

災害前後に観測された単偏波 SAR 画像による土砂移動範囲の判読チェックリストの作成
 —九州北部豪雨の事例—

株式会社 パスコ ○杉本惇、柴山卓史、鶴殿俊昭、小俣雅志
 国土技術政策総合研究所 野呂智之、神山嬢子（現 土木研究所）、鈴木大和、山下久美子

1. はじめに

災害発生時の迅速な状況把握のために昼夜や天候を問わず観測可能な合成開口レーダ（以下、「SAR」という）が有用であることは平成 23 年紀伊半島大水害時に明らかとなり、SAR 画像から河道閉塞を判読する際の判読チェックリストが検討された²⁾。

上記のように、河道閉塞や深層崩壊といった大規模な土砂移動形態を対象とした検討はなされているものの、表層崩壊等の小規模な土砂移動形態についての検討は十分になされていない。表層崩壊は深層崩壊よりも発生頻度が高く、これに対応した判読チェックリストの必要性は高いと考えられる。

そこで、SAR 画像と GIS データ（地理情報）を組み合わせる手法³⁾を採用し、作成した判読チェックリストについて報告する。また、同チェックリストにしたがって実施した土砂移動範囲の判読結果から、同チェックリストの有用性を示すとともに、残された課題について整理する。なお、本稿では平成 29 年 7 月九州北部豪雨により発生した土砂移動現象を対象として、検討を行った。

2. 対象地域

平成 29 年 7 月九州北部豪雨の被災地のうち、表層崩壊等の土砂移動現象が集中的に発生した福岡県朝倉市周辺の 8 流域（佐田川、桂川、奈良ヶ谷川、北川、寒水川、白木谷川、赤谷川、大肥川）を対象とした（図 1）。



図 1 対象流域の位置図

3. 判読チェックリストの作成

3.1. 既往チェックリスト等の課題と見直しの方針

既往検討（平成 28 年度 SAR 画像判読の手順資料作成業務）において、土砂移動範囲を判読するための手順フローと判読チェックリスト（以下、「既往判読チェックリスト等」という）が作成されている。既往判読チェックリスト等では、判読時にカラー合成画像のみを使用しており、判読漏れ・誤判読が発生する可能性がある（判読

精度に関する課題）、SAR 画像に不慣れな判読者には判断が困難な項目がある（一般化に関する課題）という課題があった。そこで、次に示す 2 点について改善することを目的として、チェック項目を見直すこととした。

①精度向上

誤判読の低減を図るため、SAR 画像以外の情報として、地形図や災害前の光学画像から得られる情報についてもチェック項目に加える。

②一般化

SAR 画像に不慣れな判読者にも容易に判断できるようにカラー合成画像等から明瞭に判読できる内容をチェック項目とする。

3.2. 判読チェック項目の検討

チェック項目等を検討するため、土砂移動範囲における、カラー合成画像、災害前後の SAR 単画像、地形図および災害前の光学画像の特徴を整理した（表 1）。整理した内容のうち、見直し方針（精度向上、一般化）に資すると考えられるものをチェック項目として採用した。

表 1 各種画像から読み取れる内容と項目

画像等別	項目	例
カラー合成画像	着色領域の支配色	赤、青、赤青対
	電波照射方向に対する斜面の向き	表面、裏面、側面
災害前後の SAR 単画像	土砂移動範囲の形状変化	窪んだようにみえる 盛り上がったようにみえる
	地形図	斜面勾配 周辺地物
災害前光学画像	土地被覆	森林・草地、崩壊跡地、農地等
	周辺地物	橋梁、堰堤等

3.3. 判読チェックリスト（見直し後）

3.2 で採用したチェック項目に基づき、判読作業を行う際の判読フローを整理した。判読およびポリゴン作成作業は、以下のように実施するものとした。

- a) ステップ 1：土砂移動箇所の抽出（概査）※土砂移動の形態を「崩壊」、「堆積」のいずれかに区分する。
- b) ステップ 2（崩壊・堆積）：土砂移動範囲の確認（精査）
- c) ステップ 3：土砂移動範囲の抽出（ポリゴン作成）

以上の、チェック項目と判読フローを考慮し、チェックリストを作成した（表 2）。ステップ 1 の①～⑤の判断基準を簡易にすることと、チェック項目を実際の判読作業に合わせて配置することにより「一般化」を図った。また、ステップ 1 で抽出した箇所を、ステップ 2 の⑥～⑭で精査することにより、「精度向上」（誤判読の低減）を図った。

表 2 判読チェックリスト (見直し後) (崩壊と判定される事例)

ステップ	参照する画像	確認範囲	チェック項目	判断基準	評価 (○×)
1	カラー合成画像	カラー合成画像の着色領域	画像の支配色	①赤または赤・青の対がみられる ②青がみられる	○
	SAR単画像	単画像の前後変化	形状の変化	③窪んだようにみえる ④盛り上がったようにみえる	○
	カラー合成画像	カラー合成画像の着色領域	色の明瞭度	⑤明瞭である	○
2 (崩壊)	地形図	地形	斜面勾配	⑥傾斜地である	○
	地形図、光学画像	周囲	土地被覆	⑦人工的地形改変地ではない	○
	地形図	地形	斜面勾配	⑧急傾斜地である	○
	地形図、光学画像	周囲	土地被覆	⑨災害前に森林であった	○
2 (堆積)	地形図、光学画像	周囲	崩壊との位置関係	⑩崩壊に隣接している	
	地形図	地形	斜面勾配	⑪平坦地である	
	地形図、光学画像	周囲	土地被覆	⑫人工的地形改変地ではない ⑬堆積等が起こりうる 土地被覆である	
			周辺地物	⑭下流に橋梁・堰堤等が存在する	

必須チェック項目
参考チェック項目

4. 判読チェックリスト (見直し後) の有用性検証

上記の判読チェックリスト (見直し後) の有用性を検証するため、同チェックリストに沿って、平成 29 年 7 月九州北部豪雨の前後に観測された 2 時期 (観測日) の SAR 画像と地形図、災害前の光学画像を用いて土砂移動範囲の判読を行った。

SAR 画像等から判読できた 289 箇所のうち 247 箇所については、災害直後に撮影された空中写真等により、実際に土砂移動現象が発生した箇所であることが確認できた。したがって、誤判読の割合は 14% 程度であり、課題であった「判読精度の向上」が確認できた。例えば、図 2 に示す範囲では、チェック項目① (赤がみられる) およびチェック項目③ (窪んだようにみえる) に該当するため、崩壊の可能性がある。しかしながら、チェック項目⑥ (傾斜地である) に該当しないため「崩壊ではない」と判定できる。災害後光学画像で当該箇所を確認すると水田となっており崩壊ではないことがわかった。このように、追加したチェック項目により誤判読を低減できることが確認できた。

また、判断基準の簡易化やチェック項目を実際の判読作業に合わせて配置したことにより、判読が容易となり「一般化」に寄与したと考えられる。

5. まとめ

カラー合成画像のみを用いる既往チェックリスト等を見直し、カラー合成画像に加え、SAR 単画像、地形図、災害前の光学画像の判読チェック項目を追加した判読チェックリストを作成した。

同チェックリストをもとに土砂移動範囲の判読を実施した結果、誤判読を防止できた箇所が確認され、同チェックリストの有用性を確認できた。ただし、本稿では触れていないが、森林伐採による変化と土砂移動による変化の違いは、SAR 画像上から実際の崩壊と区別し判読することが困難であることが判明しており、今後の判読精度向上に向けた課題である。可能な限り短い観測間隔の SAR 画像を用いる等の対策も有効と考えられる。

【謝辞】

判読に用いた ALOS-2/PALSAR-2 データは、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構より提供頂きました。また、空中写真による崩壊ポリゴンデータ (H29.7 九州北部豪雨 崩壊地判読図) は九州地方整備局に提供頂きました。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 林ら (2012) : 高分解能 SAR 衛星画像を用いた台風 12 号災害での河道閉塞箇所の推定, 平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集, p.186-187
- 鶴殿ら (2012) : 高分解能 SAR 衛星画像を用いた河道閉塞箇所抽出手法の検討, 平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集, p.188-189
- 鶴殿ら (2014) : GIS データを利用した衛星 SAR 画像判読性向上の検討, 平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集 A, p.102-103

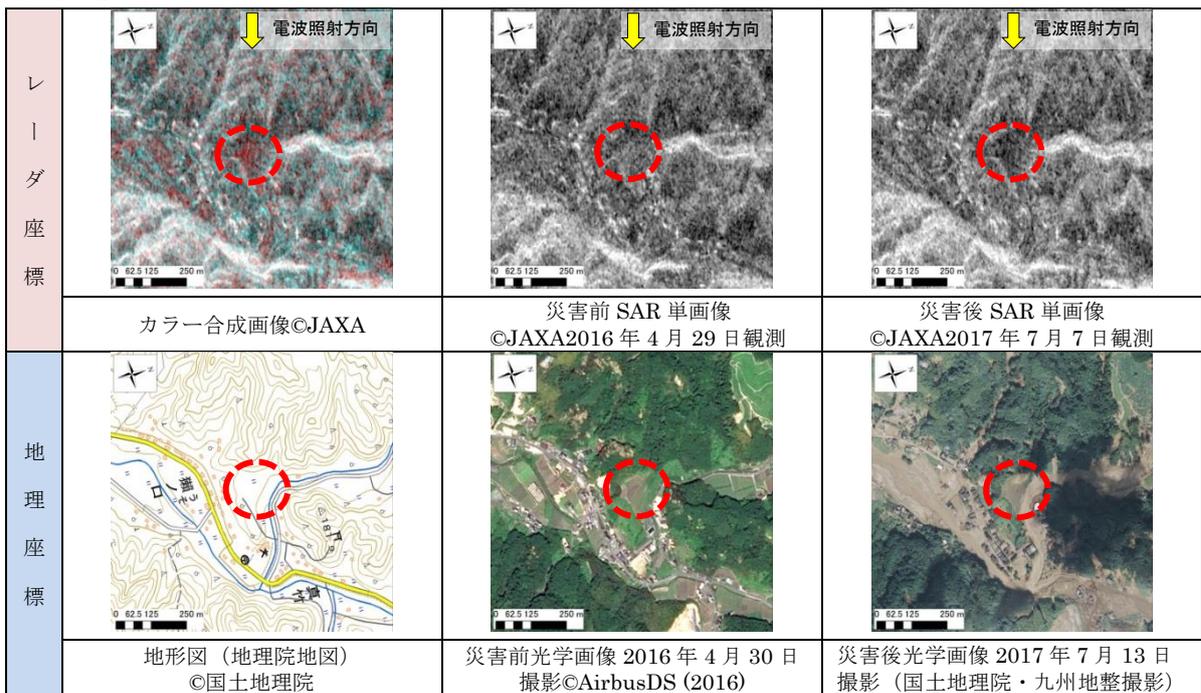


図 2 誤判読を低減することができた事例