フィッション・トラック　ニュースレター　第27号　14-16　2014年

方解石の熱ルミネセンス特性

小形　学*・長谷部徳子*・福士圭介*・藤井直樹**・山川　稔**・
佐藤　努***・伊藤一充****

Thermoluminescence property of calcite

Manabu Ogata*, Noriko Hasebe*, Keisuke Fukushi*, Naoki Fujii**,
Minoru Yamakawa**, Tsutomu Sato*** and Kazumi Ito****

*　金沢大学，Kanazawa University
**　原環センター，RWMC
*** 北海道大学，Hokkaido University
****産業技術総合研究所，AIST

はじめに

方解石の熱ルミネセンス年代測定は,１）方解石は地球上に普遍的に存在する,２）方解石熱ルミネセンスは石英熱ルミネセンスと比較し大きな発光を示すため若年代試料への適用可能性が高い,という利点から第四紀層研究において重要視されている.しかし方解石熱ルミネセンスは石英熱ルミネセンスに比べ基礎的な理解が不十分な点が多く，近年では年代測定に用いられる例は少ない．例えば,石英ではX線と自然放射線（β,γ線）間に放射線量に対するルミネセンス量の差はないことが示されている(Yawata et al., 2007)が，方解石においては未解明である.また,方解石熱ルミネセンス特性は微量元素濃度に強く依存することが報告されている(Townsend et al., 1994)が，各放射線に対する方解石熱ルミネセンス特性の差については考慮されていない.

本研究では,方解石熱ルミネセンス年代測定法の精度・確度を向上させることを目的とし,微量元素濃度の異なる様々な方解石（フィリピン，モンゴル，合成方解石）を用い次の未解明点の調査を行った;ｉ）方解石の熱ルミネセンス特性の差異の有無,ii）ルミネセンス特性の放射線に対する差異の有無と微量元素濃度の関係.

測定

ｉ）方解石の熱ルミネセンス特性

複数の方解石にX線,α線,β線,γ線を任意量照射し，熱ルミネセンス測定を行う事で，各方解石熱ルミネセンス特性（発光量，発光ピーク温度）を測定,比較した.またその特性と微量元素濃度の関係を調べた.

ii）微量元素濃度と自然放射線とX線

再現放射線として利用されるX線と，天然での各自然放射線に対する熱ルミネセンス感度（発光効率）の違いを明らかにし，かつ，その特性と微量元素濃度の関係を調べるために，微量元素濃度の異なる複数の方解石試料にα,β,γ線照射を行い,再現放射線にX線を使用するsingle-aliquot-regenerative-dose (SAR)法(Murray and Wintle, 2000)で測定を行った．また同時に発光量と不純物濃度との関係も調べた.

結果と考察

ｉ)方解石の熱ルミネセンス特性

各方解石試料の熱ルミネセンス特性はそれぞれ異なっている(図1)．ほとんどの方解石熱ルミネセンスは共通して，100℃と

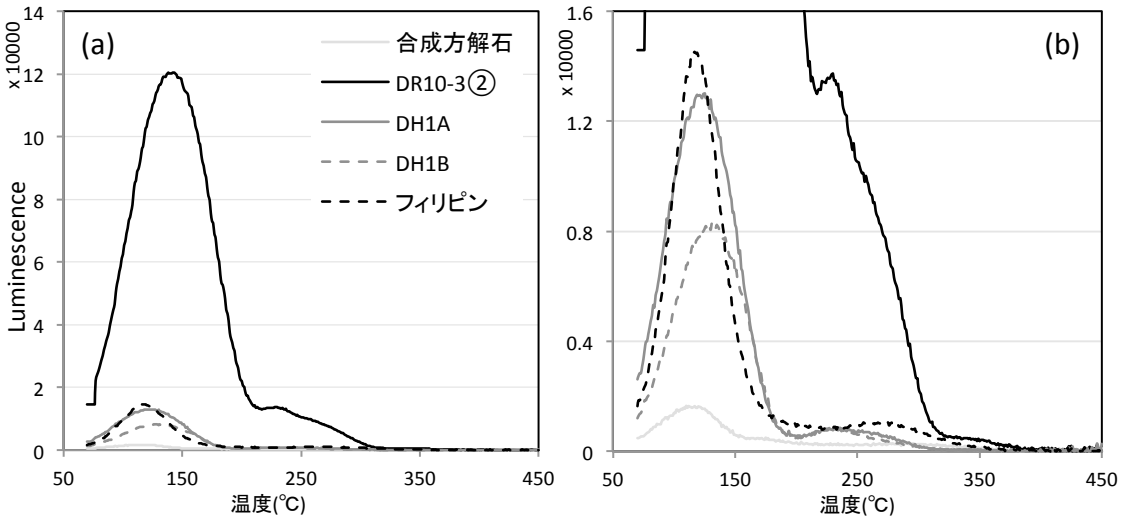

図１．(a)各方解石試料の熱ルミネセンス量.(b)(a)の拡大図.

230℃に発光ピークを示すが,フィリピン方解石は230℃ではなく，260℃にピークを示す．この原因として不純物濃度や結晶構造の差等が考えられ,さらなる調査が必要である．

ⅱ) 微量元素濃度と自然放射能とX線

X線に対するα,β,γ線のルミネセンス効率をa-x-value,b-x-value,c-x-valueとした．各方解石試料の自然放射線に起因するルミネセンス効率はb-valueとc-valueでは1，つまり同等とされ(Yawata et al., 2007)，それに対してa-valueは0.09-0.55 (Debenham and Aitken, 1984) とされた従来の報告とは異なり，a-x-valueでは0.08-0.8,b-x-valueで0.05-0.71，c-x-valueで0.27-0.95の値を示した(図2)．微量元素のうち,自然放射線ルミネセンス効率と相関を示したものはMg，Mn，Fe，Srであった．またFe濃度は発光量と逆相関を示すことから，Feにはクエンチャーの効果を持つことが考えられる．Fe濃度は方解石熱ルミネセンス特性に影響を与える重要な要因だと考えられる．

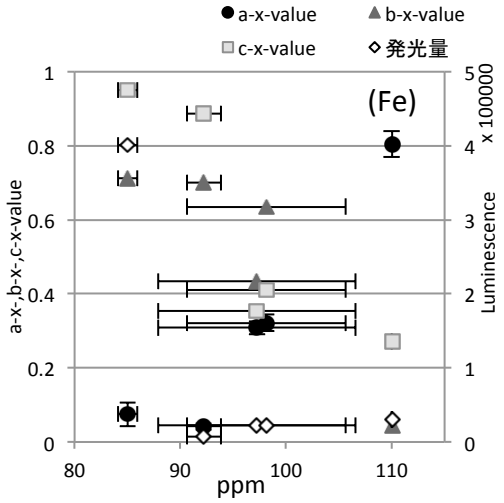

図2．方解石熱ルミネセンス特性とFe濃度.

結論

方解石熱ルミネセンスは微量元素濃度(FeやMg，Mn)に依存することが明らかになった．方解石の熱ルミネセンス年代測定において，X線による検量線と自然放射線による実効線量の関係は非常に重要であるため，より正確な熱ルミネセンス年代を得るために，測定試料毎にa-x-value,b-x-value,c-x-valueを評価･考慮して年代を算出する必要がある．

謝辞

本報告は経済産業省の委託事業「放射性廃棄物重要基礎技術研究調査」により実施した研究成果の一部である.またLA-ICP-MS

測定の際には荒井章司教授,田村明弘氏にご協力いただいた．記して感謝する．

文献

Debenham, N.C. & Aitken, M.J. (1984) Thermoluminescence dating of stalagmitic calcite. Archaeometry 26, 2, 155-170.

Murray, A.S. & Wintle, A.G. (2000) Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. Radiation Measurements, 32, 57-73.

Townsend, P.D., Luff, B.J. & Wood, R.A. (1994) Mn^{2+} transitions in the TL emission spectra of calcite. Radiation Measurement, 23, 433-440.

Yawata, T., Hashimoto, T., Takeushi, T. & Hong, D.G. (2007) Optimal conditions of X-ray irradiation for accurate equivalent dose determination. Nuclear Instruments and Methods in Physics research B, 258, 375-380.