

山間部の広域斜面を対象とした時系列 DInSAR 解析の試み

(株) J-POWER ビジネスサービス 正会員 ○重岡 優希, 小池 仁
電源開発(株) 正会員 庄路 友紀子
山口大学 正会員 清水 則一

1. はじめに

近年, 衛星 SAR (合成開口レーダー) のデータを利用した DInSAR が注目されている¹⁾. DInSAR は地表面にセンサーを設置せずに, 数 10km 四方の広大な領域の変位分布を求めることのできる技術である. しかし, 植生に覆われた箇所が多く分布する山間部では, DInSAR 処理の結果の信頼性を示す指標である”コヒーレンス値”は低く, 実用的な活用までには至っていないのが現状である. そこで, 本稿では, コヒーレンス値が比較的高くなるよう SAR データを組合せて時系列 DInSAR 解析を行い, 山間部の広域斜面における地表の変位分布を抽出したので, その結果について報告する.

2. コヒーレンス値の概要

コヒーレンス値は DInSAR 処理の過程で生成される指標で, 2 時期の SAR データの干渉性を示し, 地表の状況変化などに影響を受ける²⁾. コヒーレンス値は 0~1 の数値で表され, 干渉性が高い場合は 1 に近く, 干渉性低い場合は 0 に近くなる. 特に山間部では市街地に比べ, 積雪や植生の変化等で地表の状況変化が大きいことから, コヒーレンス値は低下しやすい.

3. 時系列 DInSAR 解析の概要と解析条件

本検討では時系列 DInSAR 解析のうち SBAS-DInSAR³⁾を用いた. SBAS-DInSAR は衛星の基線長(衛星間の距離)および観測時期の間隔が比較的短い SAR の干渉画像を多数作成して地表の変位分布の時系列推移を求める手法である. 解析領域は植生に覆われた広範囲の山間部での DInSAR の適用性を調べるため, 只見・福島南郷・湯之谷の電子基準点を含む南北 40km × 東西 40.5km の範囲(図-1)とし, 解析コードは SARscape (sarmap 社)を使用した. 解析条件を表-1 に示す. SAR データは宇宙航空研究開発機構(JAXA)が運用する ALOS-2 (L バンド, 波長約 24 cm) の南行軌道からの観測データ(空間分解能: 2~3m)を使用した. また, コヒーレンス値が閾値 0.2 を下回る範囲を最小限に抑えて地表の変位分布を抽出するため, 積雪時期の SAR データを除くとともに, 季節変化の影響を受けコヒーレンス値が低いペアを除いた. 最終的には 17 の SAR データから 43 の干渉ペアに対し解析を行い, 最終的には地表において 10m × 10m の分解能を持つ変位分布を求めた.

表-1 解析条件

データの種類	JAXA ALOS-2データ (空間分解能: 2~3m)
観測方向	南行軌道
使用データ	2014/10/9~2020/9/17の17データ
干渉ペア数	43ペア
マルチルック数	レンジ方向4 × アジマス方向4 (分解能約10m)
ノイズのフィルタ強度	Gold Stein Filter窓 64
コヒーレンスの閾値	0.2
使用した数値標高モデル	国土地理院の10mメッシュDEM

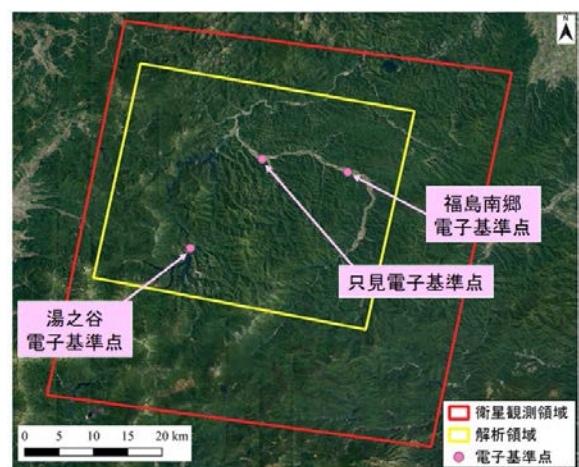


図-1 解析領域

4. 時系列干渉 SAR 解析結果と GNSS との比較

SBAS-DInSAR で求めた 2014/10/9~2020/9/17 の地表

キーワード 時系列干渉 SAR 解析, SBAS-DInSAR, コヒーレンス値

連絡先 〒104-0045 東京都中央区築地 4-6-4 (株) J-POWER ビジネスサービス TEL 03-4213-2028

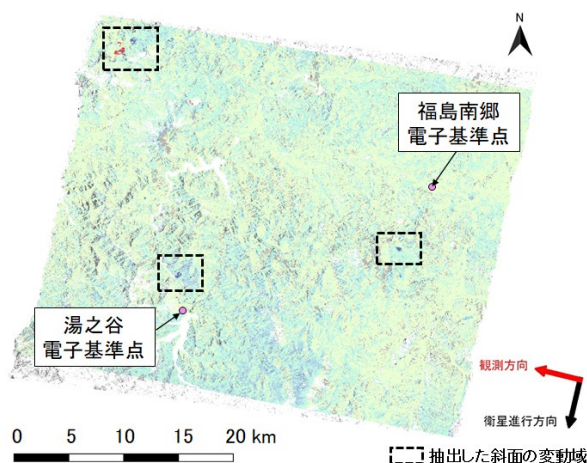


図-2 SBAS-DInSAR による 2014/10/9~2020/9/17 の変位分布

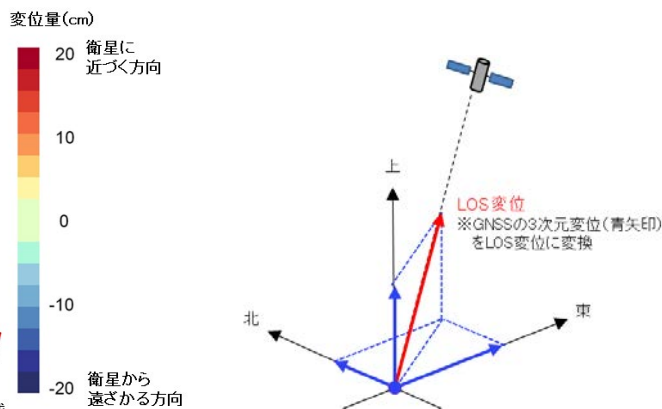
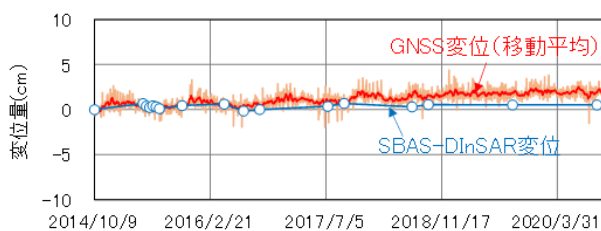
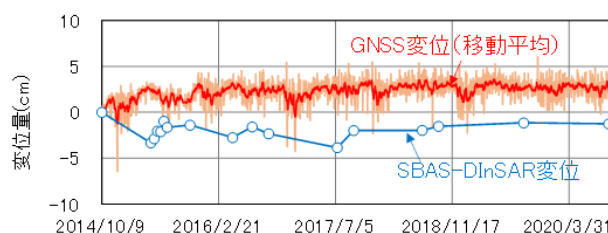


図-3 LOS 変位と 3 次元変位の関係



(a) 福島南郷電子基準点



(b) 湯之谷電子基準点

図-4 SBAS-DInSAR による時系列変位と GNSS 変位 (LOS 方向に変換) の比較

の変位分布を図-2 に示す。コヒーレンス値の低いペアを除いた結果、解析領域全域で地表の変位分布が得られ、図-2 中の黒枠で示した箇所で斜面の変動域を抽出できた。図-2 の結果の精度を確認するために、福島南郷・湯之谷電子基準点において国土地理院が公開する GNSS データと SBAS-DInSAR による時系列変位を比較した。このとき、DInSAR による計測変位は 1 次元 (衛星と地表を結ぶ視線方向 (Line of Sight : LOS) の変位) であるのに対し、GNSS 変位は緯度・経度・高さ方向の 3 次元変位で両者を直接比較できないため、GNSS 変位を LOS 方向の変位に変換した (図-3)。両者を比較した結果を図-4 に示す。福島南郷電子基準点では、DInSAR 変位は GNSS 変位とよく一致していることが確認できる。一方、湯之谷電子基準点では、DInSAR 変位は GNSS 変位と傾向はよく整合しているが、最初の解の変動に影響され、一部、両者の差が数 cm 生じる時期がみられた。これは、L バンドの DInSAR が持つ精度が cm レベルであることや、DInSAR は 10m 四方の範囲で生じた変位の代表値であるのに対し、GNSS は計測点の変位であることを考慮すると概ね妥当な結果と考えられる。

5. まとめと考察

本稿では、コヒーレンス値が比較的低い干渉ペアを除外して SBAS-DInSAR を行った結果、植生に覆われた山間部の広い領域の地表変位を網羅的に抽出でき、その得られた変位は GNSS 変位と概ね整合していることから、SBAS-DInSAR の結果の妥当性を確認できた。今後、この DInSAR による変位分布から斜面の変動域や時系列変位の推移を把握し、山間部の広域斜面における地山監視等に役立てていく予定である。

参考文献

- 1) 庄路友紀子,重岡優希,清水則一,時系列 DInSAR 解析によるダム流域斜面の変位モニタリングの試み,電力土木,No.414,pp.41-45,2021.
- 2) 建設・国土防災分野における InSAR の実利用化に関する調査研究,日本リモートセンシング学会,2013.
- 3) Berardino P, Fornaro G, Lanari R, Sansosti E: A New Algorithm for Surface Deformation Monitoring Based on Small Baseline Differential SAR Interferograms. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 40:2375-2383, 2002.