

低温領域における石英の変形挙動と微細組織

Deformation behaviors and microstructures in quartz deformed under low temperature condition

西川 治 [1]

Osamu Nishikawa [1]

[1] 東北大・理・地質

[1] Inst. Geol. and Pal., Tohoku Univ.

低温領域で変形した石英の微細構造を光学及び透過型電子顕微鏡を用いて観察した。その結果、石英粒はきわめて異方的な挙動を示すこと、準緑色片岩相程度の変形条件であっても、回復を示す組織が普遍的に見られることがわかった。さらに、異方性をもつ結晶の力学挙動を検討し、石英粒に発達したキンクバンドの形態が多結晶体の歪み硬化現象や変形応力レベルの指標になることを示した。

石英の塑性変形領域の上部は内陸性地震の震源深度（10-15 km）と重なる。従って、石英の低温変形挙動の理解は、地震の発震機構や震源領域の物理過程の解明といった見地からも非常に重要である。低温（-高歪速度）下の結晶の変形は一般にすべり系が限定されるためきわめて異方的である。また、拡散速度が十分速くないために、動的再結晶等の回復過程が効果的に働かず、しばしば著しい歪み硬化に至る。

本研究では、まず、石英の低温変形の実態を明らかにするために、光学ならびに透過型電子顕微鏡（TEM: 広島大学理学部のJEOL JEM-2000EX）を用いて微細構造を観察した。試料として使用したのは、四国山地中央部三波川帯および秩父北帯中に発達する弱変形した石英脈である。石英中の流体包有物の均質化温度は 250 度前後であり、低温変形したと考えられる。石英中に発達している変形微細構造は、変形ラメラ、キンクバンドおよび動的再結晶組織で、これらの発達状態と重複関係が変形組織のパラエティーを作っていることがわかった。キンクバンドには、幅が非常に狭く境界部で鋭く屈曲する共役型（タイプⅠ）と幅広い単斜型（タイプⅡ）が認められる。動的再結晶を起こしている試料は一部にしか認められないが、TEM 観察の結果、再結晶を起こしていない試料においても回復を示唆する転位壁が発達し、粒径 1-2 マイクロメートルのサブグレインが形成されていることがわかった。現在、さらに低温領域で変形したと思われる試料についても微細構造の観察をおこなっている。

次に、石英の異方的性質から推定される多結晶体の力学挙動を検討した。異方性が強い物質の変形応力や座屈形態の変化パターンは、Honea and Johnson (1976) や Nishikawa and Takeshita (1999) によって明らかにされている。彼らによると、キンクバンドの幅はすべり面の剪断強度に対し負の依存性を持つ。また、タイプⅠキンクバンド形成に必要な軸応力レベルはタイプⅡに比較して著しく高い。これらのことは、キンクバンドの幅や発達状態が変形応力レベルや多結晶体における歪硬化現象の指標になることを示している。今回扱った試料では硬化の機構としてキンクバンドの回転に伴う幾何学的歪硬化の寄与が大きい事がわかった。