

応力逆解析手法の比較研究：多重逆解法とHough変換による逆解法

A comparative study between multiple inverse method and Hough-transform-based inverse method for stress estimation

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

¹Div. Earth Planet. Sci., Kyoto Univ.

本発表は2つの応力逆解析手法を紹介し、その長所と短所を示すことを目的とする。ひとつは多重逆解法（以下MIM, Yamaji, 2000）、もうひとつはHough変換による逆解法（以下HIM, Yamaji et al., 2006）である。2つの解析手法はともに、地質断層や発震機構データから複数の応力を決定する能力があり、近年利用が広がりつつある。

これらの解析手法は2つのプロセスから成る。第一に、(1)あらゆる応力の断層群への適合度の評価、第二に、(2)適合度の極大値を与える応力の列挙である。MIMとHIMの本質的な違いはプロセス(1)にある。Sato and Yamaji (2006)は、応力の適合度が5次元単位球面上の確率分布として幾何学的に表現されることを示した。この球面上の点は、あらゆる規格化応力テンソル（主応力軸方位と応力比）に一対一対応する。HIMによる解析では、1条の断層データが与えられたとき、許容される応力が5次元球上の範囲として特定される。多数の断層について許容領域を単独に重ねていくことで、適合度の分布が得られる。

MIMによる適合度分布は、最適解の位置を示すピークがより強調されたものとなる。MIMは、断層群から部分集合（通常は4条か5条の断層）を抽出し、それに対する最適な応力解をひとつ決定する。これを可能なすべての組み合わせの部分集合について繰り返し、多数の応力解を得る。多数の解の密度分布が、応力の適合度分布と解釈されるのである。不均一な部分集合の解は分散し、均一な部分集合の解は正解付近に集中するため、正解の強調が起こる。

以上の適合度分布の特徴を確かめるため、模擬データの解析を行った。データセットは応力Aのもとで活動した100条の断層と、応力Bによる50条の断層の混合である。設定した応力AとBは、5次元単位球上で約120°離れている。MIMによる解析の結果、正解の2つの応力が得られた。応力Aに対応する適合度のピークの高さは、応力Bのピークの約6.8倍に及んだ。一方、HIMによる解析でも正しい2つの解が得られたが、ピークの幅は広く、応力AとBのピークの高さの差は1.7倍であった。以上から、MIMはノイズの多いデータから主要な解を検出する能力が高いといえる。しかし同時に、所属する断層が少ない応力の検出が困難であるという欠点がある。一方HIMは、適合度のピークの高さが断層数にほぼ比例し、断層数が少ない応力の検出能において有利であることが示された。

MIMとHIMには実用面の違いもある。MIMは繰り返し抽出処理のために長い計算時間を要するが、HIMの計算量は解析する断層数に対して線形にしか増加しない。また、HIMでは不完全な断層データの解析ができる（Sato, 2006）。この手法は、地質断層において条線の認定や剪断センスの判定が困難な場合や、リモートセンシング観測で発見される断層の解析に有利である。また

本発表では、解析プロセス(2)のピーク検出に関する手法開発の試みも紹介する。断層データの量や質に合わせた応力逆解析手法の選択が重要と考えられる。

References

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

Sato, K. and Yamaji, A., 2006. J. Struct. Geol. 28, 957-971.

Yamaji, A., 2000. J. Struct. Geol. 22, 441-452.

Yamaji, A., Otsubo, M. and Sato, K., 2006. J. Struct. Geol. 28, 980-990.

キーワード: 応力逆解析, 断層, 発震機構

Keywords: stress tensor inversion, fault, focal mechanism