

# ALOS (AVNIR-2) 画像を利用した差分抽出による災害状況把握に関する調査 —平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震の場合— Research on Change Detection of Disaster-Damaged Sites using ALOS (AVNIR-2) Images —Case : The Noto Hanto Earthquake in 2007—

地理調査部 塩見和弘・北原敏夫  
Geographic Department Kazuhiro SHIOMI and Toshio KITAHARA

## 要 旨

平成 19 年 3 月 25 日に発生した「平成 19 年 (2007) 能登半島地震」の被害状況について、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) に搭載されている AVNIR-2 センサ (高性能可視近赤外放射計 2 型) の地震発生前と地震発生後の画像を入手し、簡易オルソ補正を実施した。これらの画像を用いて差分抽出による災害状況把握の可能性について調査した。

## 1. はじめに

国土地理院では、宇宙航空研究開発機構との間で締結している共同研究協定において「災害状況主題図作成の検討」を実施しているところである。本稿はこれに基づいたものである。また、本稿で使用した AVNIR-2 の画像も JAXA から提供されたものである。

AVNIR-2 の地上分解能は約 10m (直下)、観測幅は約 70km (直下)、観測波長帯は陸域・沿岸域の観測を考慮し可視・近赤外域を 4 バンドに区切ったものとなっている。また、災害等の観測に機動的に対応するため衛星進行方向に対し左右にポインティング ( $\pm 44^\circ$ ) 可能である。

さらに「だいち」には、地上分解能約 2.5m (直下) 観測幅 70km (直下視のみ) / 35km (3 方向視モード) のパンクロマティックセンサ PRISM も搭載している。

平成 19 年 3 月 25 日に発生した「平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震」は、石川県能登半島北西沖を震源として発生したマグニチュード 6.9 の地震である。被害状況は家屋の倒壊、斜面崩壊、地割れ等である。本稿では、これらのうち、斜面崩壊の抽出の可能性について報告する。

## 2. 調査内容

### 2. 1 調査対象地域及び使用データ

調査対象地域は「平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震」で大きな被害を受けた能登半島北西部をカバーするように設定した (図-1)。対象地域は海に囲まれた比較的標高の低い山間地である。

差分抽出で使用するデータは、災害箇所が明瞭に撮像されている必要があるため対象地域の雲量が 5% 程度の画像を入手した (表-1)。また、高さに

よる倒れこみで平面位置のずれが生じると、これを差分として抽出してしまうので被害状況の把握も困難となる。このため、簡易オルソ補正を行い、高さによる位置のずれを補正した。

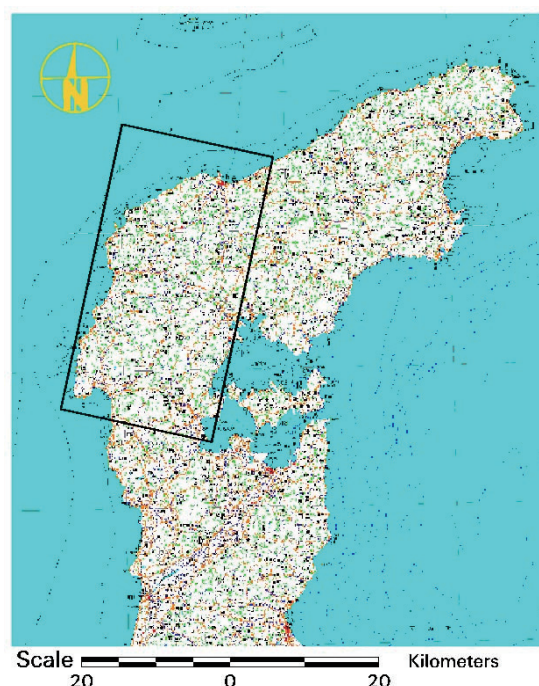


図-1 調査対象地域 (黒枠の範囲内が対象地域)

表-1 入手画像諸元

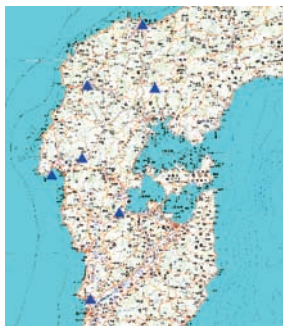
| センサー     | AVNIR-2            | AVNIR-2            | AVNIR-2            |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 処理レベル    | 1B1                | 1B1                | 1B1                |
| ポインティング角 | 0°                 | 30°                | 0°                 |
| 観測日      | 2006 年<br>9 月 25 日 | 2007 年<br>3 月 26 日 | 2007 年<br>4 月 26 日 |
| 撮像パス     | 75                 | 83                 | 74                 |

### 2. 2 簡易オルソ補正と位置精度の検証

表-1 に示した画像に対し「数値地図 25000 (地図画像)」「数値地図 50mメッシュ (標高)」を用いて簡易オルソ補正を実施した。各画像とも 20~30 点の GCP を選点した。

オルソ補正した各画像について 7 点の精度検証点

(図－2)を設定し、標定精度の検証を実施した(表－2)。



図－2 精度検証点（青三角が精度検証点）

2007年3月26日に撮像した画像では、X座標の差分の最大値が40.45m、最小値が-66.37mと大きく差分抽出への使用は困難であると判断した。誤差が大きくなった原因として考えられることは、位置の基準として使用した「数値地図25000(地図画像)」 「数値地図50mメッシュ(標高)」が含んでいる誤差、AVNIR-2の地上分解能が約10mであることによる計測誤差、さらにこの画像のみポインティング角が30°であることなどがあげられる。他の画像については、パスは異なるが直下の撮像であったため、倒れこみの影響が少なかったと考えられる。また、簡易オルソ画像を作成するための衛星のモデルとして、Generic Pushbroomモデルを使用しており、センサ及び衛星の姿勢情報などは、一般に公表されている情報のみを使用したためこのような誤差が生じたとも考えられる。

表－2 各画像の標定精度

2006年9月25日の画像から作成したオルソ画像

|           | X      | Y      | 誤差ベクトルの大きさ |
|-----------|--------|--------|------------|
| 差分の最大値(m) | 22.24  | 19.24  | 29.41      |
| 差分の最小値(m) | 0.20   | -0.15  | 0.32       |
| 差分の平均値(m) | 8.93   | 4.95   | 10.62      |
| 分散        | 179.09 | 100.01 |            |
| 標準偏差      | 13.38  | 10.00  |            |

2007年3月26日の画像から作成したオルソ画像

|           | X       | Y      | 誤差ベクトルの大きさ |
|-----------|---------|--------|------------|
| 差分の最大値(m) | 40.45   | 20.86  | 69.57      |
| 差分の最小値(m) | -66.37  | -0.90  | 14.70      |
| 差分の平均値(m) | -10.83  | 11.33  | 37.01      |
| 分散        | 1699.24 | 274.52 |            |
| 標準偏差      | 41.22   | 16.57  |            |

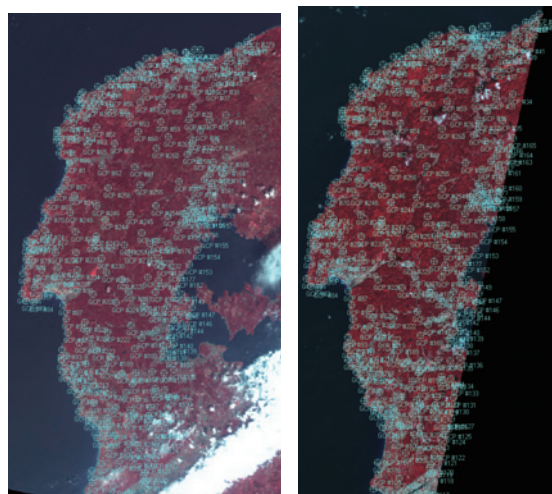
2007年4月26日の画像から作成したオルソ画像

|           | X     | Y     | 誤差ベクトルの大きさ |
|-----------|-------|-------|------------|
| 差分の最大値(m) | 3.30  | 0.97  | 4.33       |
| 差分の最小値(m) | -3.69 | -2.10 | 0.45       |
| 差分の平均値(m) | -0.06 | -1.34 | 2.70       |
| 分散        | 6.58  | 2.20  |            |
| 標準偏差      | 2.57  | 1.48  |            |

2006年9月25日の画像から作成したオルソ画像をRubber Sheeting変換した画像

|           | X     | Y     | 誤差ベクトルの大きさ |
|-----------|-------|-------|------------|
| 差分の最大値(m) | 1.00  | 2.47  | 3.29       |
| 差分の最小値(m) | -1.98 | -3.17 | 0.07       |
| 差分の平均値(m) | -0.70 | -0.11 | 1.89       |
| 分散        | 1.70  | 5.12  |            |
| 標準偏差      | 1.30  | 2.26  |            |

この結果をふまえ2006年9月25日(災害発生前)と2007年4月26日(災害発生後)の画像を使用し差分抽出を行うことにした。これらの画像を使用し差分抽出を行う場合、表－2からも分かるように2006年9月25日の画像ではまだ多少の誤差が存在する。2006年9月25日の画像と2006年4月26日の画像を一致させるために、2006年4月26日の画像を基準として296点の基準点を選点(図－3)し2006年9月25日の画像に対しRubber Sheeting変換を行った。変換後、他の画像と同様に精度検証を行った(表－2)。結果は良好であり、この画像を使用し差分抽出を行った。



2007年4月26日の画像 2006年9月25日の画像

図－3 Rubber Sheeting変換に使用した基準点

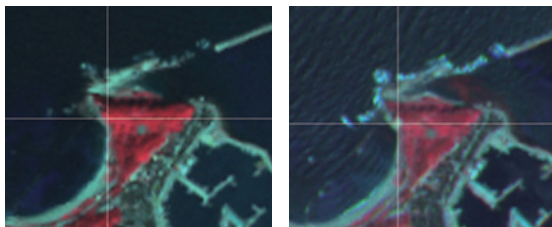
## 2. 3 差分抽出

AVNIR-2 は可視・近赤外域を 4 バンドに区切って観測可能である。観測波長帯について表－3 に示す。

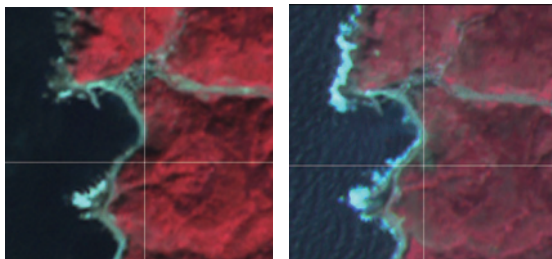
斜面崩壊箇所を抽出するため、輪島市袖が浜の斜面崩壊箇所と輪島市門前町深見の斜面崩壊箇所を閾値設定のための基準地域（図－4）とした。

表－3 AVNIR-2 の観測波長帯

| バンド   | 観測波長帯                     | 主な観測対象物    |
|-------|---------------------------|------------|
| 1 バンド | 0.42 ～ 0.50 $\mu\text{m}$ | 水, 水分の多い土壌 |
| 2 バンド | 0.52 ～ 0.60 $\mu\text{m}$ | 土壌, 植生     |
| 3 バンド | 0.61 ～ 0.69 $\mu\text{m}$ | 乾燥した土壌     |
| 4 バンド | 0.76 ～ 0.89 $\mu\text{m}$ | 植生         |



輪島市袖が浜の斜面崩壊箇所



輪島市門前町深見の斜面崩壊箇所

図－4 斜面崩壊箇所の閾値設定のための基準地域

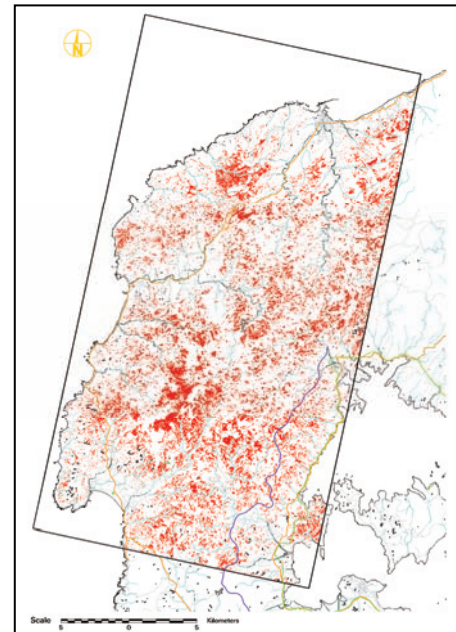
斜面崩壊の抽出を行う場合、植生に覆われていたところが土砂に変化した場所を抽出すればよいと想像できる。一般的に、植生の変化を効率的に表示するとされているのが NDVI (植生指標) 画像である。2006 年 9 月 25 日 (災害発生前) と 2006 年 4 月 26 日 (災害発生後) の画像から NDVI 画像を作成し差分抽出を行った。

表－4 バンドごとの基準地点の輝度値

|       | 輪島市袖が浜 |     | 輪島市門前町深見 |     |
|-------|--------|-----|----------|-----|
|       | 前      | 後   | 前        | 後   |
| 1 バンド | 92     | 134 | 81       | 119 |
| 2 バンド | 70     | 128 | 48       | 89  |
| 3 バンド | 51     | 140 | 31       | 82  |
| 4 バンド | 94     | 70  | 45       | 40  |
| NDVI  | 206    | 84  | 174      | 83  |

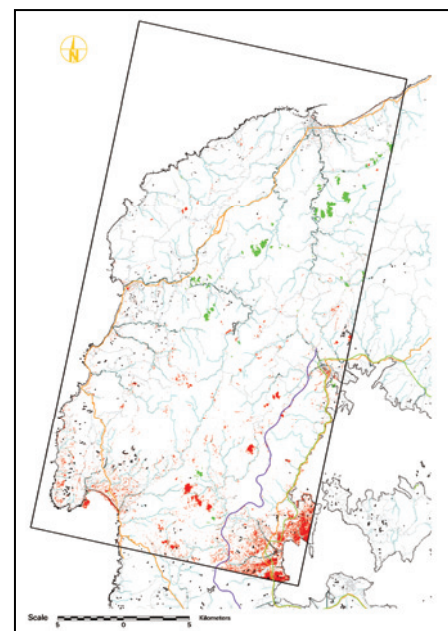
結果は当初想像していたものとは異なり、植生の活性状況の差分と斜面崩壊による差分に大きな差がないため、今回の 2 時期の画像から作成した NDVI 画像の差分抽出（図－5）では適当な閾値を設定することができなかった。

さらに、バンドごとに基準地点の輝度値（表－4）を調査し、それぞれ適当と思われる閾値を設定し差分抽出を行った。その結果を図－6 から図－10 に示す。



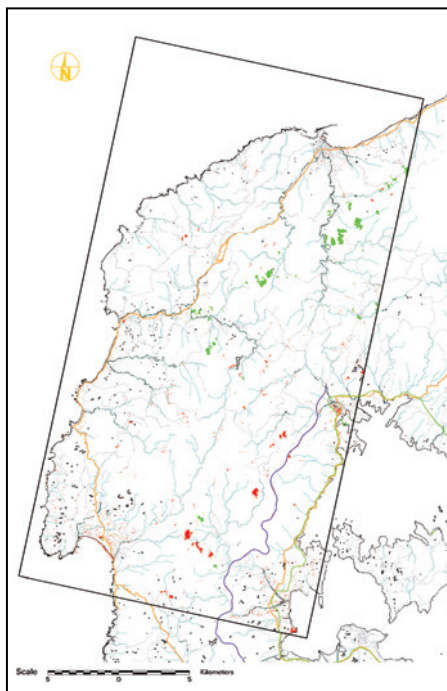
赤色部が斜面崩壊として検出された部分（雲含む）

図－5 NDVI の差分抽出画像



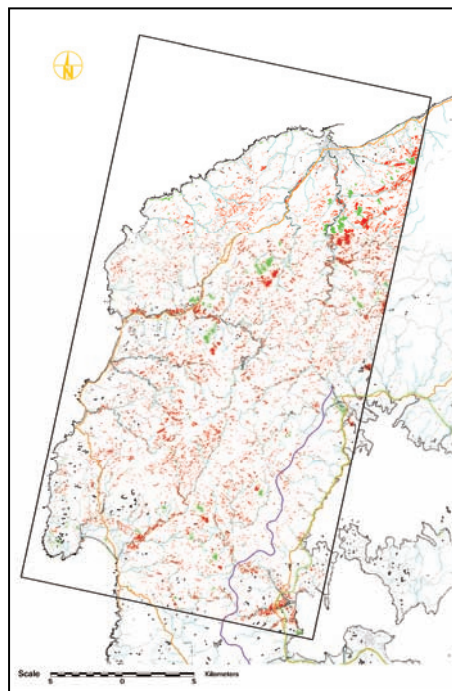
赤色部が斜面崩壊として検出された部分（雲含む）、  
緑色部は過去画像の雲

図－6 バンド 1 の差分抽出画像



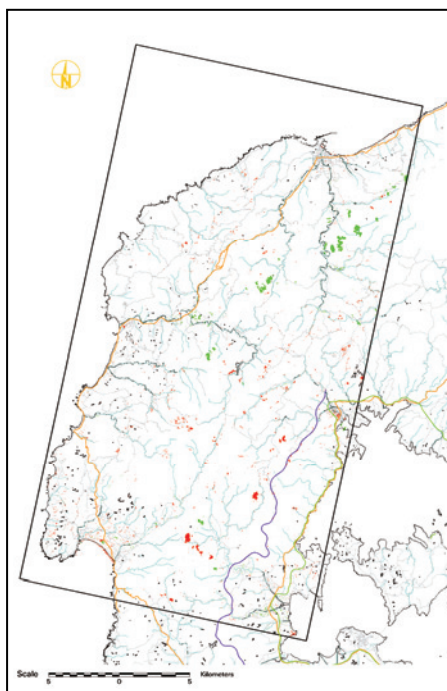
赤色部が斜面崩壊として検出された部分（雲含む）、  
緑色部は過去画像の雲

図－7 バンド2の差分抽出画像



赤色部が斜面崩壊として検出された部分（雲含む）、  
緑色部は地震後画像の雲もしくは前画像の影の部分

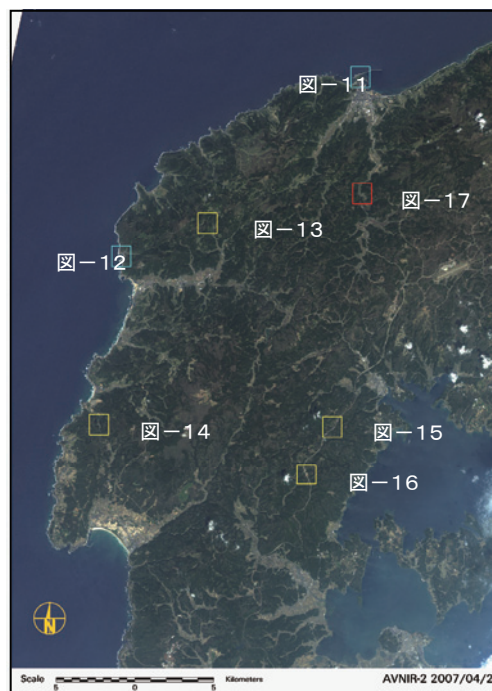
図－9 バンド4の差分抽出画像



赤色部が斜面崩壊として検出された部分（雲含む）、  
緑色部は過去画像の雲

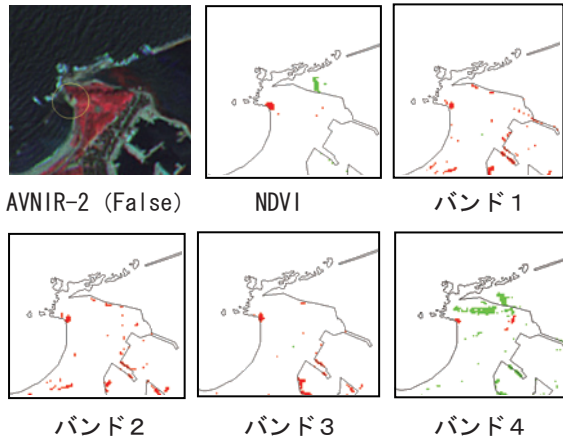
図－8 バンド3の差分抽出画像

詳細な抽出状況を確認するために、「平成 19 年（2007 年）能登半島地震」での代表的な斜面崩壊箇所（図－10）について、バンドごとの差分抽出比較拡大画像（図－11 から図－17）を作成した。

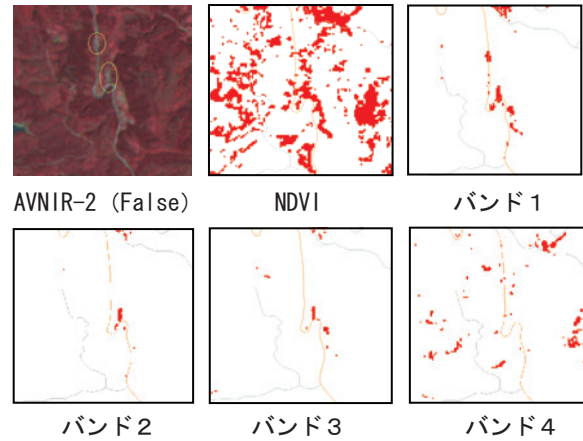


□基準地域 □検証地域 □過去画像が雲で検証不能

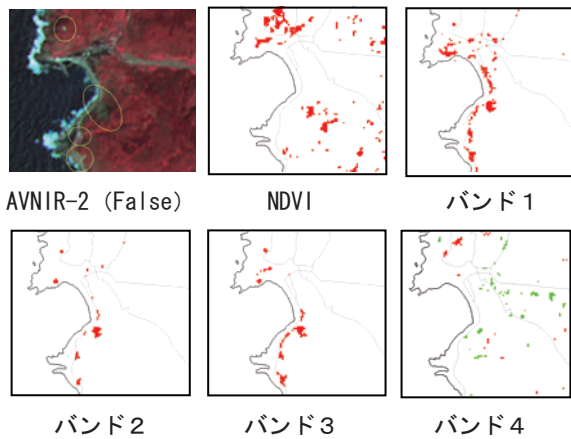
図－10 能登半島の代表的な斜面崩壊箇所



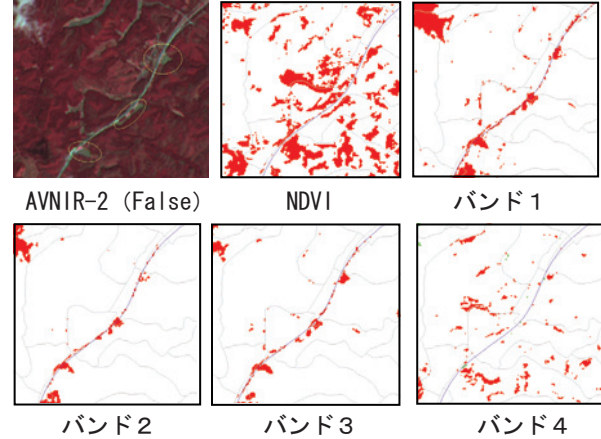
斜面崩壊箇所が全ての差分抽出画像で確認できる。  
(閾値設定のための基準地点 (図-4) として使用)  
図-11 輪島市袖が浜の斜面崩壊箇所



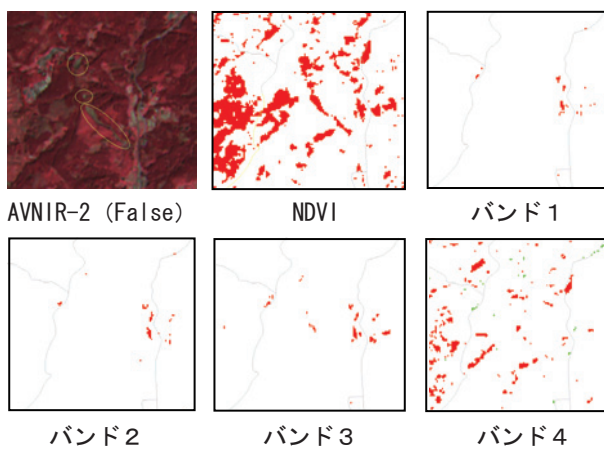
1, 2, 3 バンドで抽出できている。  
図-14 輪島市～志賀町国道 249 号の斜面崩壊箇所



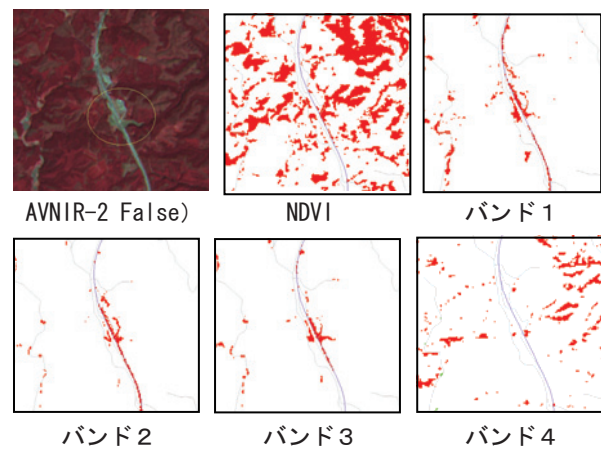
1, 2, 3 バンドで抽出できている。  
(閾値設定のための基準地点 (図-4) として使用)  
図-12 輪島市門前町深見の斜面崩壊箇所



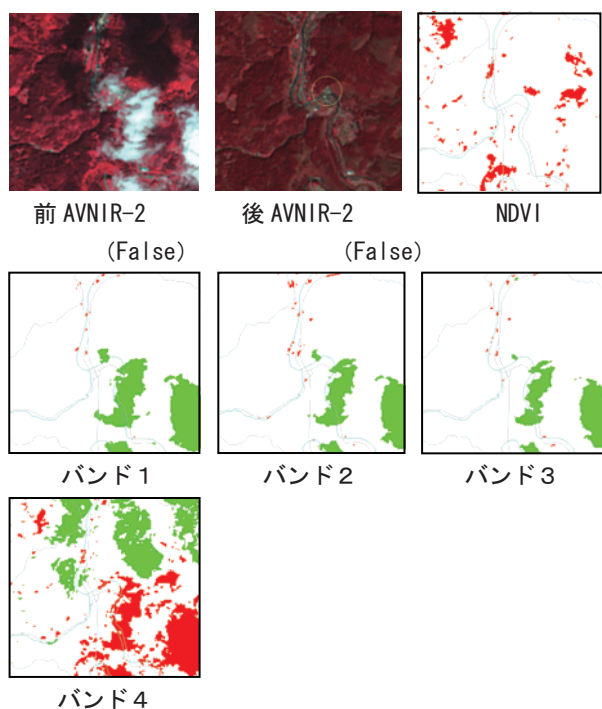
1, 2, 3 バンドで抽出できている。  
図-15 能登有料道 穴水～横田間の斜面崩壊箇所①



バンド 3 で抽出できている。  
図-13 輪島市袖が浜の斜面崩壊箇所



1, 2, 3 バンドで抽出できている。  
図-16 能登有料道 穴水～横田間の斜面崩壊箇所②



地震後の画像には被害箇所が明瞭に撮像されているが、差分抽出では抽出できていない。

図-17 輪島市熊野町河原田川北側の斜面崩壊箇所

以上の拡大比較画像から、斜面崩壊地域の差分抽出において1, 2, 3バンドが有効であることがわかった。さらに規模の大きな斜面崩壊以外にも、1ピクセル単位（約10m四方）で検出した地点をAVNIR-2のナチュラルカラー・フォルスカラー、PRISMとのパンシャープンなどを用いて探査を行うと、斜面崩壊に似た状況を確認できた。

### 3. まとめと今後について

本稿で実施した斜面崩壊の差分抽出では、ほとんど雲のない画像の使用と、パスは異なるが直下を撮像した画像の使用により、ほぼ満足のいく結果が得られた。

しかし、好条件の画像を災害発生時に入手することは困難であり、それを補完する上で、ポインティングによって得た斜め画像からの高精度なオルソ画像作成、天候や季節変動による全体的な輝度の増減及び影による部分的な輝度の減少などを考慮した画像作成手法の検討、差分抽出前の画像の位置決めに必要な時間短縮と精度の向上が課題である。また、1, 2, 3バンドのバンド間演算によるより効率的な差分抽出の可能性と単独画像による斜面崩壊部の分類などが期待できる。

### 参考文献

ESRI ジャパン：技術資料 LPS による ALOS AVNIR-2 ポインティングデータのオルソ幾何補正。

[https://www.esri.jp/support/erdas/document/avnir2\\_pointing/avnir2\\_pointing.html](https://www.esri.jp/support/erdas/document/avnir2_pointing/avnir2_pointing.html), (accessed 12 Sep. 2007).

JAXA：ALOS について PRISM, <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/about/jprism.htm>, (accessed 12 Sep. 2007).

JAXA：ALOS について AVNIR-2, <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/about/javnir2.htm>, (accessed 12 Sep. 2007).