

3次元不均質速度構造を用いたグローバル震源決定のための地震波線追跡プログラム

A new procedure of seismic ray tracing for hypocenter location using a 3-D global velocity structure

原田 智也[1]

Tomoya Harada[1]

[1] 神戸大・自然科学・地球環境

[1] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ.

従来の震源決定法では、主に iasp91 (Kennett and Engdahl, 1991) などの 1 次元速度構造によって走時が計算され、3 次元速度不均質は観測点補正によって考慮されてきた。しかしながら、現在、地震波トモグラフィーを用いた地球内部の不均質構造の研究により、地球内部の比較的詳細な 3 次元不均質速度構造が明らかになってきた。したがって、これらの結果を用いた震源決定が可能になってきたと考えられる。そこで本研究では、震源決定を行うに当たって必要な、グローバルな 3 次元速度構造を用いた走時を計算するための地震波線追跡プログラムを開発した。

グローバルな 3 次元速度構造を用いた地震波線追跡法については、Zhao (2001) などのプログラムが存在するが、本研究では、Koketsu and Sekine (1998) の 3 次元波線追跡法を応用し、グローバルな速度構造において、P 波・S 波初動の走時、pP、PP、PcP などの反射波の走時が計算可能なプログラムを開発した。

具体的には、

(1) pseudo-bending 法によって潜り込んだ波線が、新たな不連続面と交差することがあるので、新たに生成された波線と、新たな不連続面とが交差しているかどうかを毎回調べる。

(2) 震央距離が約 30° より小さい場合、地球内部の不連続面における屈折波が初動として現れる場合があるが、初期波線を適切に与えることにより、それらの走時が計算できるようにした。

(3) 反射波の走時を計算するためには、不連続面上での波線の反射点を計算する必要がある。本研究では、Koketsu and Sekine (1998) の波線追跡法で用いられている“水平でない不連続面に拡張された Snell の法則”を反射点の探索に応用した。したがって、本研究の波線追跡法では、pseudo-bending 法による波線の折り曲げ、Snell の法則による不連続面での波線の折り曲げ、反射点の探索、を繰り返す。

(4) 不連続面上での波線の折り曲げ、反射点の探索には、Nelder and Mead (1965) の滑降シンプレックス法を用いた。

である。

本研究で開発された波線追跡プログラムがどの程度の精度で走時を与えるのかを確かめるために、簡単な数値実験を行った。まず、深さがそれぞれ 0、50、100、150、200、250、300km の震源と、震央距離 $0 \sim 90^\circ$ の範囲において 0.1 度刻みに置かれた地上の観測点 900 点を仮定した。そして、与えられた震源・観測点間の P、S、PP、SS、pP、sS、PcP、ScS について、iasp91 の 1 次元速度構造を用いた理論走時を本研究の波線追跡プログラムで計算し、iasp91 走時表の値と比較した。その結果、P、PcP については、ほとんどの残差が 0.05 秒以内に、S、ScS については、ほとんどの残差が 0.1 秒以内におさまった。pP については、震央距離 $30 \sim 90^\circ$ において、震源の深さ 150 km 以浅でほとんどの残差が 0.1 秒以内に、それ以深では 0.25 秒以内におさまった。sS については、震央距離 $30 \sim 90^\circ$ において、震源の深さ 100 km 以浅でほとんどの残差が 0.1 秒以内に、それ以深では 0.3 秒以内におさまった。PP については、震央距離約 $30 \sim 90^\circ$ の範囲での残差が 0.1 秒以内におさまった。SS については、震源の深さ 100 km 以浅において、震央距離 $30 \sim 90^\circ$ の範囲でほとんどの残差が 0.1 秒以内に、それ以深では $50 \sim 90^\circ$ の範囲でほとんどの残差が 0.1 秒以内におさまった。したがって、1 次元速度構造を用いた結果ではあるが、pP、sS、PP、SS に関して震源の深さ・震央距離をある程度制限すれば、本研究のプログラムは震源決定に利用できる程度の精度で走時を与えると思われる。しかしながら、走時の計算時間の改善、深い地震に対する pP、PP などの走時の計算精度の向上などがさらに必要である。

Koketsu and Sekine (1998) の 3 次元波線追跡法プログラムを使用させて下さった東大地震研究所の瀧澤一教授に感謝致します。