

石英の線損傷～様々な核種の産状および研磨片作成時の切断面位置の違いに関するシミュレーション～

Radiation damage in quartz: Simulation for various occurrences of radionuclides with different sectioning

堀川 循正[1], 小室 光世[2]

Yoshitada Horikawa[1], Kosei Komuro[2]

[1] 筑波大・地球, [2] 筑波大・地球科学

[1] Geoscience, Tsukuba Univ, [2] Geoscience, Tsukuba Univ

放射性鉱物と共存する石英をカソードルミネッセンス (CL) で観察すると、放射性鉱物と接する付近に幅数十 μm 程の色調の薄い部分が見られる。その幅が石英中における粒子の理論的飛程と一致することから、黒雲母の多色性ハ口と同様、粒子による放射線損傷部 (ダメージハ口) と考えられる (Smith and Stensrom, 1965; Owen, 1988)。ハ口は線量と密接に関係しているため、ハ口の解析を行くことで、天然の石英中のハ口から照射量を見積もることが可能である。このことは、ハ口が核種の固定された時代や壊変期間を知る上で 'ものさし' として応用可能であることを意味している。本研究では、実際に天然試料中の石英のハ口から照射量を見積もる上で重要な以下のことからを行った。まず、核種の空間分布の違いが、放射線損傷に及ぼす影響を評価するため、天然の核種の産状をモデル化し、各モデルが石英に与える比電離 (物質中を通過する際の単位距離あたり生成電子対数) の分布についてシミュレーションを行った。その結果、周辺の核種の濃度や壊変期間に加え、空間分布パターンが大きく影響することが判明し、ハ口の解析には空間分布のわかっている試料を用いなければならないことがわかった。次に、実際に CL 測定を行うためには、試料を薄片にしなければならないが、薄片化はオリジナルの空間分布情報の損失をもたらし、その上、断面の位置によって、見かけ上ハ口幅や比電離の分布が異なってくる。そこで、火成岩中に見られる球状の線源を対象に、線源の様々な三次元サイズ (真の半径; R) およびそれらの切断面の半径 (見かけ上の半径; r) の組み合わせを想定し、各切断面上における石英の比電離の分布をシミュレーションした。その結果、 R は、 r と石英表面から $1\mu\text{m}$ 部分と $20\mu\text{m}$ 部分の強度比 (D_{20}/D_1) の座標上で固有の組み合わせとしてプロットされることがわかった。このことは、線源の空間分布が球状の場合、薄片化後の限られた空間分布の情報からでも、 r と D_{20}/D_1 を測定すれば、オリジナルの三次元空間分布を復元でき、それを考慮したハ口解析が可能であることを意味する。因みに、砂岩型ウラン鉱床の鉱石に見られるように、線源が比較的一様に広がる空間分布の場合は、薄片化の影響をほとんど考えずにハ口解析を行うことが可能である。

現段階では、薄片上で核種の壊変期間や濃度と対応させた放射線損傷解析が可能な線源分布形態は、碎屑粒子のマトリックス中に一様に核種が分布する砂岩型ウラン鉱床の鉱石、および、ほぼ球状とみなせる核種の分布 (ジルコン等の副鉱物) を伴う火成岩などに限られている。しかし、その他の様々な核種の産状についても、上記のような検討を蓄積すれば有意な CL ハ口解析が可能となる。