

地球観測衛星による津波堆積物の量と質の把握

東北工業大学 フェロー会員 ○今西 肇
日鉄住金スラグ製品株式会社 正会員 後藤 瑠尉

1. はじめに

東北地方太平洋地震における津波によって発生した膨大な量の津波堆積物を把握することは、震災直後の迅速な災害復旧を左右する重要な課題である。しかし、従来の被害状況の把握は現地調査が必要であり、時間と労力に比して量と質の精度が十分ではなく、津波堆積物の処理計画において大きな変更を伴う。そこで、本研究では、地球観測衛星（光学衛星、レーダー衛星）を用いた津波堆積物の量と質の把握を目的とした。

本報告では光学衛星と合成開口レーダ衛星を利用し、現地踏査のデータとの比較を行い、量と質の把握の可能性を検証した。なお、研究対象地域は福島県相馬市松川浦沿岸部であり、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2km付近まで内陸部に津波が押し寄せた場所である。

2. 調査方法

現地踏査データは、地盤工学会東日本大震災対応調査研究委員会地盤環境委員会が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利用した。光学衛星による画像解析では、World View2が撮影した相馬市松川浦沿岸部の画像（図-1）を用いて解析を行った。主に対象からの反射、又は放射される電磁波を波長帯毎にデジタル化したものを用いた。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表示等を行った。今回使用したデータの諸元を表-1に示す。また、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。今回は同じ地点を二時期に観測し地表の標高とその変化量を得ることができる干渉合成開口レーダ(Interferometric SAR:InSAR)を用いた。表-2に使用したJAXAのALOS衛星データの諸元を示す。なお、解析には、ENVIとSARscapeを用いた。

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°

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. 対象地域の解析結果

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-2に分析結果を示す。光学衛星解析については、教師付き分類を行い堆積物の種別を判断したものを図-3に示す。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、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など解析結果から読み取ることが出来た。InSAR解析については、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鉛直変位を観測した。図-4に解析結果を示す。図の中央付近の内陸部では海岸線と平行に地表面が低下し、地盤沈下の発生している地点と並行して地表面の上昇が観測された。



図-1 World View-2 撮影画像 (2011/03/28)

キーワード リモートセンシング 東北地方太平洋沖地震 津波堆積物 InSAR ALOS

連絡先 〒981-1244 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部都市マネジメント学科 TEL022-305-3500

4. まとめ

現地踏査(図-2)とInSAR解析結果(図-4)とを比較した。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データがなかったため、InSARの解析結果と現地踏査結果から地表面の変動について分析したものが図-5である。これにより、当該箇所の沿岸部より少し内陸部では、地震によるとみられる地表面沈下箇所が見られる。これは、地震動による液状化現象によるものと考えられるが確認はできていない。地表面沈下の一つの仮説として考えられることは、この地区は地質図などから浜堤の発達した地区であり、地震によって地下水位以下の浜堤部分の砂層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。

また、光学衛星では地震直後の海水の侵入域の分布など地上の様子が把握できる。

5. おわりに

光学衛星を用いて津波堆積物に対しての質の解析を行った結果、津波によって運ばれた土砂や、漂流物の種類を平面的な分布として把握することが可能であることがわかった。

また、InSAR解析による津波堆積物の量を判断しようとした結果、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ものが得られた。これを分離し、津波堆積物だけの結果を出すためには、現地踏査も必要であることがわかった。

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ができるとともに、レーダ衛星と現地踏査やGPSの併用により、津波堆積物の精度の高い量の把握ができることが確認できた。

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) 後藤瑠尉・今西肇：地上観測衛星を用いた津波により発生したれきの量と質の把握に関する研究, 土木学会東北支部技術研究発表会, III-16, 2016. 3

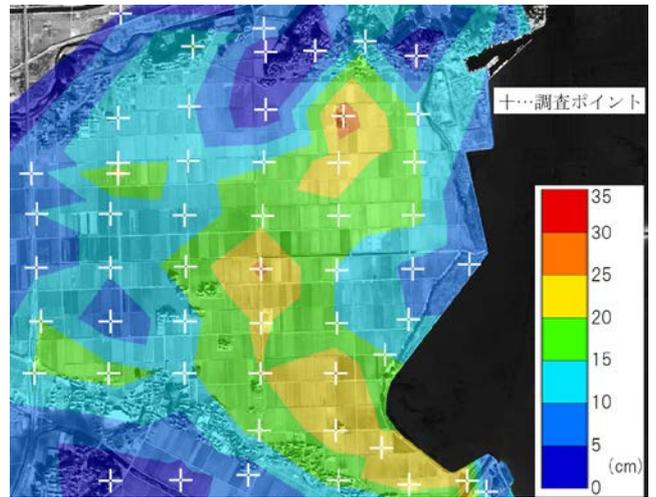


図-2 現地踏査解析コンター図

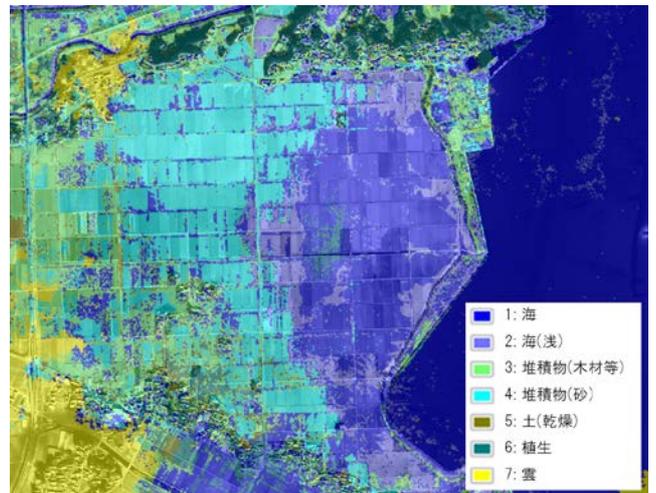


図-3 光学衛星による教師付き地表面分類結果

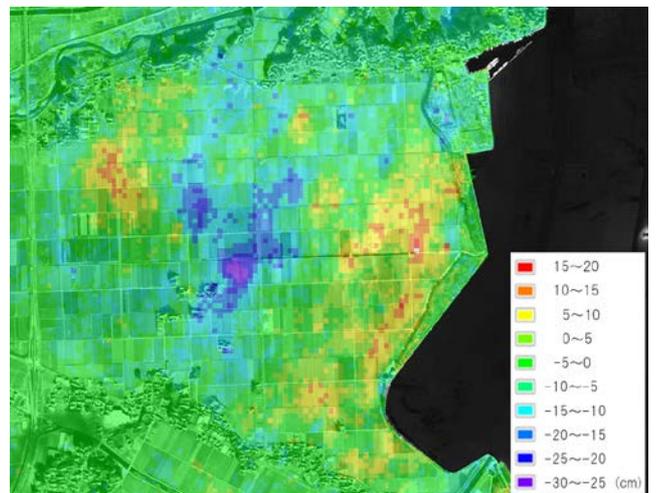


図-4 InSAR解析による2時期の地盤変動量(差分)

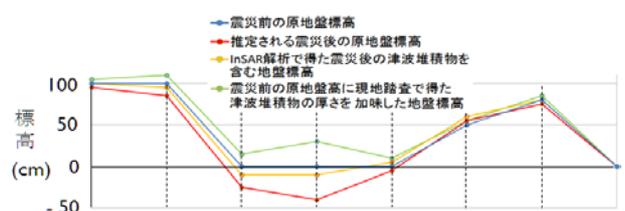


図-5 地表面の変動解析結果