

雲母族鉱物の電気伝導度(2)

Electrical conductivity of micas (2)

渡辺 了 [1]

Tohru Watanabe[1]

[1] 富山大・理・地球科学

[1] Dept. Earth Sciences, Univ. Toyama

電気伝導度は地震波速度と並んで、地球内部の物質や温度を推定するうえで重要な観測量である。とくに、電気伝導度は流体の存在に敏感であり、地殻における水の分布を探るカギである。従来、地殻の温度条件のもとでは乾燥岩石の電気伝導度は非常に低く、観測される電気伝導度は、専ら岩石内部に存在する遊離水の量および連結度を反映すると考えられてきた。しかし、藤田・他(2006 連合大会)は、高温高压下における変成岩の電気伝導度測定を行い、遊離水がなくとも観測された電気伝導度が説明可能であることを示した。彼らは、測定された電気伝導度が、岩石中の黒雲母の連結によってもたらされていると考えている。常温においては、黒雲母、白雲母ともに 10^{-10} S/m という低い電気伝導度を示すことが知られている(例えば、Olhoeft, 1981)。しかし、高温における電気伝導度が調べられたのは、白雲母の一例(Lastovickova, 1987)のみである。本研究では、常温-700Cの温度における黒雲母の電気伝導度を測定した。また、類似の結晶構造をもつ金雲母、白雲母についても同様の測定を行い、共通点、相違点を調べることにより、伝導メカニズムの解明を目指した。

試料は、黒雲母(Nellore, Andhra Pradesh, India)、金雲母(North Burgess, Ontario, Canada)、および白雲母(Lavra Sao Roque, Caiana, Minas Gerais, Brazil)の単結晶である。これらから、辺長3mm、厚さ0.15mm程度のへき開に平行な板状試料を切り出し、2枚の金プレートではさんで(2電極法)LCRメータ(エヌエフ回路ブロック, ZM2353)を用いて電気インピーダンスを測定した。印加電圧は1Vであり、40Hzから200kHzの27周波数で測定を行い電気伝導度および誘電率のスペクトルを求めた。なお、測定はすべて窒素雰囲気中である。

温度の上昇・下降に伴って、黒雲母の直流電気伝導度はヒステリシスを示した。温度下降時の電気伝導度が、温度上昇時に比べて顕著に高くなったのである。これは金雲母、白雲母にはみられない挙動である。黒雲母のヒステリシスを詳しく調べるため段階加熱実験を行った。温度を一定値に保って測定を続けると、はじめは電気伝導度の上昇がみられるが、次第にある一定値に近づくようになる。電気伝導度が一定値に達したあと、温度を変化させて測定を続けた。温度上昇の過程において、ある温度での電気伝導度の増加は450度以下では有意ではないが、450-500度において顕著であった。この温度範囲において1桁程度電気伝導度が増加した。温度500度以上では、ある温度における電気伝導度の増加は有意ではなかった。温度下降時には、ある一定温度を保っても電気伝導度の経時変化はみられなかった。また、いちど温度600度まで加熱した試料を室温まで冷却した後、再び加熱した場合は、ある一定温度に保っても電気伝導度の経時変化はなかった。はじめの加熱の450度以下における電気伝導度の活性化エネルギーと、加熱したあとの活性化エネルギーには顕著な違いはない。黒雲母においては、450-650度において水酸基が分解し、2価の鉄イオンが3価に変化することが報告されている(Brindley and Lemaitre, 1987)。黒雲母の電気伝導度増加は、この鉄イオンの価数変化によるものと考えられる。2価と3価の鉄イオンは結晶内で等価な位置を占めているので、この間の電子の移動が黒雲母における電気伝導を支配しているのかもしれない。