

応力ステップと地震活動度変化に基づく摩擦構成則パラメータ A の推定 - 2003年十勝沖地震により誘発された内陸地震の例 -

Estimation of the Fault Constitutive Parameter $A \cdot \sigma$ from Stress Step and Seismicity Change Induced by a Large Earthquake

前田 憲二[1]

Kenji Maeda[1]

[1] 気象研

[1] MRI

1. はじめに

近年、地震活動と応力変化を結びつける研究が進みつつあり（例えば、Toda et al., 2002）その物理的モデルとしては、Dieterich(1994)の速度・状態依存摩擦構成則を基にしたモデルが用いられることが多い。このモデルに基づけば、応力変化から地震活動度の変化を理論的に予測するだけでなく、逆に地震活動度の変化から応力変化を推定することができる（例えば、Dieterich et al., 2000, 遠田・松村, 2004）ため、既存の地震活動のデータを応力変化に翻訳する道が開けることになる。しかし、そのためには、地震活動領域ごとにモデルパラメータを適切に推定する必要があるが、実際の地震に対して精度よくモデルパラメータを推定することは容易ではない。ここでは、断層モデルが推定されている地震によるコサイスマックな応力のステップ変化と、それに対応して活発化した直後の活動の地震発生率を改良大森式を用いて推定することにより、地震活動が顕著に活発化した領域に対して、Dieterich(1994)のモデルパラメータのひとつである A を推定することを試みた。

2. 方法

Dieterich(1994)のモデルに基づく、クーロン破壊応力のステップ状の変化 dS があつた場合、その直前の地震発生率を r 、直後の地震発生率を R とすると、これら関係は、

$$R/r = \exp(dS/A)$$

の簡単な式に帰着される。ここで、 A は断層面の摩擦構成則パラメータであり、 σ は間隙水圧を差し引いた断層面に働く垂直応力である。この式から大地震に伴う周辺領域でのストレスステップと地震発生率変化が分かれば A を求めることができる。なお、 A と σ は分離しないで、積の形のままと一つのパラメータとして扱う。 r は地震前の平均地震発生率から、 dS は大地震の断層モデルから推定する。一方、ステップ状のストレス変化が生じた場合、地震発生率はDieterich(1994)によると余震の改良大森式に近い形で変化することが予測されている。そこで大地震直後から活動が顕著になった領域について、その活動を改良大森式で近似することにより、ストレスステップ直後の地震発生率 R を推定することとした。

3. データ

今回の方法を適応する領域を選ぶに際して、以下のことを考慮した。ストレスステップを生じさせる地震の断層モデルが地震波や地殻変動の解析などから分かっていること、また、それに対応する地震活動の変化が明瞭であること、ストレスステップを生じる地震の破壊の不均質によるローカルなストレス変化を受けない程度にその地震から遠方であること、改良大森式に適合するような地震活動の変化をしていること。以上のこと等から、2003年十勝沖地震に伴う、北海道内陸の石狩山地付近の二つのクラスターに着目し、解析を行った。この付近の地震活動が、2003年十勝沖地震に伴って変化したことは高橋・笠原（2004）などが報告している。震源データは2003年1月1日以降2005年1月31日までの期間における気象庁震源カタログを用い、この付近の検知能力を考慮して M が0.5以上、深さ25km以浅の地震を用いた。2003年十勝沖地震の断層モデルとしては地殻変動から求めた国土地理院（2004）の1枚の断層モデルを用いた。また、応力変化の受け手側としての微小地震断層面の推定は不確定性が大きい。橋本・多田(1988)などにより指摘されている火山フロントに沿う東北東走向（N70E）の鉛直右横ずれ断層面と、局所的な震源分布から推定した北北西走向（N170E）の鉛直右横ずれ断層面の2種類を仮定した。

4. 結果

解析した2つの領域で求められた A の値は、東北東走向の微小地震断層面を仮定した場合 0.015 ~ 0.017MPa、北北西走向を仮定した場合は 0.008 ~ 0.009MPa であり、想定する受け手側断層面の違いによるばらつきは大きい。それを考慮してもここで得られた値は、Toda et al.(1998)が1995年兵庫県南部地震に対して周辺領域について求めた値0.035に比べ小さめである。これはToda et al.が求めた値は広域の平均的なものであるのに対して、ここで求めた値は特に活発化が顕著であった限られた領域に対するものであることが一因であろう。

参考文献：Toda et al., 2002, Nature, 419, 58-61 ; Dieterich, 1994, JGR, 2601-2618 ; Dieterich et

al., 2000, Nature, 408, 457-460 ; 遠田・松村, 2004, 地球惑星科学合同大会 ; 高橋・笠原, 2004, 地震, 115-130 ; 国土
地理院, 2004, 地震予知連絡会会報, 71, 26 ; 橋本・多田, 1988, 地震, 29-38