

変形石英粒界のフラクタル性

Fractal properties of dynamic recrystallized quartz grain boundary

高橋 美紀[1]; 長濱 裕幸[2]

Miki Takahashi[1]; Hiroyuki Nagahama[2]

[1] 産総研; [2] 東北大大学院・理・地圏進化

[1] Institute of Geoscience, AIST; [2] Dep. Geoenviron. Sci., Grad. School Sci., Tohoku Univ.

変形実験によって動的再結晶をうけた石英粒界の形状をフラクタル解析することは、変形組織と変形条件との間の関係を探ることを目的に行われてきた。Masuda and Fujimura (1981) (温度 800 度, 900 度, 1000 度, 歪み速度 1 microstrain/sec, 10 microstrain/sec, 100 microstrain/sec, 封圧 400MPa) によって得られた石英の動的再結晶粒は、歪み速度が速く温度が低い条件ほど複雑な形状を示した。つまり粒界のフラクタル次元は高歪み速度・低温度ほど大きな値を示すことになる。著者らは Masuda and Fujimura (1981)の実験結果を用い、動的再結晶をうけた石英の粒界をフラクタル解析した。現段階までの石英粒界のフラクタル解析についてレビューするとともに残された課題について言及する。

個々の石英粒について Box-counting 法を、粒界組織全体について Area-Perimeter 法を用い、フラクタル解析をおこなった。個々の粒界に対するフラクタル次元 D_i と組織全体に対するフラクタル次元 D_c を比較すると、 D_c がとりうる値は粒径が小さくなるほどばらつき、粒径が大きくなるにつれ D_c の値は D_i に近い値へと収敛してくることがわかった。このことは個々の粒界の幾何形状のバリエーションが周囲の石英粒の核形成、成長および消失に強く規制されていることを示す。また著者らは D_c が温度・歪み速度の条件を合わせた Zener-Hollomon パラメータ (Z 値) との間には $\log Z \sim (D_c - 1)$ の関係として成り立っていることを見つけ、更にこの関係式を、次元解析を用いて理論的に説明することに成功した。また、フラクタルを示す粒界とそれを近似的に囲む円もしくは楕円との交点の分布を $D_c - 1$ が意味することから変形にかかる差応力と交点の総数との間に相関があると推測した。さらに、 Z 値と組織のフラクタル次元との間に認められる関係式は、天然の再結晶石英岩中の石英粒の形状から歪み速度を求める有用な方法として提案されている。

動的再結晶をうけた石英粒界がフラクタル特性を示す物理的メカニズムは未解決である。そのため、フラクタル特性をもつ石英の動的再結晶メカニズムを今後明らかにすることが求められている。