

新潟県中越・中越沖地震地域での ENVISAT データを用いた InSAR 時系列解析

InSAR time-series analysis using Envisat images: Application on the region of two earthquakes in Niigata, central Japan

福島 洋 [1]; Hooper Andrew[2]
Yo Fukushima[1]; Andrew Hooper[2]

[1] 京大・防災研; [2] アイスランド大・地球科学
[1] DPRI, Kyoto Univ.; [2] Earth Sciences, Univ. Iceland

1. はじめに

近年の InSAR 技術の進展分野として、PS (Permanent/Persistent Scatterer) 法や SB (Small Baseline) 法をつかった時系列解析が挙げられる。これらの解析法では、数十枚という SAR 画像から半自動的に計算された干渉画像において質のよいピクセルのみを抽出し、mm レベルの高精度で時空間的な地殻変動の測定 (推定) をおこなう。本研究では、PS 法と SB 法というふたつの InSAR 時系列解析法を新潟県中越地域に適用し、2004 年新潟県中越地震および 2007 年新潟県中越沖地震の間に生じた地殻変動の解析をおこなった。中越地震が中越沖地震の発生に及ぼした影響を考える上で、このような解析は重要である。

2. 解析手法

解析には、StaMPS/MTI (Stanford Method of PS/Multi-Temporal InSAR) を用いた。StaMPS/MTI は、独自のプログラムのほかに、フリーおよびオープンソースとして利用可能なソフトウェアを用いる。解析は、生データか SLC からはじめるが、前者の場合、Jet Propulsion Laboratory などが開発している ROI-PAC が SLC 作成のために用いられる。SLC から干渉画像を計算する干渉処理には、デルフト工科大学が開発している Doris が用いられる。

ほかの PS 解析法では、位相が安定したピクセルを同定するために時間的な相関を使うが、StaMPS の PS 解析では空間的な相関の情報を主につかう。また、ほかの PS 法では線形あるいは周期的といった変動初期モデルを仮定する必要があるのに対し、StaMPS ではこのような仮定は必要ない。ただし、位相アンラッピングのために空間的・時間的な変位勾配がゆるやかである必要があるため、StaMPS はゆっくりとした (月オーダー以上の時間変化)、局所的でない変動を測定するのに向いている。

SB 解析に関しては、従来の SB 法では位相が安定したピクセルの同定のためにコヒーレンスのみを用いるのに対し、StaMPS/MTI の手法では、干渉画像をつくる画像ペアの振幅差の分散と時空間的な位相モデリング結果を用いるため、位相安定ピクセルの検出能力が向上している。また、StaMPS/MTI は三次元 (時空間) 的な位相アンラッピングアルゴリズムを用いているため、従来の二次元 (空間) 的なアンラッピングの手法では困難だったようなケースでも適切にアンラッピングできる。

3. データ

本研究では、2003 年 3 月から 2007 年 7 月の間に撮像された、ENVISAT 衛星に搭載されている ASAR レーダの画像 29 枚を使用した。PS 解析と SB 解析の両方において、位相安定ピクセル同定のためにはこれらすべての画像を使用した。地殻変動の推定には新潟県中越地震と中越沖地震の間に撮像された 19 枚の画像のみを用いた。

4. 暫定解析結果

PS 法と SB 法の両方の解析結果において、その後の解析を可能とするだけの十分の数の位相安定ピクセルが検出された (PS 法: 77,521 個、SB 法: 249,871 個)。PS 解析の結果では、中越地震による数センチ程度の余効変動が地震後最初の時間ステップ (2004 年 11 月から 12 月) において得られたが、その後の時間ステップでは地震によって引き起こされたと考えられる明確な変動は確認できない (図)。冬期の推定値はノイズが大きいが、これは積雪の影響だと考えられる。また、2005 年と 2006 年の夏秋期において数ミリの変動が得られているが、これは何らかの季節変化を反映している可能性がある。得られた結果を GEONET の GPS 変位 (F2 解) を衛星視線方向に投影したものと比較したところ、全体的に調和的な結果が得られた。しかし、おそらく気象ノイズの影響で PS 解析結果のノイズが若干大きいように見える。また、いくつかの GPS 観測点においては結果の相関が小さくなっており、さらなる原因調査が必要である。

(図の説明)

PS 法により得られた新潟県中越地震後 (2004/11/11) から中越沖地震発生前 (2007/3/1) までの地殻変動。画像撮像日を時間ステップとし、前撮像日からの衛星方向の変位量が時間ステップごとに図示化されている。A: 新潟県中越地震の震源域。B: 新潟県中越沖地震の震源域。二枚目 (2004/11/11-12/16 間の変動) には、大きさ数 cm の中越地震による余効変動が見えている。1~3 月にランダムなノイズが見えるが、これは積雪による相関性低下のため。2005 年 7~9 月、2006 年 5 月~12 月に広域の変動が推定されており、季節的な変動を捉えている可能性がある。

