

オルソ珪酸塩の高圧相 -及び- $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ の弾性率とその温度変化Elastic moduli and their temperature dependence of orthosilicate high pressure phases beta and gamma- $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$

間山 憲仁[1], 鈴木 功[1], 斎藤 俊明[2], 桂 智男[3], 米田 明[3], 大野 一郎[4]

Norihito Mayama[1], Isao Suzuki[1], Toshiaki Saito[1], Tomoo Katsura[2], Akira Yoneda[2], Ichiro Ohno[3]

[1] 岡山大・理・地球, [2] 岡大・理・地球科学, [3] 岡大・固地研, [4] 愛媛大・理・地球科学

[1] Dept. Earth Sci., Okayama Univ., [2] ISEI, Okayama Univ., [3] Earth Sci, Ehime Univ

上部マントルの主要構成鉱物をカンラン石(相)とするときその高圧相である相、相が転移層の主因とする考えがある。我々はサン・カルロス産カンラン石を相転移・焼結した及び相の多結晶体試料について、弾性率とその温度変化を球共振法により測定した。そして、弾性率の温度変化から修正ウオッチマン式の妥当性を検討し高温へ適用した。これらの結果を元に上部マントルのカンラン石量比を縦波及び横波速度変化からそれぞれおよそ60%及び45%と見積もった。また、このカンラン石量比から深さ520kmで観測が期待される地震波速度の増加量を約1.5%と見積もった。

はじめに

地震波の解析から得られている上部マントルの地震波速度の不連続は、そこでの主要構成鉱物であるカンラン石(相)の高圧相転移によるとの考えがある。それによれば、410km、520km不連続面は、相転移にそれぞれ対応する。地震学的構造を高圧実験の結果と繋げてマントルの構成の理解をすすめるためには、相の弾性率データなどが必要である。これらの中で特に、相の精密な弾性率データが不足している。我々はサン・カルロス産カンラン石を相転移・焼結した及び相の多結晶体試料について、弾性率とその温度変化を球共振法により測定した。そして、弾性率の温度変化から修正ウオッチマン式の妥当性を検討し高温へ適用した。これらの結果を元に上部マントルの鉱物構成について検討した。

試料・測定

相の試料は温度1373K、圧力 14 ± 1 GPaで、また相のそれは1173K、 17 ± 1 GPaで相転移・焼結させた多結晶体である。それらを平均直径2.2501(1)及び1.8303(1)mmの球形に整形して、かさ密度3.6024(6)及び3.7017(5) gcm⁻³を得た。高温下での試料の共振周波数測定には再構築した球共振法のFT法(FT-RST)、測定装置には改良を加えたバッファ法を用いた。これにより高温下での測定が容易になった。測定温度範囲は及び相試料についてそれぞれ常温~570K、常温~700Kであり、測定温度間隔は10又は20Kとした。試料の断熱体積弾性率と剛性率は共振周波数から最小二乗法により求めた。

結果

試料の共振周波数データから、温度298Kにおいて相の弾性率は $K_S=167.7(2)$ GPa、 $\mu=106.13(4)$ GPa、相のそれは $K_S=185.0(1)$ GPa、 $\mu=118.10(5)$ GPaを得た。これらの値は、組成の近い単結晶のデータと調和している。また、弾性率の温度変化から修正ウオッチマン式及びエンタルピーを変数とする外挿を試み、高温下の弾性率を見積もった。

議論

上記のデータに弾性率の圧力勾配のデータを合わせて、カンラン石組成を持つ物質の上部マントル条件下での地震波速度を見積もった。この結果を地球モデルのそれと比較し、410km不連続面付近でのカンラン石成分の体積比を約60%(縦波)、45%(横波)と見積もった。また、このカンラン石量比が410km以深でも続くとして、深さ520kmでの地震波速度の不連続分の見積りとして、縦波・横波の急増分として共に約1.5%を得た。この値は地震波から観測可能な大きさであるが、520km不連続面を示す地球モデルは大変少ない。この理由として(1)地球モデルなどの精度の問題、(2)上部マントルでの横方向の不均質性、(3)相相転移の圧力幅が地震波では観測されにくい程に広い、(4)深さ410kmが化学的境界相であり、その上部と下部で化学組成が異なる、などの可能性が考えられる。