

航空機SAR画像を用いた2013年台風26号による伊豆大島の被害抽出

Damage detection of Izu-Oshima due to the 2013 Typhoon No. 26 using airborne SAR imagery

○リュウ ウェン¹, 山崎 文雄¹
Wen LIU¹ and Fumio YAMAZAKI¹

¹ 千葉大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Chiba University

A strong typhoon named Wipha affected the east coast of Japan from the night of October 15 to the morning of 16, 2013. Due to its high wind speed and the large gale wind area, it caused huge damages in Japan, especially in Izu-Oshima (island), Tokyo. Remote sensing is an effective tool for emergency response after the occurrence of disasters. Although optical images could provide more detailed information, most of them were covered by cloud due to the weather condition. In this study, the pre- and post-event Pi-SAR-L (Polarimetric and Interferometric Airborne Synthetic Aperture Radar) data were used to detect the landslides in Izu-Oshima. Potential landslide areas were detected due to the decrease in the backscattering intensity of the HV polarization.

Keywords : Landslide, SAR polarimetry, difference, digital elevation model, Pi-SAR-L2

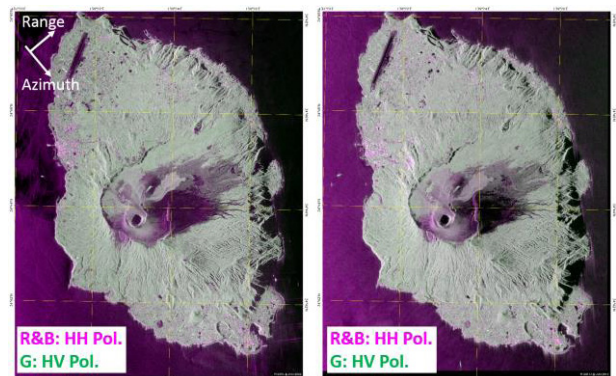
1. 研究背景

平成 25 年台風 26 号 (別名 Wipha) は 2013 年 10 月 11 日に発生した大型台風である。台風は北西に進みながら発達し、35m/s の風速を維持したまま 10 月 15 日の夜から関東地方に接近し、16 日明け方に伊豆諸島を通過した。東京都を中心とした関東沿岸地域では、観測史上最大の 24 時間降水量を記録した。伊豆大島では 1 時間 100 ミリ以上の降水量を記録し、24 時間降水量が 824 ミリに達した。大雨の影響で、伊豆大島西部で広域の土石流が発生し、39 名の死者・行方不明者や 22 名の負傷者が出た。伊豆大島は離島であり、交通が不便のため、災害後の捜索救助活動および被害の把握に時間を要した。一方、航空写真や衛星画像を用いたリモートセンシング技術が災害後の被害把握によく用いられている。マイクロ波を照射して、地上からの反射を観測する合成開口レーダ (SAR) は天候に影響せず観測できるため、台風被害の把握に有効と考えられる。

本研究では、台風前後に撮影された航空機 Pi-SAR-L2 画像を用いて、伊豆大島における土砂災害の範囲を検出した。HH と HV 偏波の後方散乱特性を用いて、台風通過後に植生が減少した地域を抽出した。都市開発地域以外の植生域減少を土砂災害とみなして抽出を行った。

2. 使用データと前処理

本研究の対象地域は、台風被害が最も大きかった伊豆大島とした。被害範囲を検出するために、災害前後に撮影された Pi-SAR-L2 画像を用いた。Pi-SAR-L2 は地球計測及び災害監視分野の研究を目的とする航空機搭載合成開口レーダシステムで、L バンドのセンサを搭載している²⁾。水平・垂直偏波を用いて全偏波のポラリメトリ画像が撮影できる。2012 年から JAXA が運用開始した Pi-SAR-L2 は 1996 年から 2011 年に渡って運用された Pi-SAR-L の改良版である。本研究に用いた台風前の画像は



(a) 2000/8/30 (b) 2013/10/22
図 1 台風前後に撮影された Pi-SAR 画像の HH 偏波と HV 偏波のカラー合成

2000 年 8 月 20 日に Pi-SAR-L で撮影されたもので、台風後の画像は 2013 年 10 月 22 日 (台風通過一週間後) に Pi-SAR-L2 で撮影されたものである。2 時期の画像は、ともに下降軌道の左観測で得られた全偏波画像である。しかし、撮影されたセンサが異なるため、事後画像の方が高い解像度を持つ。このため、事前・事後画像を合わせて 2.5m/pixel にリサンプリングした。

2 時期の画像は撮影時期が 10 年以上離れているため、手動で位置合わせを行った。さらに、輝度補正を行い、画像のデジタルナンバー (DN) から単位面積における後方散乱強度を表す後方散乱係数 (σ^0) に変換した。HH 偏波に赤と青、HV 偏波に緑を与えて得られた 2 偏波のカラー合成を図 1 に示す。2 時期の画像を比較すると、台風後では三原山の北西部で緑の減少が確認できる。

3. 土砂災害の検出

三原山は多くが樹木に覆われているため、台風後に土砂災害により減少した植生域を抽出することで、被害範囲を検出できる。偏波の特徴より、体積散乱を伴う森林

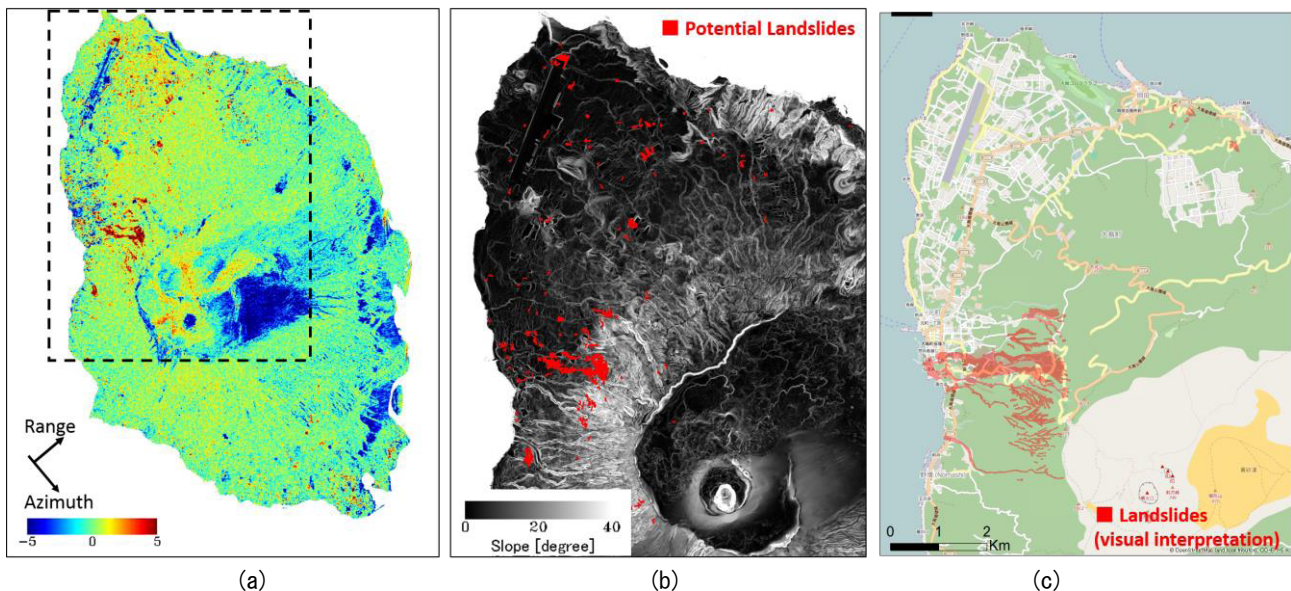


図 2 台風前後の Pi-SAR 画像から得られた標準差分図 (a) ; 標準差分の閾値により抽出された土砂災害可能範囲を 5m 解像度のデジタル標高モデルから得られた勾配図の上に重ねた結果 (b) ; 国土地理院が公開した航空写真から目視判読された土砂災害範囲³⁾ (c)

域が HV 偏波において強い反射を示す。そのため、HV 偏波を用いた植生域の抽出が有効である。しかし、災害前の画像は 10 年前に撮影されたもので、輝度補正を行っても無変化地域における後方散乱係数の違いがみられる。2 時期の HV 偏波画像による直接差分では、撮影条件による違いと台風による被害を区別することが困難である。そこで、本研究では HH 偏波画像を用いて、差分の標準化処理を行った。標準差分値(D_N)は式(1)で求められる。

$$D_N = \langle \sigma_{HHpost} - \sigma_{HVpost} \rangle - \langle \sigma_{HHpre} - \sigma_{HVpre} \rangle \quad (1)$$

ここで、 σ_{HH} と σ_{HV} は HH 偏波と HV 偏波画像における後方散乱係数を示し、 $\langle \rangle$ は 3×3 ピクセルのウィンドウ平均である。

画像全域で得られた標準差分値を図 2(a)に示す。同時期に撮影された HH 偏波画像と差分をとることで、撮影時期により後方散乱係数の違いを減少することができた。土砂災害が発生した北西部と影域以外、無変化の地域における標準差分値はほぼ 0 であり、緑色で表示されている。三原山の西部にある赤く表示されたプラスの変化域は、台風通過後 HV 偏波の反射が弱くなった地域であり、土石流が発生したところと考えられる。ここでは、標準差分値が 3dB 以上の範囲を被害地域として抽出した。

一方、三原山から離れた北部の町中でも赤く表示された範囲がある。それは、前後画像が撮影された 10 年の間に市街地の拡大によって減少した植生域である。検出精度を向上させるために、抽出した被害地域のピクセルをオブジェクトに結合し、オブジェクトの大きさが 100pixels (約 600m²) 以下のものは市街地の変化として除去した。除去後の結果の一部を拡大して、図 2(b)に示す。このサイズフィルタを用いることで、一部の都市変化を除くことができたものの、空港周辺における広範囲の変化域はまだ抽出結果に残っている。

さらに、国土地理院が公開したデジタル標高モデル (DEM)を用いて誤検出の除去を行った。まず 5m の DEM を 2.5m/pixel にリサンプリングし、Pi-SAR 画像と位置合わせを行った。3 ピクセルのウィンドウを用いて、DEM から勾配を求めて図 2(b)に示す。土砂崩れや土石流は勾

配が大きい地域で発生しやすいため、抽出された被害範囲から勾配 10 度以下の平地を誤抽出として結果から除いた。勾配を用いることで、空港周辺の変化域を被害範囲から除くことができた。

図 3 (c)は国土地理院が航空写真を用いて目視判読で検出した土石流の範囲³⁾を示す。図 3(b)と(c)を比較すると、三原山西部にある広域な土石流範囲を概ね検出できた。しかし、事前が植生でない地域で発生した崩壊は検出できなかった。また、勾配が小さい地域を除いたため、市街地に流れた土石流の範囲を充分には検出できなかった。

4. まとめ

本研究では、2000 年と 2013 年に撮影された航空機 Pi-SAR の全偏波画像を用いて、2013 年台風 26 号による東京都伊豆大島の土砂災害範囲を検出した。植生域の減少を着目し、標準化した HV 偏波の差分による被害の検出を行った。高解像度の DEM を導入し、検出結果の精度を上昇させた。航空写真から目視で得られた被害範囲と比べて、広域の土砂災害が概ね検出できた。この結果から Pi-SAR-L2 画像を用いた土砂災害抽出は有効といえる。

謝辞

本研究で使用した Pi-SAR-L2 データは、JAXA 大規模災害衛星画像解析ワーキンググループ (委員長：三浦房紀山口大学教授) を通じて貸与されたものである。

参考文献

- (1) リュウ・ウェン, 松岡昌志, アドリアノ・ブルーノ, マス・エリック, 越村俊一: COSMO-SkyMed 強度画像を用いたフィリピン台風被害の検出, 日本リモートセンシング学会第 56 回学術講演会論文集, pp. 73-74, 2014.
- (2) Pi-SAR-L2: <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/Pi-SAR-L2/>
- (3) 国土地理院: <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h25-taihu26-index.html>