

2011 年東北地方太平洋沖地震の初期における動的破壊過程  
Dynamic rupture at the beginning of the 2011 Tohoku earthquake

○内出崇彦

○Takahiko UCHIDE

The 2011 Tohoku earthquake produced tens of meters of fault slip near the Japan Trench, which generated devastating tsunامي. The rupture process before the huge slip is still unclear due to the lack of resolution. Here I perform slip inversion analysis with a multiscale model composed of three models for the first 10 and 20 s, and the whole rupture process, respectively, at different scales. The inversion analysis successfully images that this earthquake started from a high-speed rupture with peak slip rate faster than 1 m/s and rupture velocity comparable to 3 km/s. The rupture propagation direction was changed around 14 s from northward to westward at the edge of the slip area of the M 7.3 foreshock. This is probably because the stress in that area was already released by the foreshock and more stress concentration to rupture this area was needed than that for the westward rupture propagation.

### 1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震は津波と地震動による甚大な被害をもたらした。国内外の地震・測地等のデータを解析した結果、この地震はプレート境界で発生しており、日本海溝の近くで数十メートルにも及ぶ巨大な断層すべりを生じていたことがわかった。これが巨大な津波を生み出したものと考えられる。

このような巨大なすべりが浅部のプレート境界で発生した原因と経過を知ることは、巨大地震発生メカニズムを知る上で非常に重要である。本研究では、浅部巨大すべりが発生する前の、破壊過程の初め 20 秒間に焦点を当てて、その特徴について調べた。

### 2. 手法

マルチスケール断層すべりインバージョン解析法[Uchide and Ide, 2007]を用いた。断層モデルは、初め 10 秒、20 秒と破壊過程全体を異なるスケールで表現する 3 つのモデル(それぞれ小・中・大スケール)を繰り返すことによって関連付けたマルチスケール断層モデルを用いた。データは(独)防災科学技術研究所の F-net 強震記録、KiK-net 地中強震記録を用いた。グリーン関数について、小中スケールでは、2011 年 3 月 10 日 6 時 00 分(日本標準時)に発生した M4.9 の地震を Hi-net で記録した波形を経験的グリーン関数として用いた。大

スケールでは 1 次元速度構造を仮定して、反射透過行列法[Kennett and Kerry, 1979]と波数積分法[Bouchon, 1981]によってグリーン関数を計算した。

### 3. 結果と考察

本研究によって、初め 10 秒間を 1 秒刻みで、20 秒間を 2 秒刻みで、全体の破壊過程を 10 秒刻みで得ることに成功した。大スケールでは、他の研究と同様に浅部の巨大すべりを含む M9.1 の破壊過程が見られた。

小中スケールでは、1 m/s を超える高速すべりが見られた。破壊伝播速度も 3 km/s 程度と高速であった。ゆっくりとした滑りが支配的であるというような特徴は、地震波からは見られなかった。なお、破壊過程の初めから高速破壊が見られた例としては、2004 年パークフィールド地震[Uchide et al., 2009]などが挙げられる。

初め 20 秒間の破壊域と本震の 2 日前に発生した M 7.3 の余震のすべり域を比較すると、破壊は、余震すべり域に入らずに、破壊伝播方向を西に変えていることがわかった。余震すべり域では既に応力が解放されてしまっているため、破壊が伝播するにはより高い応力集中が必要になっている。そのため、破壊が伝播しづらく、その代わりに西方へ伝播したものと考えられる。