

熱ルミネッセンス (TL) の複数波長領域の同時観察による線量依存性の検討

Examination of dose dependence for quartz-TL using automated reader with four optical paths

*下岡 順直¹、山本 順司²、三好 雅也³、小畑 直也⁴、長友 恒人⁵

*Yorinao Shitaoka¹, Junji Yamamoto², Masaya Miyoshi³, Naoya Obata⁴, Tsuneto Nagatomo⁵

1.立正大学地球環境科学部環境システム学科、2.北海道大学総合博物館、3.福井大学教育地域科学部、4.(株) 蒜山地質年代学研究所、5.奈良教育大学

1.Department of Environment System, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University,

2.Hokkaido University, 3.University of Fukui, 4.Hiruzen Institute for Geology and Chronology Co., Ltd., 5.Nara University of Education

熱ルミネッセンス (TL) の発光波長は、熱刺激によって電子捕獲中心から励起された電子がどのエネルギー準位の正孔中心と再結合するか起因する。石英では複数の正孔中心が存在すると考えられるため、複数の波長領域でTL発光が起こっている。そのため、石英のTLを用いた年代測定では、蓄積線量評価に適した発光波長を選択することが重要である。理想的には、直線性な線量依存性が得られる波長を選択することが良く

(Nagatomo *et al.*, 1999)、相対的に単純な線量依存性を示す発光波長領域を選択することが求められる。しかし、そのためには、試料の量や実験に要する時間などの制約がかかる。そこで、複数の波長領域のTLデータを一度に得ることで、波長領域の選択を容易にした装置がNUE-05-OSLTL (Shitaoka, 2015) である。これまでも、テフラのTL測定などにおいて、発光波長の選択に有効性を示してきた (下岡ほか、2013)。

今回、地熱活動が活発な別府地域の鬼箕玄武岩から抽出した石英について、TLの線量依存性を観察した。鬼箕玄武岩には、捕獲された石英鉱物が最大0.6 vol%含有されている (太田ほか、1992)。その石英を抽出して測定に供した。

TL測定は、NUE-05-OSLTL を用い、窒素雰囲気中で昇温速度5°C/秒で室温から400°Cまで連続昇温法で行った。検出する波長は、300~390 nm、390~590 nm、570~700 nm、350~700 nm (すべて半値幅) である。

ポスターでは、それぞれの波長領域で見積もった線量依存性について紹介する。

キーワード：熱ルミネッセンス、線量依存性、直線性、石英、鬼箕玄武岩

Keywords: Thermoluminescence, dose dependence, linearity, quartz, Oninomi lava

合成方解石を用いた α , β , γ , X線に対する熱ルミネッセンス特性研究

Measurement of thermoluminescence efficiencies induced by alpha, beta, gamma and X-ray using synthetic calcite

*小形 学¹、長谷部 徳子²、福土 圭介²、藤井 直樹³、山川 稔³、佐藤 努⁴

*Manabu Ogata¹, Noriko Hasebe², Keisuke Fukushi², Naoki Fujii³, Minoru Yamakawa³, Tsutomu Sato⁴

1.金沢大学大学院自然科学研究科、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.原子力環境整備促進・資金管理センター、4.北海道大学 大学院工学研究院

1.Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 3.radioactive Waste Management Funding and Research Center, 4.Faculty of Engineering, Hokkaido University

方解石熱ルミネッセンスは石英と比較し、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。主な問題としては方解石熱ルミネッセンス特性と不純物濃度の関係について理解が進んでいないことが挙げられる。方解石熱ルミネッセンス特性は不純物濃度に強く依存することが報告されているが、それらの定量的な関係や、放射線の違いによる熱ルミネッセンス特性の差については考慮されていない。

これまでに、天然炭酸塩を用い、化学組成を測定するとともに、各種放射線(α 線, β 線, γ 線, X線)によるルミネッセンス形成効率を調査した結果、Mg, Mn, Fe濃度が発光特性に大きく寄与を与える可能性が明らかになった。本研究では、方解石の不純物濃度と熱ルミネッセンス特性の関係を明らかにするために、微量元素濃度を調整した方解石を合成し、 α , β , γ , X線による熱ルミネッセンス特性を調べた。

本研究室では、検量線作成に用いる人工放射線としてX線を用いている。試料に α 線(^{241}Am), β 線(^{90}Sr)もしくは γ 線(^{60}Co)を照射した後、X線を用いたSAR法にて、等価線量を測定した。各放射線で与えた線量と測定した等価線量を比較してX線に対する各種放射線の熱ルミネッセンス発光効率(a-x-value, b-x-value, c-x-value)を求めた。

Mnを添加した試料のc-x-valueは、無添加試料(0.60)やMgのみを添加した試料(0.70)と比較し、0.12-0.40と低い値を示した。またMn濃度とc-x-valueが逆相関関係であることが明らかになった。MnとMg、またはMnとFeを添加した試料はMnのみを添加した試料と比較し、若干低い値を示したが、MgやFe濃度による差は見られなかった。これらの結果より、Mnはc-x-valueを低くする効果を持ち、MgやFeがc-x-valueに与える影響はMnに比べ無視できる程度であると考えられる。

本発表にて、a-x-value, b-x-valueの結果についても報告する。

キーワード：熱ルミネッセンス、方解石

Keywords: Thermoluminescence, Calcite

木津川流域の現河床堆積物とその周辺の基盤岩中に含まれる石英粒子のESR/TL特性

Characteristics of ESR and TL signals of quartz in the present river bed sediments and in possible source rocks around Kizu River

*島田 愛子¹、高田 将志²、豊田 新³、蛭川 清隆³

*Aiko Shimada¹, Masashi Takada², Shin Toyoda³, Kiyotaka Ninagawa³

1.株式会社 JEOL RESONANCE、2.奈良女子大学、3.岡山理科大学

1.JEOL RESONANCE Inc., 2.Nara Women's University, 3.Okayama University of Science

沖積平野や台地などは、主に河川による土砂の運搬と堆積作用で形成されており、その形成過程において地殻・地盤運動や海面変化の影響を受けている。河川に流れる水は、その周辺に分布する火成岩、風化した火成岩や堆積物などを削剥し、その碎屑物を運搬する。碎屑物は、河川により運搬され、その水流がゆるやかになると、それ以上動かなくなり、そこに堆積する。そのため、河床堆積物とその供給起源になりうる周辺の基盤岩などに含まれる石英を調べることで、その特性から供給起源を推定できる可能性がある。近年、電子スピン共鳴(ESR)法や熱ルミネッセンス(TL)法などを用いて堆積物の供給起源を検討する研究がなされている。例えば、風成塵中の石英粒子のESR信号は、その供給起源を推定する有用な指標として用いられている[1][2]。異なる起源の火成岩中の石英粒子のESR信号特性は、現河床堆積物の供給起源を推定するために利用できる可能性も示されている[3]。その他に、起源の異なる堆積物中の石英粒子の熱ルミネッセンスカラー画像(TLCI)の発光色を利用してそれらを識別する検討もされている[4][5]。

本研究では、木津川流域の現河床堆積物とその周辺に分布する基盤岩中の石英粒子のESR/TL信号から、現河床堆積物中に含まれている可能性のある基盤岩の混合割合や河川の合流による信号の変化について検討した。試料から抽出した石英粒子は、粒径120-250 μm に粉碎して揃えた後、2.5 kGyの γ 線の照射を行った。ESR信号は、ESR装置(JES-X320 : (株)JEOL RESONANCE製)を用いて測定し、それらの信号強度の違いについて検討した。TL信号は、時間分解分光計測システム(Time-Resolving Spectroscopy System)を用いて、0.5 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ にて昇温させながら、青色と赤色の波長領域を観測した。

結果、現河床堆積物中の石英粒子のESR/TL信号は、その起源となりうる基盤岩などの石英粒子の混合により、再現できる可能性が示された。

References:

- [1] Naruse, T., Ono, Y., Hirakawa, K., Okashita, M., Ikeya, M., 1997. Source areas of eolian dust quartz in East Asia: a tentative reconstruction of prevailing winds in isotope stage 2 using electron spin resonance. *Geogr. Rev. Jpn.* 70A-1, 15-27.
- [2] Toyoda, S., Naruse, T., 2002. Eolian Dust from Asia Deserts to Japanese Islands since the last Glacial Maximum: the Basis for the ESR Method, *J. Geomorph. Union.* 23-5, 811-820.
- [3] Shimada, A., Takada, M., Toyoda, S., 2013. Characteristics of ESR signals and TLCLs of quartz included in various source rocks and sediments in Japan: a clue to sediment provenance. *GEOCHRONOMETRIA.* 40(4), 334-340, DOI 10.2478/s13386-013-0111-z.
- [4] Hashimoto T, Koyanagi A, Yokosaka K, Hayashi Y and Sotobayashi T, 1986. Thermoluminescence color images from quartz of beach sands. *Geochemical journal* 20,111-118.
- [5] Ganzawa, Y., Watanabe, Y., Osanai, F., Hashimoto, T., 1997. TL color images from quartzes of loess and tephra in China and Japan, *Radiat. Meas.* 27, 383-388.

キーワード：熱ルミネッセンス、電子スピン共鳴、堆積物の供給起源、石英、河床堆積物

Keywords: thermoluminescence, Electron Spin Resonance, sediments provenance, quartz, river bed sediments

河成段丘堆積物のOSL年代測定と指標テフラ分析

OSL dating and tephra analysis of fluvial terrace sediments

*徳安 佳代子¹、田村 糸子¹、小松 哲也¹、安江 健一¹

*Kayoko Tokuyasu¹, Itoko Tamura¹, Tetsuya Komatsu¹, Kenichi Yasue¹

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. Japan Atomic Energy Agency

隆起や侵食に関連して生じる地質環境の長期変化を把握することは、高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価において重要である。10万年程度の隆起速度は、段丘面を基準面として、その比高や離水年代によって見積られる。OSL年代測定法は、堆積物に普遍的に存在する石英や長石に適用できるため、離水年代を決定するのに効果的な手法である。近年、欧州や豪州などの大陸で一般的に適用されているものの、日本での適用は少なく、特に河川堆積物のOSL法を用いた年代測定事例は限られている。そこで本研究では、日本における段丘堆積物中の石英を用いたOSL年代測定法を整備するため、堆積物に挟在する指標テフラとの関係性から、OSL法を用いた年代測定結果の妥当性と手法の有効性について検討する。試料は木曾川沿い及びその支流の付知川沿いの河成段丘堆積物から採取した。段丘堆積物は、葉理の発達した砂層及び二次堆積したと考えられる軽石層から構成されている。軽石層は、鉱物組成、火山ガラスや斑晶鉱物の屈折率及び主成分分析により、0n-Pm1テフラ（100ka；小林ほか，1967；竹本ほか，1987）であると同定された。これは、段丘堆積物が100ka以降に堆積したことを示している。堆積物試料から抽出した石英粒子を通常のSAR法（Murray and Wintle, 2000）で測定した結果、40～50kaの年代値が得られた。試料のOSL信号（減衰曲線）は、OSL年代測定に不適なmedium成分からなるため、年代値が低く見積られている可能性がある。そこで、年代測定に最適なfast成分を解析で抽出し、その信号を用いた蓄積線量について検討を行う。

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁委託事業「地層処分技術調査等事業（地質環境長期安定性評価確証技術開発）」の成果の一部である。

キーワード：光ルミネッセンス年代測定、河成段丘堆積物、御岳第1テフラ

Keywords: OSL dating, Fluvial terrace sediments, 0n-Pm1

霞ヶ浦西浦湖岸平野堆積物のルミネッセンス年代測定

Luminescence dating of lacustrine lowland sediments around Lake Kasumigaura

*羽田 一貴¹、伊藤 一充²、田村 亨²、山口 直文³

*Kazuki Haneta¹, Kazumi Ito², Toru Tamura², Naofumi Yamaguchi³

1.茨城大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター、3.茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター

1.Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2.Geological Survey of Japan, AIST, 3.Center for Water Environment Studies, Ibaraki University

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置する海跡湖であり、沿岸部に海水準変動に対応し形成したとされる湖岸平野が広がっている。海水準変動と関連する湖岸平野の地形発達史を研究することは、湖の古環境や気候変動を考える上で重要である。これまでの研究で地形的な特徴などから湖岸平野の形成史が検討されてきたが、絶対年代による議論が不十分であり、未解明な部分が多い。そこで、本研究では霞ヶ浦湖岸平野堆積物の光ルミネッセンス年代を求め、湖岸平野の形成、発達過程を解明することを試みた。

茨城県行方市五町田の湖岸平野において、湖岸-台地方向に側線をとって、ジオスライサーを用いて9地点のコア試料を得た。コアから厚さ5 cmの6試料を暗室内で採取し、ふるい、薬品処理により、粒径120-250 μm の石英と長石を抽出した。石英のOSL信号を測定したところ、年代測定に不向きな減衰速度の遅い成分が卓越することが明らかになった。そこで、長石のpost-IR IRSL (pIRIR) 年代測定法とIRSL年代測定法を用いて等価線量を求めることにした。測定の場合は、テストの結果からプレヒート温度とカットヒート温度が200°C、ホットIRブリーチが205°Cとした。pIRIRの測定温度は、先行研究において湖岸平野が縄文海進期以降に形成されたとされているため、若い年代で有効である比較的低温の170°Cとした。pIRIR₁₇₀のテストで、残存線量が約1 Gy以下、フェーディング率が0-1%前後になり、pIRIR₁₇₀が有効であることを確認した。一方で、IRSL₅₀のフェーディング率は、10%前後であった。

pIRIR₁₇₀およびIRSL₅₀の結果、ジオスライサーで採取された試料の深度が深くなるにつれて、等価線量が大きくなる傾向がみられた。pIRIR₁₇₀の等価線量は、台地側の一番深い1試料で約50 Gy、その他の5試料で1-15 Gy前後を示した。今後は、ICP-MSによる放射性核種濃度の定量から年間線量を求め、年代値を算出し、¹⁴C年代との比較検討を行う。

キーワード：光ルミネッセンス年代測定、pIRIR年代測定、霞ヶ浦、湖岸平野

Keywords: OSL dating, pIRIR dating, Kasumigaura, lacustrine lowland