

自然試料における短時間の磁気緩和の測定と岩石磁気への応用

小玉 一人 [1]
[1] 高知コアセンター

Measurement of slow magnetic relaxation in natural samples and its application to rock magnetism

Kazuto Kodama[1]
[1] Kochi Core Center, Kochi Univ.

Dynamic magnetizations in natural rocks and sediments were measured as either exponential decay of magnetization in time domain or Debye-type magnetic relaxation of ac susceptibility in frequency domain. Both phenomena are physically identical, but their measurements require different instrumentation. This study provides results from various kinds of natural samples with different domain structures including SP, PSD, SD, and MD. Measurements were performed in frequency domain, and low-field magnetic susceptibility was measured over a number of frequencies ranging from 1 Hz to 1 kHz. Magnetic relaxations were found only from the PSD and MD samples. Each of them demonstrates Arrhenius-like straight line, but their gradient is greater for PSD than for MD. This suggests that these relaxations could be due to the oscillations of domain walls in local pinning sites, but the corresponding local energy barriers may be greater for PSD than for MD. Comparisons and interpretations of the data from samples of different domain state and grain size were made, and their application as a potential diagnostic tool for rock magnetism will be discussed.

PSD~MD の火山岩や SP の卓越する古土壌は、短時間 ($<10^{-4}$ s) の磁気緩和を示す (Kodama 2013; Kodama et al. 2014)。それらは時間領域と周波数領域で測定できるが、個々の磁性や目的に応じて使い分ける必要がある。パルス磁場を利用した時間領域測定 (Kodama 2015) は短時間で行える利点があるが、感度に限界があり弱磁化試料への適用は困難である。これに対し、SQUID 磁化率計 (MPMS) を用いる周波数領域測定はほとんどの試料に適用できる。ただし、低周波数帯域 (1 Hz - 10^3 Hz) に限定されるので低温測定が必要になる。本発表では、MPMS による周波数領域測定の結果と解釈、さらにそれらの岩石磁気学への応用を議論する。

SP から SD の磁区構造を代表する、火山岩 (SD, PSD)・花崗岩 (MD)・レス (SP) を測定した結果、1 Hz - 10^3 Hz で磁気緩和を示したのは PSD 火山岩と MD 花崗岩のみであった。それらはすべて Arrhenius 型の回帰直線を示すが、その勾配から推測される活性化エネルギー (=異方性エネルギー) は、MD 試料が PSD 試料の数分の一である。これに応じて、Debye decomposition 法 (Ustra et al. 2016) で得られた緩和時間分布の中心値は MD 試料が最も短い。これは、緩やかに pinning された磁壁が交流磁場に同期して振動するためであろう。ただし、弱磁場 (1 Oe) のため、Barkhausen jump のような磁化のとびは見られない。一方、SP や SD 試料が磁気緩和を示さない理由は、それらの緩和時間分布の上限や下限が PSD 試料より短い (SP)、あるいは長い (SD) ためであると考えられる。こうした推測は、パルス磁場を利用した緩和時間の直接測定結果 (Kodama 2015) と調和的である。これら各種測定法や数値解析を適宜用いることによって、これまで曖昧だった MD/SP/PSD/SD 各領域の境界に関する定量的な議論が可能となろう。

文献

Kodama K (2013), Jour Geophys Res, doi: 1029/2012JB009502

Kodama K (2015), Earth, Planets Sp, 67, doi: 10.1186/s40623-015-0294-z

Kodama K, An Z, Chang H, Qiang X (2014), Geophys J Int, 199, 767-783, doi: 10.1093/gji/ggu299

Ustra A, Mendonca C.A., Ntarlagiannis D, Slater L.D. (2016), Geophysics, 81, 1-10.