

図-4からわかるように、震源域での隆起が顕著に観測され、震源域の西端の水準点で最大隆起量が140mmに達した。電子基準点の矢本観測点に付属する金属標で得

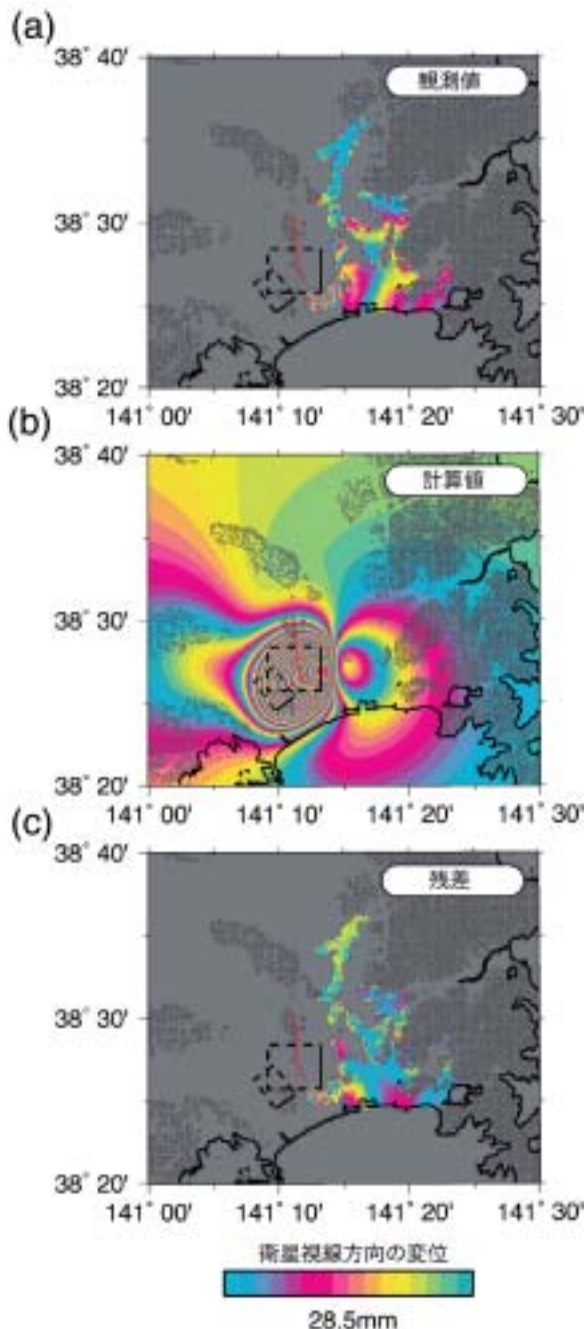


図-5 宮城県北部の地震に伴う地殻変動を示した干渉図

RADARSAT による6月13日と7月31日の SAR 画像を用いた。色の1サイクルが衛星視線方向の28.5mmの変位を表す。(a) 観測された変位量。灰色の領域は、コヒーレンスが悪いために良好な干渉が得られなかった領域を表す。(b) モデルによる計算値。(c) 残差(観測値-計算値)。

られた隆起量(93mm)は、GPS から得られている隆起量(約90mm)と整合している。今回のように地震発生直前に水準測量が行われていたと言う事例は、珍しいことであろう。数少ない事例である1944年の東南海地震(M7.9)では、掛川付近で行われていた水準測量により、前兆的な傾斜変化があった事が知られている(Sato, 1977; Sagiya, 1998)。しかしながら、今回の宮城県北部の地震では、水準の往復差の許容範囲を超えるような地震前の変動は観測されていない。

2. 3 干渉 SAR

本研究では、カナダが打ち上げた人工衛星である RADARSAT のデータを用いて干渉処理を行った。RADARSAT は、Cバンド(波長57mm)のマイクロ波を用いた SAR センサーを搭載している。2003年6月13日と7月31日に、南行軌道の衛星から撮影された SAR 画像を用いて干渉処理を行った。干渉図の地形情報は、国土地理院の数値地図50mメッシュ(標高)を用いて除去した。また、干渉図のノイズ除去のために、Goldstein and Werner(1998)によるフィルターを用いている。図-5aに示した干渉図は、人工衛星の視線方向の面的な地殻変動を表し、色の1サイクルが波長の半分(28.5mm)の変位に対応する。この場合の視線方向は、ほぼ東向きに水平方向から約43度見上げた角度となっている。よって、東西方向と上下方向の変位は、ほぼ同じ割合で視線方向の変位となるが、南北方向に変位しても視線方向の変位量はごくわずかである。

震源域周辺には、植生に覆われた丘陵地帯や水田が多く、地震前と地震後の SAR 画像のコヒーレンス(相互相関)が低いいため、限られた領域での干渉を得るにとどまった。図-5aは、良好な干渉が得られ位相から変動量の変換(アンラッピング)を行うことができた場所のみ干渉縞を示している。視線方向の最大変位量を記録した地点は、矢本町内にあり、その量は約240mmであった。

RADARSAT だけでなくヨーロッパが打ち上げた ENVISAT 衛星を用いた干渉 SAR による地殻変動解析が行われているが、本報告では詳述しないこととする。ENVISAT による結果や干渉 SAR の解析方法については、Yarai et al. (2004)の論文を参考にいただきたい。

3. インヴァージョン

3. 1 データの重みと間引き

ここまで述べてきたように、宮城県北部の地震に伴う地殻変動は、GPS、水準測量、干渉 SAR という複数の観測手法により数多くのデータが得られている。ここでは、これらのデータをそれぞれの観測誤差によって7つのデータセットに分類した。いくつかのデータセットでは、合理的な方法で観測誤差を見積もっているが、一部のデータセットについては、主観的に観測誤差を仮定している。GPS 連続観測点のデータに関しては、日平均値の分散から観測誤差を計算した。ただし、ピラーが傾斜した