

曲率分布によるセレイト粒界の定量的表現

Curvature distributions of serrated grain boundaries

西川 治[1], 佐伯 和人[2]

Osamu Nishikawa[1], Kazuto Saiki[2]

[1] 岡大固体地球, [2] 秋田大・工学資源・研究施設

[1] ISEI, [2] Research Inst. Materials and Resources, Akita Univ.

金属・造岩鉱物を問わず、転位クリープで多結晶体が変形するとそれに伴ってセレイト(鋸歯状化)した粒界が発達する。これまでセレイト粒界をフラクタル次元やパワースペクトルによつての定量的に表現する方法が試みられてきた。しかし、これらの粒界形状解析は、形の複雑さを定量化するにとどまり、セレイションの発達機構や粒界でおきている現象の理解につながる特徴を抽出できなかった。本講演では、畑川マイクロナイトに発達する石英多結晶体を用いて、セレイト粒界の特徴が曲率分布による定量的表現によつて上手く捉えられることを示す。さらに得られた曲率分布をもとに粒界形状の支配要因と粒界移動方向を議論する。

曲率の計測手順としては、先づ粒界の薄片写真を2値化し、粒界をオートトレースする。次にCpro (Curvature profiler)ソフトウェア (Saiki, 1997) を用いて、滑らかな粒界トレースを得るために画素数の間引きをした後スプライン補間を行い、トレース上に等間隔に打たれた点における曲率を計算する。ここで、対象粒子の外向きに凸の場合を正の曲率と定義する。

セレイト粒界は、粒内に発達したサブグレイン境界の平均方位差が10度近くに達するような、高歪粒子において顕著である。同一試料中の15個のセレイト粒界について曲率分布を求めた。セレイト粒界の曲率分布は、a) 全体に小さな曲率で構成され正負の曲率分布に違いはないものとb) 比較的小さな正の曲率が優勢である一方、絶対値の大きい負の曲率が飛び飛びに現れるものに分類された。負および正の曲率について、それぞれの平均値の絶対値A、標準偏差S、および出現頻度Nを求め、両者の比(-)/(+)をとつてプロットしてやると、Aの比とSの比は1以上、Nの比は1以下の値をとる傾向が認められた。すなわち、粒界a)の特徴をもつものは、いずれの特性値も1付近にプロットされ、粒界b)の特徴が強く現れるに従つて1から遠く離れた値をとる。また、Nの比に対してAの比とSの比は、ともに負の相関がある。以上の曲率分布の傾向は、セレイト粒界は、高歪粒子の内側に向かう鋭いカスプと外側に凸の緩やかな曲線という共通した形状の方向依存性をもっていることを意味する。また、粒界セレイションの頂点の間隔を測定したところ、粒子内に発達するサブグレインサイズに近い値をとるものが卓越することが明らかになった。

Read and Shockley (1950)の対称低傾角粒界のエネルギー公式によれば、粒界エネルギーは粒界の両側における格子の方位差が拡大するに伴つて増大し、ほぼ10度を越えた付近で最大となる。このことを考慮して曲率分布を解釈すると、高歪粒子に顕著なセレイト粒界は、粒子内に発達したサブグレイン境界の方位差と間隔に支配されていると結論される。また、セレイションの形状は粒界の移動方向に対する方向依存性をもつといえる。