

北海道南西沖地震の余効変動の再検討(その2)

Revisit of the mechanism of the postseismic deformation associated with the 1993 Hokkaido Nansei-Oki earthquake, Part 2.

西村 卓也[1]; Thatcher Wayne[2]

Takuya Nishimura[1]; Wayne Thatcher[2]

[1] 地理院・研究センター・地殻変動研; [2] 米国地質調査所・地震災害部門

[1] GSI; [2] EHZ, USGS

1. はじめに

1993年7月に発生した北海道南西沖地震(M7.8)の余効変動が渡島半島や奥尻島を中心とする北海道南西部で観測されている。この余効変動については、既に Ueda et al. (2003) に代表される多数の研究が行われている。我々も 2003 年合同大会において、余効変動の主原因は上部マントルの粘性緩和であるとして、地下の粘性構造の推定を行った。国土地理院では、2004 年秋に小樽から瀬棚を通り長万部に至る約 260km の水準路線で測量を行い、地震後 1 1 年間の北海道南西部における上下変動が明らかになった。その結果、従来提唱されてきた余効変動のメカニズムの再検討が必要となったのでここで報告する。

2. 余効変動の特徴

再測量された水準測量の結果、1993 年 7-8 月(南西沖地震発生直後)から 2004 年 9-10 月までの 11 年間で、路線上に 2 つの隆起のピークがあることが明らかになった。1 つは、路線の中ほどのニセコ付近、もう 1 つは、路線の端の長万部付近である。この 2 つのピークでは、小樽に対し約 10cm の隆起を示し、この 2 つのピークの間にある瀬棚付近では隆起量は約 4cm である。この上下変動は、GEONET の結果から隆起のピークが内浦湾付近にあるという我々が以前に行った指摘と調和的である。GEONET の座標値は、再解析により精度が向上しているので、最新の座標値と我々が以前に再解析した 1994 年 10 月から 1996 年 4 月までの座標値を合わせて、1995 年 4 月から水平成分で 1 年毎の速度を推定した。なお上下成分については、日座標値のばらつきが大きいので、1996 年 4 月から 2 年毎に速度を推定している。その結果、余効変動の特徴として、(1)内浦湾を中心とした隆起、(2)北海道南西部の西向きの変位速度が時間とともに小さくなっていること、(3)奥尻島が北東方向へ傾動しながら沈降していること、を指摘することができる。

3. 余効変動のメカニズム

従来、北海道南西沖地震のメカニズムとしては、上部マントルの粘性緩和が主原因として考えられており、Ueda et al. (2003) の推定した粘弾性構造モデルは、厚さ 40km の弾性体の第 1 層の下に厚さ 50km で粘性率が 4×10^{18} Pas の第 2 層、その下に半無限の弾性体の第 3 層が続いている。我々の従来のモデルは、第 1 層である弾性層の厚さは 32 ± 8 km、第 2 層の半無限粘弾性体の粘性率は $2.5 \times 10^{18} \pm 0.4$ Pas であった。しかしこれら既存のモデルでは、小樽-長万部間の水準測量結果を説明することができない。そこで、我々が以前用いたデータを更新し、新たな水準測量データを加えて、従来提唱されている余効変動の主メカニズムである粘性緩和、余効すべり、間隙流体の移動のいずれかによって観測された地殻変動が説明可能かどうか検証した。用いたデータは、(1)GPS 観測による水平速度(1999-2002 年を基準とした変化分)、(2)GPS 観測による上下変動、(3)水準測量による小樽-寿都間(1993-1998 年)と小樽-長万部間(1993-2004 年)の上下変動、(4)水準測量による奥尻島内の上下変動(1993-1996 年)、の 4 つに大別される。本震の断層モデルには Tanioka et al. (1995) を用い、粘性緩和による余効変動の計算には、マックスウェル粘弾性体を仮定した Pollitz (1997) の方法を用いた。内浦湾を中心とした隆起は、上部マントルの粘性緩和によって再現できるが、定量的に隆起量を合わせると、水平変位速度の時間変化を説明できない。また、粘性緩和モデルでは、奥尻島の傾動方向も説明できない。一方、本震断層面深部延長での余効すべりを考えると、水平変位速度と奥尻島の傾動は説明できるが、内浦湾の隆起は説明できない。間隙流体の移動モデルでは、水平・上下変動とも全く説明できなかつた。すなわち、どのメカニズムも単独で観測データを定量的に説明することは不可能である。

そこで、粘性緩和と深部余効すべりの両方をメカニズムと仮定し、そのパラメータを同時にグリッドサーチで推定した。推定された粘弾性構造は、第 1 層が厚さ 40km の弾性層、第 2 層が厚さ 30km で粘性率が 2×10^{18} Pas、第 3 層が半無限で粘性率 8×10^{19} Pas の粘弾性層と推定された。また、余効すべりは、本震断層の深部延長上で対数関数の形で表される時間変化をし、本震後 5 年間で Mw7.3 相当のモーメントを解放したと推定される。余効すべりの余効変動全体に対する寄与は、上下成分については奥尻島を除けば小さいが、水平成分には粘性緩和と同等以上の大きさとなる。よって、北海道南西沖地震の余効変動のメカニズムとしては、余効すべりと粘性緩和の両者が重要であると言える。