

遺伝的アルゴリズムを用いた波形インバージョンによる地震波速度構造の推定 - 数値実験 -

Estimate of seismic structure by waveform inversion using genetic algorithms -Numerical experiment-

西村 紀昭[1], 小田 仁[2]

Noriaki Nishimura[1], Hitoshi Oda[2]

[1] 岡山大・理・地球科学, [2] 岡大・理・地球科学

[1] Earth Sci., Okayama Univ, [2] Dept. of Earth Sci., Okayama Univ.

中国・四国地方に沈み込んでいるフィリピン海プレートの上に地震波速度の低速度領域が存在することが示唆されている。一般に、低速度領域では減衰に関する無次元量 Q は小さく、したがって、このプレート上の低速度領域においても低い Q 値が期待される。そこで、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた波形インバージョンにより、観測波形から地震波速度・減衰構造を推定する試みを数値実験によって行った。その結果、地震波速度構造と減衰構造を精度良く求められることを確認した。

1. はじめに

中国・四国地方に沈み込んでいるフィリピン海プレートの上に地震波速度の低速度領域が存在することが示唆されている。一般に、低速度領域では減衰に関する無次元量 Q が小さく、したがって、このプレート上の低速度領域においても低い Q 値が期待される。本研究では、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた波形インバージョンにより、観測波形から地震波速度・減衰構造を推定する試みを数値実験によって行う。

2. 方法

波形インバージョンのような非線型多パラメータ最適化問題を解く方法は、主に二種類に分けられる。一つは、少ないモデルから得られる情報を活用することによって、広域のモデル空間の検索を避ける方法 (local method) である。しかし、この方法には、解が初期モデルに大きく依存し、極小値に陥る傾向がある。もう一つは、少ないモデルから得られる情報を使わずに、ランダム過程を使ってモデル空間の検索をする方法 (global method) である。この方法は、解が初期モデルに依存せず、極小値に陥りにくいことが利点である。本研究で用いる GA は、後者の方法に属している。GA に用いる目的関数としては、規格化した相関係数を使う (Stoffa and Sen, 1991)。ここでは、GA に更新確率 (update probability) や焼きなまし法 (simulated annealing) を導入し、解の収束を早めた。

3. 数値実験と結果

上部地殻、下部地殻、上部マントル、最上部に低速度層が存在するプレートからなる単純な構造を与えた。Haskell (1953) の層マトリックス法に複素速度を導入し、減衰を考慮した波形を合成した。波形の合成は、プレートに SV 波を入射させた場合について行った。モデルパラメータは、P 波速度 (V_p)、S 波速度 (V_s)、密度、層の厚さ、減衰 (Q) である。その中で、 V_s 、 V_p/V_s 比、S 波の減衰 Q_s を未知のパラメータとした。合成波形の上下動成分のスペクトルと GA によって発生させた波形のスペクトルの相関を取ることににより、構造モデルの世代交代を進めていった。数値実験を行った結果、更新確率や焼きなまし法を導入した GA を用いることにより、波形を合成する時に与えた構造を復元できることを確認した。