

県内の 2020 年の地盤変動について：InSAR 解析結果から

荻津 達

1 はじめに

地盤沈下の正確な把握やその要因解明は地盤沈下の防止を考える上で非常に重要である。県内の地盤沈下は、1960、1970 年代当初から比べると沈静化しているが、現在も継続的に起こっている。県では年 1 回の精密水準測量を実施し地盤沈下の把握を行っており、その結果によると最近でも年間 2cm を超える沈下が毎年のように確認されている。また、2000 年頃から八街市・富里市付近を中心とする地盤沈下が目立つようになっており¹⁾がその要因は明確にされていない。そのため、地盤沈下の継続的な監視と要因解明のための監視の高度化が必要であると考えられる。

近年、人工衛星等からのマイクロ波レーダーにより 2 回以上の地表観測を行い、反射波の位相差から地表の変動を把握する InSAR (干渉 SAR) を用いた県内の地盤沈下に関する研究がなされている^{2), 3), 4), 5)}。当センターでも、地盤沈下監視の時間的・空間的な高密度化やその地盤沈下の要因解明への適用可能性の検討を目的に令和 2 年度に InSAR 解析用の機器を導入し解析を開始した。本稿では千葉県北総から夷隅地域にかけて実施した InSAR 解析の結果から 2020 年の地盤変動について報告し、精密水準測量との比較を行う。

2 解析条件及び対象範囲

本研究ではソフトウェアは StaMPS/MTI⁶⁾ を使用した。StaMPS/MTI は、2 時期より多くの画像を使用し地表変位を推定する InSAR 時系列解析の一種で、PS 点と呼ばれる安定した反射の見られるピクセルに着目して解析を行う PSInSAR 法による解析ソフトである。SAR 画像については欧州宇宙機関 (ESA) の Copernicus Sentinel-1 の 2017 年 7 月から 2021 年 4 月までの 114 時期のデータを北行軌道及び南行軌道の 2 軌道分を使用した。干渉画像の作成等データの前処理には SNAP⁷⁾ および SNAP2StaMPS⁸⁾ を使用し、その後 StaMPS/MTI による PSInSAR 解析を実施した。その際、電子基準点 93024 (千葉松尾) 周辺を参照点とした。北行軌道及び南行軌道の結果から、LOS 分解⁹⁾により垂直方向の変動を推定した。

3 結果

今回 InSAR により得られた対象地域の 2020 年の変動量を図 1a に、図 1a の各点を Kriging 法で補完しそこに精密水準測量の結果¹⁰⁾から得られたコンターを重ねたものを図 1b に示す。八街市・富里市付近の沈下や九十九里地域の沈下などの分布は InSAR による結果と水準測量の結果が整合的であった。沈下量については全体的に InSAR による結果の方が若干過小に見積もられている傾向があるが、これは参照点を電子基準点 93024 (千葉松尾) に設定したためであると考えられる。また、例えば大網白里市の水準点 O-4 と水準点 O-6 の中間に見られる隆起のような、水準点の配置の間隔の関係で水準測量では発見できていない局所的な沈下や隆起が数カ所確認された。

水準点付近 100m 以内に PS 点を持つものについて、精密水準測量による変動量と InSAR による変動量とを比較したものを図 2 に示す。これらはよい相関を示し、ほぼ傾きが 1 の直線を示した。大部分では較差が 10mm 以内に収まっているが、成田市の北部や栄町印西市の一部で 10mm を超える場所があった。これらについては原因の究明が必要である。

4 まとめ

2020年の地盤変動について、StaMPS/MTI[®]を用いたPSInSAR解析で推定した。変動量は水準測量とは概ねよい相関を示し、水準測量では発見できないと考えられる局所的な沈下や隆起を発見することが出来た。今後は定期的に解析を行い地盤変動の随時把握を行う。

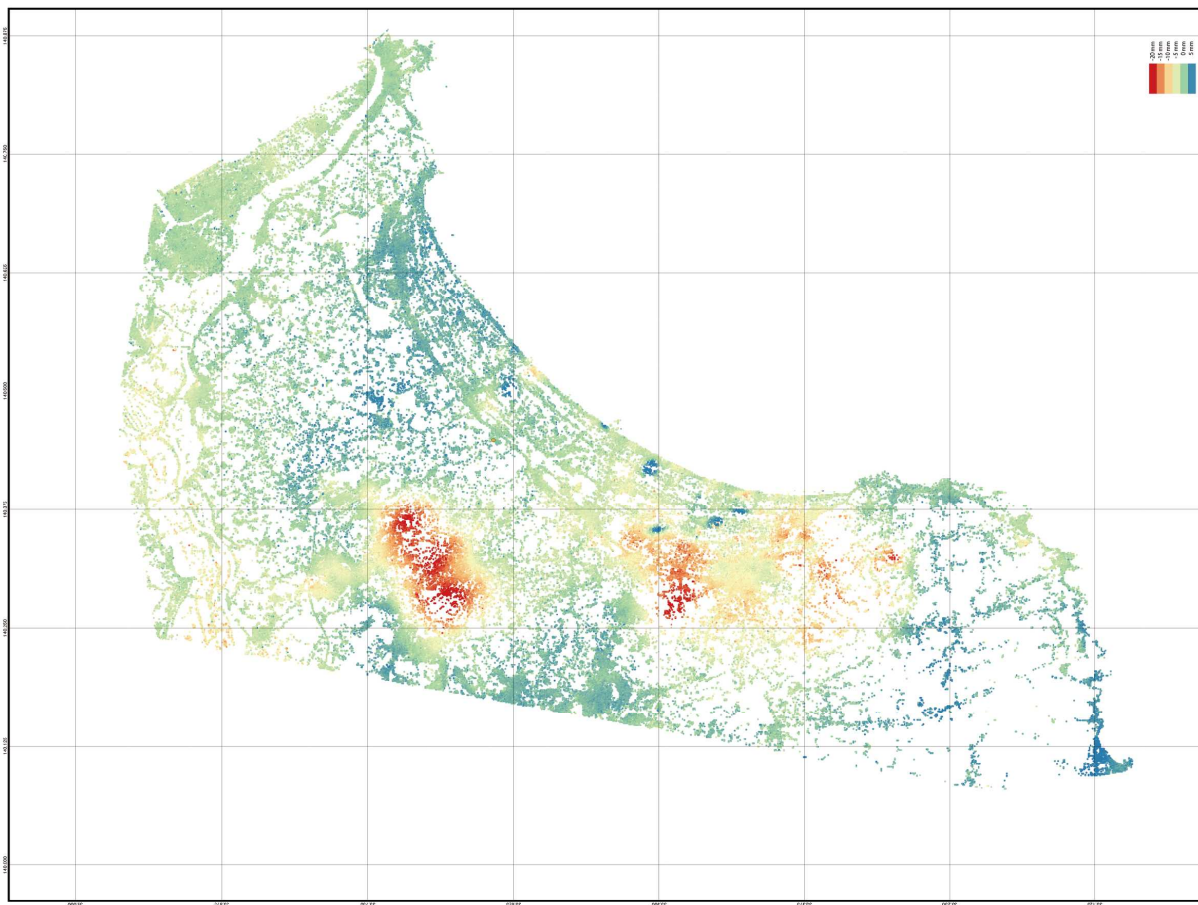


図 1a InSAR による 2020 年の変動

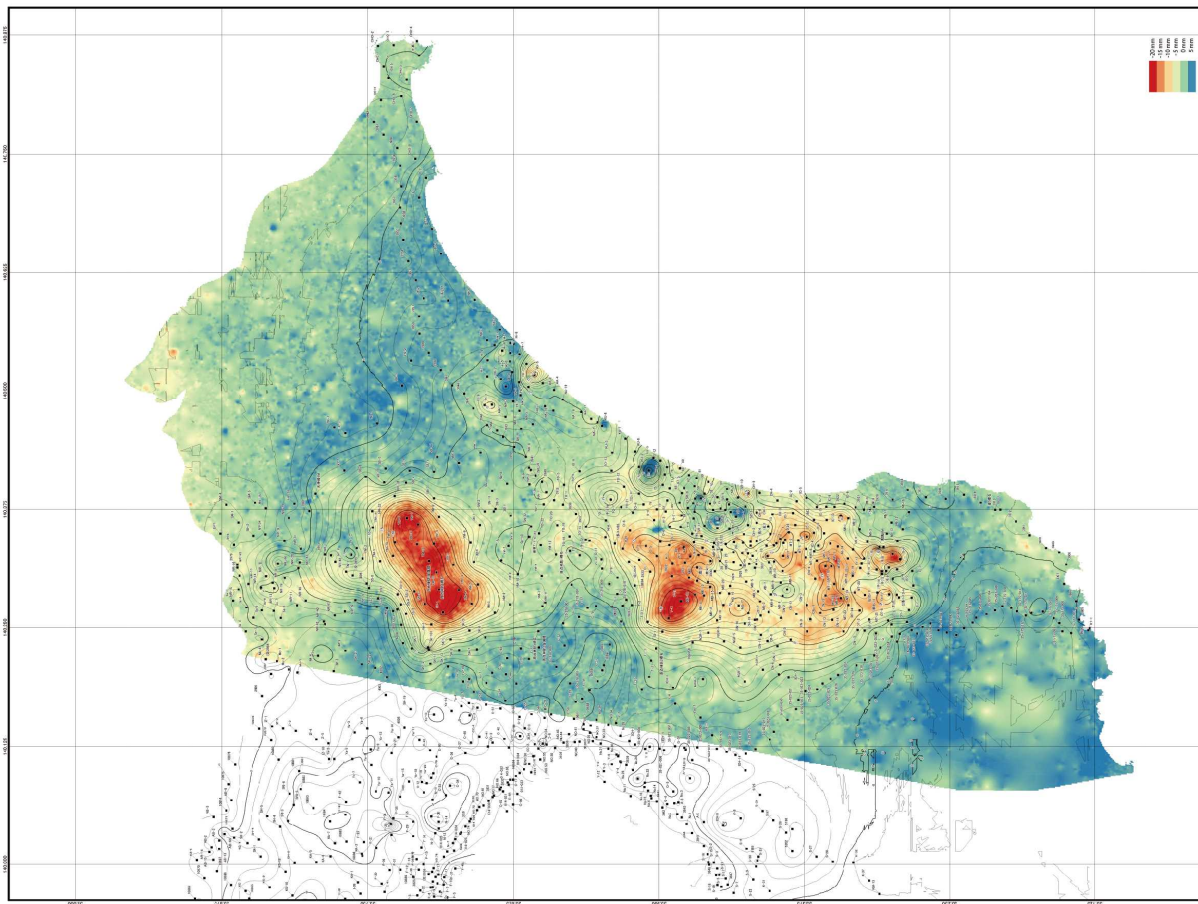
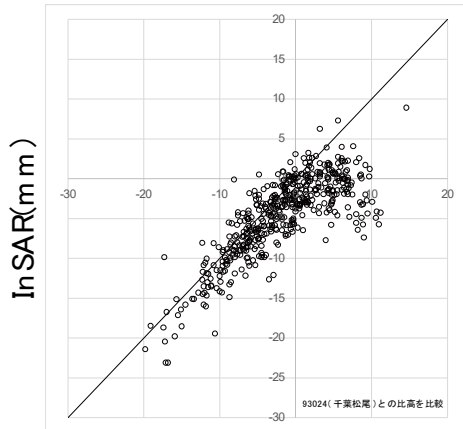


図 1b InSAR による 2020 年の変動と水準測量のコンター



水準測量 (mm)

図 2 水準測量と InSAR の比較

5 引用文献

- 1) 荻津 達, 八武崎寿史: 八街市・富里市周辺にみられる地盤沈下について. 日本地質学会第 126 年学術大会講演要旨 (2019).
- 2) 山中雅之, 森下 遊, 大坂優子: 干渉 SAR 時系列解析による地盤沈下の検出. 国土地理院時報, 124, 1-14 (2013).
- 3) 出口知敬, 六川修一, 松島 潤: 干渉 SAR の時系列解析による長期地盤変動計測. 日本リモートセンシング学会誌, 29, 412-428 (2019).
- 4) 石塚師也, 松岡俊文: ALOS/PALSAR データを用いた PS 干渉 SAR 解析の精度評価-千葉県九十九里地域の地表変動を例として. 日本リモートセンシング学会誌, 36, 328-337 (2016).
- 5) 環境省: 地盤沈下観測等における衛星活用マニュアル (2017).
- 6) Hooper, A., D. Bekaert, K. Spaans, and M. Arikan: Recent advances in sar interferometry time series analysis for measuring crustal deformation. Tectonophysics, 514-517, 1-13 (2012).
- 7) SNAP - ESA Sentinel Application Platform v6.0.10, <http://step.esa.int>
- 8) Serco Italia SPA: SNAP2StaMPS: Data preparation for StaMPS PSI processing with SNAP - Mexico City 2020 (version 1.1) (2020).
- 9) Samieie-Esfahany, S., Hanssen, R.F., Van Thienen-Visser, K., Muntendam-Bos, A., and Systems, S.: On the effect of horizontal deformation on insar subsidence estimates. In Proceedings of the 2009 Workshop on Fringe, Frascati, Italy, 30 November-4 December 2009 (2009).
- 10) 千葉県: 千葉県水準測量成果表,
<https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/jibanchinka/torikumi/seikaomote.html> (2021 年 11 月)