

## 運動学的地震サイクルモデルによる東北地方の地震間、地震時、地震後の地殻変動 The inter-, co- and post-seismic crustal deformation in the Tohoku region by the kinematic earthquake cycle model

橋間 昭徳<sup>1\*</sup>, 佐藤 利典<sup>1</sup>

HASHIMA, Akinori<sup>1\*</sup>, SATO, Toshinori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学理学研究科地球生命圏科学専攻

<sup>1</sup>Dept. Earth Sciences, Chiba University

東北日本弧は北アメリカプレートに太平洋プレートが沈みこむことによって形成された典型的な島弧である。この沈み込み帯におけるプレート境界型地震はこれまで最大 M7 ほどと見られていたが、Mw9.0 の 2011 年東北太平洋沖地震が発生したことにより、東北地方のテクトニクスに関して巨大地震サイクルのもとでの変動を再検討する必要がある。

東北日本弧は地質学的には東西圧縮帯にあるとされ、河成・海成段丘分布からは第四紀後期において東北地方は全体的に隆起していることがわかっている。一方過去 100 年あまりの測地測量においては、長期変動とは逆に、特に太平洋岸において一貫して 5~10mm/yr もの沈降速度が観測されてきた。長期的な収支の観点から、2011 年東北太平洋沖地震のような巨大地震に際しては大きな隆起が見込まれていたのだが、実際の GPS 測量においてはさらなる沈降が観測された。したがって、地震サイクルのどの段階で隆起に転じるのか、そしてそのメカニズムについての解明が求められている。一方、東北地方の内陸域の地震活動は 2011 年東北太平洋沖地震以前には東西圧縮の逆断層型が主だったが、地震後はこのタイプの地震が顕著に減少している。

このように、地震サイクルの各段階で、地殻変動と、内部応力場を反映する地震活動パターンが異なっているが、いずれもプレート沈み込み運動とそれともなう地震サイクルという共通の要因によって引き起こされている以上、これらを大局的に説明するモデルを構築することが求められる。そのようなモデルの一つとしては、変位の食い違い運動によるプレート沈みこみモデルが挙げられる。本研究では、まずは地殻の上下変動に焦点をあて、変位の食い違い運動によるプレート沈みこみモデルによって、地震サイクル後期における沈降、地震時の沈降、長期的な隆起という上下変動の時間変化が解明できるかを調べる。

変位の食い違い運動によるプレート沈みこみモデルは、プレート間の力学的相互作用はプレート境界における変位の食い違い(断層すべり)の増加によって表現できるという考えにもとづいている。本研究ではプレート境界面形状として、2011 年東北地方太平洋沖地震の震源付近のプレート境界面の垂直断面を CAMP モデルからとり、これを 2 次元化したものを用いた。プレート境界面におけるすべり運動は、プレート境界面全体における定常的なすべり運動(定常プレート沈みこみ)地震固着域におけるすべり欠損の増加(地震間の固着)、繰り返し地震時すべりの 3 成分に分解できる。定常すべりとしてプレート相対速度(10 mm/yr)を与え、水平方向に 500 km、深さ 40 km におよぶ地震固着域が 1000 年に一度破壊される(地震すべり)と仮定する。簡単のため固着域における地震時のすべり分布は一樣とした。また、このような長期間変動を扱う際には、アセノスフェアの粘弾性的性質を考慮することが必要である。ここではリソスフェア?アセノスフェア構造を、弾性的表層と粘弾性的半無限空間からなる二層構造媒質を仮定し、弾性的リソスフェアの厚さの変えた場合について計算を行なった。

まず、長期的変動については、地震すべりにかかわらず、最終的には定常沈みこみの効果のみが効いてくる。この変動は海溝における沈降、島弧域における隆起を示し、東北地方における長期的な隆起とも一致する。また、地震時の変動については、2011 年東北地方太平洋沖地震の際にも観測されているように、すべり領域の上端が隆起し、下端から内陸域にかけて沈降する。

一方、地震サイクル間の変動は、地震すべりによって弾性的リソスフェアがどこまで破壊されたかによって大きく異なる。計算によると、地震によって弾性的リソスフェアを下まで断ち切った場合(リソスフェアの厚さ H=40 km)、地震間の固着の効果によって島弧域は隆起してしまう。一方、弾性的リソスフェア内でも地震すべり領域の下部は破壊を起こさずに安定的にすべりとした場合(H=50 km)、地震後 200 年ほどは内陸側では隆起が起きる。一方、地震前の 400 年では内陸域は広く沈降となる。このことは東北地方における地震サイクル後期の沈降傾向に一致する。

このような地震サイクル中の変動の時間変化は、アセノスフェアの粘性率にも依存するが、主にサイクルの初期では地震時すべりに対するアセノスフェアの粘弾性的応答が、サイクルの後期では地震間の固着の効果がそれぞれ支配的であることによる。また計算結果は、海溝からの距離によって地震サイクル間の上下変動の時間変化のパターンが大きく異なることを示しているため、特に太平洋側の海域における長期地殻変動観測の重要性を示している。

キーワード: 2011 年東北地方太平洋沖地震, 地殻変動, 地震サイクル, 粘弾性, 定常沈み込み運動, テクトニクス

Keywords: 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Crustal deformation, Earthquake cycle, Viscoelasticity, Steady subduction, Tectonics