

急峻な山岳地帯を対象とした干渉 SAR 技術の応用による斜面災害域抽出

茨城大学院 学生会員 ○田口智大
国際航業株式会社 非会員 鴻野智崇
茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 正会員 桑原祐史

1. はじめに

地球観測衛星は、地球全体を定量的に観測しており、観測データは環境（海洋、森林）、気象、防災など様々な分野で利用されている。その中でも、能動型マイクロ波センサである合成開口レーダ（以下、SAR）は、光学センサの欠点であった夜間や悪天候での観測に対応し、幅広く全球を観測することが可能である。高分解能かつ広範囲の観測データを周期的に得られる SAR は、植生や水域などに対するモニタリングや土地利用把握に利用できるため、防災分野では災害時の被害状況の把握や地表面の変動域抽出に利用されている。

このような中、防災分野における SAR の変動域抽出手法の 1 つに干渉 SAR が挙げられる。干渉 SAR は、2 時期の SAR データを干渉させ、斜面災害や地殻変動などの変動域を抽出する技術であり、既往研究においては、佐藤ら（2013）、岡谷ら（2012）等、多くの研究者が防災分野に適用した事例が報告されている^{1)・2)}。

鴻野ら（2017）はネパール国山岳地帯を対象に斜面災害域抽出を試みたが、SAR の波長と観測条件により、山岳地帯では斜面災害域抽出が困難な場合があると報告している³⁾。ネパール国山岳地帯では、観測データが少なく、Ascending 軌道のみでしか干渉 SAR が行えておらず、地形条件の制約が大きいことから、斜面災害域抽出が困難になったと考えられる。

国土の約 7 割が森林であり、その多くが山地である日本においては、地震や台風などによる山地での斜面災害が発生しやすく、SAR による変動域抽出が注目されている。山地防災分野における干渉 SAR の利用を可能とするためには、様々な SAR データセットでの解析を行い、山地での干渉 SAR 利用の可否を検証することが日本の山地における干渉 SAR 実利用にあたって重要となる。

そこで本研究では、近年、顕著な大地震が発生したネパール国の山岳地帯を取り上げ、山地防災分野における干渉 SAR 利用の可否および注意点を明確にする

キーワード：山岳地帯、干渉 SAR、干渉性

ことを目的とし、下記 3 点を解析目標として設定した。

- 1) 軌道方向、季節性、基線長およびデータペアを考慮したデータで分析を行う。
- 2) 干渉 SAR により、変動前および変動後でそれぞれ DSM 生成を行い、生成 DSM の標高変化から斜面災害域抽出を試みる。
- 3) 分析の結果から得られた知見をまとめ、山地における SAR 利用の 1 つの知見として取りまとめる。

2. 干渉 SAR による斜面災害域抽出

2.1 干渉 SAR による解析手法

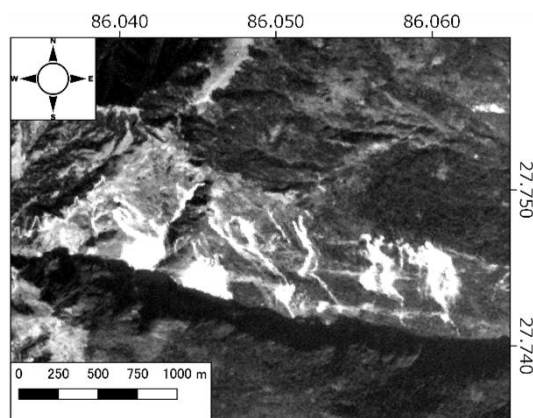
干渉 SAR を用いた斜面災害域抽出手法として、干渉画像判読を検討した。干渉画像は、干渉 SAR によって生成された縞模様の画像であり、位相差を $-\pi$ から π の範囲で表している。位相差が 2π 生じた領域は、2 時期の観測間において、マイクロ波の往復距離が 1 波長分変化したことを表す。そのため、干渉画像判読では、干渉縞の間隔の狭い地点を地表変動が大きい地点とし、斜面災害域として判読した。

2.2 地震前後での結果と考察

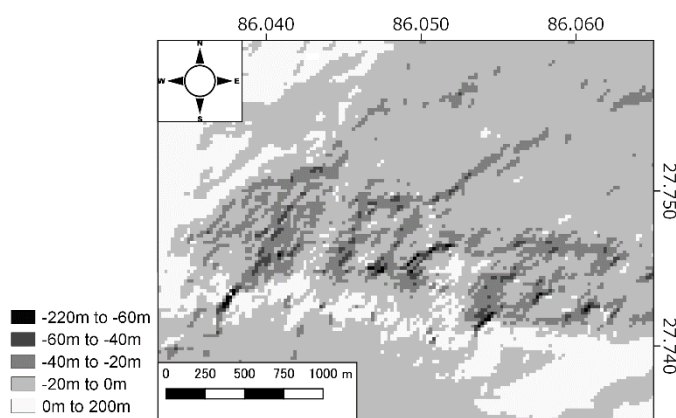
ネパール国山岳地帯に位置する Dolakha 郡を対象に、軌道方向、季節性、基線長を考慮した SAR データを 10 ペア用いて、干渉 SAR から干渉画像を生成した。解析の結果は、非干渉域が多く、斜面災害域抽出は困難であった。ネパール国山岳地帯は急傾斜かつ起伏量の大きいという地形的特徴があり、それに起因し観測不能領域が多いことが挙げられる。また、Sentinel1 は C バンド SAR であることから、植生の影響による干渉性の低下や地震による地殻変動の影響が大きく、地殻変動成分と斜面災害成分が混在していることが考えられる。

本解析では、斜面災害のような局所的な変動を捉えることは困難であったが、国土地理院により公開されている分解能 100 m の干渉画像では、地殻変動と思われる変動縞をよく示しており⁴⁾、地震による地殻変動など大規模かつ広範囲な変動については干渉 SAR の

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学大学院理工学研究科 都市システム工学専攻



光学画像



DSM (AfterEarthquake) — DSM (BeforeEarthquake)

図-1 斜面災害抽出箇所

適用が可能であることが示唆されている。

2.3 降雨前後での結果と考察

地震による地殻変動の影響を避けるため、降雨によって斜面災害が発生した Gorkha 郡においても、同様に干渉 SAR から干渉画像の生成を行った。解析の結果、Gorkha 郡においても非干渉域が多く、斜面災害域抽出は困難であった。このことから、ネパール国の地形や植生の影響により干渉性が低下したことが示唆される。

3. 生成 DSM 差分解析による斜面災害域抽出

山地において、変動時期を挟んだデータセットの解析は上記のように地形や植生、地殻変動の影響が大きく、困難であったため、変動の前後でそれぞれ干渉 SAR から DSM 生成を行い、その差分の地形変化から斜面災害域抽出を試みた。

3.1 生成 DSM による解析手法

斜面災害域は、変動の発生前と発生後で標高が低くなる。そこで、植生の影響を小さくするため、データ間隔の短い SAR データを用いた干渉 SAR から変動前ペアと変動後ペアで DSM の生成を行い、変動後 DSM から変動前 DSM を引くことで標高の低くなった領域を斜面災害域として判読した。

3.2 生成 DSM 差分解析結果と考察

Dolakha 郡において、地震前後でそれぞれ DSM を生成し、DSM 差分解析を行った。本解析の結果、領域内の一部で斜面災害による変動が反映された箇所が抽出されており、山地での生成 DSM による差分解析の適用の可能性が示された。Dolakha 郡西部の斜面災害域抽出箇所を図-1 に示す。ただし、本解析で抽出された箇所は、斜面がレーダ照射方向に向いている条件の良い斜面のみで、地形的にレーダの届きにくい斜面に関し

ては未抽出となった。そのため、実際に山地での DSM 差分解析を適用するには、軌道方向の異なる差分画像を用いることによる抽出精度の向上が必要である。

4. 結論

本研究の成果は以下 4 点である。

- 1) 急峻な山岳地帯を対象とした、Sentinel1 を用いた干渉 SAR 解析では、地形効果や植生、地震による地殻変動の影響により斜面災害域抽出は困難であることが確認された。
- 2) 軌道方向によって斜面の干渉性に大きな差があるため、SAR データ選定の際に軌道情報が非常に重要であることを示した。
- 3) 僅かな植生の変化でも干渉 SAR に与える影響は大きく、干渉性が低下することから、植生の多い山岳地帯における Sentinel1 を用いた干渉 SAR 解析は、適さないことを示した。
- 4) 急峻な山岳地帯において、生成 DSM 差分解析には、観測条件によっては、斜面災害域が抽出できる可能性があることを示した。

謝辞

本研究は、平成 30 年度茨城大学推進研究プロジェクトの一環として行われたものである。ここに記して深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) 岡谷隆基, 佐藤浩, 中埜貴元, 小荒井衛: 干渉画像による秋田県東成瀬地区地すべりモニタリング, 写真測量とリモートセンシング, Vol.51, No.2, pp.95~102, 2012.
- 2) 佐藤匠, 水野正樹, 内田太郎, 岡本敦: リモートセンシング技術による斜面移動箇所探索手法の検討, 土木技術資料, Vol.55, No.4, pp.10~13, 2013.
- 3) 鴻野智崇, 井上雄太, 伊藤哲司, 桑原祐史: SAR と光学センサ利用によるネパール国北部山岳地帯を対象とした斜面災害域抽出効果, 環境情報科学学術研究論文集, Vol.31, pp.241~246, 2017.
- 4) 国土地理院: 2015 年 4 月 25 日ネパールの地震に伴う地殻変動, <<http://www.gsi.go.jp/cais/topic150429-index.html>>, (2019.01/30 参照)。