

βスピネルの弾性測定

Elasticity of β-spinel

間山 憲仁

Norihito Mayama

岡山大学理学部

受け入れ教官：米田 明

本研究課題は、三朝の高圧設備を用いて重要な高圧相鉱物であるβスピネルスピネルの多結晶試料を合成し、その球整形試料を用いて弾性定数の温度依存性を共振法で測定し、その結果に基づき地球内部構造を議論しようというものである。課題は順調に進展し、満足のいく成果を得られた。参考資料として、合同学会での講演要旨を添付する。γスピネルの議論もはいつているのは、翌年におこなった“γスピネルの弾性測定”の成果である。

オルソ珪酸塩の高圧相β-及びγ-(Mg,Fe)₂SiO₄の弾性率とその温度変化

間山 憲仁, 鈴木 功, 斎藤 俊明, 桂 智男, 米田 明, 大野 一郎
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(α相)の高圧相転移によるものと考えがある。それによれば、410km、520km不連続面はα→β、β→γ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α、β、γ相の弾性率データなどが必要である。これらの中で特にβ、γ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β及びγ相の多結晶試料について、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

β相の試料は温度1373K、圧力14±1GPaで、またγ相のそれは1173K、17±1GPa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β及びγ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β相の弾性率は $K_S=167.7(2)$ GPa、 $\mu=106.13(4)$ GPa、γ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)β相→γ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。