

InSAR 技術を用いた諏訪湖周辺の地盤沈下に関する研究

○東北工業大学 学生会員 熊谷 唯乃
東北工業大学 フェロー会員 今西 肇

1. はじめに

粘性土や砂などが厚く堆積する低平地では、地下水の低下、地震の揺れなどの外力の変動によって地盤沈下が発生する。従来の調査方法は現地踏査によることが多く、広範囲を調査するには時間と労力が必要であった。そこで、InSAR（干渉合成開口レーダ）技術に着目し、地表面の変動を広範囲に、時系列的にとらえることを試みた。

本報告は、長野県諏訪湖周辺を対象とし、InSAR による地盤沈下解析を行ったものである。

2. 研究対象地域

本研究は、長野県諏訪湖南東部の地域を対象とする。長野県中部の諏訪盆地は、本州を横断する糸魚川ー静岡構造線が左横ずれ運動をしたことによって湖を中心として陥没した地盤が形成されたプルアパート盆地である。諏訪湖南東部の低地部の地盤は特に軟らかく、建物の建設や、土地造成のための盛土による地盤沈下問題が以前から生じている。

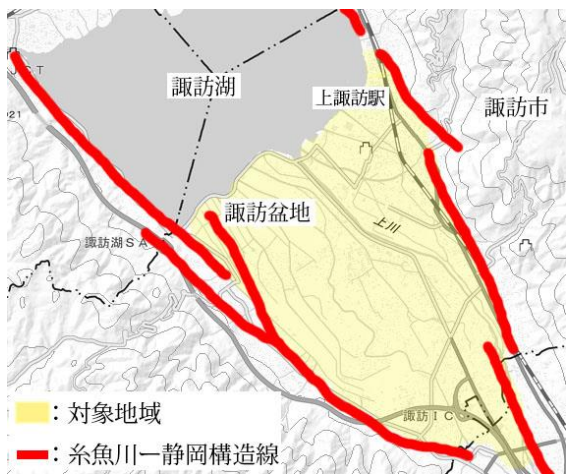


図-1 対象地域周辺地図(国土地理院のデータへ加筆)

3. 解析プログラムとデータ概要

(1) 合成開口レーダについて

合成開口レーダ（SAR: Synthetic Aperture Radar）は、レーダのアンテナ自身から放射されたマイクロ波を観測対象物に照射し、対象物によって散乱された電磁波エネルギーをアンテナで感知する能動型センサである。このマイクロ波は雲や霧を貫通することができ、夜間の観測も可能である。観測にあたり、アンテナが大きいほど画像の解像度は高くなるが、アンテナの大きさには限りがある。そこでアジマス方向に移動させることによって仮想的に大きな開口面を合成する技術が合成開口である。また、この応用として干渉合成開口レーダ（InSAR: Interferometric SAR）があり、同じ地点を異なる2時期に観測し、データ処理することによって、地表の標高とその変化量を得ることができる。

(2) データの諸元

表-1 使用するデータの諸元

シーンID	フレーム	撮影日	軌道	オフナディア角
ALOS2029422890	2890	2014/12/9	ディセンディング	35.8°
ALOS2072892890	2890	2015/9/29	ディセンディング	35.8°

解析には、Exelis VIS 社の ENVI と SARscape を用いた。今回は、InSAR 技術の中の DInSAR（差分法）を使用する。

4. 解析

(1) SLC 画像作成

SAR が受信する生データは暗号化されており、見ただけでは何を示すものかわからないが、そのデータを処理すると航空写真のようなものが出来上がる。この画像のことを SLC 画像（Single Look Complex Image: 複素画像）と呼び、これを元にして干渉処理を行う。

SAR データの SLC はファイルサイズが大きいので、切り出して処理を進める。

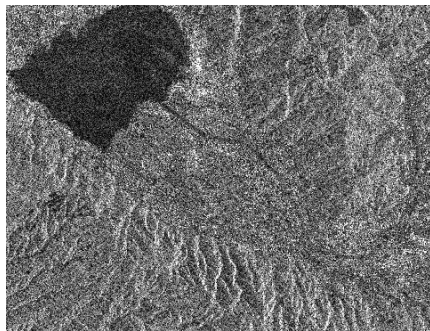


図-2 SLC 画像

(2)Baseline 推定

インターフェロメトリを行うため、二つの画像の Baseline（基線長）を確認した。一般的に差分干渉 SAR を行う場合は、Baseline が短いペアの方が適している。今回の Baseline は-83.739m であった。

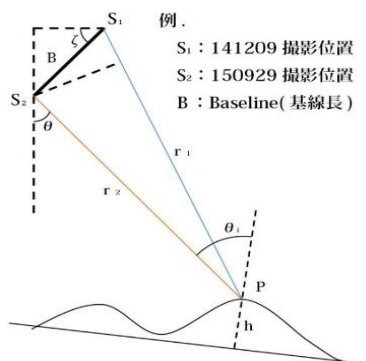


図-3 Baseline とは

(3)変動マップ作成のための処理

変動マップの作成のために、次の手順が必要である。

- ・インターフェログラム作成
- ・コヒーレンス画像
- ・位相のアンラップ処理
- ・軌道補正と位相のオフセット計算
- ・位相画像の再計算

軌道補正で適用する GCP (Ground Control Points) ファイルを作成する際のポイントの設定は難しく、明瞭なデータを得るため、何度もポイントの設定を繰り返した。

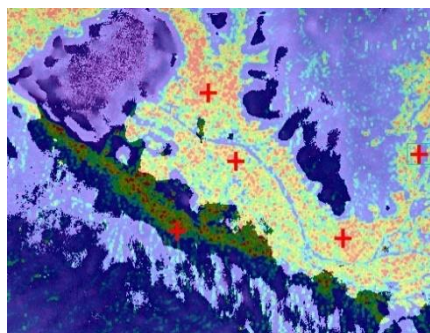


図-4 解析結果 GCP ファイル作成過程

(4)変動マップ作成

変動マップのラスタカラー画像が、図-5 の左下図である。右上図は、県が実施した昭和 53 年から平成 18 年までの累積地盤沈下量(単位:mm)を図化したものに、今回の解析結果を重ね合わせたものである。以前から地盤沈下が発生している地区と今回解析して得られた地盤の沈下を表す青い部分が重なり合う地域が多いことがわかる。

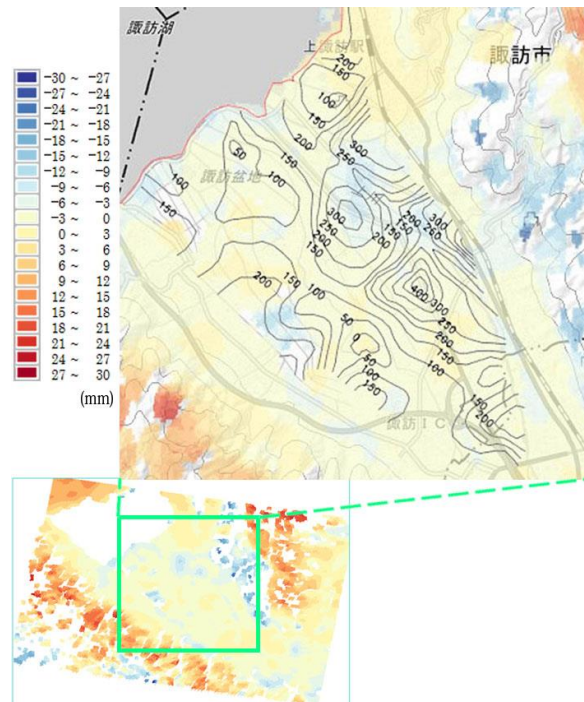


図-5 解析結果 変動マップ

5. まとめ

InSAR 技術によって、2014 年 12 月から 2015 年 9 月までの諏訪盆地の地盤沈下をとらえることができた。

しかし、基線長が長いことで解析が難しくなることもあり、地盤変状ではないと考えられる山岳地帯の斜面の解析結果にも変化が現れたため、実際の標高データと比較して解析結果を確認する必要がある。

参考文献

- 1) 今西肇, 杉山太宏: 我が国における地盤改良の変遷 3. 未改良の埋立地や低平地における地盤沈下への対応, 「材料」10月号, 日本材料学会 2016
- 2) 今西肇, 後藤瑠尉, 地球観測衛星を用いた津波堆積物の量と質の把握, 土木学会平成 28 年度全国大会, 第 71 回年次学術講演会, III-197, 2016