

急傾斜斜面変位監視への SBAS-DInSAR の適用

山口大学 学生会員 ○永崎寛太
 山口大学（研究当時） 亀山光雄，吉本美勇士
 山口大学 正会員 中島伸一郎，清水則一

1. はじめに

地表面変位の連続計測は，地盤の安定評価や挙動予測において重要である．これまでの変位計測には，伸縮計や光波測距儀，GPSなどが用いられてきたが，広い範囲での変位分布を求めることは容易ではない．広範囲の変位分布を計測する手法として，合成開口レーダ（SAR：Synthetic Aperture Radar）¹⁾による差分干渉SAR（DInSAR：Differential Interferometric SAR）²⁾の利用が期待されている³⁾．本研究は，SARデータを時系列的に解析する手法の一つであるSBAS-DInSAR⁴⁾を用いて，急傾斜でかつ対象領域が比較的狭いSARとしては厳しい計測環境におけるDInSARの適用性を調査する．

2. 検討対象斜面

図-1は，本研究で対象とする国道沿いの急傾斜斜面である．過去に落石や土砂流出の災害を多く経験している⁵⁾．現場斜面では，安全監視のため3箇所（G-2～G-4）でGPSによる三次元変位計測が行われている．

解析は図-2に示すSAR画像全体から現場斜面を含んだ領域を切り出した範囲で実施する．SARデータには，北行軌道（Ascending）と南行軌道（Descending）から観察したものがある．赤枠と青枠は，それぞれAscendingおよびDescendingの際にSARが観察した範囲である．黒枠はDInSAR解析に用いた範囲である．

3. SBAS-DInSAR 解析結果

図-3にSBAS-DInSAR解析結果について，当該斜面周辺LOS変位分布図を示す．地表面のピクセルは10 m×10 mである．両軌道において，GPS計測点周辺では衛星から遠ざかる方向の変位（マイナス）が増加傾向に見られる．また，Descendingの方がAscendingよりも解が表示されない領域が大きい．

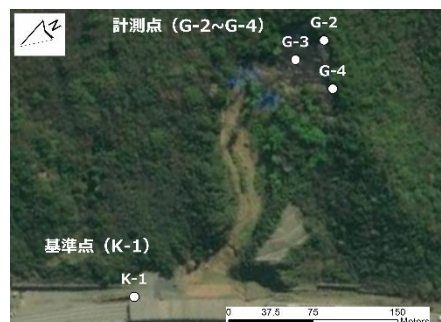


図-1 現場斜面

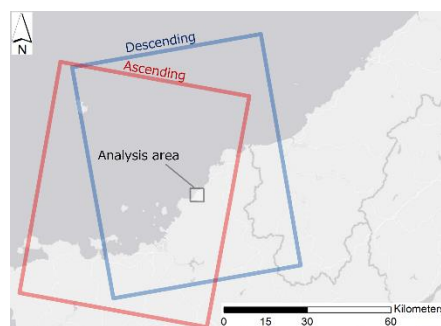


図-2 SAR 画像全体および解析範囲

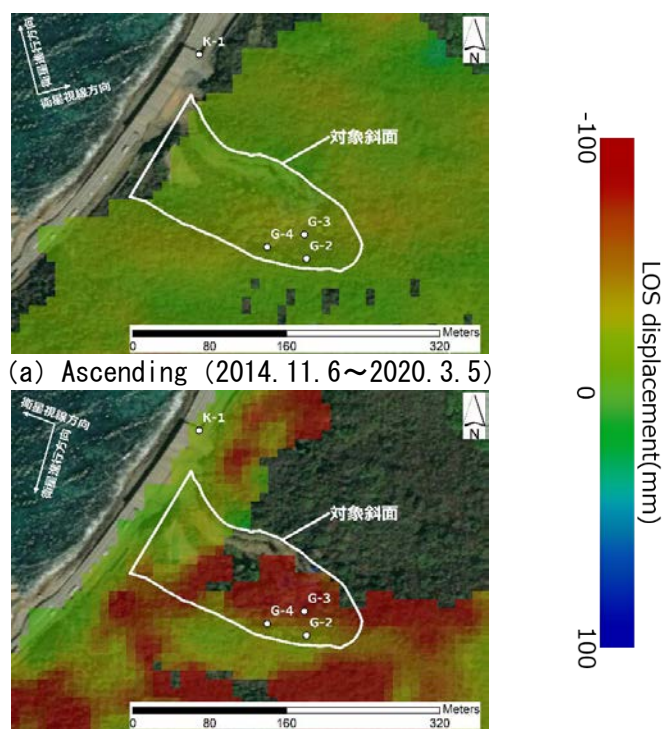


図-3 LOS 変位分布

キーワード displacement monitoring steep slope DInSAR SBAS

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部 TEL 0836-85-9334

SAR のマイクロ波の入射角, 斜面角度, 植生状態等の関係から, コヒーレンスが低くなることが解が表示されていない原因と考えられる. なお, 本研究ではコヒーレンスの閾値は 0.2 としている.

GPS 計測点 (G-2~G-4) における SBAS-DInSAR による変位の時間推移を図-4, 図-5 に示す. 同図には GPS による変位計測結果も併せて示している. GPS 変位計測では, 三次元方向の変位を計測しているため LOS 方向に変換している. SBAS-DInSAR によるいずれの LOS 変位も, GPS 計測結果と同じ推移の傾向を捉えられており, Ascending では約 10 mm 程度, Descending では約 20 mm 程度以内に収まっている. 図-6 は DInSAR と GPS の LOS 変位の相関図を示す. SAR による変位計測としてはよい一致を示している.

4. まとめ

本研究では, 急傾斜でかつ対象領域が比較的狭い, SAR としては厳しい計測環境下の斜面に対する DInSAR の適用性を調査した. 結果は以下のように取りまとめられる.

- ・ Descending の軌道方向において, 計測対象斜面の北南方向で大きく解が欠損している個所がある.
- ・ 一方で, 対象斜面周辺では連続的に分布する変位が得られた. GPS 計測による結果と比較をしたところ, DInSAR によって Ascending では約 10 mm 程度, Descending では約 20 mm 程度の差で LOS 変位が求められることが示された.

以上のことから, 道路沿線にある急傾斜でかつ対象領域が比較的狭い斜面に対しても, DInSAR による変位計測が可能であることが示された. 今後, 解の信頼性の判断と信頼性のある解を得るための工夫が必要と考えられる.

参考文献

- 1) 大内和夫: リモートセンシングのための合成開口レーダの基礎[第2版], 東京電機大学出版局, 2009.
- 2) Ferretti, A.: Satellite InSAR Data: reservoir monitoring from space, EAGE, 2014.
- 3) 清水則一: 宇宙技術とのコラボレーションによる“時空間切れ目のない”地盤変位モニタリング, 地盤工学会誌, Vol.67, No.3, pp.12-15, 2019.
- 4) Berardino, P., Fornaro, G., Lanari, R. and Sansosti, E.: A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 40(11):2375-2383, 2002.
- 5) 中島 伸一郎, 古山 陽太, 林 佑一郎, Nguyen Trung Kien, 清水 則一, 廣川 誠一: 急傾斜長大斜面の GPS 三次元変位計測における誤差補正の効果と長期連続モニタリング結果, 日本地すべり学会誌, 55 巻, 第 1 号, pp.13-24, 2018.

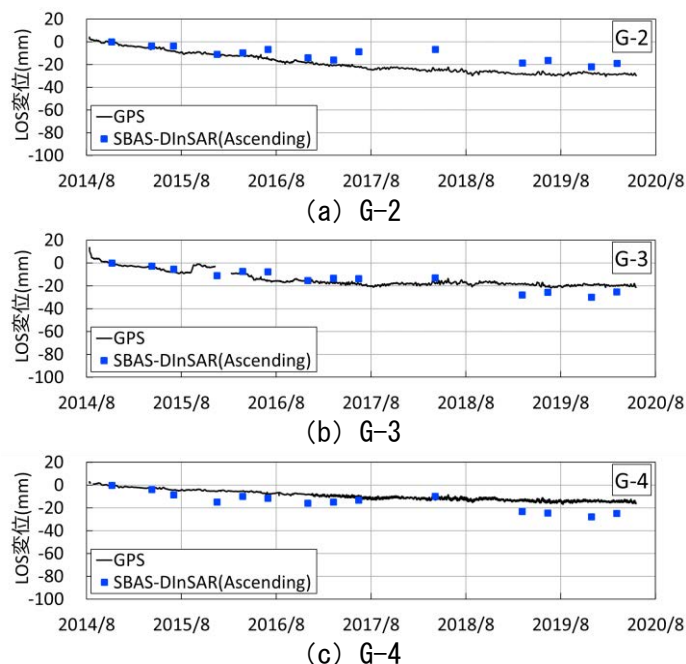


図-4 SBAS-DInSAR と GPS の LOS 変位計測結果の比較 (Ascending)

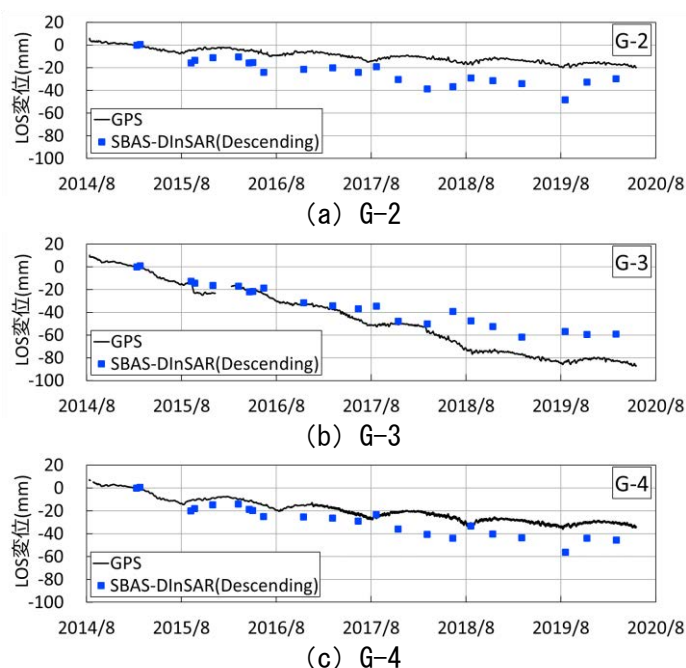


図-5 SBAS-DInSAR と GPS の LOS 変位計測結果の比較 (Descending)

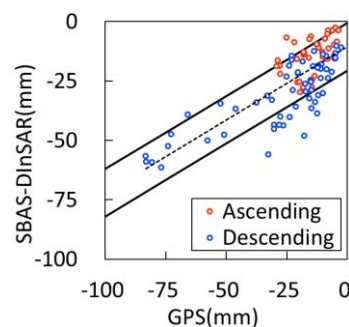


図-6 SBAS-DInSAR と GPS の LOS 変位の相関