

断層方位分布に対するすべり傾向係数の最適化による有効摩擦係数の決定 Determination of effective friction coefficient by optimizing slip tendencies on fault plane orientation distribution

佐藤 活志^{1*}
Katsushi Sato^{1*}

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
¹ Div. Earth Planet. Sci., Kyoto Univ.

断層面上の摩擦係数は造構運動をコントロールする重要なパラメタの一つだが、伏在断層や地質時代の断層の摩擦係数を評価することは難しい。本研究は、断層群の方位分布から、それらが活動した当時の有効摩擦係数を決定する統計的手法を提案する。

地質断層や地震動は断層すべりの痕跡であり、応力条件が摩擦係数によって規定されるすべり条件を満たした証拠である。通常の応力逆解析法は、断層群の方位から主応力軸と応力比で記述される規格化応力テンソルを決定する。Angelier (1989) は、破壊規準や摩擦則を導入することで応力の絶対値をも決定する手法を提案した。この手法では、断層面にはたらく有効法線応力 (σ_n) と剪断応力 (σ_s) を表すモールダイアグラム上の点の分布から、有効摩擦係数 (μ) を決定できる。すべり条件として $\sigma_s / \sigma_n = \mu$ を採用し、直線的な点の分布範囲の限界を直線 $\sigma_s / \sigma_n = \mu$ とみなすのである。しかしながら、グラフ上でこの直線を認定する作業は任意性を伴う。本研究のねらいは、この任意性を排除して有効摩擦係数を決定することである。

本研究の新手法は、 σ_s / σ_n で定義されるすべり傾向係数 (Morris et al., 1996) を用いる。この指標は、地質断層や地震の発震機構解から計算され、断層すべりの起こりやすさの評価に用いられている (例えば、Collettini and Trippetta, 2007; McFarland et al., 2012)。天然の断層群の方位分布は、すべり傾向係数が大きいほど頻度が大きいという傾向を持つ (Lisle and Srivastava, 2004)。そこで新手法は、断層方位分布がすべり傾向係数の逆数 (σ_n / σ_s) に対して単調減少するような確率分布関数で表現できると仮定し、その関数が含むパラメタを最適化する。もし最適化された関数が頻度が0となる急減部を持つならば、そのときのすべり傾向係数が有効摩擦係数に一致すると解釈できる。

新手法を、房総半島東部に分布する更新統上総層群の小断層群に適用した。変位が数 cm ~ 数 m 規模の正断層を主体とする断層方位データを取得し、応力逆解析を行ったところ、東西引張の単一の応力の下で形成された断層群であることが示された。新手法を適用した結果、有効摩擦係数は $\mu = 0.45 + 0.34 / -0.09$ となり、比較的小さな値が得られた。ブートストラップ法により見積もられた誤差は大きいものの、第四紀のやわらかい堆積層に発達した断層群の摩擦係数として妥当な結果だと考えられる。

References

- Angelier, J., 1989, Jour. Struct. Geol., 11, 37-50.
- Collettini, C. and Trippetta, F. 2007, Earth Planet. Sci. Lett., 255, 402-413.
- McFarland, J.M., Morris, A.P., Ferrill, D.A., 2012, Comp. Geosci., 41, 40-46.
- Morris, A., Ferrill, D.A. and Henderson, D.B., 1996, Geology, 24, 275-278.
- Lisle, R.J. and Srivastava, D.C., 2004, Geology, 32, 569-572.

キーワード: 応力逆解析, 有効摩擦係数, すべり傾向係数, 方位分布, 小断層解析

Keywords: stress tensor inversion, effective friction coefficient, slip tendency, orientation distribution, fault-slip analysis