

地上観測衛星を用いた津波堆積物の量と質の把握に関する研究

東北工業大学 学生会員 ○後藤 瑠尉
東北工業大学 フェロー 今西 肇

1. はじめに

東北地方太平洋地震における津波被害によって、広域的に発生した津波堆積物の量と質を把握することは迅速な災害復旧を行うために必要である。

これまでの被害状況の把握は現地調査が必要であり多くの労力と時間を費やしていたが、地上観測衛星を利用すれば広範囲の被害状況の早期把握が可能であり、立ち入りができない地点でも測定が可能である。また、災害発生前のデータと比較を行い被災状況の把握をすることができる。

本研究は対象地域において合成開口レーダと光学衛星を利用し、現地において踏査したデータとの比較を行い、量と質の把握が可能か検証した。

2. 対象とした地域

今回の研究対象地域は福島県相馬市松川浦沿岸部である。本地域は2011年3月11日に発生した東北地方太平洋地震において発生した津波により海岸線から約2 km付近までの地域に津波が押し寄せ壊滅状態となり多大な被害を受けた。

3. データ収集及び調査方法

3.1 現地踏査

地盤工学会が2011年12月20日～22日に行った津波堆積物調査における現地踏査の結果を元に堆積物の層厚分布状況を調査した。

3.2 光学衛星

光学衛星では、主に対象からの反射、又は放射される電磁波が用いられ、この電磁波を波長帯毎にデジタル化し、それぞれの波長帯の画像に、Red、Green、Blueの色を割り当てることで目視の際と同様の True Color 表示や、特定の対象を強調した False Color 表示等を行うことができる。解析では、World View2 が撮影した相馬市松川浦沿岸部データを用いて解析を行った。

以下に今回使用するデータの諸元を示す。

表-1 使用したデータの諸元(World View2)

シーンID	衛星	撮影日	オフナディア角
054148311010_01	WV2	2010/1/16	20°
054148311020_01	WV2	2011/3/28	24°

3.3 合成開口レーダ

合成開口レーダ(SAR:Synthetic Aperture Radar)は、航空機や人工衛星に搭載し、アジマス方向という一定の方向に移動させることによって仮想的に大きな開口面

として働くレーダである。この応用として、干渉合成開口レーダ(Interferometric SAR:InSAR)がある。これは、同じ地点を2時期に観測し、その2つのデータ(マスターデータ、スレーブデータという)を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ものである。

解析では、JAXA の ALOS/ALOS2 衛星が撮影した福島県相馬市のデータを用いて解析を行う。

表-2 に今回使用したデータの諸元を示す。

表-2 使用するデータの諸元(ALOS/ALOS2)

シーンID	フレーム	撮影日	軌道	オフナディア角
ALPSRP256872860	2860	2010/11/20	南行き軌道	34.3°
ALPSRP277002860	2860	2011/07/07	南行き軌道	34.3°

3.4 解析ソフトについて

データの解析を行うために、ENVI と SARscape を用いた。ENVI(Environmental for Visualizing Images)は Windows 上での動作が可能であり GUI 上で解析・可視化を行えるリモートセンシング用統合処理パッケージである。SARscape は「ENVI」の上で動く、高度な合成開口レーダーデータのハンドリングや解析を行う SAR 専用ツールである。本プログラムは ENVI 上で動作するため、SARscape を使用して得られたインターフェロメトリ処理やポラリメトリ処理の結果と、ENVI で処理した光学センサーデータとの重ね合せや、SAR 画像と光学画像を用いた多角的な解析が可能である。

4. 対象地域の解析結果

4.1 現地踏査解析

現地踏査では津波堆積物の層厚とその種別が示されているため、これよりコンター図を作成し津波堆積物の層厚分布を示した。図-1 に解析結果を示す。

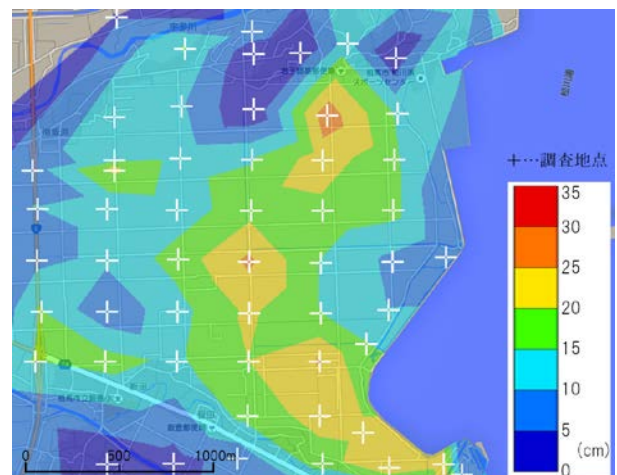


図-1 津波堆積物堆積厚分布図

キーワード：リモートセンシング 東北地方太平洋地震 津波 InSAR

連絡先：〒982-0831 宮城県仙台市太白区八木山香澄町35-1 東北工業大学都市マネジメント学科 Tel:022-3058-3122

4.2 光学衛星解析

教師付き分類を行い、堆積物の種別を判断した。図-2 に解析結果を示す。

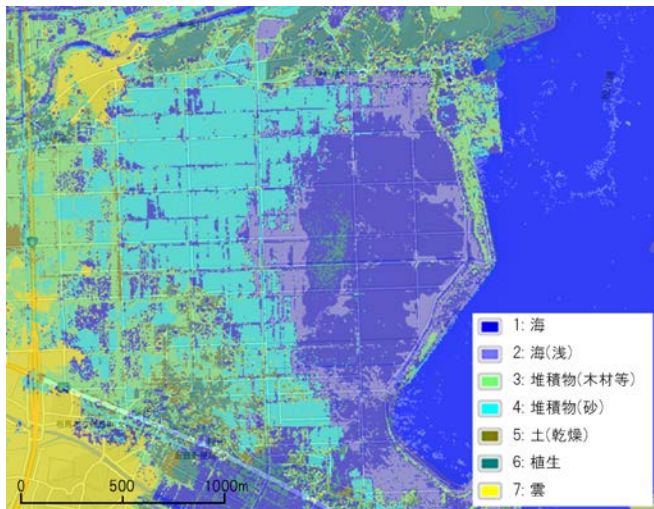


図-2 教師付き分類 解析結果

津波による浸水域の把握、津波被害における堆積物である土砂や漂流物等の堆積場所を判定できた。

海水が沿岸部付近には残っており、浸水したままであることも解析結果から示すことが出来た。

4.3 InSAR 解析

被害前と被害後のデータを比較し対象地域における地盤の変異を観測した。図-3 に解析結果を示す。

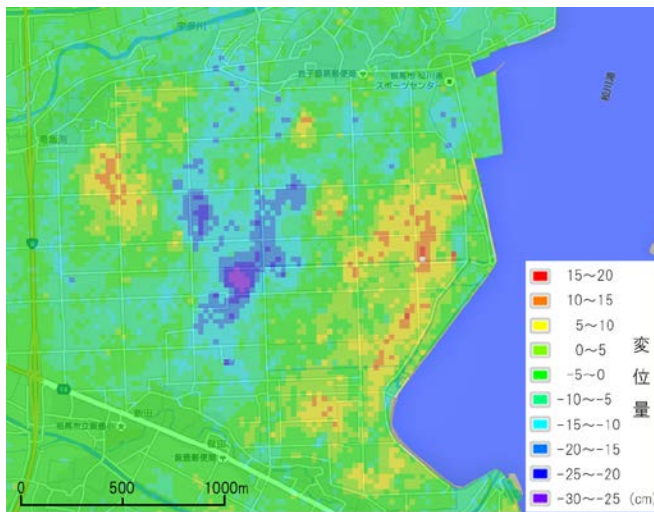


図-3 InSAR 解析結果

図-3 中央付近、内陸部に海岸線と平行に地盤が沈下している。それに対し、地盤沈下の発生している地点と並行して前後の地盤の隆起が観測された。

5. まとめ

InSAR 解析結果と津波堆積物調査のデータとの比較を行った。現地踏査では津波堆積物の層厚のみを調査しており、津波堆積物が堆積する前の地表面の変動についてはわからない。そこで、InSAR の解析結果と現地踏査結果からそれを分析したものが図-4 である。

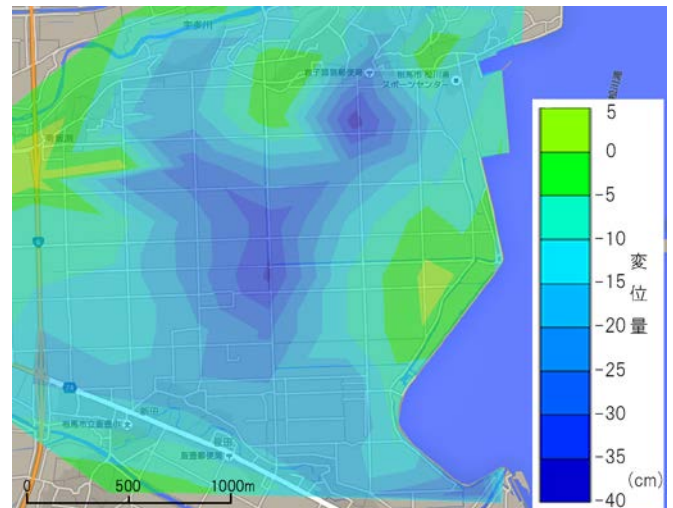


図-4 InSAR/現地踏査解析結果

これにより、松川浦の沿岸部より少し内陸部で、地震によるとみられる地盤沈下が見られる。これは、地震動による液状化現象が考えられるが、確認はできていない。これにより、この地区では地震によって内陸部の一部地区が液状化し沈下したのち、津波により運ばれた土砂が堆積したものと考えられる。光学衛星では地震直後の地上の様子が海水の侵入域の分布によって示されている。

6. おわりに

光学衛星を用いて津波堆積物に対し、質の解析を行った結果、津波によって運ばれた土砂や、漂流物がどこにどれだけ堆積しているのかを2次的に判断することが可能であることが分かった。

またInSAR解析では、津波堆積物の量の判断の可能性について試みたが、地震によって発生した津波堆積物下部の地盤沈下や隆起などの地盤変動と、津波堆積物の層厚が合成されたデータとして現れたために、これを分離するための現地調査が必要となることが分かった。

今回の分析結果から、津波堆積物に対して光学衛星を用いた質の判断は有用であるが、レーダ衛星を用いた場合は、津波堆積物下部の地盤の変動がない場合には有効であることが分かった。それゆえ、効果的な現地調査方法も視野に入れて衛星を利用した解析精度を上げていきたい。

参考文献

- 1) 地盤工学会：福島県相馬市 松川浦付近 津波堆積物調査 結果報告書, 2012
- 2) 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, 東京電機大学出版局, 2004
- 3) 須藤定久: 砂と砂浜の地域誌 (4), 産総研地質調査総合センター, 地質ニュース616号, pp20-33, 2005
- 4) www.exelisvis.co.jp