

サイスミシティと GNSS データの時空間変動からみた 3.11 地震の先行過程

東北工業大学 フェロー会員 ○神山 眞
 々 フェロー会員 小出英夫
 々 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 (3.11 地震) は地震防災対策として、「物理的に耐える」手法の限界を教訓として残した. その意味から「地震予知」は相変わらず必要かつ重要な地震防災対策であり, 工学的観点から本格的にチャレンジすべき課題と考えられる. 筆者らは 3.11 地震の被災以後, GNSS データの地殻変動解析による被害地震発生の予兆探知研究に取り組んでいるが, 本稿では 3.11 地震の先行過程についてサイスミシティと GNSS データから独自の視点で解析した結果について報告する.

2. サイスミシティにみられる地震発生の先行過程

被害地震に先行するサイスミシティの活性度変化は以前から指摘されているが, 3.11 地震の発生領域近辺における地震発生の活性度変化を改めて考察する. 図 1 は気象庁地震カタログのデータにより 3.11 地震発生前の 11 年間 (2000 年 1 月 1 日~2010 年 12 月 31 日の期間) に発生した地震をプロットしたものである. 図 1 には地震の時空間分布を詳しく解析した部分領域 A~F (北緯については 37~40 度で 0.5 度区間分割, 東経については 141.5~144.0 度の区間), 国土地理院 GEONET の代表的な観測点および 3.11 地震震央も表示されている. ここでは部分領域 A~F のうち 3.11 地震震央を含む領域 D における時空間解析結果を詳細に述べる. 図 2 は領域 D での 2000 年 1 月 1 日~2014 年 12 月 31 日の期間における地震発生の時空間変動をプロットしたものである. 図 2 では, 横軸は東経, 縦軸は時間 (年. 月. 日) であり, 地震規模 M がマーカーの大きさと, 地震深さがマーカーの色でそれぞれ識別されている. また, 図 2 の左側に各日の地震数も描かれている. 図 2 から多くの興味深い現象が指摘できる. 特に, 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震 M7.2 の発生を期して以前と以後で地震数が大きく異なることが明瞭である. また, 規模の大きい地震の発生前に極端に地震発生が少ない静穏期の期間が先行することも認められる. すなわち, 3.11 地震の発生領域ではサイスミシティに活発期, 静穏期などの活性度の変化が明確に存在し, そのエポックを支配する重要な地震として, 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震 M7.2 があげられる. その他, 図

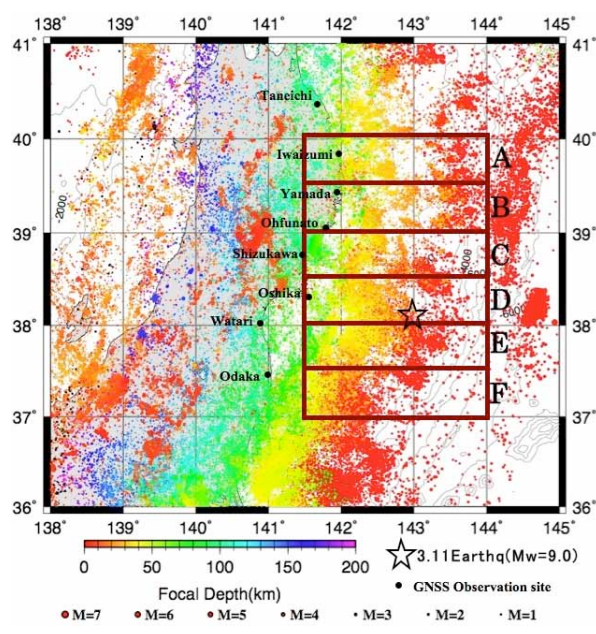


図 1 地震の分布と詳細考察の部分領域

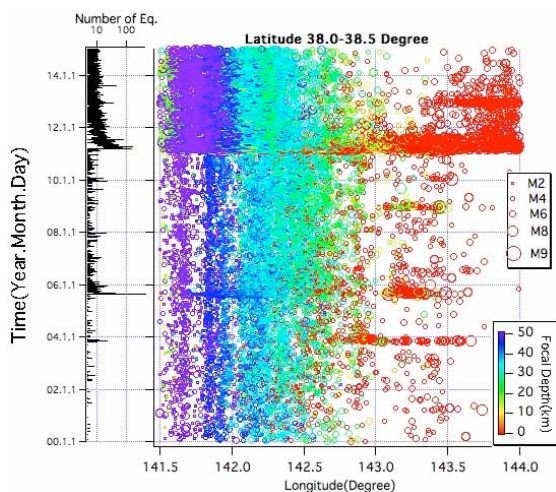


図 2 領域 D での地震の時空間分布

キーワード サイスミシティ, 地殻変動, 2011 年東北地方太平洋沖地震, GEONET, アスぺリティ

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

2では地震発生が極端に少ない部分領域(アスペリティもしくはバリアとも呼べる領域)が存在したことが、それが3.11地震で壊れたことが示唆される変動も認められる。以上のような時空間変動を東西断面として整理したのが図3である。図3では2000年1月1日～2011年3月11日の期間における期間別の地震分布がプロットされている。図3のような深さ方向を考慮した地震断面分布でプレート境界が明瞭に投影される。一見して2005年8月16日の宮城県沖地震M7.2を境に地震分布が以前の約5年間と以後の約5年間で異なることが明瞭である。特に、東経143度より東側かつ深さ約30km以浅の領域で2005年8月16日以前に地震発生が極端に少ないことから、この部分のプレート境界で固着の強い大きなアスペリティの存在したことが推定される。それに対して、以後の期間ではこの領域で地震発生が相対的に活発であり、プレート間の固着度低下により破壊核形成が進行したものと考えられる。

3. 地殻変動にみられる先行過程

3.11地震震源に近い国土地理院 GEONET の代表的6観測点(図1に表示)においてF3解データを用いて変位の時間変動が固定点法で算定された。変位算定の起点は2000年1月1日の座標として固定点は観測点FUJIYOSHI(93070)とした。図4は東西(EW)方向成分の変位時間変動を6観測点について2000年1月1日～2011年3月10日の期間で比較してプロットしたものである。図4では2005年8月16日の宮城県沖地震M7.2の発生日も表示されているが、図2および図3のサイズミシティの時間変動と同じく、この時点を期して地殻変動が大きく様相を異にしていることがわかる。また、3.11地震の震源との遠近を反映した形で各点での変位の時間変動の違いが生じている。西側方向への変位増加率は3.11地震の震源に近いOSHIKAとSHIZUKAWAで最大となっており、この近辺でプレート間の固着が強く、太平洋プレートの西方向への動きが直接的に陸上に表れていることが示されている。図5は観測点OSHIKAを対象に変位の変化率を算定したものである。2005年8月16日の宮城県沖地震M7.2以前の西側方向への変位変化率は線形回帰分析の結果、約18mm/yearとなっており、震源領域でのバックスリップによる逆解析でプレート間の完全固着が推定される。一方、2005年8月16日以後の西側への変位変化率はほぼ半減しており、プレート間の固着が低下したと評価された上述のサイズミシティの変化と符合している。

4. むすび

retrospectiveな解析であるが、3.11地震発生前の先行過程がサイズミシティと地殻変動で整合する形で明らかにされた。2005年8月16日の宮城県沖地震M7.2が決定的に重要であり、この地震を期して東経143度～日本海溝軸の区間の深さ30km以浅に存在した巨大なアスペリティの固着が次第に破れて3.11地震の発生となったと考えられる。その意味からの明確な長期的予兆現象がサイズミシティと地殻変動に認められる。

謝辞：本研究はJSPS 科研費(15K06190)の助成によるものであることを付記して謝辞とする。

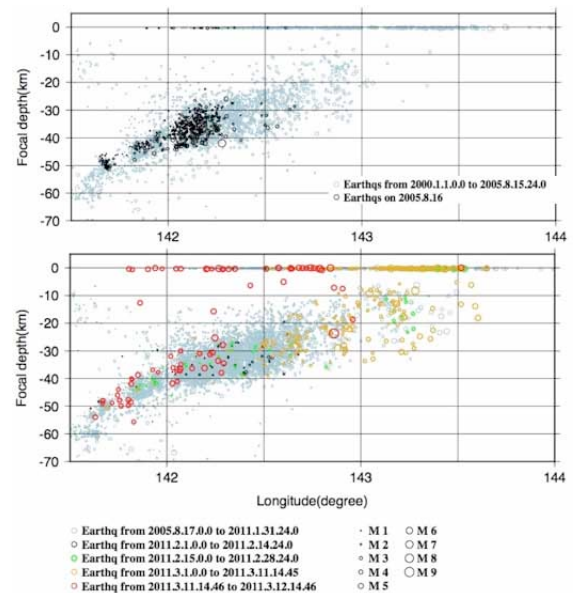


図3 領域Dでの地震の断面分布
(上図; 2005年8月16日以前)
(下図; 2005年8月17日以後)

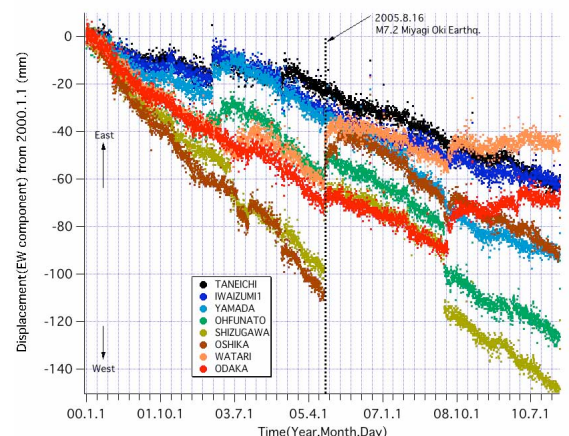


図4 GEONET6観測点での変位変動(EW成分)

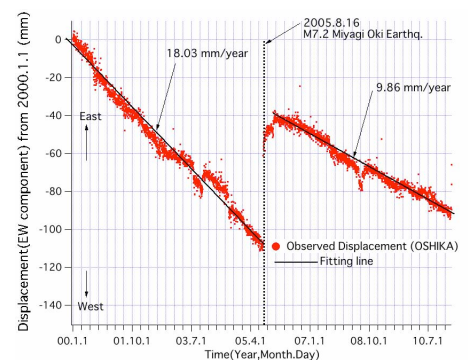


図5 OSHIKA観測点での変位変化率