

日本海東縁の大地震に共通する粘性緩和による余効変動

Postseismic crustal deformation by viscoelastic relaxation following large earthquakes in the eastern margin of the Japan Sea

上田 英樹[1], 大竹 政和[2], 佐藤 春夫[2]

Hideki Ueda[1], Masakazu Ohtake[2], Haruo Sato[3]

[1] 防災科研, [2] 東北大・理・地球物理

[1] NIED, [2] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ, [3] Geophysics, Science, Tohoku University

1 はじめに

これまでに大地震後に発生した余効的な地殻変動の多くが、余効すべりかあるいは粘性緩和によって説明されている。余効変動の発生メカニズムを明らかにすることができれば、断層の摩擦特性や粘弾性構造に関する重要な知見を得ることができる。東北地方の太平洋沖のプレート境界に発生する大地震の余効変動については、プレート境界での余効すべりが支配的である(例えば、Ueda et al., 2001, Tectonophysics)。しかし、東北地方の日本海側に発生した大地震の余効変動については、その発生メカニズムは明らかにされていなかった。そこでわれわれは、3つの大地震、1964年新潟地震、1983年日本海中部地震、1993年北海道南西沖地震(Ueda et al., 2003, JGR in press)の余効変動の詳細な解析を行った。

2 解析方法とデータ

使用したデータは、余効変動が見られる地震発生後数年間のGPS、水準測量、潮位データである。余効変動の発生モデルとして粘性緩和と余効すべりの両方についてそれぞれ検討を行った。余効すべりモデルでは、半無限弾性体を仮定し、本震の断層面とその深部延長上のすべりを仮定した。粘性緩和モデルでは、半無限弾性体の上に粘弾性体の層と弾性体の表層を置いた3層構造を仮定し、層の厚さと粘性率は未知パラメータとしてグリッドサーチにより最適値を求めた。

3 解析結果

解析の結果、いずれの余効変動も粘性緩和モデルで説明可能であることが明らかとなった。推定された層の厚さは、弾性体の表層が40-100km、粘弾性体の第2層が50-70kmであり、その粘性率は 4×10^{17} - 4×10^{18} Pasである。一方、余効すべりモデルでは余効変動を説明することが困難である。

4 考察

余効変動から推定した粘弾性構造は、いずれも最上部マントルの内部に低粘性の領域があることを示している。その深さは、日本海岸直下の低地震波速度、高温の領域の深さと同程度である。東北日本の背弧側では、ウェッジマントル内に著しい低地震波速度、低Qの領域が広がっており、これはスラブ付近からの水の供給によるマントルの部分熔融を示すものと解釈されている(Iwamori and Zhao, 2000, GRL)。水の存在と部分熔融は粘性率を下げ(Cooper and Kohlstedt, 1984, Tectonophysics; Karato et al., 1986, JGR)、これらの効果によって低粘性の領域が形成されているものと考えられる。

日本海東縁の3つの大地震と1896年陸羽地震(Thatcher et al., 1980, JGR)に共通して、粘性緩和に起因する余効変動が伴ったことが明らかになった。すなわち、火山フロントの背弧側と前弧側で余効変動の主要なメカニズムが著しく異なっている。われわれは、この違いの原因は主に2つあると考えている。1つは、粘弾性構造の違いである。前弧側の最上部マントルは、背弧側に比べて低速度域が少なく温度が低い。このため背弧側に比べて粘性率が高い可能性がある。もう1つは、断層の摩擦特性の違いである。日本海側の断層は、太平洋沖のプレート境界に比べて新しく、地震の繰り返し周期が長い。したがって、断層ガウジが未発達であると考えられる。断層ガウジが厚いと非地震性すべりが起こりやすくなることが実験から知られており(例えば、Marone et al., 1990, JGR)、日本海側の断層は非地震性すべりが起こりにくい摩擦特性を持っている可能性がある。東北日本の東西での粘弾性構造と摩擦特性の違いによって余効変動の主要な発生メカニズムに違いが生じていると考えられる。

火山フロントの東西での粘弾性構造の不均一は、応力場の不均一をもたらすため、地震活動や地殻変動に影響を及ぼす可能性がある。今後、3次元の構造を考慮した粘弾性構造を用いて数値シミュレーションを行い、その結果と測地データを比較することによって不均一な粘弾性構造が与える影響について検討していきたいと考えている。