

平成 12 年度共同利用研究報告書

研究題目：地球深部物質の高圧高温での熱伝導

Thermal conductivity of deep Earth materials at high pressures and temperatures

大迫正弘（国立科学博物館）

Masahiro, OSAKO (National Science Museum, Tokyo)

受け入れ教官：伊藤 英司

マントル物質の熱拡散率と熱伝導率をパルス加熱法により圧力 8 GPa、温度 800 °C まで測定した。これまでと同様に、厚さの等しい薄い円板形状試料を 3 枚重ね、その合わせ面の一つを瞬時加熱し、もう一方の合わせ面の温度変化を検出するという方法を用いた。温度変化の電圧軸上および時間軸上の読取分解能と試料の厚さの決定精度とに起因する測定の不確かさは熱拡散率で 4 %、熱伝導率で 5 % である。6-8 分割球高圧装置 USSA-1000 で加圧し、試料全体の昇温には直流電源を使用した。

ザクロ石での複数回の常温高圧の測定をまとめてみた結果、熱拡散率では測定値の再現性は 7 % 以内であった。一方熱伝導率においては再現性はそれより悪く、また高圧にいくに従いばらつきが大きくなり 8 GPa では 15 % 位の差が生じた。一方、常圧に外挿した値は熱拡散率・熱伝導率とも測定精度の範囲内に集まり、アルマンディンを主成分とする類似のザクロ石のものとはほぼ一致する。圧力効果は測定圧力の中間の 5 GPa 付近で熱拡散率では 1 GPa につき 2 %、熱伝導率は試行毎にやや差があるが平均すれば 3 % である。ザクロ石の熱拡散率と熱伝導率の圧力微分は圧力が高くなるに従い小さくなる傾向がある。

ザクロ石の熱拡散率と熱伝導率の温度効果では、高圧においても常圧のときと同様に、常温から 600 K にかけて 300 度の温度上昇でその値が 50 % 減少し、さらに 600 K を超えたあたりから減少が緩くなる傾向が見られる。すなわちザクロ石の熱伝導の温度依存性は温度が上がるに従い通常の絶縁体結晶物質にあるような $1/T$ 則からの外れが目立ち、圧力効果ともあわせてやや特異な性質を示している。

これら圧力効果および温度効果からみて、上部マントル内におけるザクロ石の熱伝導率または熱拡散率の深さによる変化は少ないと予想される。ザクロ石では Mg-Fe 置換による熱拡散率または熱伝導率の違いは小さいので、測定に用いた試料をマントルのザクロ石と見なして推定すると、マントル最上部では熱拡散率が $0.9\sim 1.0\times 10^{-6}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$ 、熱伝導率が $2.6\sim 2.8\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 、上部マントルの最下部（深さ 400km 付近）でそれぞれ $0.8\sim 0.9\times 10^{-6}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$ と $2.8\sim 3.5\text{ W m}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 位になる。

カンラン石は熱伝導に対して異方性を有するが、最も熱伝導率の小さい b 軸方向を測定

した。熱拡散率・熱伝導率ともに圧力効果はザクロ石よりも大きく、1 GPaにつき約5%である。この圧力効果の値は、カンラン石についてオングストローム法による最近の測定報告（ただし多結晶体）の値と良い一致を示す。カンラン石では、ザクロ石と異なり、熱拡散率と熱伝導率の圧力による増加率は圧力が高くなっても減少しない。また、温度依存性はザクロ石に比べて大きい。