

地球自由振動の解析による下部マントルにおける非弾性水平不均質の推定

Anelastic lateral heterogeneity in the lower mantle inferred from analysis of Earth's free oscillations

久須見 健弘[1]; 須田 直樹[1]

Takehiro Kusumi[1]; Naoki Suda[1]

[1] 広島大・院理

[1] Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ.

[はじめに]

近年、マントル内部の弾性構造については、地震波トモグラフィーを用いて解像度のよいイメージが得られるようになった。一方、非弾性構造は弾性構造よりも高温異常に対して敏感なため、温度構造を推定する上で非常に有用な情報となるものの、波形解析の難しさから弾性構造に比べて研究が遅れている。現在のところ、グローバルな非弾性不均質構造の研究は、データが豊富な上部マントルに限られ、下部マントルについてはまったく報告されていない。

そこで、本研究では、広帯域地震計記録の解析から、下部マントルの構造に敏感な地球自由振動のモードの構造係数を求めた。構造係数は、弾性部分と非弾性部分に分けられ、モードが感度を持つ深さの弾性構造と非弾性構造の水平方向の不均質を表すパラメーターである。

[方法]

本研究では、下部マントルの構造に敏感なモードとして 1S8、1S9、1S10 の 3 つのモードについて解析を行った。データは、90 年代以降に発生した地震モーメント 10^{21} Nm 以上の 27 個の大地震の、広帯域波地震計ネットワーク IRIS/GSN および GEOSCOPE のノイズの低い 78 観測点の VHZ 記録を用いた。

それぞれのモードの見かけの複素周波数は存否スペクトル法 (Hori et al., 1990) を用いて測定し、見かけの複素周波数からモードごとの構造係数をインバージョン (Shibata et al., 1992) によって求めた。インバージョンでは、トレードオフを小さくし、安定した解を得るため、構造係数の大きさを抑えるダンピングを行った。また、実際の観測データに適用する前に、球面調和関数の 2 次の非弾性不均質構造ならば求められることを数値実験で確認した。

[結果]

スペクトル解析の結果、1S8、1S9、1S10 のそれぞれのモードについて見かけの複素周波数を測定することができた地震記録の本数は、それぞれ、305、212、184 本であった。それらの中で、見かけの複素周波数が複数測定されたものは約 26% を占めた。みかけの複素周波数が 1 本の記録から 1 個、ないし 2 個測定された場合を、インバージョンのデータセットして用いた。観測データのインバージョンの結果、弾性構造については、3 つのモードすべてで 4 次まで同様の水平不均質のパターンが得られた。非弾性構造については、1S8、1S9 で同じパターンが得られたが、1S10 はそれらとは異なったパターンが得られた。

[議論]

本研究の結果求められた弾性不均質構造のパターンは、太平洋・アフリカ下に低速度異常を示した。これは、現在推測されているスーパープレュームの位置と一致する。過去に行われた研究 (Risovsky and Ritzwoller, 1998; He and Tromp, 1996) と比較すると、全体的なパターンは一致しているが、これら 2 つの結果が球面調和関数 2 次の成分に卓越しているのに対して、本研究の結果は異なっていた。一方、1S8 と 1S9 で示された非弾性不均質 2 次のパターンは、インドネシア・南米下に低減衰異常を示した。この領域は、スラブが下部マントルの深さ 1300 km 程度まで沈み込んでいいると考えられている領域である。

下部マントルで 2 次の温度不均質が卓越する場合、弾性構造と非弾性構造の不均質のパターンは一致するはずであるが、本研究の結果はそうになっていない。また、このような不一致は上部マントルにおいても見られた。これは、弾性と非弾性の温度依存性の違いと、温度構造の複雑さを反映していると考えられる。上部マントルにおける 2 次のパターンは、弾性構造においてはスラブ等の低温の構造に、非弾性構造においてはホットスポットの分布等の高温の構造に対応していた。一方、今回求めた下部マントルのパターンからは、弾性構造においては高温のスーパープレュームとの、非弾性構造においては低温のスラブの分布との対応が見られ、温度構造と弾性/非弾性 2 次のパターンの関係は逆になっている。このような違いは、上部マントルと下部マントルの温度構造の違いを現していると考えられる。