

干渉 SAR 解析を用いた地盤変位分析と盛土分布の関係 -胆振東部地震を例に-

ジャパンホームシールド(株) 正会員 ○辻 浩平, 渡邊康志, 菅野安男
(一財) リモート・センシング技術センター 正会員 古田 竜一

1 はじめに

2018 年 9 月 6 日, 北海道胆振地方中東部を震源として発生したマグニチュード (Mj) 6.7 の内陸直下型地震が発生した. この地震により, 大規模な宅地被害が発生し, 札幌市清田区では, 地盤変状による建物被害が報告され, 道路や上下水道などのライフラインにも影響を及ぼした. 地盤変状は, 地震直後の調査¹⁾より, 主に盛土地で起こっていることが報告されている. しかし, 盛土地全域で被害報告されているわけではなく, 発生している盛土とそうでないものが混在している可能性がある. そこで本研究では, 衛星リモートセンシング技術の 1 つである差分干渉 SAR 解析を用いて, 地盤変位の空間的広がり の推定を試みた.



図-1 被災地と盛土の関係図 (清田)



図-2 被災地と盛土の関係図 (里塚)

2 差分干渉 SAR 解析とは

差分干渉 SAR 解析は, 合成開口レーダー (Synthetic Aperture Radar ; SAR) による 2 回の能動的なマイクロ波の送受信による観測データの位相差から, 対象地域の衛星視線方向の地表変動を推定する手法で, 地表変動を広範囲 (数十 km² 程度) かつ高密度 (3m 間隔) に推定できるという利点を持つ²⁾.

3 解析方法

3.1 差分干渉 SAR 解析

3.1.1 差分干渉 SAR 解析

今回, 2018 年胆振地震によって生じた地表変動を推定するため, だいち 2 号に搭載されている Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR-2) によって取得した, 地震前 2018 年 8 月 23 日と地震後 2018 年 9 月 6 日のデータを用いて解析した. この 2 つのデータは, 胆振地震の発生日時を挟む最短のデータペアで, 観測モードは SM1 (高分解能モード), オフナディア角は 38.2 度で観測された.

3.1.2 コヒーレンス

干渉 SAR の処理過程で生成されるコヒーレンス値は 2 時期における位相の相関の高さを表し, コヒーレンスの強度は 0 から 1 で表現される. この値が 0 に近づくほど, その相関が低いことを示し, 地震前と地震後の変化がある可能性を含む.

3.2 切土盛土解析

キーワード SAR, リモートセンシング, GIS, 盛土, 大規模造成, 地震

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 3-25-5 JEI 両国ビル 9F, TEL : 03-6773-4282

切土盛土解析では、1971 年発行の国土基本図から生成したデジタル標高モデルと基盤地図情報（数値標高モデル、2016 年更新、5 m メッシュ）の差分を解析した。

4 解析結果

4.1 差分干渉 SAR 解析

差分干渉解析により明らかになったことをいかに列挙する。

- (1) 筋状に沈下しているゾーンがある。これは旧谷地形と一致している。
- (2) 位相が確認されたゾーンと地盤の変状が確認されたゾーンは良く合致した。
- (3) 切土盛土解析の結果、これら被災したゾーンは概して盛土地であった。
- (4) 旧谷地形の出口で隆起しているゾーンがある。
- (5) 変状の著しいところはデータが取れない。
- (6) これらのことより被害調査が行われていない地域でも干渉画像で位相が確認されたゾーンでは地盤が変状している可能性がある。

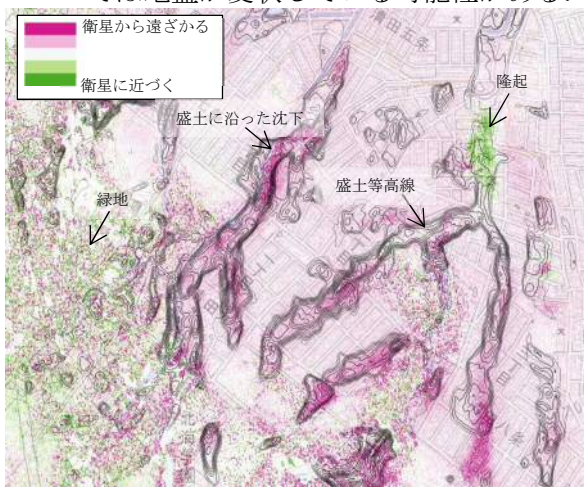


図-3 差分干渉 SAR 解析図（清田の例）

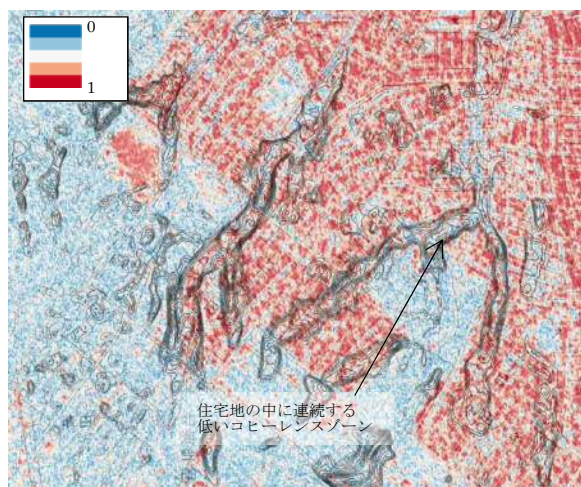


図-4 コヒーレンス図（清田の例）

4.2 コヒーレンス

一般に緑地ではコヒーレンスが低いことが知られている。住宅地でも公園や街路樹がある地域ではコヒーレンスが低い。そして建物が密集する住宅地等は一般にコヒーレンスが高い。

しかし今回の解析結果より、住宅街の中にもコヒーレンスが低いところが連続するゾーンが認められた。現地踏査の結果、コヒーレンスが低いゾーンは被災している場所と一致することが多かった。このことはコヒーレンスが著しく低いところは、変状が激しいゾーンであることを示唆する。

4.3 切土盛土解析

一見、なだらかな丘陵地であるが、旧谷地形に沿って盛土が分布することが分かった。

現在標高と旧標高の差から盛土層厚の推定ができた。

旧地表面形状から盛土基盤等の傾斜等が推定できた。

5 まとめ

切土盛土解析と差分干渉 SAR 解析を重ね合わせることで、被災箇所の抽出や地盤変位の素因推定が容易になった。また差分干渉 SAR 解析でデータは取得できない地盤の変状が激しい場所でも、コヒーレンス解析を併用することで、被災箇所の抽出に寄与するデータとなる可能性がある。今後、コヒーレンスと位相差および被災箇所の関係を詳しく解析し、被災地抽出のための定量的な評価方法を検討したい。

参考文献

- 1) 菅野 安男ら、平成 30 年 北海道胆振東部地震被害調査報告、ジャパンホームシールド(株)、2018
- 2) 石塚 師也・辻建・松岡俊文・水野敏実、2011 年東北地方太平洋沖地震で発生した東京湾臨海域の液状化に伴う広域地表変動量の推定、土木学会論文集 C, Vol. 68, No. 1, 175-182, 2012