

地球観測衛星 ALOS(だいち)による崩壊地の抽出手法について

国土技術政策総合研究所
独立行政法人土木研究所
株式会社パスコ

小山内信智、林真一郎
清水孝一
森田真一、板野友和、
○吉川和男、柴山卓史、岡島裕樹

1 はじめに

国土技術政策総合研究所では、長期間、広域に品質のほぼ一定したデータが取得できる衛星データの特徴を活かし、崩壊等の土砂災害を抽出する手法について研究を進めている。

昨年度は、単時期のパンシャープ画像の解析により、崩壊地を抽出する手法について報告した¹⁾²⁾。

今年度は、流域土砂災害監視の観点から、季節の異なる複数時期の AVNIR-2 画像から崩壊地を抽出する手法を検討した。植生域から非植生域(裸地等)への変化に着目し、NDVI(正規化植生指数)と GSI(粒度指数)の指標を組み合わせたことが有効であることが明らかとなったため、本手法について報告を行う。

2 複数時期の画像を用いた崩壊地抽出手法の検討

2.1 対象地域

対象地域は、岩手・宮城内陸地震において土砂災害が多発した湯の倉温泉地区(宮城県栗原市)とした。AVNIR-2 画像の解析範囲は東西 7 km×南北 5.5 km(面積:38.5km²)である。

2.2 使用データ諸元

ALOS の観測状況から、地震発生前後の画像として表 1 に示す 2 シーンのデータを使用した。

表 1 使用した AVNIR-2 画像の諸元

観測日時	パス-フレーム	ポイントング角 [°]	備考
2007/10/17 10:33	68-2810	0.0	地震前(秋季)
2008/07/02 10:27	67-2810	-2.5	地震後(夏季)

2.3 複数時期の画像を用いた崩壊地抽出の考え方

砂防領域における斜面崩壊の場合は、一定以上の勾配(本手法では 15° 以上とした)を有する斜面と想定できる。この山腹斜面における植生域から非植生域(裸地等)への変化を「崩壊発生」と捉え、崩壊地の抽出を行うこととした(図 1 参照)。

【災害前画像】



【災害後画像】



差分画像 = 災害後画像 - 災害前画像

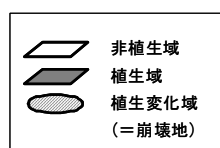


図 1 植生の変化に着目した崩壊抽出のイメージ

ここで、「植生域」及び「非植生域(裸地等)」を AVNIR-2 画像から判定する必要がある。

植生域の推定については、植生の活性度を表す指標 NDVI(正規化植生指数)に着目した。

裸地域域の推定については、古田³⁾の研究において有効とされている GSI(粒度指数)に着目した。

NDVI 及び GSI はそれぞれ次式で示される。

$$NDVI = \frac{Band4 - Band3}{Band4 + Band3}$$

$$GSI = \frac{Band3 - Band1}{Band3 + Band2 + Band1}$$

各式における Band1~Band4 は AVNIR-2 画像におけるバンド(観測波長帯)を示しており、それぞれ青(0.42~0.50 μm)、緑(0.52~0.60 μm)、赤(0.61~0.69 μm)及び近赤外(0.76~0.89 μm)の反射強度を示している。

本検討においては、これら指標を組み合わせ、植生域及び非植生域(裸地域)を以下のように定義することとした。

災害前植生域 = NDVI(植生域) - GSI(裸地域)
 災害後非植生域 = GSI(裸地域) - NDVI(植生域)
 崩壊地: 災害前植生域から災害後非植生域に変化した範囲

2.4 複数時期画像を用いた崩壊地抽出手法

以上の考え方に基づき、図 2 の崩壊地抽出フローにより崩壊地を抽出した。以下に手順を示す。

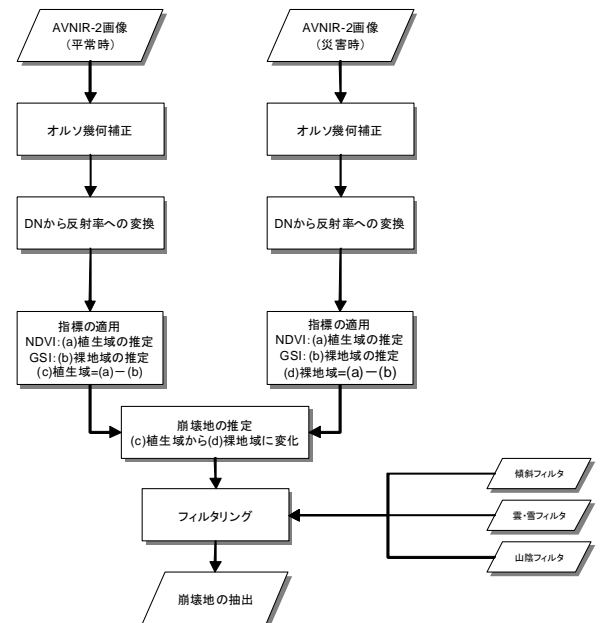


図 2 複数時期の画像による崩壊地抽出フロー

- ①2 時期の画像の位置合わせ及び地図との重ね合わせのため、オルソ幾何補正を行った。
- ②観測条件による影響を低減するため、画素値を反射率 (Reflectance) に変換して用いた。
- ③反射率の値を用いて、NDVI 及び GSI を算出し、植生域から非植生域(裸地等)に変化した領域を抽出した。
- ④NDVI 及び GSI の閾値は、季節が異なることから画像毎に別の値を設定した。
- ⑤誤抽出の要因となりうる箇所をフィルタリングするため、傾斜フィルタ(一定の勾配以下の領域)、雲・雪フィルタ(雲・雪に覆われている領域)、及び山陰フィルタ(太陽高度・方位と斜面勾配・方位によって発生する陰領域)を適用した。

3 評価結果と考察

3.1 評価方法

当該地域においては、岩手県・宮城県で作成した崩壊、地すべり等の箇所を示した GIS データ(以下、判読結果という)が存在するため、これを正として、AVNIR-2 画像から抽出された崩壊地(以下、解析結果という)の抽出精度を評価することとした。

評価の方法として、次の2つの評価を実施した。

(1) 面積による評価

解析結果と判読結果が画素単位で一致しているかどうかの評価を実施した。本評価では、同じ崩壊地(ポリゴン)内でも、異なる評価(抽出・抽出漏れ)が混在することに留意する必要がある。

(2) 箇所数による評価

判読で得られた崩壊地(ポリゴン)内に解析で得られた崩壊地の画素が1つでも含まれていれば抽出と判定した。全く含まれない場合は、抽出漏れとした。

3.2 精度評価の考え方

精度評価は、以下の考えに基づいた(表2参照)。

(1) 抽出率

実際に発生した崩壊地のうち、画像解析によって抽出できた割合を表す数値であり、下表の $A/(A+B)$ に相当する。

(2) 正答率

画像解析で崩壊と判定した箇所の確からしさ(当該箇所ですべてに崩壊が発生していたか)を示す値であり、下表の $A/(A+C)$ に相当する。

表2 評価の考え方

		解析結果	
		崩壊地	崩壊地以外
判読結果	崩壊地等	抽出 (A)	抽出漏れ (B)
	崩壊地以外	過剰抽出 (C)	崩壊地以外 (D)

3.3 評価結果と考察

上記の方法、考え方で、抽出率、正答率を算定した結果は表3の通りであり、面積による評価の抽出率は、80%を超える結果となった。

崩壊地等の面積別の抽出率を整理した結果は、表4の通り

であり、面積が 1,000m² 以下の崩壊地の抽出率は 50%以下であるが、2,000m² 以上で 80%以上、4,000m² 以上で 100%以上の抽出率となった。

表3 評価結果

	面積による評価	箇所数による評価
抽出率	66%	57%
正答率	81%	—

表4 崩壊地等の面積別の抽出率

崩壊地等の面積	抽出率
~200 m ²	抽出できず
~500 m ²	約 30%
~1,000 m ²	約 50%
~1,500 m ²	約 60%
~2,000 m ²	約 80%
~4,000 m ²	約 90%
4,000 m ² ~	約 100%

なお、面積による評価結果が箇所数による評価と比較して、低い要因としては、地すべりの移動土塊内において植生が維持されているケースが確認された。また、地形的に陰にあたる部分において、抽出率が低下することも確認された。

4 まとめ

本稿で用いた崩壊地の抽出手法は、数画素程度の微小な崩壊については抽出率が低いものの、解析対象範囲全体としては約 80%の抽出率となっており、地震や豪雨等により斜面崩壊が多発し、地上調査やヘリによる調査だけでは被害の全容把握が困難な場面においては、その抽出結果が災害対応等に有効な情報となりうると考えられる。ただし、本手法は植生域の変化に着目しているため、植生を保持したまま滑落する地すべり等に関しては抽出が困難であることが確認された。これらは、地理空間情報等の併用により、精度向上が可能と考えられる。

なお、解析に要する時間は、AVNIR-2 の 1 シーンの範囲で 4 時間程度となっており、昨年度に報告したパンシャープン画像を用いた手法と比較して、約 3.5 時間の短縮となった。このような時間短縮も災害対応を行う上では重要な要素と考えている。

また、今回は衛星の直下方向を観測した画像を用いたが、災害時にはデータ取得に要する日数を短縮するために斜め観測(ポインティング)も行われることから、斜め観測画像を用いた解析手法についても検討していく必要があると考える。

参考文献・資料

- 1) 柴山ほか(2009) :地球観測衛星 ALOS(だいち)による広域を対象とした崩壊地の抽出手法について(その 1)、平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集、p.420-421
- 2) 板野ほか(2009) :地球観測衛星 ALOS(だいち)による広域を対象とした崩壊地の抽出手法について(その 2)、平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集、p.422-423
- 3) 古田(2008) :AVNIR-2 単画像からの斜面災害箇所抽出方法の検討、衛星リモートセンシング推進委員会(平成 20 年度)