待される SAR 画像について、円滑な利用に向けた条件整理を目的とした。特に火山灰の含水率が後方散乱強度に与える影響の評価と、SAR 画像を用いた斜面崩壊箇所の判読精度に影響を与える要因について検証した。

2. 対象地域及びデータ

火山灰の含水率の影響評価について、鹿児島県桜島を対象とした。斜面崩壊については、熊本地震による崩壊を判読対象とするため、熊本県の阿蘇地域を対象とした。それぞれを図.1 に示す。

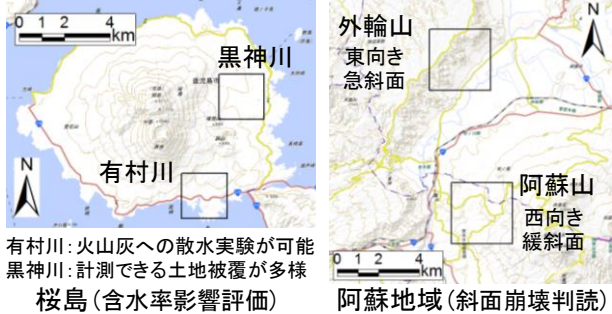


図.1 対象地域

SAR 画像は ALOS-2/PALSAR-2 を用いた。詳細を表.1 にまとめる。桜島は 11 月 14 日のデータを使い、撮像当日に含水率

表.1 利用した SAR 画像

地域	撮影日	分解能	軌道
桜島	2016/11/14	3m*3m	南行
阿蘇	2015/12/3	6m*6m	北行
阿蘇	2016/3/7	3m*3m	南行
熊本地震(2016/4/14～16)			
阿蘇	2016/4/21	6m*6m	北行
阿蘇	2016/4/18	3m*3m	南行

3. 火山灰の含水率が SAR 画像に与える影響の評価

SAR 画像の特長として、雨天時にも地表面の撮像が可能ながあげられる。しかし既存資料におい

て土壌を対象に示された事例では、含水率が上がることで、後方散乱強度も上がるとされている。本事例では火山灰において、含水率が上がった場合、SAR 画像の後方散乱強度にどのような影響が及ぶかを検証した。

3.1 検証方法

2016 年 11 月 14 日の正午ごろに行われた ALOS-2 の撮像に合わせ、現地含水率の同時計測を行った。

桜島の有村川下流の土捨て場に、一辺 15m の方形プロットを隣接させて 2 つ設置し、片方に 66mm/h の雨に相当する散水を行うことで含水率を上昇させ、含水率の異なる状況を整えた。当日は撮像まで降雨はなかった。その他に、有村川流域と黒神川流域で、火山灰や森林など土地被覆の状態が異なる箇所を選定し、同じサイズのプロットを設置した。

3.2 検証結果と考察

後方散乱強度と含水率の関係を図.2 に示す。散水したプロットでは、含水率は突出して高い値を示したものの、後方散乱強度については他のプロットと大差なかった。一方、森林内に設定したプロットでは、含水率は他のプロットと変わらないものの、後方散乱強度は高かった。以上から、後方散乱強度に与える影響は、含水率よりも土地被覆の状態の方が大きいと考えられる。このことから、火山灰においては、降雨時に撮像した SAR 画像でも含水率の影響を考慮することなく、利用が可能である。

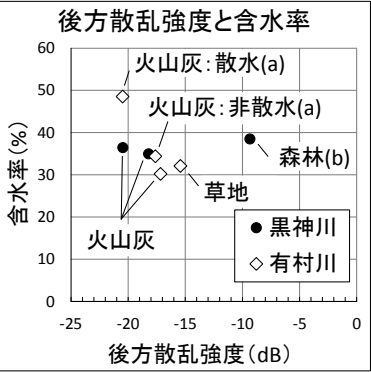


図.2 後方散乱強度と含水率の関係

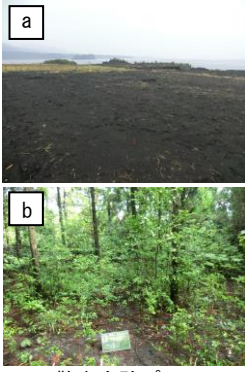


図.3 現地写真
a: 散水実験プロット
b: 森林プロット

4. 斜面崩壊箇所抽出手法の検討

これまで災害が発生した際に、SAR 画像を用いて崩壊箇所の確認がされてきた。しかし、SAR 画像の特性上、場所によって判読が困難になることがある。本事例では、崩壊地の判読に適した地域の条件について検証した。

4.1 検証方法

崩壊などにより土地被覆や地表面粗度が変化すると、SAR 画像の後方散乱強度に変化が生じる。この変化に着目し崩壊地を判読する。

判読範囲は、斜面勾配と斜面方位を考慮して、阿蘇山地区と外輪山地区の 2 地区とし、それぞれで 3km 四方の範囲を設定した。判読画像には、熊本地震発生前後の SAR 画像で作成したカラー合成画像を用いた。カラー合成画像とは、2 時期の SAR 画像で後方散乱強度に差が生じた場所を強調した画像のことである(図.4)。北行軌道と南行軌道それぞれで作成し、A3 用紙に 1:8,000 の縮尺で印刷したものを、砂防技師 2 人、画像解析技師 3 人が各自で判読した。

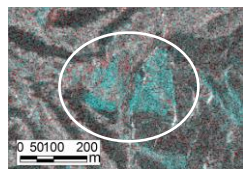


図.4 カラー合成画像での崩壊地の見え方

崩壊箇所の真値には、防災科学技術研究所が公開している土砂移動ポリゴンを使用した。判読結果にもとづき崩壊地を「判読可能」と「判読不可」に分けた。また崩壊地以外の場所を崩壊地と判断して印をつけた箇所については、誤判読として記録した。

また現地調査で崩壊地の状況を確認した。

4.2 検証結果と考察

判読結果と崩壊地の特徴から、判読に適した地域の条件を検証した。崩壊地の特徴は、面積、勾配、斜面方位(SAR レーダー照射方向に対する方位)、土地被覆の状態を用いた。判読結果について以下の表にまとめる。また各特徴についてそれぞれ考察する。

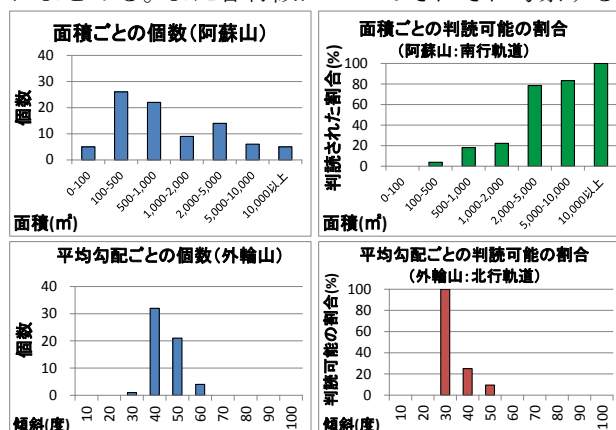


図.5 判読結果の詳細の一例

崩壊面積：5000m²以上の崩壊地であれば、2 地域を合わせて約 8 割が判読できた。一方で 2000 m²以下になると判読できる割合は 2 割以下まで低下する。小さな崩壊地は SAR 画像特有のノイズとの区別がつかずらく、崩壊地として判読しない箇所が多かった(図.5 上段)。

斜面勾配：斜面が緩やかな阿蘇山地区の方が、急な外輪山地区より多く崩壊地を判読できた。判読結果と土砂移動ポリゴンの特徴から、勾配が 38 度より急な箇所では判読できる数が低下するとわかった(図.5 下段)。

斜面方位：斜面が西を向いている阿蘇山地区では、レーダーの照射方向が崩壊地と正対しない南行軌道の画像で、多くの崩壊地を判読できた。一方、外輪山地区では、北行軌道において判読数が多い。崩壊地がレーダー照射方向から見て背面側の斜面の場合、判読しやすい傾向があると考えられる。

それに加え、SAR 画像の幾何学的特性から有意な値を持たないレイオーバー・レーダーシャドウの範囲内では判読ができない。

土地被覆：崩壊地の中でも、裸地や草地在崩壊して、土砂が堆積した箇所を多く判読できた。本事例では、同じ地形であっても、崩壊前の土地被覆の状態が滑らかで後方散乱強度が低かった箇所が、崩壊の影響で地表面粗度が上がり、それに伴い後方散乱強度が高くなった崩壊地で特に判読が容易であった。

また誤判読された地域の多くは、駐車場や牧場など人為的な影響で、後方散乱強度に変化が生じたところであると考えられる。

以上を踏まえ、判読された箇所が、判読に適した条件であるかを確認するフローをまとめた(図.6)。本事例においては面積、勾配、方位、土地被覆の順で条件が良いほど判読の精度が高い傾向がある。

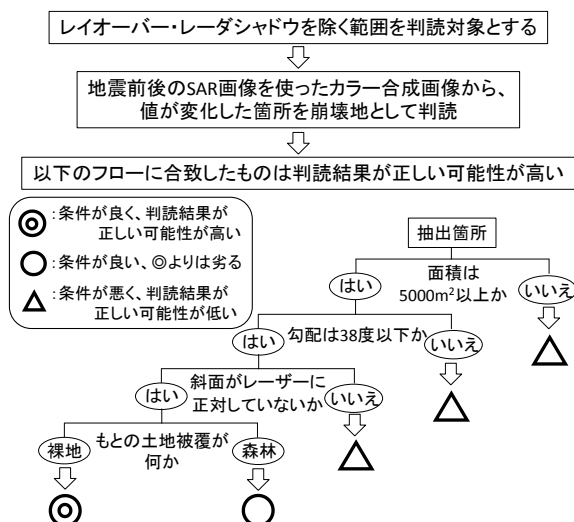


図.6 判読精度を条件から確認するフロー

5. まとめ

本報では、桜島での SAR 画像撮像と含水率の同時計測と、阿蘇地域での崩壊地判読を行った。その結果、以下のことがわかった。

- ▶ 火山灰において、後方散乱強度に与える影響は、含水率よりも土地被覆の状態の方が大きい。
- ▶ 崩壊地の判読では面積、勾配、方位、土地被覆の順で、判読精度に影響を与える傾向がある。

今後は今回示した判読に適した地域の条件を、他の事例にも適用し、精度を高めることで、SAR 画像を円滑に利用できる環境を整えることが望まれる。

【参考文献】

- 1) 合成開口レーダ画像ハンドブック、日本写真測量学会、1998
- 2) 熊本地震による土砂移動分布図、防災科学技術研究所、<http://www.bosai.go.jp/mizu/dosha.html>、2016