

受入年度 平成17年度

課題名 地球深部構成物質の高圧下の熱定数測定

共同研究員氏名 大迫 正弘

所属・職名 国立科学博物館・室長

受入教員 伊藤 英司

パルス加熱法によりマントル物質の熱拡散率と熱伝導率の測定実験を行った。測定法はこれまでと同じく一次元のパルス加熱法で、円盤形状の試料を分割してその間に薄いヒーターを置き、ここを瞬時に加熱して試料中の温度の時間経過を熱電対で検出し熱拡散率および熱伝導率を同時に求めるものである。高圧発生には川井式装置USSA-1000を使用し、とくに加熱時の誘導のノイズを避けるために直流電源を用いている。

まず、スラブの浅いところを特徴づける物質の一つ蛇紋石について測定した。蛇紋石の熱伝率と熱拡散率の値は無水の主要マントル鉱物のカンラン石やザクロ石に比べると小さく、およそ1/2であった。また、5-6 GPaまでは熱拡散率、熱伝導率ともに増えていくが、その増加率はカンラン石やザクロ石にくらべて小さい。さらに圧力が高くなると頭打ちかやや減るような傾向を示す。このような圧力依存性が蛇紋石に固有のものか、または加圧によって試料に変化（アモルファス化）がおきたことによるものなのかは、試験片をこのあと加熱し変化させてしまったためにわからなかった。このように含水マントル相の熱物性測定からは予期しないような結果がでてくる可能性がある。もし蛇紋石が低い熱伝導率をもつとすれば、スラブ内の蛇紋石を多く含む層とカンラン石を主とする層との間に熱輸送についての対比が生じ、温度構造が大きく左右されていることも考えられる。

温度を上げた測定では、圧力4.7 GPaのとき540℃までさしつかえなく測定できたが、さらに660℃に上げると、まずヒーターの抵抗値がおかしくなり熱伝導率のもとまらなくなった。熱拡散率はもとまったが急に小さくなっている。そのあと10分のオーダーで熱拡散率が低下していく様子が見られた。これは、蛇紋石試料が脱水反応をおこして変化したことによるものと考えられる。実験した最高圧力の8.4 GPaでは室温から少し上で蛇紋石の安定領域を外れることになる。しかしこの場合でも550℃までは熱伝導率・熱拡散率とも減少はやや大きいものの4.7 GPaのときと同じような結果となり、ほぼ準安定な条件で測定したと思われる。試料にこのような分解がおきたとき、アセンブリーがダメージを受けて測定できなくなる可能性は高い。できることなら、この測定上の難点を乗り越えられるようにして、測定点のとりかたを地温勾配の温度・圧力条件を追跡するようにもっていきたいものである。

つぎに、ザクロ石・カンラン石と並ぶ主要マントル物質—輝石についてヒスイをアナログ物質にして測定した。ヒスイについては、これまでも測定を行なっているが、あとではかった値のほうが高くでて落ち着かないので、再び実験をした。値が合わない原因として、測定回路系を変えたことが考えられたが、これについてはザクロ石で再現性を確かめてその影響がないことがわかっている。もうひとつは、途中から試料

を鏡面研磨することになったので、それによる測定値への影響が考えられる。はかり直したところ、結果ははじめの測定値に近くなった。これは外挿値が常圧での既存のものと同様。したがって、鏡面研磨のあるなしによる値への影響はないと思われる。ただし、今度は圧力勾配が小さくなっている。10 GPa での値がもとの 8 GPa での値に近い。USSA-1000 の油圧制御系は 2005 年の秋に新しいものにかわった。あまり考えられないことだが、油圧-加重の関係が変わってきているのかもしれない。圧力更正を試してみる必要がある。

パルス加熱用のヒーターの材質として抵抗値が高くその温度係数が小さいということで扱いやすいニクロムを使用していたが、使用できる温度の上限が思っていたより低く 900 °C 止まりであることがわかってきた。このヒーターには抵抗値を大きくとり、また一様に発熱するようにフォトエッチングで切り込みを入れてある。より高い温度で使えるような材質のうちフォトエッチングできるのは Mo くらいで、そのほかの Ta や Pt 系は別の加工方法を考えなければならない。また、ヒーターのパターンも今のままでよいかどうかわからない。なお、現在の高圧セルは一辺 18 mm のマグネシア圧力媒体に組み込んであり、実験圧力の上限が 10 GPa である。今後セルを小型にして 15 GPa 以上での測定を目標としている。

データ解析と試料の調製には地球物質科学研究センターの米田明さんが、また、測定・データ取得回路の改良には同センターの前田琢郎さんが協力された。