

合成開口レーダを用いた土砂災害の抽出のための コヒーレンスの特徴の分析

日大生産工(院) ○木村 舜 日大生産工 野中 崇志
日大生産工 朝香 智仁

1. まえがき

地震大国である日本においては、南海トラフ地震等、広範囲に甚大な被害をもたらす大規模地震発生後の対応が課題となっており、その一例として地震発生直後の被害状況の迅速な把握があげられる。昼夜や天候を問わず、広域的かつ迅速に地表面の状況を把握可能な合成開口レーダ(Synthetic Aperture Radar, SAR)を用いた衛星リモートセンシングは、上記の課題に対して有効な手段として期待されている。

本研究は、2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震に伴い発生した大規模な土砂災害を対象に、ALOS-2/PALSAR-2により取得したデータから作成した、道路及び住宅に近い範囲の森林のコヒーレンスと、国土地理院の斜面崩壊・堆積分布図を用いて、コヒーレンスの特徴を分析することで、地震に伴って発生する土砂災害の抽出に関して知見を得ることを目的とする。

2. 使用データ及び解析サイト

本研究で用いた地球観測衛星ALOS-2(2014年打ち上げ)は、JAXAが運用しており、PALSAR-2を搭載している。PALSAR-2はLバンドのSARセンサであり、自らマイクロ波を地球に向けて照射し、対象物からの後方散乱を受信している。Table 1に使用したSARデータの諸元を示す。また、森林域のみを対象としてコヒーレンスを用いた解析を行うため、JAXAが作成した全球森林・非森林マップ(2017年)を使用した。土砂災害の検証データには国土地理院の斜面崩壊・堆積分布図¹⁾(以下、土砂災害ポリゴン)を使用した。バッファの作成に用いた建物及び道路のデータは、Esriの詳細地図(2019年)を使用した。

本研究ではFig.1に示す、北海道胆振東部地震において震源に近かった厚真町(a)の森林域のうち、(b)に示す住宅及び道路から100m圏内のバッファエリアとした。

Table 1 SARデータの諸元

日付	撮影モード	解像度	オフナディア角
2018.8.23	高分解能	3m	32.4°
2018.9.20	モード		

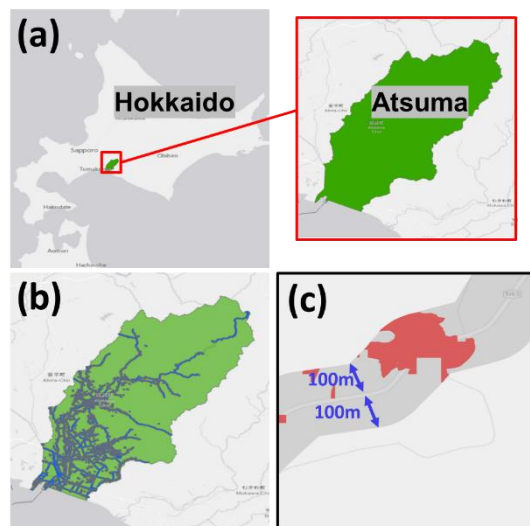


Fig.1 北海道厚真町の位置(a)と100mバッファ(b)、及びバッファ内にある土砂災害ポリゴン(c)

3. 解析手法

3.1 解析で使用した指標

本研究では指標としてコヒーレンスを用いた。本指標は2つの電磁波の干渉性の度合いを示し、0~1の値をとる。値が高いほど干渉が良いことを示す。SARの解析においては(1)式を用いて作成される。

$$\gamma = \frac{| \langle C_m C_n^* \rangle |}{\sqrt{\langle C_m C_m^* \rangle \langle C_n C_n^* \rangle}} \quad (1)$$

γ : コヒーレンス

C_m : 日付(m)の複素データ

C_n : 日付(n)の複素データ

$*$: 複素共役

3.2 解析手順

Fig.2に解析手順のフローを示す。最初に、地震前後(8月23日、9月20日)のSARデータと、全球森林・非森林マップを用いて、森林域のみを抽出したコヒーレンスを作成する。次に、建物及び道路のデータを用いて100mバッファポリゴンを作成し、森林コヒーレンスを本ポリゴンで切り出すことで、道路及び住宅に近い範囲に限定した後、

Analysis of Coherence Features for Landslide Extraction
Using Synthetic Aperture Radar

Shun KIMURA, Takashi NONAKA and Tomohito ASAKA

コヒーレンスの高低に影響を及ぼす要因について特徴の分析を行う。

4. 解析結果及び考察

4.1 コヒーレンスの特徴

Fig.3に作成したコヒーレンスを示す。平均コヒーレンス値は0.29程度と、比較的低い値を示した。空間分布については、北側が比較的低いという特徴が認められた。

次はコヒーレンスの高低に影響を及ぼした要因である。コヒーレンスが高くなる要因の多くはFig.4に示すように建物、及びその周辺に存在する舗装等であった。これらは誤分類、または境界精度の都合で森林域に入り込んだものであると考えられる。一方で、コヒーレンスが低くなる要因は、土砂災害に加えて、Fig.5に示すような倒木や平時の変化等が考えられる。

4.2 土砂災害抽出に関して考慮すべき事柄

本研究では、コヒーレンスのうち閾値(暫定的に0.20程度と仮定)に該当する箇所を土砂災害として抽出する手法を検討している。一方で、抽出漏れや過剰抽出が発生することが想定されるため、これらを可能な限り軽減させる必要がある。本節ではコヒーレンスの特徴から、土砂災害抽出に関して考慮すべき事柄について考察する。

Fig.6の(a)に示すように、建物や舗装等がある場所はコヒーレンスが高いが、その周辺の森林もまた比較的高い値をとる傾向(b)がある。このような場所は(c)に示すように、閾値で切った際に残らない一方で、実際には(d)のように土砂災害が発生していることが確認された。以上より、建物や舗装等、コヒーレンスが高い構造物の周辺に位置する森林においては、抽出漏れが発生する可能性が考えられる。

対照的に、コヒーレンスが低い場所では過剰抽出の可能性が考えられる。閾値で切ったコヒーレンスには土砂災害のみならず、Fig.5に示すような倒木や、平時の変化等様々な要因によって低くなった場所が含まれているため、これらを分類することで、過剰抽出を軽減させる必要がある。

5. まとめ

本研究では、道路及び住宅に近い範囲の森林のコヒーレンスの特徴を分析することで、地震に伴って発生する土砂災害の抽出に関して知見を得ることを目的とした。その結果、コヒーレンスの高低に影響を及ぼす要因として、建物や舗装、土砂災害、倒木及び平時の変化等があげられることを示した。

参考文献

1) 国土地理院, 国土地理院技術資料 D1-No.991 平成 30 年 北海道胆振東部地震に伴う斜面崩壊・堆積分布図(北海道厚真町周辺)_斜面崩壊・堆積範囲.geojson

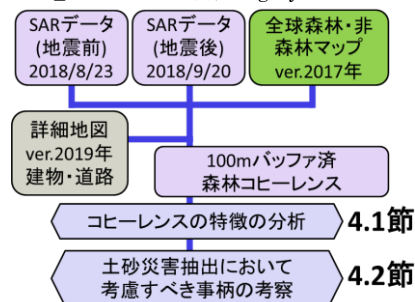


Fig.2 解析フロー



Fig.3 解析サイトの森林コヒーレンス

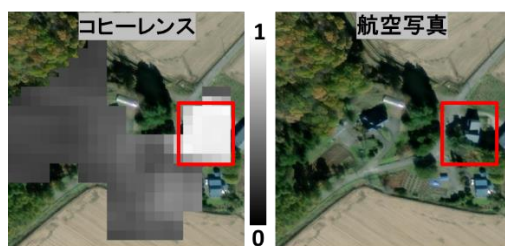


Fig.4 コヒーレンスが高い場所の例

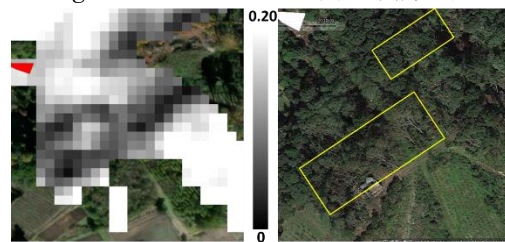


Fig.5 コヒーレンスが倒木を捉えた様子

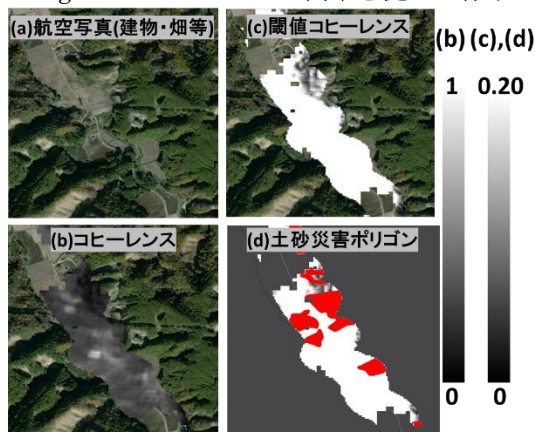


Fig.6 閾値で切った際の土砂災害の抽出漏れ