

MIS028-01

会場:203

時間:5月25日 10:45-11:00

年代測定と地球惑星科学におけるルミネッセンスとESR Luminescence and ESR for dating and earth/planetary science

豊田 新^{1*}, 高田 将志²
Shin Toyoda^{1*}, Masashi Takada²

¹ 岡山理科大学理学部, ² 奈良女子大学文学部

¹Okayama University of Science, ²Nara Women's University

物性物理学的な測定手法である電子スピン共鳴 (E S R) や熱ルミネッセンス (T L) , 光刺激ルミネッセンス (O S L) , カソードルミネッセンス (C L) によって鉱物を分析することは比較的古くから行われてきた。しかし、それが地球科学的、惑星科学的な環境変動やイベントの定量的な評価に用いられることは必ずしも多くなかったと言えるだろう。 E S R は物質中の不対電子を検出する手法で、放射線によって生成した格子欠陥や、不純物に関連して生成した不対電子の状態を同定し、定量することができる。 T L , O S L は同様の原理で放射線によって生成し、不純物や格子欠陥にとらえられた電子 (trapped electron) が、熱や可視光による刺激によって再結合する際の発光を検出する。 E S R , T L , O S L のこれまでの主要な地球科学における応用は年代測定である。特に、 O S L 年代測定の発展はめざましく、放射性炭素法と並んで第四紀の主要な年代測定法の 1 つと既になっていると言えるであろう。これに対して、 E S R 年代測定法はカルサイト、アラゴナイト、ヒドロキシアパタイトではほぼその手法が確立したものの、地球科学的応用範囲の広い石英については問題点が多い。一方、 C L は電子線をあてた際の発光を観測する手法でこれも格子欠陥や不純物に関連した情報を得ることができる。これまで、元素分布や電子顕微鏡の形態観察ではわからないゾーニングがわかることから、ジルコンの年代測定の際のチェックなどに使われてきている。

これらの物性物理学的測定手法に共通するのは、格子欠陥や不純物というミクロで微量なものを検出できるという点である。この特性を生かすことにより、年代測定だけでなく、不純物量を指標とした物質の同定や、衝撃などのイベントの定量を行うことができることが見出され、応用が広がっている。講演では、年代測定法の原理、また現状、問題点のほか、こうした新しい応用の可能性についても概観する予定である。

キーワード: E S R , O S L , T L , C L , 年代測定, ルミネッセンス

Keywords: ESR, OSL, TL, CL, dating, luminescence

MIS028-02

会場:203

時間:5月25日 11:00-11:15

ESR法の地熱分野への適用と今後の展望 Use of ESR for study of geothermal activity

水垣 桂子^{1*}

Keiko Mizugaki^{1*}

¹産総研・地圏資源環境研究部門

¹AIST, GSJ

地熱分野は、年代測定のみならず熱史解明のため ESR 法が有効に活用できる分野のひとつである。適用のしかたによっては、地熱資源の探査・評価にとどまらず、放射性廃棄物地層処分等における熱影響の評価など、広く応用が可能である。

1. これまでの成果

(1) 熱水性石英脈群の ESR 年代測定を行った結果 (Mizugaki, 2002)

1) 年代値はややばらついたが系統性はなく、ばらつきの範囲内(約1万年)で一様に冷却した。ばらつきの原因は、石英脈に縞があるなど試料が不均質であることが考えられる。

2) 一部では年代値がほぼゼロになっており、ごく最近に再活動があったことを検出した。

(2) 熱水変質帯の変質岩に含まれる石英斑晶の ESR 年代測定を行った結果 (水垣, 2005)

1) 中央部の珪化帯の年代値はややばらついたが系統性はない。ばらつきの原因として、試料の不均質のほか、現在も一部で噴気・温泉活動があることから冷却過程自体が均一でなかった可能性が考えられる。

2) 周縁部の年代値は中央部よりも有意に古い、原岩よりはるかに若い。これは周縁部も熱の影響を受けているが程度は低かったことを示すと解釈できる。

3) 周縁部の中で1ヶ所だけ中央部と同じ若い年代を示すものがあり、リニアメント位置と一致することから、破砕帯内を選択的に熱水が流動して加熱により若返ったものと解釈できる。

以上の結果から、ESR 年代値は、精度にまだ問題が残っているものの、ほぼ最後の熱水活動が終息した年代を示すものと考えられる。また再活動や熱水通路の検出が可能である。

2. 今後の展望

石英を含む岩石の割れ目から高温泉が湧出している地点で、湧出点から離れる方向に系統的に試料を採取して測定を行えば、熱影響の到達距離と程度が定量的に評価できる。予察調査の結果を報告する予定である。

文献: Mizugaki(2002) *Advances in ESR Applications*, 18, 181-186; 水垣 (2005) 地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会 予稿集, G018P-023

キーワード: ESR, 電子スピン共鳴, 地熱, 熱水活動, 熱履歴

Keywords: ESR, electron spin resonance, geothermal activity, hydrothermal activity, thermal history

MIS028-03

会場:203

時間:5月25日 11:15-11:30

含水比との関係でみた OSL 年代測定値—日本列島で採取された堆積物試料を例に— Relationship between OSL ages and water contents in the case of Japanese sediments

高田 将志^{1*}

Masashi Takada^{1*}

¹ 奈良女子大学

¹Nara Women's University

There are a number of dating methods for Quaternary. Radiocarbon dating, for example, which can establish the time of formation of a wide range of organic materials, is predominant for late Quaternary ages, but for direct dating of the time of deposition of sediments the methods are relatively few (Aitken, 1998). The optically stimulated luminescence (OSL) dating (Huntley et al., 1985) is now used as an important tool for geoscientists concerned with sedimentary processes of the last million years or so, and also to some extent for archaeologists. It has been widely used for European, North American and Oceanian sediments. Though a number of OSL ages have been obtained from Indian and Chinese sediments in Asia also, OSL ages from Japanese sediments are not so many. In this study, the author reports several OSL ages of Japanese Quaternary sediments and compares them with sedimentary sequence and other estimated ages, to discuss the relationship between water contents and OSL ages.

Aitken, M. J. (1998): An introduction to optical dating. Oxford University Press.

Huntley, D. J., Godfrey-Smith, D. I. and Thewalt, M. L. (1985): Optical dating of sediments. *Nature*, 313, 105-107.

キーワード: OSL 年代測定, 含水比, 第四紀, 堆積物, 日本列島

Keywords: OSL dates, water content, Quaternary, sediments, the Japanese Archipelago

MIS028-04

会場:203

時間:5月25日 11:30-11:45

NaI シンチレーターを用いた放射線量サーベイロガー Radiation dosimetric survey logger with a NaI scintillator

山中 千博^{1*}, 谷口 明²

Chihiro Yamanaka^{1*}, Akira Taniguchi²

¹ 大阪大学大学院 理学研究科, ²EMF ジャパン株式会社

¹Graduate School of Science, Osaka Univ., ²EMF-JAPAN Co.,Ltd.

E S Rおよびルミネッセンス年代測定で重要となる年間線量率の推定では、1) TLD やアラニン線量計素子などを試料採取地点に埋設して、一定期間の線量を直接計測するか2) 試料採取地点の地層構造を調べ、土壌を採取し、研究室でU, Th, K 濃度を元素分析、あるいはGe 半導体ガンマ線分光器などで計測して計算で求める手法が一般的である。NaI シンチレーターは、軽量であり、Ge 分光器のように液体窒素の冷却が必要ない点で可搬型の放射線スペクトル測定装置として便利である。NaI シンチレーターを屋外で空間線量率の計測に使うことはすでに広く使われているが、特定のスペクトルに着目して、線量率を求め、線量測定サーベイメータロガーとして使うためには、スペクトルの unfolding によりラインを狭帯域化することと、機器の較正、および長時間の装置環境の安定性が必要である。この目的のために機器の整備とソフトウェアの開発を行い、満足できる結果を得たので報告する。

謝辞 放射線地学研究所 (RESL) 湊 進博士には多くの教示をいただき感謝申し上げます。

キーワード: 放射線線量測定, NaI, ロガー

Keywords: NaI scintillator, Radiation, Dosimetry, logger

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS028-05

会場:203

時間:5月25日 11:45-12:00

熱ルミネッセンスによるコンドライトの研究 Thermoluminescence Study of Chondrites

蜷川 清隆^{1*}, 松井祐倫¹, 笠根弘敏¹, 今栄直也², 小島秀康²

kiyotaka ninagawa^{1*}, Hironori Matsui¹, Hirotoishi Kasane¹, Naoya Imae², Hideyasu Kojima²

¹ 岡山理科大学, ² 国立極地研究所

¹Okayama University of Science, ²National Institute of Polar Research

英文アブストラクトを参照してください。

キーワード: 熱ルミネッセンス, コンドライト, サブタイプ, ペアリング

Keywords: Thermoluminescence, Chondrite, Subtype, Pairing

カソードルミネッセンス分光分析を用いた放射線により生成する斜長石中の構造欠陥の検出

Detection of radiation-induced defect center in plagioclase using cathodoluminescence spectroscopy

鹿山 雅裕^{1*}, 西戸 裕嗣¹, 豊田 新², 小室 光世³, 蜷川 清隆²

Masahiro Kayama^{1*}, Hirotsugu Nishido¹, Shin Toyoda², Kosei Komuro³, Kiyotaka Ninagawa²

¹ 岡山理科大学自然科学研究所, ² 岡山理科大学理学部応用物理学科, ³ 筑波大学生命環境科学研究科

¹Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci., ²Dept. Appl. Phys., Okayama Univ. Sci., ³Life Environment. Sci., Univ. Tsukuba

カソードルミネッセンス (Cathodoluminescence: CL) は物質に内在する構造欠陥を鋭敏に反映することから、石英の放射性ハロを観察する手段として CL の利用が図られている。一般に、CL により検出できる放射線損傷を CL ハロと呼ぶ。石英については放射線損傷に関する多くの CL 研究が報告されており、近年加速器を用いた He⁺ イオン照射により放射線が石英の CL に及ぼす影響を定量的に評価する試みがなされている。しかし、試料ごとに線量応答が異なるため、精度の高い地質線量計への応用には至っていない。

長石は希元素鉱物を包有することが多く、放射線損傷による変色域がしばしば視認できる。長石の CL は生成時の温度、圧力だけでなく放射線量にも依存することが知られており、そのため様々な分野において長石の CL を用いた地質線量計への応用が期待されている。しかし長石については、各種放射線により生成される構造欠陥の詳細は未だ解明されていない。そのため、本研究では長石を対象として線により生成する構造欠陥の生成効率を評価すべく、アルバイト、オリゴクレイス、アンデシンおよびアノーサイトの 4 つの斜長石に対して He⁺ イオンを照射し、同試料を CL 分光法ならびにラマン分光法により検討した。

測定には、Minas Gerais、Brazil 産のアルバイト (Or₁Ab₉₉)、愛知県稲武町産のオリゴクレイス (Or₂Ab₈₂An₁₆)、Be-troka, Madagascar 産のアンデシン (Or₁Ab₅₃An₄₆)、東京都三宅島産のアノーサイト (Ab₅An₉₅) の単結晶を用いた。日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所イオン照射研究施設のダンデム加速器を用いて各々 10 試料に対して線量の異なる (2.18 × 10⁻⁶ から 6.33 × 10⁻⁴ C/cm²) He⁺ イオンを照射した。照射条件は加速エネルギーを 4 MeV (²³⁸U 核種による線量を模擬)、ビーム電流 300 nA、照射領域 20 × 20 mm とした。CL スペクトル測定には、走査型電子顕微鏡 (JEOL: 5410LV) に回折格子型分光器 (Oxford: Mono CL2) を組み込んだ SEM-CL を用いた。得られた CL スペクトルは、標準光源を用い感度補正を行った。

CL スペクトル測定の結果、未照射の斜長石には共通して 350、420、560 および 700-740 nm 付近のスペクトルピークが認められた。350 nm のピークは Ce³⁺ 不純物中心に、420 nm は Ti⁴⁺ 不純物もしくは Al-O⁻-Al 欠陥中心に、560 nm は Mn²⁺ 不純物中心に、700-740 nm は Fe³⁺ 不純物中心に帰属される。同様のスペクトルピークは He⁺ イオンを照射した各斜長石試料においても検出されるものの、その発光強度は低い。また、照射線量が高い試料ほど、各スペクトルピークの発光強度は減少する。ラマン分光測定の結果、未照射の斜長石には共通して 505 cm⁻¹ 付近に顕著なピークが認められた。照射線量の増加に伴い、505 cm⁻¹ 付近のピーク強度は減少し、半値幅は増加する。このことから、He⁺ イオン照射により斜長石のフレームワーク構造の一部の結合が破断され、Ce³⁺、Ti⁴⁺、Mn²⁺ および Fe³⁺ 不純物の一部は発光中心として働かなくなると推察される。He⁺ イオンを照射したアルバイトおよびオリゴクレイスにおいてのみ 700 nm 付近に特徴的なスペクトルピークが検出される。照射線量の増加に伴い発光強度は増加することから、700 nm 付近にみられるスペクトルピークは He⁺ イオンの照射により生成された構造欠陥に帰属される。エネルギー単位で表した CL スペクトルにおいて、各スペクトルピークはガウスフィッティングにより 3.05、2.82、2.10、1.86、1.67 および 1.56 eV の 6 つの発光成分に波形分離される。このうち、1.86 eV の発光成分は He⁺ イオンを照射したアルバイトおよびオリゴクレイスにおいてのみ検出される。また、その積分強度は照射線量と正の相関関係を有する。Na に富む斜長石においてのみ検出されることから、1.86 eV の発光成分は O¹⁻/²⁷Al × ²³Na 中心に帰属される。この発光成分は希元素鉱物を包有する斜長石の CL スペクトルにおいても存在する。また、1.86 eV の発光強度は長石の化学組成、結晶構造、微少組織の存在に依存しないことから、CL 分光分析により O¹⁻/²⁷Al × ²³Na 中心の欠陥密度を定量的に評価することができ、地質線量計としての応用が期待される。

キーワード: カソードルミネッセンス, 斜長石, 放射線損傷, 構造欠陥, 放射性ハロ, 波形分離

Keywords: cathodoluminescence, plagioclase, radiation-induced defect center, radiation halo, deconvolution

MIS028-07

会場:203

時間:5月25日 12:15-12:30

アルカリ長石粒子のOSL強度測定を基に推定された信濃川河口周辺の海岸における砂の運搬過程

Coastal transportation process of sands presumed from OSL intensity of alkali feldspar around the Sinano river mouth

林崎 涼^{1*}, 白井正明¹

Ryo Hayashizaki^{1*}, Masaaki Shirai¹

¹ 首都大学東京・都市環境・地理

¹Tokyo Metropolitan University

海岸における砂の運搬過程を把握するにあたり、従来は海岸の地形変化や波の観測などから間接的に推定する方法や、海岸に存在する砂の粒度や鉱物割合などの砂自体の情報から直接的に推定する方法が採用されてきた。本研究では粒度分布や鉱物割合に加えて、近年の砂の運搬過程を評価できる可能性のあるアルカリ長石粒子の露光率という指標を用いて、1922年の大河津分水路の通水に伴い土砂の供給様式が大きく変化した信濃川河口周辺における砂の運搬過程を直接的に推定した。一般に砂粒子の運搬距離が長くなるに従い粒子が露光する機会が増える、従ってブリーチした粒子が増加すると考えられる。また、海岸侵食によって再移動した砂は、海岸に長時間堆積した場合OSL信号を発するまでエネルギーを蓄積し、その結果ブリーチした粒子が少なくなる可能性がある。

2009年9月から2010年5月の間に、信濃川本川の河口以西から大河津分水路河口の海岸にかけての砂浜の汀線付近において、表層から約5cmの部分に塩ビパイプを打ち込み試料を採取した。試料より粒径0.3~0.5mmのアルカリ長石粒子を抽出し、そのアルカリ長石の補正したOSL強度(LN/TN)を測定し、同一粒子を直射日光で露光させた後に再測定する(LB/TB)。LN/TNとLB/TBが一致する場合、その粒子は最近露光してブリーチした粒子と判別する。本研究では試料毎に36個以上のアルカリ長石粒子のOSL強度を測定し露光率を求めた。

研究地域における露光率と粒度組成・鉱物割合の分布から、信濃川の分水路である大河津分水路から供給された砂は、河口から北東に約23kmの四ツ郷屋浜まで運搬されていることが推定された。また、大河津分水路河口北側の野積海岸では、海岸侵食によって再移動した砂がどこに運搬されているかを推定することができた。

キーワード: 砂の運搬過程, OSL強度, アルカリ長石, 粒度分布, 海岸侵食, 大河津分水路

Keywords: transportation process of sands, OSL, alkali feldspar, grain size distribution, beach erosion, Ohkouzu Diversion Channel

MIS028-08

会場:203

時間:5月25日 12:30-12:45

石英粒子の ESR 信号特性と TLCI を用いた堆積物の供給起源推定 Study of ESR signals and TLICIs from natural quartz for sediment provenance

島田 愛子^{1*}, 高田 将志², 豊田 新³

Aiko Shimada^{1*}, Masashi Takada², Shin Toyoda³

¹ 日本電子株式会社, ² 奈良女子大学, ³ 岡山理科大学

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

はじめに

電子スピン共鳴 (ESR) 現象は、地形学や地質学など、地球惑星科学の関連分野において、主に第四紀の数値年代法に利用されている。石英を用いた ESR 年代測定の試みは、断層破砕物、テフラ、堆積物などで行われてきた [1]。

一方で、ESR 信号を同位体分析と同様な指標として用いた研究もされている。石英粒子から観測される E1' 中心信号強度は、風成塵などの堆積物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 [2]。火成岩中の石英粒子の Al、Ti-Li、E1' 中心信号強度は、堆積物の供給起源を推定するための手段の一つとして利用できることも示唆されている [3]。

河川は、様々な基盤地質の流域を含み、河川の運ぶ砕屑物は、供給源の異なる火成岩や風化した火成岩、近隣の堆積物などを巻き込んで堆積する。沖積平野や台地の形成作用の中心となるのは、河川による土砂の運搬堆積作用である。

本研究では、木津川と佐保川流域で採取した基盤岩と堆積物を用い、それらに含まれる石英粒子の複数の ESR 信号特性と TLCI を組み合わせることで、河川流域スケールでの細粒堆積物の供給起源推定法の確立を目指している。

ESR 測定

試料は、粒径 0.5-1mm の石英粒子を抽出し、2.5kGy の線照射して、ESR 信号強度の違いについて検討した。ESR 装置は日本電子製の TE-100 と FA200 を使用した。Al 中心と Ti-Li 中心信号強度は、マイクロ波出力 5mW、磁場変調 0.1mT とし、デュワを用いて液体窒素温度 (77K) で測定した。E1' 中心信号強度は、マイクロ波出力 0.01mW、磁場変調 0.1mT とし、常温で測定した。

TLCI 撮影

試料は、2.5kGy の線照射をした後、石英結晶の TLCI を撮影した。撮影された TLCI は、試料により明暗が異なるため、発光色が観察しやすいように、すべての TLCI に対し、Photoshop で同一のレベル補正を行う画像処理を行った。

結果

堆積物中の石英粒子の ESR 信号強度は、試料毎に明瞭に識別可能であることがわかった。この結果と TLCI の結果には相関がみられた。この 2 つの手法を組み合わせることにより、より詳細な堆積物の供給起源推定が可能であることが示唆された。

引用文献

[1]Ikeya, M., Miki, T. and Tanaka K., Dating of a fault by electron spin resonance on intrafault materials. Science, 1983, 215, 1392-1293.

[2]Toyoda, S. and Naruse, T., Eolian Dust from Asia Deserts to Japanese Island since the last Glacial Maximum: the Basis for the ESR Method, Japan Geomorphological union, 2002, 23-5, 811-820.

[3]Shimada, A. and Takada, M., Characteristics of Electron Spin Resonance (ESR) signals in quartz from igneous rock samples: a clue to sediment provenance. Annual Reports of Graduate School of Humanities and Sciences, 2007, 23, 187-195.

キーワード: 電子スピン共鳴, 熱ルミネッセンス, 石英粒子, 堆積物, 供給起源推定

Keywords: Electron Spin Resonance, Thermoluminescence, quartz grain, sediment, provenance