

断層変位センスによる応力インバージョン法と活断層データへの適用 Stress inversion method from fault slip senses and its application to active fault data

佐藤 活志^{1*}, 堤 浩之¹, 山路 敦¹

Katsushi Sato^{1*}, Hiroyuki Tsutsumi¹, Atsushi Yamaji¹

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.

地質断層や地震の発震機構の方位から地殻応力を推定するため、応力インバージョン解析が広く用いられている。従来のほとんどの解析手法が要求する入力データは、断層面方位と変位方向である。一方、多くの研究者によって蓄積されてきた断層データには、変位センス（正、逆、右ずれ、左ずれ断層の区別）のみの記載もしばしば見受けられる。変位方向が未知のとき、Anderson 型断層と解釈して、主応力軸が水平または鉛直と推論することがある。しかし、実際には斜め滑り断層も存在するので、インバージョン解析を行うことが望ましい。本発表は、不完全な断層データによる応力解析手法を紹介する。また、近畿から中部地方に分布する活断層群の解析例（堤ほか、本大会）を題材に、応力への制約や、最適応力と断層データとの適合度について検討した結果を示す。

本研究が用いた解析手法は、ハフ変換による応力逆解析法の拡張版（Sato, 2006）である。この手法は、多数の断層データによる応力への制約条件を重ね合わせることで、目的関数を構成する。目的関数は断層データへの応力の適合度を表し、その極大値を与える応力が最適解である。断層データの不完全さに応じて制約条件の重みを変えるので、変位方向が得られたデータと変位センスのみのデータを混合して解析できる。また、データの信頼度等に基づいた重みづけも容易である。前述の目的関数は、偏差応力空間と呼ばれる解空間で表現される。この空間では、5次元単位球面上の点が規格化された応力テンソルに対応し、2点間の角距離が応力の違いの尺度に一致する（Yamaji and Sato, 2006）。

本手法のフォワードモデルは、他の多くの応力インバージョン手法と同様に、断層面にはたらく剪断応力が変位方向に一致するとの仮説（Wallace-Bott 仮説）である。このモデルは、地層面や節理のような岩体中の弱面を利用した断層運動も想定できる点で優れている。しかし、断層面の方位自体には応力に関する情報が含まれないと考えるために、応力に対する制約条件が弱いという難点がある。例えば、断層変位センスは二者択一の情報なので、適合する応力は偏差応力空間の半分にあたる半球面領域に対応する。変位センスのデータによって最適応力を絞り込むためには、様々な方位の断層面が観測されていなければならない。

堤ほか（本大会）は、近畿から中部地方の活断層について、約 200 地点で得られた断層面方位と変位センスのデータを編纂した。このデータ集を解析した結果、西北西 - 東南東方向に圧縮する逆断層型応力が得られ、応力比は $\sigma_2 / (\sigma_1 - \sigma_3) = 0.29$ であった。また、解空間において適合度の高い領域は、最適解を中心に約 20° の範囲に限られた。このように応力を制約できたのは、断層面の方位が非常に多様であったためと考えられる。データ収集地域の地質は複雑であり、断層として活動する弱面の方位は多様だが、広域応力状態は同様であると解釈できる。また、データ集全体の 98% の断層について、変位センスが最適応力に調和的だった。一部の不調和な断層についても、解空間における適合領域からの外れは 10° 以内であった。

References

Sato, K., 2006. *Tectonophysics* 421, 319-330.

Yamaji, A. and Sato, K., 2006. *Geophys. Jour. Int.* 167, 933-942.

キーワード: 応力逆解析, 断層変位データ, 活断層, ハフ変換

Keywords: stress tensor inversion, fault-slip data, active fault, Hough transform