

2011年東北地方太平洋沖地震の発生直後に 誘発された房総スロースリップイベントの検出

【ポイント】

- 東北地方太平洋沖地震の直後に房総半島沖でスロースリップが起きていたことを検出
- 房総スロースリップの発生間隔は複雑な変化を示す可能性を提案

【概要】

名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センターの加藤愛太郎准教授と東京大学地震研究所の五十嵐俊博助教・小原一成教授らは、2011年東北地方太平洋沖地震（以下、東北沖地震）の発生直後に、房総半島沖でスロースリップ（SSE）が起きていたことを検出し、房総スロースリップの発生履歴について新たなモデルを提唱しました。

スロースリップとは地震波を放射せずにプレート境界面や断層面がゆっくりと滑る現象のことで、日本に限らず世界各地のプレート境界で発見されています。房総半島沖では、沈み込むフィリピン海プレート上面でスロースリップが5～7年間隔で検出されてきました（図1）。また、房総スロースリップが起きると、群発的な地震活動を伴うことも良く知られています。今回、東北沖地震発生直後の房総半島沖における地震活動を調べることで、群発的な地震活動と小繰り返し地震（用語1）の活発化が2011年3月中旬に起きていたことを明らかにし、房総スロースリップが起きていたことを突き止めました。東北沖地震がもたらした応力変化により、このスロースリップの発生が促進されたと考えられます。本研究により、房総スロースリップの発生間隔は東北沖地震の影響により一旦は短くなったものの、その後、発生間隔は徐々に長くなっていると考えられます。

この成果は、8月27日発行の米国地球物理学会誌「Geophysical Research Letters」に掲載されました。

●背景

房総半島沖では、スロースリップが 5~7 年間隔で沈み込むフィリピン海プレート上面で発生することが知られています (図 1)。スロースリップは、遠くで起きた地震が引き起こす小さな応力変化によって誘発されるなど、外部からの応力変化に対して敏感な現象であると考えられています。東北沖地震により関東地方の地震活動が活発化したように、房総半島沖にも相応の応力変化がもたらされたので、東北沖地震の直後にスロースリップが発生していたことが予想されます。スロースリップイベントの検出には通常、GPS や傾斜計等の地殻変動観測データの解析が有効ですが、東北沖地震直後には、マグニチュードの大きな余震が発生したり、活発な余効変動が継続していましたので、房総スロースリップがたとえ起きていたとしても、そのシグナルが隠されてしまい、実際に何も報告されていません。そこで、地震波形を解析することで、房総スロースリップに伴って発生する群発的な地震活動の検出を試みました。

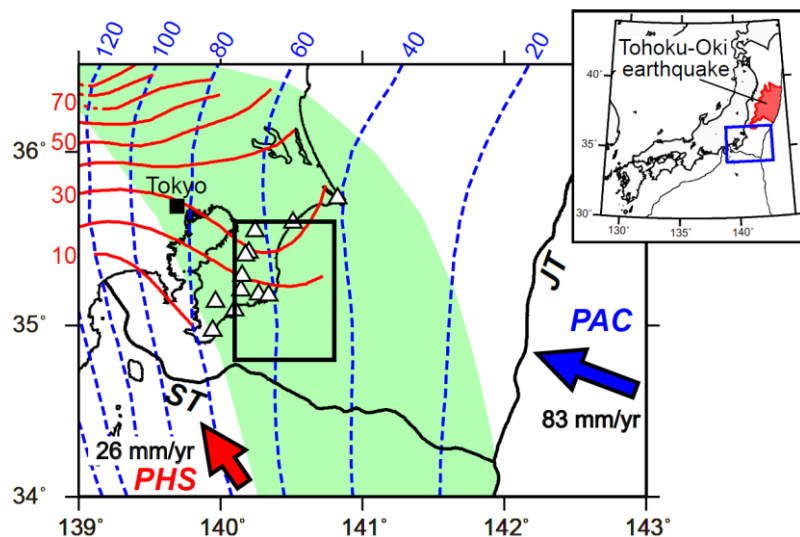


図 1. 房総半島沖のテクトニック図。赤色実線は沈み込むフィリピン海プレート(PHS)上面、青色破線は太平洋プレート(PAC)上面の深さをそれぞれ示す。白い△印は解析に使用した地震観測点を表す。黒色の四角形は本研究の解析領域を、挿入図は 2011 年東北沖地震の地震時滑り域と本対象域との相対的な位置関係を示す。

●研究の内容

既知の房総スロースリップイベントの発生時に起きていた群発地震 (622 個) の波形と、2011 年 3 月 6 日から 4 月 4 日にかけての連続波形データとのパターン検索を施すことで、過去の群発地震の波形と類似の波形を持つ地震を抽出しました。その結果、2011 年 3 月 13 日から 15 日にかけて、房総半島沖で地震活動の活発化が見られました (図 2a)。また、小繰り返し地震の検出にも成功し、地震活動の活発化に合わせて非地震性滑りが起きていたことを明らかにしました。興味深いことに、既知のスロースリップ (2007 年、2011 年 11 月、2014 年) に比べて (図 2b - 2d)、地震活動の継続時間は数日と短く、地震の移動速度も約 20 km/日と速いことがわかります (図 2a)。

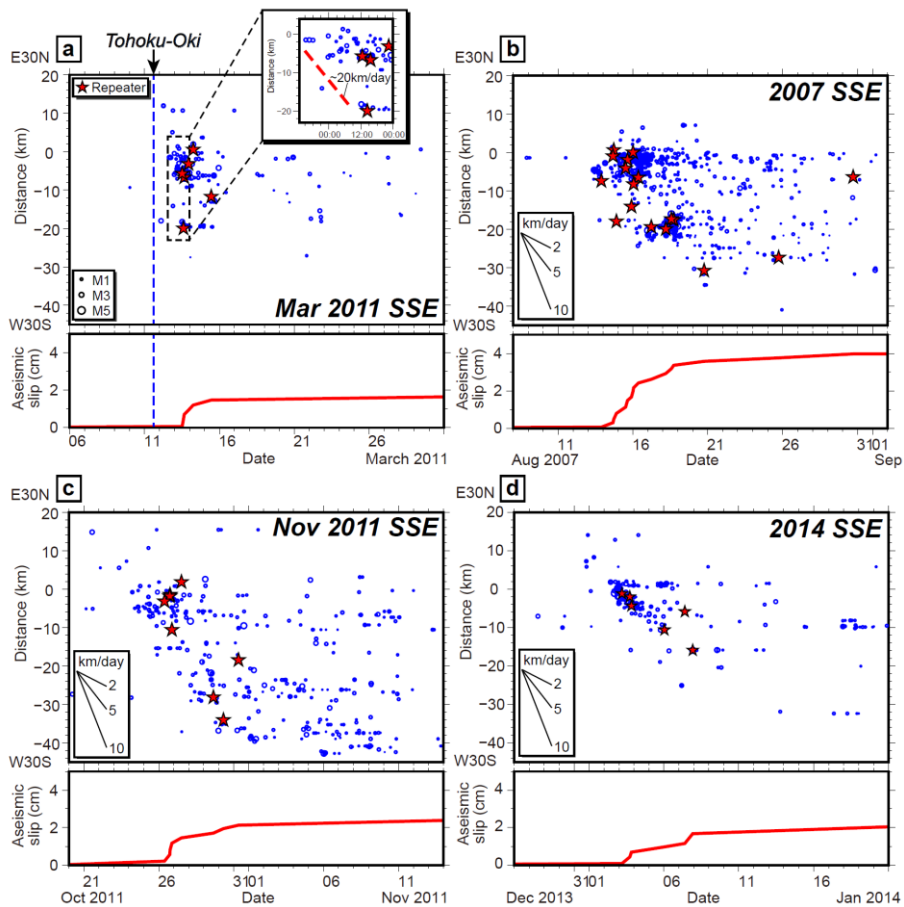


図 2. 本研究で検出された地震の時空間発展図。(a)2011 年 3 月、(b-d)既知の房総スロースリップ時に検出された地震（青○印）の時空間発展（2007 年、2011 年 11 月、2014 年）。縦軸に北東一南西方向の距離(km)、横軸に日付を示します。赤色☆印は小繰り返し地震を表します。各図の下側パネルに、小繰り返し地震から推定された非地震性滑りの蓄積滑り量を示します。

●成果の意義

2011 年 3 月に房総スロースリップが起きていたことにより、房総スロースリップの発生履歴に関する新たな解釈を提示します（図 3）。もしこのスロースリップが発生しないとすると、最近の房総スロースリップの発生間隔は、4.9 年、4.2 年、2.2 年と徐々に短くなります。一方で 2011 年 3 月に房総スロースリップが起きていたとすると、発生間隔は 4.9 年から 3.6 年へと東北沖地震の影響で一旦は短くなりますが、その後、0.6 年、2.2 年と徐々に長くなり、東北沖地震の影響が和らいていると解釈できます。また、外部からの応力変化が働くと、スロースリップの滑り速度や移動速度が通常時に比べて速くなることも明らかになり、スロースリップの発生過程を理解する上で重要な知見が得られました。

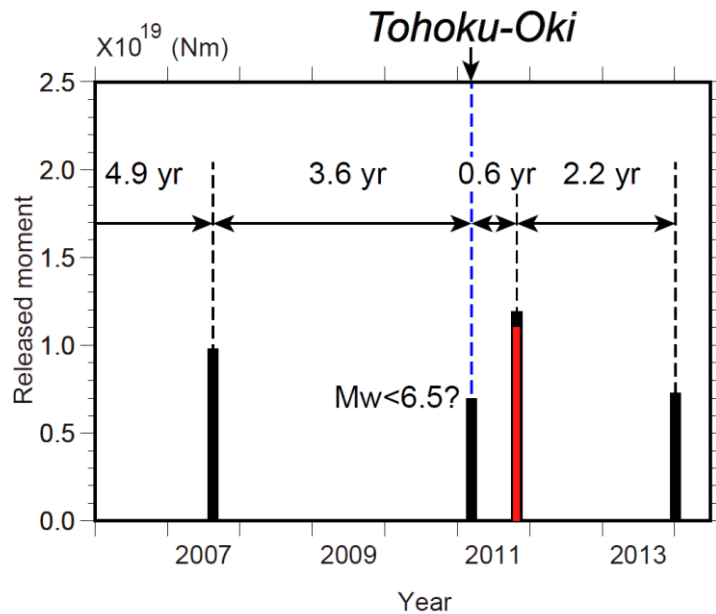


図 3. 房総スロースリップの発生履歴。縦軸に解放された地震モーメント、横軸に時間を示します。今回新たに発見されたスロースリップの地震モーメントの大きさは地震活動のみから推定していますので、既知の地殻変動データから推定された値に比べて不確実性が大きい点に注意が必要です。

●用語説明

(注 1) 小繰り返し地震：プレート境界面上のほぼ同じ場所で繰り返し発生する特殊な地震のこと。ほぼ同じ場所で同じ様に滑るために小繰り返し地震同士の地震波形の類似性は高いです。小繰り返し地震は、非地震性滑りの指標と考えられています。

●論文名

“Detection of a hidden Boso slow slip event immediately after the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki earthquake, Japan”

(2011年東北地方太平洋沖地震の発生直後に誘発された房総スロースリップイベントの検出)

Aitaro Kato, Toshihiro Igarashi, and Kazushige Obara

(加藤愛太郎、五十嵐俊博、小原一成)

掲載誌：Geophysical Research Letters

DOI: 10.1002/2014GL061053