

平成 11 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 under high pressure and high temperature

大迫正弘

Masahiro Ohsako

国立科学博物館

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高圧高温で同時測定した。全く同じ形と大きさの 3 枚の円板形状試料を重ね合わせ、その合わせ面の一つに挟んだ薄い発熱体を一発のパルス電流で瞬時加熱し、もう一方の合わせ面での温度の過渡的变化をとらえる。温度変化の時間経過から熱拡散率が求まり、また加熱電力が既知なので熱伝導率も求まる。

加圧は USSA-1000 高圧装置で行い、アンピルの切り落とし長さ 11mm に辺長 18mm の MgO 八面体圧力媒体を用いた。試料(発熱体)の直径は 3.8mm、全厚は 1.1mm である。試料をパルス加熱する発熱体は厚さは 0.03mm のニクロム製で、全面が一様に発熱するように切り込みを入れる。温度変化を捉えるセンサーには直径 0.1mm の K 型熱電対を厚さ 0.03mm 程に圧延したものを用いた。高温で測定する際、試料を昇温するためのヒーターの形状は、試料が寸胴なことから測定用の 4 本ある電極の取り出しの邪魔にならないようにと、円筒ではなく薄板状にし、これで試料部分を上下に挟む。実験温度の上限を 1000 °C としたので、その材質にはニクロムを用いた。昇温には直流電源を使用する。これを通常の高圧実験のように交流で行うと、パルス加熱による過渡的熱起電力の波高値に比べてはるかに大きい(100 倍以上)の誘導障害電圧が熱電対に現れるので測定不可能となる。高温の測定では試料温度に相当する熱起電力を直流的に差し引いてから、パルス加熱による変化分だけを増幅器を通してストレージオシロスコープに入力しデータをとる。

天然のザクロ石について測定値を得た。このザクロ石はブラジルのバイア州産のもので 73 %前後のアルマンディンと約 25 %のパイロープを含んでいる。ザクロ石には熱伝導の異方性はないが、 $\langle 100 \rangle$ 方向を使用した。まず常温で 8.3GPa まで順次加圧し測定した。常温(24 °C)の 0GPa に外挿した熱拡散率 $1.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ と熱伝導率 $3.4 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ は類似のザクロ石についての既存の値と良く一致する。圧力効果は 2GPa-8GPa の間で熱拡散率・熱伝導率ともに 1GPa につき約 2 %の増加となる。今までの実験を通して、常温高圧での測定の再現性は熱拡散率では 7 %以内、熱伝導率では 10 %以内である。

次に実験最高圧力 8.3GPa において試料を 1000K まで加熱し、温度効果を見た。ザクロ石の熱拡散率と熱伝導率ともに常温から 600K までにかけて 300 度の温度の上昇でその値

が 50 % 減少する。また、600K を超えると値の変化は小さくなる。このような変化の様子は常圧においても同様に見られる。今のところ高圧下で 1000K まで測定できたのは一度だけであるが、同じ圧力で 460K と 620K まで取ったデータがある。これら 3 回の測定をくらべてみると、熱拡散率の測定値の違いは最大 5 % である。一方熱伝導率では高温になると測定の再現性が悪くなり、ばらつきが 10 % を超えている。