

# 2015年ネパール Gorkha 地震における斜面崩壊域の抽出

12T0281W 土田 理彩子

指導教員：山崎 文雄，劉 ウェン

## 1. はじめに

2015年4月25日ネパールの Gorkha 付近、深さ 15 km を震源とした Mw7.8 の地震が発生した。山岳地域で災害が発生した場合、地上からの情報収集は困難であるが、被害の拡大を防ぐためには広範囲の被災状況を早急に把握しなければならない。このような時にリモートセンシング技術が有効である。とくに地球観測衛星は定期的に地表面の画像を取得しており、災害発生後の緊急撮影画像に加えて、災害前のアーカイブ画像も得られていることが多く、画像の変化抽出による災害状況把握が盛んに行われている<sup>1)</sup>。2014年に打上げられた日本の地球観測衛星 ALOS-2 は PALSAR-2 を搭載するが、これによる斜面崩壊抽出に関する研究は、未だ事例が少ない。

本研究では、災害前後に得られた PALSAR-2 画像を用いて斜面崩壊域の特性を把握し、その抽出を試みる。光学衛星センサ画像と比較して合成開口レーダ(SAR)画像における崩壊域での特徴を把握し、斜面崩壊が発生した地域を検出する。

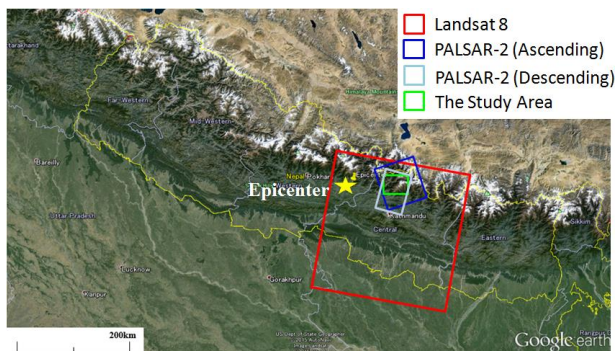


図-1 対象地域と使用した各衛星画像の範囲

## 2. 対象地域と使用データ

対象地域としては、図-1 に示す広範囲にわたって斜面崩壊や落石、雪崩が多く報告されている Trishuli 川と Langtang 川に沿った谷を中心に行う。

地震前後に撮影された Landsat-8<sup>2)</sup>と PALSAR-2 による画像を使用した。地震前の Landsat-8 画像は 2015 年 2 月 9 日、地震後は 6 月 1 日に撮影されたものである。対象地域の地形データとしては ASTER GDEM を用いた。PALSAR-2 画像は上昇軌道の HH と HV 偏波のもので、地震前が 2015 年 2 月 11 日、地震後が 5 月 2 日に撮影されたものを使用した。また、下降軌道の HH 偏波で地震前 2014 年 11 月 7 日、

地震後 2015 年 5 月 8 日に撮影されたものも使用した。

## 3. 研究の流れ

まず Landsat-8 を用いた斜面崩壊の抽出を行った。前処理としてキャリブレーションを行った後、パンシャープ処理を行うことで解像度約 15m の画像を作成した。斜面崩壊の場合、災害前に存在した植生が斜面下方に流出し裸地が露出することが多いことから、標準化植生指標(NDVI)を用いて、地震前後の画像から NDVI が減少する範囲を斜面崩壊として検出する方法を試みた。また DEM を用いて、斜面崩壊の特徴を考察した。その後、地震後画像のみを用いて教師付き分類も行った。最後に NDVI による差分抽出および教師付き分類による抽出を目視判読結果と比較し、精度評価を行った。

次に PALSAR-2 画像を用いて斜面崩壊を抽出した。前処理として放射輝度補正とノイズの除去を行った。またスペckルノイズを除去するために 5x5 ピクセルのウィンドウ幅で Enhanced Lee filter を用いた。その後、崩壊域の後方散乱係数の特性を把握し、相関係数と差分を用いて抽出を試みた。

## 4. Landsat-8 画像を用いた斜面崩壊の抽出

まず NDVI を用いて抽出を行った。地震前に植生だった箇所が斜面崩壊によって土壌へと変化した場合、検出は概ね良好であったが、地震前に土壌や岩、氷雪であった場合は検出が困難であった。

次に地震後画像のみ用いて教師付き分類を行った。目視による判読結果と比較すると、谷に沿って発生した斜面崩壊の抽出結果は非常に類似していることが分かった。また DEM を用いて崩壊域の特徴を調べたところ、傾斜角 10°未満の箇所での誤抽出が多かったため、このエリアを検出対象から除去した。NDVI 差分抽出と教師付き分類の結果、いずれも崩壊面積が 675 m<sup>2</sup>を境として検出率に大きく差があった。675 m<sup>2</sup>以下の崩壊を検出できた割合は 5 割を下回ったが、675 m<sup>2</sup>以上の崩壊に関しては 9 割程度が検出できた。

## 5. PALSAR-2 画像を用いた斜面崩壊の抽出

対象地域は起伏の激しい山岳地帯であるため、地表面の物質や状況よりも斜面方位や傾斜角の方が、SAR の後方散乱強度を決定する重要な要因である。

図2(a)は、下降軌道のHH偏波における斜面方位と後方散乱係数の分布図である。斜面方位は0°を北として時計回りに360°で斜面の向きを示す。下降軌道の場合、東側からマイクロ波が照射されるため、マイクロ波と正対する斜面(105°)で値が最も高くなる。そこで、後方散乱係数の最大となる方位から±30°を類似した斜面方位の範囲としてみなした。

図2(b)は下降軌道のHH偏波のうち、類似した斜面方位の範囲における、後方散乱係数と傾斜角の関係を示す分布図である。下降軌道の場合、レーダの入射角が32.4°であり、その時の後方散乱係数が最も高いことが分かる。これらの結果から、斜面方位と傾斜角が地表面の物質や状況よりも、SARの後方散乱を決定する重要な要因であることが分かった。

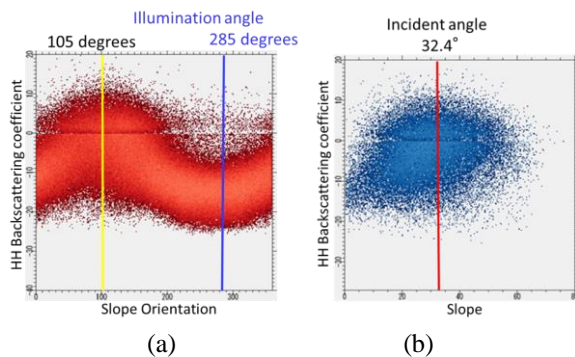


図-2 下降軌道における斜面方位と後方散乱の関係(a), 後方散乱と傾斜角の関係(b)

斜面崩壊の抽出方法として、主に相関係数と差分を用いた。対象地域では植生や氷雪の増減など季節的变化がHV偏波画像に非常に大きく影響するため、HH偏波のみを用いて抽出を行うこととした。しかし、HH偏波においても植生の増減など季節的な変化に反応していることから、同時期のHH偏波とHV偏波における植生部の反射の違いを利用して、植生の除去を行った。HH偏波の場合、崩壊地での後方散乱強度が大きく、森林では小さい。またHV偏波は、森林での後方散乱強度が大きく、崩壊地では小さくなる。つまりHH偏波とHV偏波の後方散乱強度を差分することで植生域の抽出が可能になると考えられる(図-4)。対象地域では後方散乱係数が小さくなるにつれ、植生が濃くなることが明らかになったため、HH偏波とHV偏波の後方散乱係数の差を求め、閾値を設定することで濃い植生部を除去した。

類似した斜面のうち、植生の除去を行った対象地域における相関・差分を用いて、斜面崩壊域の抽出を行ったところ、抽出結果が概ね目視判読結果と一致する良い結果が得られた(図-5)。しかし、SAR画像から得られるデータのみで斜面崩壊の抽出を行うことは非常に困難で、条件の揃った画像が得られる

可能性も高くない。崩壊域の抽出を行うためには、対象地域ごとに慎重な検討が必要である。

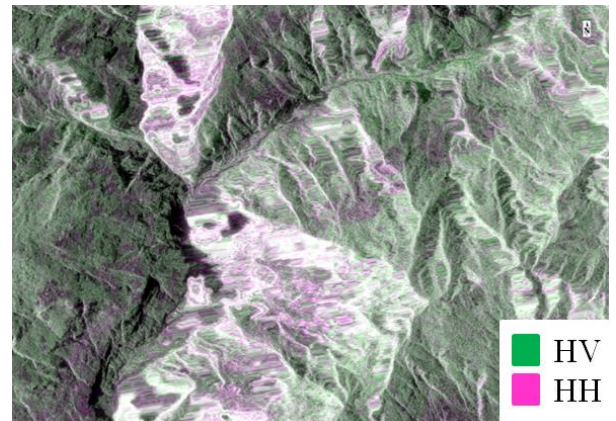


図-4 下降軌道のHH偏波とHV偏波の合成画像(Trishuli谷)

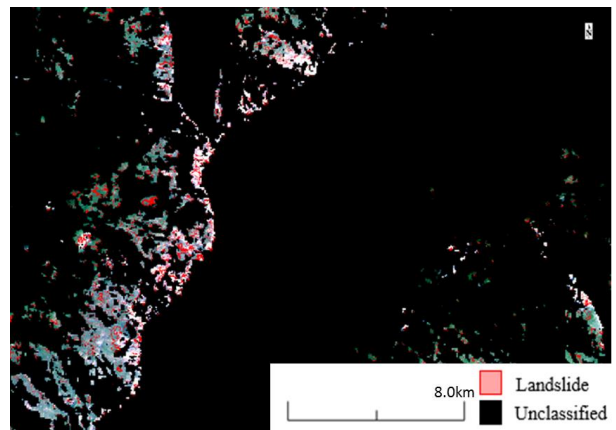


図-5 下降軌道のPALSAR-2画像の抽出結果(Trishuli谷)

## 6. まとめ

本研究では地震前後のLandsat-8画像とALOS-2画像を用い、ネパールGorkha地震で発生した斜面崩壊域を抽出した。Landsat-8画像を用いた場合は、NDVIの差分による抽出と教師付き分類によるものを試みた。いずれの方法でも、675 m<sup>2</sup>以上の崩壊に関しては9割程度が検出できた。

PALSAR-2画像を用いた抽出方法では、まず対象地域の地形特性を把握した。抽出範囲を斜面方位や傾斜角で限定し、植生の除去を行った後、相関・差分を用いて崩壊域の抽出を試みた。目視判読結果と比較して概ね崩壊域が一致しており、良い結果を得ることができた。

## 参考文献

- 1) 翠川三郎, 三浦弘之 (2010): 高分解能SAR画像による2008年岩手・宮城内陸地震での斜面災害地域の抽出, 日本地震学会論文集, 日本地震工学会, Vol.10, No.3.
- 2) U.S. Geological Survey : Landsat Missions, <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>