

◆ entry ◆ ECS: Early Career Scientist

| [T1-P-22] Performance Evaluation of the Fold Test in Fault-Slip Analysis

*Gentaro Kobayashi¹, Katsushi Sato¹ (1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

Keywords : paleostress analysis、stress inversion、outcrop-scale fault、fold test、Hough-transform

小断層解析法は、断層面の姿勢と滑り方向（断層スリップデータ）から古応力を復元する手法であり、広域応力場の推定やテクトニクス史の解明に広く利用されている。しかし、褶曲構造が発達する地域では、地層の傾動に伴って断層スリップデータも回転するため、現在の姿勢のままで解析するのが適切でない場合がある。断層そのものの観察からは、褶曲形成中のどの段階で断層が形成されたかを判定することは一般にできない。

Yamaji et al. (2005) は、古地磁気学で用いられる褶曲テストを小断層解析へ応用し、段階的な傾動補正と応力逆解析を組み合わせることで、断層形成時の地層の姿勢と古応力を同時に推定する手法を提案した。さらに Tonai et al. (2011) は、Hough変換法による応力逆解析法

（Hough-transform Inverse Method: HIM, Yamaji et al., 2006）の適合度関数（復元された応力と断層スリップデータの適合度）を基準にした褶曲テストを提案している。これらの研究は、天然の断層への適用により有用な結果を得た。しかしながら、本手法の信頼性や適用限界を示す検証実験は十分に行われていない。

本研究では、HIMを用いた褶曲テストの信頼性および適用限界を明らかにすることを目的として、人工断層スリップデータを用いた数値実験を行った。まず、断層面をランダムな姿勢で生成し、東西圧縮の既知の応力のもとで滑り方向を計算した。さらに、翼部が東西に対称に傾斜する正立褶曲を仮定し、褶曲形成途中のある段階で小断層群が形成されたと仮定して、現在の褶曲した状態まで回転させたデータを作成した。これに対し、段階的な傾動補正とHIMによる応力逆解析を実施した。現在の地層姿勢を傾動補正率0%、水平な地層を100%として、断層形成時の傾動補正率を推定した。滑り方向の擾乱（標準偏差0°, 15°, 30°）と褶曲翼部の傾斜角（30°, 60°）を組み合わせた6条件について、断層数を10～100条まで10条刻みで変化させ、断層形成時期および古応力状態の確度を比較した。

数値実験の結果、断層数の増加に伴って確度は向上したが、その効果は約50条で概ね収束した。これは、断層数が少ない場合は断層面の姿勢の偏りが誤差の要因となるためと考えられる。また、滑り方向の擾乱が大きいほど適合度関数の最大値を示すピークは低くかつ緩やかとなり、断層形成時期および応力状態の推定誤差は増大した。

一方、褶曲形状については、傾動補正率（現在の地層姿勢を0%、水平な地層を100%として、褶曲翼部の傾斜角を何%戻したか）で評価すると翼部の傾斜角が大きいほど確度は向上した。これは、同じ傾動補正率の変化に対する断層スリップデータの回転量が大きく、適合度関数のピークが鋭くなるためである。しかし、推定結果を地層の傾斜角に換算すると、確度は翼部の傾斜角には大きく依存しなかった。

以上により、HIMを用いた褶曲テストの確度は、断層数、滑り方向の擾乱、および褶曲形状によって異なる影響を受けることが定量的に示された。特に、断層数は50条程度が必要であることがわかった。ただし、天然の断層面の方位分布は偏ることが多いので、より多くの断層が必要となる可能性がある。本研究で得られた褶曲テストの誤差特性と適用条件は、天然データに適用する際の基礎的指針となる。

引用文献

Tonai, S., Sato, K., Ashi, J., 2011, *Journal of Structural Geology*, **33**, 1158-1168.

Yamaji, A., Otsubo, M. and Sato, K., 2006, *Journal of Structural Geology*, **28**, 980-990.

Yamaji, A., Tomita, S., Otsubo, M., 2005, *Journal of Structural Geology*, **27**, 161-170.