

パイロライト組成を仮定した上部マントル内の物性値と地震波速度構造の関連性

Relationship between physical properties assumed pyrolite composition in the upper mantle and seismic velocity structure

村上 暢 [1], 吉岡 祥一 [1]

Toru Murakami [1], Shoichi Yoshioka [2]

[1] 九大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., kyushu Univ, [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

本研究では上部マントルをパイロライト組成と仮定し、オリビン、輝石、ガーネットの鉱物物性値に対し、高温高压実験の結果から得られているある範囲内でランダムに値を決定し直し、状態方程式を用いて地震波速度構造の深さ分布を計算した。得られた速度構造とiasp91を比較することで、上部マントル内の物性値と地震波速度構造の関連性について検討した。その結果、地震波不連続面における速度ジャンプを十分に復元することはできず、本研究で用いた物性パラメータのとりうる範囲は十分に上部マントル内の物性を満たすと考えられることから、地震波速度構造を説明するには温度分布と組成についてより詳細な検討が必要であると考えられる。

上部マントルを構成する主要な鉱物としてオリビン、輝石、ガーネットが挙げられる。これらの鉱物の弾性的性質やその温度・圧力依存性が明らかになれば、状態方程式の適用により地球内部の条件下でのモデルマントル物質に対する地震波速度の深さ分布を計算することができ、地震学的に求められている地震波速度の深さ分布と比較検討することが可能である。しかし現在、鉱物物性の高温高压実験による測定結果は弾性的性質についてはある程度、精度よく決定されているものの、その温度・圧力微分値についてはまだ不確実性が高いと考えられている。本研究では上部マントルをパイロライト組成と仮定し、モンテカルロ法を用いて、高温高压実験の測定の結果を基に、ある範囲内で物性パラメータをランダムに決定し直し、各々のモデルに対し各温度・圧力における地震波速度構造を計算した。本研究ではオリビン ($\text{Mg}_{0.89}\text{Fe}_{0.11}$) 2SiO_4 の高压相への相転移に発熱、吸熱反応を考慮して温度構造を見積もっており、ここではマントルジオサームに沿う地震波速度を地震波速度の深さ分布とした。得られた地震波速度とグローバルな速度構造モデルであるiasp91を比較し、これらの計算を約10万回程度繰り返して、残差の小さいものを適当なモデルとした。さらに温度構造の違いが地震波速度構造に与える影響について調べてみた。

一般に深さ410km、660km地震波不連続面における地震波速度のジャンプはそれぞれオリビンの $\alpha \rightarrow \beta$, $\gamma \rightarrow \text{Pv}+\text{Mw}$ 相転移に依存すると考えられている。しかしながら、今回、残差が小さいモデルの中には地震波不連続面における速度ジャンプ量を十分に説明することができるモデルは見い出せなかった。モデルの中には2つの地震波不連続面の速度ジャンプ量を十分に満たすモデルも存在したが、その場合残差が小さくはならなかった。よって物性パラメータの妥当性を検討しつつ、温度分布及び組成に検討の必要があると考えられる。さらに温度構造の違いによる影響に関しては、410km地震波不連続面における速度ジャンプは $\alpha \rightarrow \beta$ のclapeyron slopeの勾配が正であることを反映して温度が高くなるとより深い深さからはじまり、温度が低くなるとより浅い深さから始まった。これに対して660km地震波不連続面における速度ジャンプは $\gamma \rightarrow \text{Pv}+\text{Mw}$ のclapeyron slopeの勾配が負であるため、温度が高くなるとより浅い深さからはじまり、温度が低くなるとより深い深さから始まった。今回用いたマントルジオサームから復元される地震波速度構造は410, 660km地震波不連続面における速度ジャンプが浅い段階から始まっている。このことから今回用いたマントルジオサームよりも410km地震波不連続面における温度が高く、660km地震波不連続面における温度が低ければ地震波不連続面における速度ジャンプの始まりがうまく説明できる。