

道路沿いの急傾斜斜面の変位計測への DInSAR の適用性について (その2)

山口大学 学 〇久保奨太郎 永崎寛太
正 中島伸一郎 清水則一

1. はじめに

人工衛星に搭載された合成開口レーダ (SAR : Synthetic Aperture Radar) による差分干渉 SAR¹⁾ (DInSAR : Differential Interferometry SAR) は, 地表にセンサ等を設置することなく, 広範囲の地表面変位分布を求めることができる方法として注目されている²⁾. 一方, 土木分野では一般に計測対象領域は0.1~1km²程度の場合が多く, これまでDInSARが適用されてきた範囲と比べると狭く, また, 植生のある急傾斜地も含まれるため, このような条件下でのSARの適用性については, まだ, 十分に明らかではない. 筆者らは, 道路沿いの急傾斜斜面を対象に斜面の安全監視へのSARの適用性について検討している³⁾. 本報告では, SBAS-DInSAR⁴⁾を用いて, SARの適用対象としては比較的狭い道路沿いの急傾斜斜面に対する変位計測結果の適用性について考察する.

2. DInSAR と SBAS 解析

DInSARは, 観測対象となる領域に対し, SAR衛星が異なる時期に観測したデータ (地表に照射されたマイクロ波の反射波位相) を用いて, 地表面変位を検出する方法である¹⁾. 得られる変位は, SAR衛星と地表点を結ぶマイクロ波の照射方向 (LOS : Line of Sight) の距離の伸縮量 (一次元変位) である (図-1). 本研究では, 同一領域を多時期に観測したSARデータを用いて, 時系列SBAS (Small Baseline Subset) 解析⁴⁾を行う.

3. 対象斜面

対象現場は海岸の国道沿いに位置する急傾斜斜面である (図-2). 過去にたびたび不安定化しており, 安全監視のため長期にわたり, 伸縮計やGPSによる変位計測が実施されている. GPS 変位計測は, 斜面上部の3点 (G2,G3,G4) で2014~2021年まで, 毎時間隔で連続計測していた⁵⁾.

まず, 対象斜面が植生の多い山間部であるので, JAXA の運用する SAR 衛星 ALOS-2 を用い, 解析対

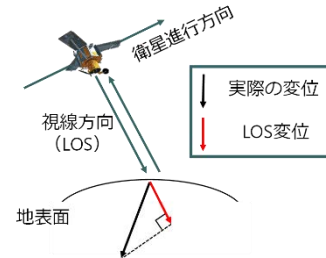


図-1 DInSARによる観測変位

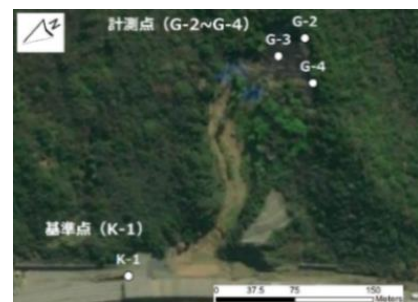
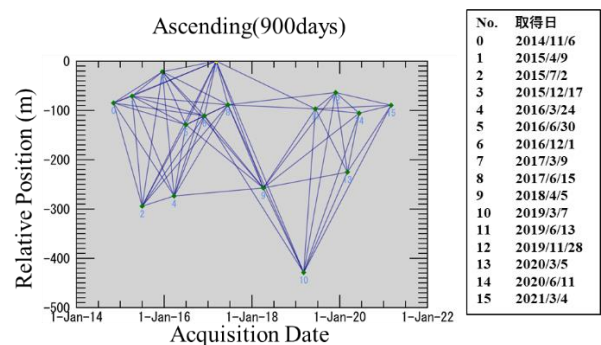
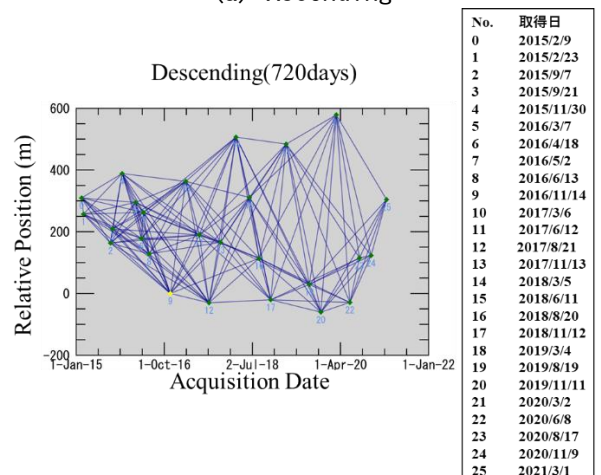


図-2 対象斜面



(a) Ascending



(b) Descending

図-3 SBAS 解析のためのデータ接続グラフ

キーワード 急傾斜斜面, 変位モニタリング, 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

象は対象斜面を含む 3.7km×4km の範囲とした。

SBAS-DInSAR 解析では, Ascending (北行軌道) では 16 データ, Descending (南行軌道) では 26 データを用いた. 干渉ペア数は 1 データに対して平均 10 程度となるように (本解析では Ascending, および, Descending で, それぞれ平均 8, および, 12) 設定した. 図-3 に時系列解析のためのデータの接続グラフを示す. なお, 解析には, SARscape5.6 (sarmap 社) を用いた.

4. 解析結果

解析範囲全体と対象斜面周辺の LOS 変位分布の最終結果を図-4, および, 図-5 に示す (緑~赤は LOS 変位が伸びであることを示す). 変位の地表面における解像度は 10m×10m である. 変位の色が表示されていない箇所は, 干渉性が低く解が得られないことによる. Ascending と Descending とともに, 傾斜の大きい尾根と谷付近でやや大きな変位が見られる. これは, 実際の変位というより, 地形や植生などの影響を受けた誤差と思われる.

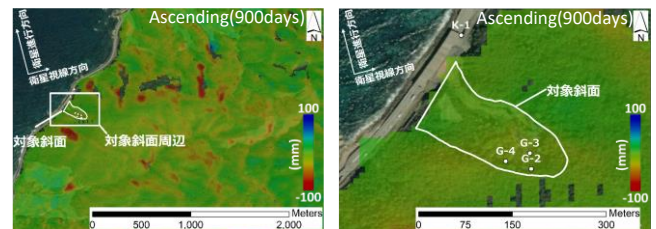
対象斜面では GPS によって三次元変位を計測しているため, LOS 方向に変位を投影³⁾して, DInSAR の結果と比較する. 図-6 に G-4 における DInSAR と GPS の 2014 年からの計測結果を比較する. DInSAR の結果は GPS 計測結果とほぼ同様の時間推移を示す. 図-7 に G2,G3 の結果も含めて, 両者の相関を示す. DInSAR による変位は GPS に対して, Ascending ではおおむね 10mm 以内, Descending では 20mm 以内の差で得られていることがわかる.

5. まとめ

- ・ SBAS-DInSAR によって, 約 7 年間の変位を, GPS 変位と比べ 10mm~20mm 程度の差で計測できた. 植生の多い急傾斜斜面としては良好な結果と評価できる.
- ・ 山間部の尾根, 谷部では誤差とみられる比較的大きな変動があり, これをどのように解消するかは今後の課題である.

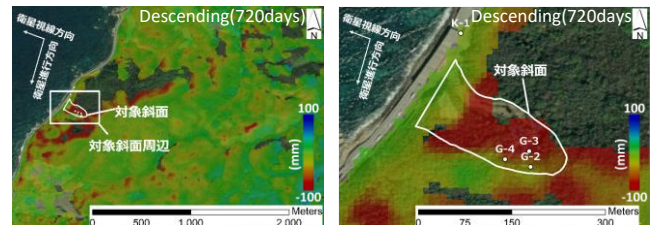
参考文献

- 1) Ferretti, A: Satellite InSAR Data: reservoir monitoring from space, EAGE, 2014.
- 2) 清水則一: 宇宙技術を利用した変位モニタリング, 地盤工学会誌, 69(1), pp.58-67, 2021.
- 3) 久保奨太郎, 永崎寛太, 里岳志, 中島伸一郎, 清水則一: 道路沿いの急傾斜斜面の変位計測への DInSAR の適用性について, 第 48



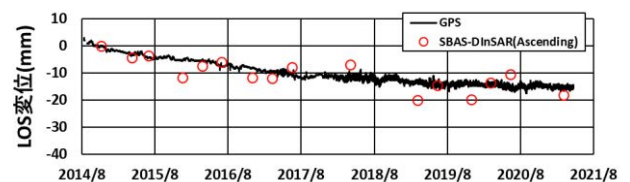
(a) 解析範囲 (b) 対象斜面周辺

図-4 Ascending の LOS 変位分布
(2014/11/6~2021/3/4)

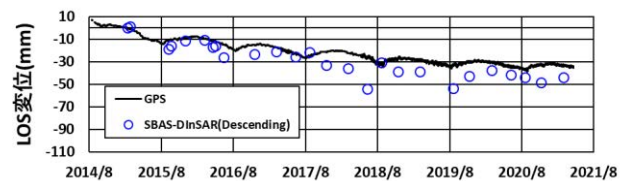


(a) 解析範囲 (b) 対象斜面周辺

図-5 Descending の LOS 変位分布
(2015/2/9~2021/3/1)



(a) Ascending



(b) Descending

図-6 SBAS-DInSAR と GPS の時間推移 (G-4)

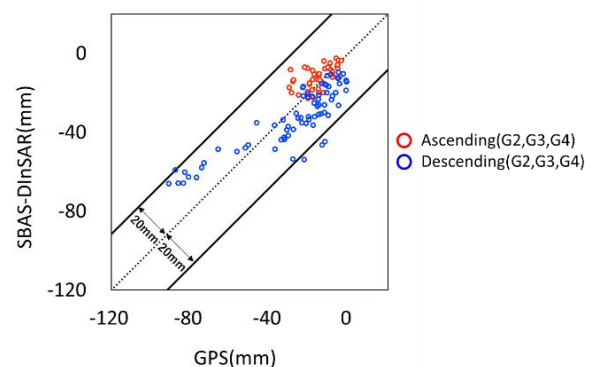


図-7 相関図

回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, 440-445, 2022.

- 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 Trans. Geosci. Remote Sens., 40(11):2375-2383, 2002.
- 5) 里岳志, 中島伸一郎, 清水則一: GPS による急傾斜斜面の 3 次元変位の長期連続計測, 第 15 回岩の力学国内シンポジウム 講演集, pp.59-64, 2021.