

余震の発生条件を入れた絶対応力場復元法：2013年淡路島付近の地震（M6.3）への適用 Reconstruction of absolute stress based on a condition of aftershock occurrence

今西 和俊^{1*}; 内出 崇彦¹
IMANISHI, Kazutoshi^{1*}; UCHIDE, Takahiko¹

¹ 産業技術総合研究所
¹ Geological Survey of Japan, AIST

地殻内の絶対応力は地震発生機構を理解するうえで不可欠である。本震前の地震の発震機構解と余震の発震機構解が求められ、さらに本震による応力変化も計算できれば、応力変化量の大きさを基準にして絶対応力を推定することができる（例えば、Hardebeck and Hauksson, 2001; Wesson and Boyd, 2007; Yang et al., 2013）。しかし、通常は本震前の地震活動は少ないため、これらの手法を適用できる地域は限られている。本研究では、本震前の発震機構解が無い場合でも、余震が発生する条件の一つを加味することで絶対応力場を復元できる手法を開発したので報告する。

本研究では、余震の発震機構解で示される断層面は既存弱面として本震の前から存在していると考え、この弱面が本震後にずれ動いたということは、その面上に作用するせん断応力と法線応力の比で定義される slip tendency (Morris et al., 1996) は本震後のほうが大きいことが期待される。本研究ではこの条件を考慮し、以下の手順で最適絶対応力場を推定する。

(1) 本震前の絶対応力場は対象領域内で均一と仮定し、その応力テンソルを \mathbf{B} とする。また、この初期応力に本震による応力変化量を足し合わせることで、本震後の絶対応力場 \mathbf{A} を計算する。

(2) それぞれの余震の断層面に対して、本震前の slip-tendency (T_s^b) を応力場 \mathbf{B} を用いて計算する。同様に本震後の slip-tendency (T_s^a) は \mathbf{A} を用いて計算する。 T_s^a の計算に際しては、せん断応力をそのまま使う代わりにせん断応力を余震のすべり方向に投影したものを使うことにする。したがって、 T_s^a は負の値も取りうる。

(3) $T_s^a > T_s^b$ の条件を満たした余震に対して $S = \sum T_s^a$ を求める。両方の節面で $T_s^a > T_s^b$ を満たす場合には、大きいほうの T_s^a を S の計算に用いる。

(4) 初期応力場 \mathbf{B} をグリッドサーチしながら (1) ~ (3) を繰り返し、 S が最大になる結果を最適解とする。

この手法の妥当性を確認するためにいくつかの数値実験を行った。 $T_s^a > T_s^b$ の条件を入れなかった場合には複数の解が候補として出力されてしまい解を拘束できなかったが、この条件を考慮した場合には絶対値も含めて正しい解が推定できた。次にこの方法を2013年淡路島付近の地震（M6.3）に適用した。余震の発震機構解はP波初動極性に振幅値の情報も加えることで、M1.5以上の115個の解を決定した。本震のすべりモデルはUchide and Ide (2007)の方法を近地強震記録に適用して推定した。予備的な解析では、本震前の応力場として、最大圧縮軸が西南西—東北東を向いた逆断層場が推定され、差応力は200~300MPaと求まった。

謝辞：淡路島付近の地震の解析では、産総研の観測波形データに加えて防災科研（Hi-net, KiK-net）、気象庁、東大地震研、京大防災研のデータも使用させて頂きました。発震機構解の推定では、東大・井出哲教授のプログラムを参考にしました。応力変化の計算では岡田義光博士のプログラムを使用しました。記して感謝致します。

キーワード: 絶対応力場, 余震, 発震機構解, 2013年淡路島付近の地震, slip-tendency

Keywords: absolute stress field, aftershock, focal mechanism, 2013 Awaji Island earthquake, slip-tendency