

### 3.11 地震により生じた広域的地殻ひずみと事後サイスミシティ

東北工業大学 フェロー会員 ○神山 眞  
々 正会員 小出英夫  
々 正会員 沢田康次  
々 正会員 秋田 宏  
々 正会員 千葉則行

#### 1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震（以下、3.11地震）の発生により日本列島は大きく変位した。これらの変位は地震前後の相対変化で東南方向の水平変位：最大5m超、沈降変位：最大1m超の大きな値となっており、事後の防災・減災対策を施す上で様々な課題を提供している。その一つとして今後の被害地震発生への直接的な影響があげられる。本文は3.11地震で生じた広域的な地殻変動によるひずみ特性をGPSの観測データに基づき評価するとともに、地殻ひずみと事後の地震発生環境(サイスミシティ)との関係を考察したものである。

#### 2. GPSデータによる地殻ひずみの算定

1995年阪神・淡路大震災以降、日本政府は各種の地球科学的な観測装置を全国に展開整備してきた。その代表例としてGPSによる地殻変動監視を目的としたGEONET<sup>1)</sup>が上げられる。GEONETは3.11地震における日本列島の地殻変動の詳細を明らかにした<sup>2)</sup>。GPS測位法には大別してDGPS法, PPP法があるが、文献2)では両方法に基づいた3.11地震による地殻変動が比較されており、両方法の変位分布には大差がないことが確認されている。ここではGEONET三隅観測点950388を固定点として、地震前の対象日時を3月10日21時00分00秒(JST)、地震後の対象日時を3月12日21時00分00秒(JST)としてDGPS法で評価された変位を地殻ひずみ算定の基礎とした。評価された変位分布を水平成分について図1に示す。

上記の変位は地表点において東西、南北、上下の3方向で求められている。このように3成分変位が地表離散点において与えられるので、一般化平面ひずみ条件によりそれらの変位に空間微分を施すことで東西方向の直ひずみ $\epsilon_{EW}$ 、南北方向の直ひずみ $\epsilon_{NS}$ およびせん断ひずみ $\gamma_{NE}$ が容易に得られる。ここでは、有限要素法FEMの三角形要素を用いた手法<sup>3)</sup>でひずみを算定した。

図2に示すようにGPS観測点を対象にドロネー三角形分割<sup>3)</sup>で三角形要素(Element)を構成してその重心点で3成分ひずみを算定した。さらに、これら3成分ひずみから最大主ひずみ $\epsilon_{max}$ 、最小主ひずみ $\epsilon_{min}$ 、最大せん断ひずみ $\gamma_{max}$ および主ひずみ軸方向を求め、これらのひずみ成分とサイスミシティとの関係を考察した。

#### 3. 算定されたひずみ分布の特性とサイスミシティ

図3は求められた最大主ひずみ $\epsilon_{max}$ および主ひずみ軸方向の分布を示したものである。図ではひずみの大きさが対数値に換算され、その対数値分布がコンターを付して色調イメージで表示されている。同時に、主ひずみ軸の向きが矢印により与えられている。最大主ひずみは10の-4乗レベルのかなりの大きさの引張りひずみ

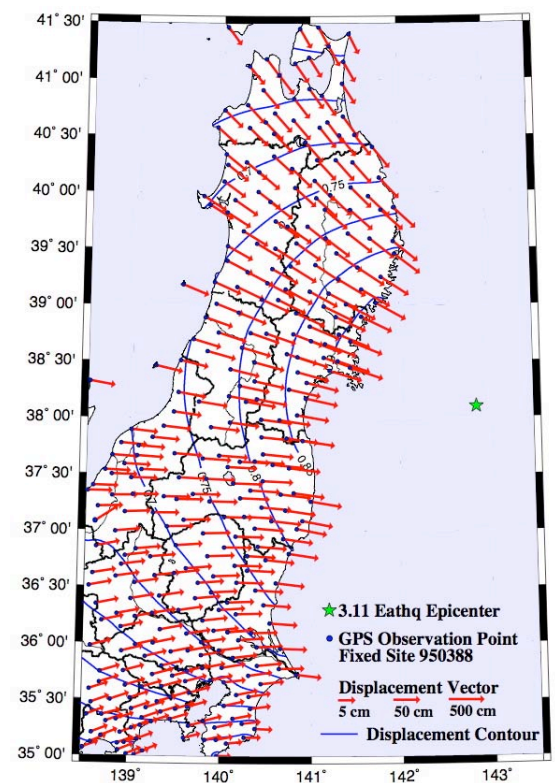


図1 DGPS固定点法による水平変位の分布

キーワード 地殻ひずみ, 2011年東北地方太平洋沖地震, GPS, GEONET, サイスミシティ

連絡先 〒981-3203 仙台市泉区高森3-8-186 E-Mail : mk\_kamiyama@jcom.home.ne.jp

が宮城県、岩手県の三陸沿岸域で求められている。さらに、岩手県北部沿岸の宮古周辺の地域、福島県南部沿岸のいわき周辺地域、新潟・長野県境付近の内陸地域で部分的に極大が現れている。一方、主軸方向は各ひずみ算定点で震源方向に向いており、震源に向かい引張りひずみが発生したことがわかる。このようなひずみ分布の特徴は他の最小主ひずみ、最大せん断ひずみも基本的には同じ結果となっている。

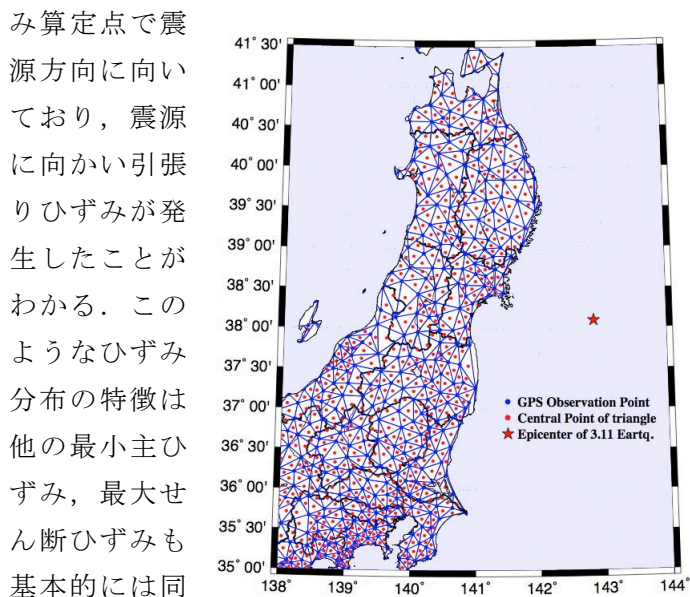


図2 GEONET観測点とドロネー三角形分割によるひずみ算定点の分布

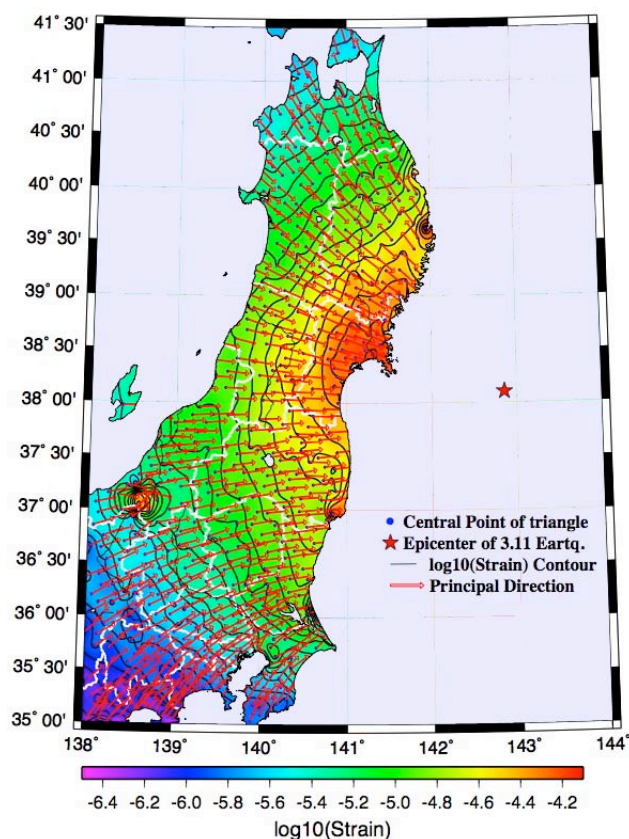


図3 最大主ひずみと主軸方向の分布

図4は気象庁一元化処理で得られた震源情報のうち3.11地震発生後1ヶ月以内に発生した地震をプロットしたものである。図4では同期間の全ての地震の震央を示すとともにマグニチュードM6.0以上の地震については地震規模を識別して赤丸で重ねてプロットしてある。図4の地震のうち陸域で発生した余震ならびに誘発地震には特定の地域に集中して発生している状況が明らかである。これらの地域分布特性と図3のひずみ分布を比較すると興味深い相関が存在する。すなわち、余震もしくは誘発地震が集中的に発生している地域はひずみが局部的に極大を示す地域に分布することが図3のひずみ分布のコンター特性を詳細に注意深く分析することで指摘できる。

#### 4. むすび

2011年東北地方太平洋沖地震の事後に発生した各地の余震や誘発地震は直後に生じた相対的地殻ひずみと明確な相関があることが想定される。なお、本研究は平成25年度日本学術振興会科学研究費助成(課題番号25630197)のもとに行われたものであることを付記する。

#### 参考文献

- 1) 国土地理院測地観測センター: 国土地理院時報, No. 103, pp. 1-52, 2004年.
- 2) 東日本大震災に関する東北支部学術合同調査委員会: 2011年東北地方太平洋沖地震災害調査報告書, pp. 1-497, 2013年.
- 3) 吉識雅夫監訳: マトリックス有限要素法, 培風館, 1970

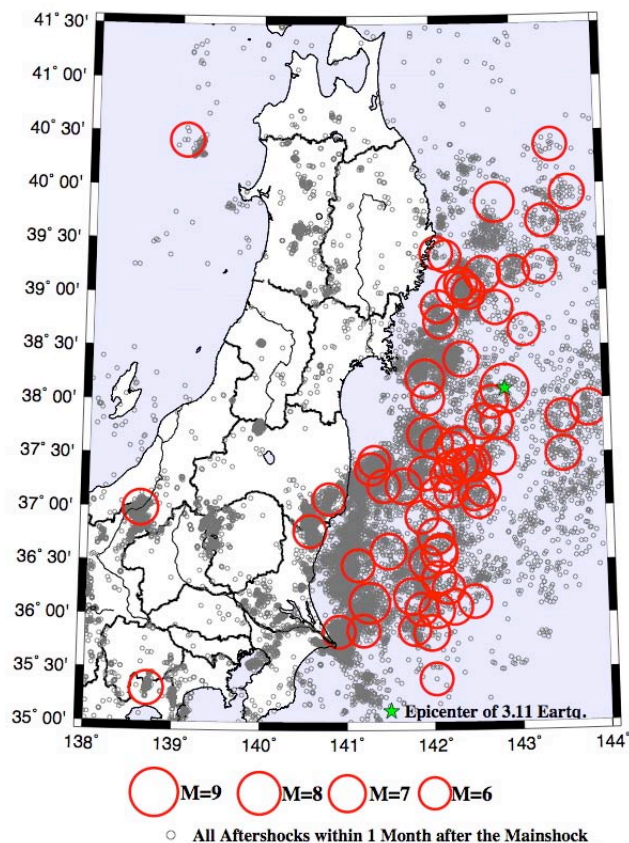


図4 3.11地震発生1ヶ月内の地震分布