

測地観測データと粘弾性緩和のモデリング Geodetic observation and modeling of viscoelastic relaxation

田中 愛幸^{1*}

Yoshiyuki Tanaka^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo

測地観測データから、マンツルのレオロジーが推定されている。そのための代表的な現象としてポストグレイシャルリバウンドがある。氷河の消長を地球表層の荷重の時空間変動と見なし、それによるマンツルの粘弾性緩和がモデル化される。モデルから計算される地殻変動や重力変化を観測データと比較することで、仮定したレオロジーの妥当性を評価する。この結果、例えばマックスウェルの粘弾性を仮定してマンツルの粘性を 10^{21} 乗程度（数千年の緩和時間に相当）とすると、現在も継続しているスカンジナビアやカナダの年間1cm程度の隆起を説明することができる。同じことが地震による長期的な余効変動に対しても行われている。違いは、余効変動の方が扱う時間スケールが短い（数年から数百年）ということと、境界条件として表層荷重の代わりに地震時のディスロケーションを与えることである。このような時間スケールの違いが生じるのは、前者がよりグローバルな平均に近いような粘性を反映するのに対し、後者が沈み込み帯付近のより局所的なより低い粘性を反映しているためと考えられる。

本講演では、余効変動の測地観測データとの比較における粘弾性緩和のモデリングにおける実際的な観点からの課題を、例をあげながら解説する。一つはモデル自体におけるものである。例えば、測地データとの比較では、上に述べたマックスウェル粘弾性のような比較的簡単なものが用いられてきた。また、非圧縮性の仮定も多く用いられてきた。その理由は、モデル化が容易であったからであろう。最近、圧縮性を取り入れたり非線形なレオロジーを用いたりした計算も行われてきつつある。不均質構造を考慮するのに優れた有限要素法も用いられるようになってきたが、自己重力の効果がすべてのモデルで取り入れられてはいない。しかし、自己重力の有無により計算される変動に大きな差が出るのが指摘されている。もう一つは、余効変動のメカニズムが、粘弾性緩和だけではなく、余効すべりなどの他のメカニズムも重ね合わせられていることである。余効すべりと粘弾性緩和の分離をより容易にする一つの手法として、著者らが開発した、GRACE衛星重力データを用いたモデリングの結果を示す。この手法は、球体の地球モデルを用いることで自己重力の効果や曲率の影響を正確に取り入れることができ、M9クラスの地震による広範囲に及ぶ変動をモデル化し、重力データと比較するのに適している。手法を2004年スマトラ島地震前後のGRACEデータに適用したところ、余効すべりと粘弾性の両方が地震直後の数ヶ月とその後の数年間に、それぞれ見えていることが分かった。今後、東北地方太平洋沖地震に同じ手法を適用することで、東北日本下の粘性を推定することが可能になるとと思われる。その際、実験室で求められているようなレオロジーを同手法に組み込むことができれば、物質科学と結びつけられた、より堅固な物理モデルを構築することが可能となるかもしれない。

キーワード: 粘弾性緩和, 余効変動, 地殻変動, 衛星重力, 地震サイクル

Keywords: viscoelastic relaxation, post-seismic deformation, crustal deformation, satellite gravity, earthquake cycle