

干渉合成開口レーダーによる有明海沿岸域の地盤沈下の検出

Detection of Land Subsidence in the Coastal Plain around the Ariake Sea by SAR Interferometry

小林 茂樹 [1]; 黒川 慎也 [2]; 奥田 隆 [3]; 島村 航也 [4]

Shigeaki KOBAYASHI[1]; Shinya KUROKAWA[2]; Takashi OKUDA[3]; Koya Shimamura[4]

[1] 九州東海大・工・環境保全; [2] 九州東海大・院・情報工学; [3] 名大・地震火山センター; [4] 九州東海大・工・宇宙地球
[1] Environment Conservation Sciences, Kyushu Tokai Univ.; [2] Kyushu Tokai Univ Graduate School of Engineering; [3] RCSVDM Center.Nagoya Univ; [4] Space Earth Information Technology, Kyushu Tokai Univ.

http://eec.ktokai-u.ac.jp/eisei_soku/index.html

1. はじめに

有明海北部に広がる佐賀平野では、古くから農業用水確保のために地下水のくみ上げが行われ続け、地盤沈下が進行している。この問題は、1958年の干ばつ時に杵島山麓の地盤に亀裂が生じたことで認識され始め、それ以降、年1回の水準測量(佐賀県)により沈下量の計測・監視が行われている。地盤の沈下が最も著しい佐賀平野西部の白石平野においては、現在までの累計沈下量が120cmを超えている。特に、1994年夏の異常湧水に伴う地下水採取量の増大により、最大18cmもの地盤沈下が計測された。

本研究では、衛星搭載合成開口レーダー干渉法(Interferometric Synthetic Aperture Radar: InSAR)による広域地盤変動計測手法を有明海沿岸の平野に応用した。InSARでは、(1)地上に観測機器が不要で、衛星の回帰日数(例えば、JERS-1衛星44日、ALOS衛星46日)ごとに繰り返し観測される、(2)地盤変動を数10m程度の空間分解能で面的に計測できる、などの特徴を持ち、多大の手間と経費のかかる水準測量を補完できるメリットが大きい。InSARによる地盤沈下計測を実用化するためには、その精度評価が欠かせない。実際のInSARデータ処理においては、(3)衛星軌道(基線)の推定誤差に伴う残差位相や(4)観測に用いるマイクロ波の大気遅延に伴う位相誤差などが問題となりうるが、本研究のような平野部の、10km程度の広がりを持つ変動域を抽出するにはあまり致命的にはならない。ここでは、主にJERS-1衛星(1992年9月~1998年10月)によるInSAR解析により、1994年夏の異常湧水に伴う地盤沈下域の面的な抽出と水準測量成果との比較によるInSAR計測の測地学的精度評価を行った。

2. 解析結果

1993年10月 - 1996年10月、1993年10月 - 1995年5月、1994年1月 - 1997年1月、1994年1月 - 1996年6月などのSARデータペアを用いてInSAR解析を行い、次のことが判明した。(1)白石平野を中心とする同心円状~三角形状の領域(広がり5km程度)において視線距離の伸びが明瞭である;水準測量によって描かれた地盤沈下の等値線の空間パターンをより詳細にすることができた。(2)福岡県・柳川付近、及び大牟田地域においても小規模の視線距離の伸びが明瞭である。両地域において全く異なるデータペアによるInSAR解析で同様な変動パターンが得られたことから、抽出された変動は画像解析上の虚像ではなく地盤沈下によるものと考えられる。特に(2)の地域においては、水準測量の実施されていない地域での地盤沈下の抽出成功例となる。また、(1)の地域において、InSARにより得られた最大視線距離変動量を純粋に鉛直変位のみによると仮定し、入射角の効果を補正したところ、水準測量による最大沈下量とよい一致を見せた。InSARによる地盤沈下の計測精度が1cmのレベルに達し得ることが確かめられた。

3. 重力異常と地盤沈下

白石平野周辺において、シントレックス自動重力計(名古屋大S228)による稠密な重力測定を行いブーゲー異常図を作成した。その結果、白石平野の地盤沈下域を中心として、最大数mgal程度の局所的な負の重力異常パターンが得られた。このことから白石平野における地盤沈下域の空間的なパターンは、凹状に湾曲した地下構造に滞留した地下水が採取されることに原因があると推測できる。