

氏名(本籍)	ほり　　かわ　　よし　　ただ 堀　川　循　正(山　口　県)
学位の種類	博　士(理　学)
学位記番号	博　甲　第　2874　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	地球科学研究科
学位論文題目	Cathodoluminescence Geodosimetry : Its Development and Application (カソードルミネッセンス地質線量計：その開発と応用)
主査	筑波大学教授　　理学博士　　梶原良道
副査	筑波大学教授　　理学博士　　小川勇二郎
副査	筑波大学助教授　理学博士　　中野孝教
副査	筑波大学講師　　理学博士　　小室光世

論　文　の　内　容　の　要　旨

岩石中の放射性核種は周囲の鉱物に放射線損傷を与える。放射線損傷から線量を正当に評価できれば、過去の放射性核種の挙動について、溶脱除去を含め、直接的な情報を提供する新たな手法である地質線量計となる。本論文は、放射性鉱物と接する石英をカソードルミネッセンス(CL)法で観察した際に認められる色調の異なる発光を呈する30～40 μ m程度のハロ(CLハロ)を地質線量計として確立するための理論的、実験的基礎研究及び天然ウラン鉱石への応用研究の成果をまとめたもので、以下のように要約できる。

1. 石英のCL発光は微弱な上、電子線の電流、電圧、ビーム照射面積などで変化し、電子線照射に伴う経時変化が顕著である。測定条件に関する基礎的な検討を行い、試料に顕著な電子線のダメージを伴わず、経時変化の影響を抑え、CLハロをより高分解能で観察、測定できる測定条件を確立した。
2. CLハロはその幅が α 粒子の石英中の飛程と一致することから、放射性鉱物から放出された α 粒子による放射線損傷を考えられているが、実験的な検討は行われていない。 α 線照射を模擬したHe⁺イオン照射後の人工および天然石英のCL観察、測定を行い、CLハロが形成されていること、CLハロの幅は照射したイオンの理論的飛程と一致すること、CLハロの発光強度の深度分布はブラッグ曲線と良く一致することを明らかにした。このことから、CLハロが α 粒子による放射線損傷であることを初めて実験的に実証した。
3. CLハロ形成のしきい値は、人工石英では、CLハロは 2.7×10^{-5} C/cm²以上の線量で認められることを明らかにした。また、人工石英と天然石英のそれぞれについて、He⁺イオン照射量が増加するとCLハロの発光が強くなる関係から、線量計としての近似式を明らかにした。発光の照射量に対する変化量は、異なる起源の石英では異なることを明らかにした。
4. 天然の様々な産状の放射性核種に伴われる石英中の放射線損傷を解析するため、産状をモデル化し、放射線損傷の計算を行ったところ、核種の濃度と存在期間に加え、産状の違いが明確に放射線損傷の強度の分布に影響することを定量的に明らかにした。2 μ mよりも大きな放射性鉱物に伴われる放射線損傷は、石英の表面から内部にかけて減少することを明らかにした。
5. 砂岩型ウラン鉱床のジンバブエ国カニヤンバ鉱床(約250Ma)と東濃鉱床(約10Ma)のCLハロを記載、測定したところ、石英表面から内部に向けてCLハロの発光強度は一般的に下がる傾向が認められ、相当する放射性核種分布モデルの計算と一致することを明らかにした。また、CLハロの発光は、放射性核種の濃度が高いほ

ど強く、両鉱床を同じウラン濃度で比べた場合では、時代の古いカニヤンバウラン鉱床が新しい東濃ウラン鉱床よりも明るい発光であることを明らかにした。線量計の近似式より求めた両鉱床の年代のオーダーは、これまで推定されていたものと同じであることを明らかにした。

審査の結果の要旨

地質体中の放射性核種の挙動を把握することは、地球化学のみならず、ウラン鉱床の成因や保存の解明といった鉱床学、さらには放射性廃棄物地層処分の安全性評価においても重要な課題である。天然地質体では放射性核種が溶脱除去される場合もあり、除去されたものは既存の同位体や放射平衡の分析では解析できないため、これらを把握できる新しい手法の開発、適用が切望されていたが、開発や研究はほとんどなされてこなかった。本研究は、放射性鉱物と接する石英をカソードルミネッセンス (CL) 法で観察した際に認められる色調の異なる発光を呈する 30～40 μ m 程度のハロ (CLハロ) を、溶脱除去を含めた核種挙動解析に有効な地質線量計として確立するため、石英のCL測定方法の確立、Heイオン照射試料のCL測定、放射性損傷への放射性核種分布の影響評価モデル計算などの基礎研究を行い、天然ウラン鉱石へ応用したものである。理論、実験ならびに天然試料の測定よりCLハロの特性を解明し、CLハロを初めて実験で形成することに成功している。また、いくつかの石英について照射量とCLハロの発光強度の関係から初めて線量計の近似式を導くことに成功しており、CL地質線量計についての初めての本格的かつ総括的論文として高く評価ができる。

本研究を通して、申請者は化学分析、表面分析、照射実験に精通し、新しい地球化学的解析手法を開発、評価する素養、地質体中の放射性核種の挙動を総合的に解析する能力、社会のニーズに適用できる柔軟な発想を身につけるまでに至った。本研究の遂行は、本人の絶えざる努力と向上心の結果なされたものであり、高度な地球科学的素養と地球化学分析技術を兼ね備えた研究者および教育者として、今後の更なる発展を期待できるものと高く評価できる。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。