

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

¹ AIST, 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, Hirotohi 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

MIS028-06

会場:203

時間:5月25日 12:00-12:15

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

¹ Res. Inst. Nat. Sci., Okayama Univ. Sci., ² Dept. Appl. Phys., Okayama Univ. Sci., ³ Life 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説明されていない。そのため、本研究では長石を対象として α 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)、Beitroka, 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 α 線を模擬)、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 TLCIs 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、断層破碎物、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す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、河川の運ぶ碎屑物は、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 γ 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 γ 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

MIS028-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

フォルステライトにおけるカソードルミネッセンスの温度消光メカニズム Temperature quenching mechanism of cathodoluminescence in forsterite

西戸 裕嗣^{1*}, 遠藤 太郎¹, 蜷川 清隆², 鹿山 雅裕¹, Gucsik Arnold³

Hirotsugu Nishido^{1*}, Taro Endo¹, Kiyotaka Ninagawa², Masahiro Kayama¹, Arnold Gucsik³

¹ 岡山理科大学自然科学研究所, ² 岡山理科大学理学部, ³ マックスプランク研究所

¹ Okayama University of Science, ² Okayama University of Science, ³ Max Planck Institute

物質に電子線を照射した際に生じるカソードルミネッセンス (CL) は、物質に含まれる不純物元素や結晶に内在する構造欠陥を反映するため、他の分析手段では検出が困難な極微量の不純物元素の特定や構造欠陥の原因を解明する目的で地球科学や物質科学の分野で利用されている。カンラン石の CL は、主要構成成分である二価の Fe イオンがクエンチャーとして発光を妨げるため、Fo 端成分に近い組成をもつ試料にのみ認められる。近年、炭素質隕石に産するカンラン石の CL を用いて、コンドリュウルの成因や変質過程の解明する試みがなされている。しかし、ルミネッセンスに影響を与える大きな要因である試料温度がカンラン石の CL に及ぼす効果については全く明らかにされていない。今回、試料温度制御下でフォルステライトの CL スペクトル測定を行い、温度消光効果のメカニズムについて検討した。

測定に用いたフォルステライトは、Myanmar(Mogok)の玄武岩に産した単結晶 (Fo: 99.1)、Allende 隕石および Kaba 隕石のコンドリュールを構成する結晶粒子 (Fo: 99.7?99.8) である。CL スペクトル測定は、温度制御可能な試料ステージを装備した走査型電子顕微鏡 (JEOL: JSM-5410LV) に回折格子分光器 (Oxford: Mono CL2) を組み込んだ SEM-CL を使用した。温度制御は、窒素ガスによる冷却とヒーター加熱により -194 から 400 の温度範囲において可能である。加速電圧 15kV、照射電流 1nA、スキャンモード (倍率 × 1000) の条件で電子線を照射し、フォトンカウンティングにより -190 から 0 までの温度範囲において CL スペクトルを計測した。得られたスペクトルデータは、標準光源により感度補正を行った。

室温における CL スペクトルには、青色領域の 400 nm 付近および赤色領域の 650 nm 付近にブロードバンドピークが、さらに赤色領域に微小なショルダーピークをもち IR 領域へかけて強度を増す発光バンドが認められた。各々は構造欠陥、二価 Mn イオン、三価 Cr イオンおよび Cr イオン侵入により生成した構造不整からなる発光中心に帰属できる。低温下において、いずれの CL 発光ピークとも発光強度を増す。一般にルミネッセンスの発光強度は、試料温度の上昇に伴い減少する。この現象は温度消光効果と呼ばれ、温度増加に伴い非輻射遷移の確率が大きくなることに起因する。

温度消光効果を定量的に評価するため、エネルギー単位に変換したスペクトルピークをガウス関数により波形分離し各成分のエネルギー強度を求めた。構造欠陥による青色発光は 3.15 と 2.99 eV の二つの成分に分離された。Mn イオンおよび Cr イオンによる不純物中心による発光は各々 1.91 および 1.74 eV に中心エネルギーをもつ成分に決定された。Mott-Seitz モデルによる温度消光メカニズムに基づき消光過程の活性化エネルギーを求めた。測定により得られた各成分の積分強度を求め発光効率とし、 $1/T$ (T : 絶対温度) に対し Arrhenius プロットした。直線関係の得られた成分について、その傾きから求めた活性化エネルギーは、青色発光 (3.15 eV) : 0.08 ± 0.04 eV、青色発光 (2.99 eV) : 0.10 ± 0.05 eV、Mn 発光 (1.91 eV) : 0.01 ± 0.005 eV、Cr 発光 (1.74 eV) : 0.01 ± 0.02 eV である。構造欠陥に起因する青色発光の活性化エネルギーの値は、結晶構造における Si-O 結合の振動エネルギーに相当する。一方、不純物中心による発光の活性化エネルギーは、Mg-O 結合の振動エネルギーに合う。したがって、試料温度の上昇に伴いフォノンとしてこれら格子の振動へエネルギー伝達を行うことにより温度消光を示すと考えられる。

キーワード: フォルステライト, カソードルミネッセンス, 温度消光

Keywords: Forsterite, Cathodoluminescence, Temperature quenching

MIS028-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

Kaba 隕石 (CV3) に含まれるフォルステライトのカソードルミネッセンス Cathodoluminescence characterization of forsterite in Kaba meteorite (CV3)

遠藤 太郎^{1*}, Gucsik Arnold², 西戸 裕嗣¹, 蜷川 清隆³, 鹿山 雅裕¹

Taro Endo^{1*}, Arnold Gucsik², Hirotsugu Nishido¹, Kiyotaka Ninagawa³, Masahiro Kayama¹

¹ 岡山理科大学自然科学研究所, ² マックスプランク研究所, ³ 岡山理科大学理学部

¹ Okayama University of Science, ² Max Planck Institute, ³ Okayama University of Science

Kaba 隕石は、1857 年にハンガリー東部の Kaba 近郊で採取された落下目撃隕石である。この隕石は炭素質コンドライトの CV3 型に帰属され、熱・衝撃変成の程度の極めて低い非常に始原的な隕石である。種々のコンドリュール、CAI 粒子、アメーバ状のカンラン石集合体およびマトリックスなどからなる。コンドリュールなどを構成するカンラン石の化学組成は非常に幅広く、端成分に近いフォルステライトおよびファヤライトが共存する場合もある。フィロシリケイトの存在や変質を受けた鉱物の特徴からこの隕石が母天体において水性変質を受けたことが明らかにされている。

カソードルミネッセンス (CL) は、物質に電子線を照射した際に生じる発光現象である。これは、物質に含まれる不純物元素や結晶に内在する構造欠陥を反映するため、他の分析手段では検出が困難な極微量の不純物元素の特定や構造欠陥の原因を解明する目的で地球科学や物質科学の分野で利用されている。CL を用いた隕石の研究として、構成鉱物の CL から隕石の熱履歴や衝撃圧力を推定する試みがなされている。

本研究では、CL を用いて Kaba 隕石に含まれるカンラン石を鉱物化学的にキャラクタリゼーションし、隕石の受けた変成過程について考察した。

Kaba 隕石から研磨薄片を 2 つ作製し CL 測定に供した。カラー CL 画像は Luminoscope (ELM-3R) を用いて撮影した。高倍率の CL 画像観察および CL スペクトル測定は SEM-CL を使用した。SEM-CL は、走査型電子顕微鏡 (JEOL: JSM-5410) に Mini-CL 画像撮影検出器 (Gatan) および回折型分光器 (OXFORD: Mono CL2) を組みこんだシステムからなる。フォトンカウンティングにより CL スペクトルを計測し、得られたスペクトルデータは標準光源により感度補正を行った。カンラン石に含まれる不純物元素濃度は EPMA (JEOL: JXA-8900) により計測した。

コンドリュールを構成するカンラン石やマトリックス中に孤立して存在するカンラン石粒子のうち、鉄に乏しいフォルステライト (Fo: 99.2-99.7) は赤色の CL を発現するものが多い。これらの赤色発光するフォルステライトの中には、コアに青色発光を有する CL ゾーニングを示すものが多く存在する。CL スペクトル測定の結果、400nm、640nm および 800nm 付近を中心波長とする発光成分からなることが分かった。赤色領域の 640nm の発光は二価の Mn 不純物中心、800nm 付近の発光は三価の Cr が関与した不純物中心に帰属される。フォルステライト粒子のコアはピーク波長 400nm の青色発光が強く、一方リムは二価の Mn 不純物中心による赤色領域の発光が顕著である。EPMA による定量分析結果から、青色発光強度が大きいカンラン石粒子内部は Ca、Al、Ti の元素濃度が比較的高く、外縁部は Mn、Fe、Cr の元素濃度が高い。400nm 付近に中心波長を持つ青色領域のブロードなバンドピークは、Ti による不純物中心および Al または Ca が不純物元素として結晶内に存在することにより生成された構造欠陥による発光中心に起因すると考えられる。

カンラン石に認められる CL ゾーニングは主にカンラン石の結晶に内在する構造欠陥の量を反映している。Kaba 隕石は母天体において大規模な水質または熱水変質を受けており、また変成温度は 300 °C 以下であったと推定されている。内部の青色発光部分は生成時の構造欠陥を維持し CL に反映しており、カンラン石粒子が熱水交代作用を伴う水質変質によって外縁部から構造欠陥が解消され、CL ゾーニングとして観察されていると考えられる。同様に、メソスタシスを構成する長石鉱物にも熱水交代作用による構造欠陥 (O²⁺Al³⁺O) の解消も確認できた。

キーワード: Kaba 隕石, フォルステライト, カソードルミネッセンス

Keywords: Kaba meteorite, Forsterite, Cathodoluminescence

MIS028-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

海底熱水活動による熱水沈殿物の ESR 年代測定 ESR dating of barite in sulfide deposition formed by sea bottom hydrothermal activities

佐藤 文寛^{1*}, 豊田 新¹, Debabrata Banerjee¹, 内田 乃¹, 石橋 純一郎², 中井 俊一³, 賞雅 朝子³

Fumihiro Sato^{1*}, Shin Toyoda¹, Debabrata Banerjee¹, Ai Uchida¹, Jun-ichiro Ishibashi², Shun'ichi Nakai³, Asako Takamasa³

¹ 岡山理科大学, ² 九州大学, ³ 東京大学

¹Okayama University of Science, ²Kyusyu University, ³University of Tokyo

At the initial stage of studies on the seafloor hydrothermal activities, their temporal changes were not argued. However, their temporal changes, which are most probably controlled by geothermal conditions, is now an important issue in order to discuss its influence to the biosphere. For this purpose, new dating techniques are necessary, which are applied to hydrothermal minerals, in addition to conventional dating techniques.

Kasuya *et al.* (1991) pointed out the possibility of ESR (electron spin resonance) dating of barite (BaSO_4). Okumura *et al.* (2010) made the first practical application of this technique to the sea bottom hydrothermal barite where preliminary ages were obtained. However, in this paper, detailed discussion was not sufficient, such as the occurrence of barite included in sulfide chimney, contribution of each natural radiation from surrounding environment, optimum measurement conditions, and the stability of the signal.

In the present study, we investigated three basic issues on ESR dating of barite; (1) Optimum condition for ESR measurement (2) Thermal stability of the signal (3) Inhomogeneity of accumulated doses and dose rates.

Barite (BaSO_4) was extracted from hydrothermal chimney samples (220-E, 1354-R1, 903R7-2) taken from two sites at Okinawa Trough and at the Southern Mariana Trough. The radioactivity distribution of the chimney sample was observed in one sliced piece of chimney piece (903R7-2) to find that radioactivity is concentrated in barite with imaging plate after cutting into 13 blocks. About 2.0g of each block was crushed and was soaked in 12M hydrochloric acid. The beaker was covered with a watch glass and left for approximately 24 hours. Then, 13M nitric acid was added. Finally, after rinsing in distilled water, the sample was filtered and dried. Impurities were removed by handpicking. The extracted sample was examined by X-ray diffraction to confirm that the grains are pure barite. The dose rate was calculated assuming alpha and beta particles in an infinite system. We ignored the contribution of cosmic rays and considered the shape of the chimney about the gamma ray.

As a result, it was found that the signal of SO_3^- in barite starts to saturate at 0.01mW. Annealing experiments revealed that the signal is stable enough for age range of 10^2 - 10^3 , which are the values we obtained for present samples. The inhomogeneity of accumulated doses and of dose rates will be discussed in the presentation.

キーワード: 重晶石, 電子スピン共鳴, 年代測定, 海底熱水活動

Keywords: barite, electron spin resonance, dating, hydrothermal activities

MIS028-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

白山火山噴出物の熱ルミネッセンス年代測定 Thermoluminescence dating of Hakusan volcanic

中野 靖幸^{1*}, 長谷部 徳子¹, 伊藤 一充¹, 荒井 章司¹
yasuyuki nakano^{1*}, Noriko Hasebe¹, Kazumi Ito¹, Shoji Arai¹

¹ 金沢大学大学院自然科学研究科

¹ Kanazawa University Graduate school

火山の噴火は、地球の環境へ重大な影響をおよぼし、人間の経済活動も左右することから、火山噴火予知に関する研究に力が注がれている。噴火予知のための重要な要素の1つとして、マグマプロセスにおける諸々の事象の時系列を理解するために、過去の火山活動を年代学的に研究することが求められている。

石川県、福井県、岐阜県の県境に位置する白山火山では、地下にマグマだまりの存在が確認されており、将来の起こりうる噴火に警鐘を鳴らす火山性地震も報告されている(平松 2006)。白山火山は、加賀室火山、古白山火山、新白山火山、うぐいす平火山で構成され、各火山の噴出年代は主として K-Ar 法により決定されている(東野ほか 1984、酒寄ほか 1999、北原ほか 2006 など)。しかし加賀室火山以外の年代は K-Ar 法が適用できる年代範囲の中でも特に若く、他の年代測定法により多角的に年代を決定することは白山火山の噴出史を再構築するのに役立つはずである。本研究では、熱ルミネッセンス年代測定法の適用年代域が白山火山の噴出年代を知るのに適しているのにもかかわらずこれまで試されたことがないことに着目し、石英を抽出して年代決定を行い同火山下のマグマプロセスについて考察した。

古白山試料および新白山火山で年代決定を試みたが、新白山火山から採取した安山岩質溶岩では TL シグナルが小さいため、年代測定ができなかった。古白山火山から採取した 5 試料(安山岩 4 試料、デイサイト 1 試料)では TL 年代測定を行うことができた。その結果、本実験で算出した年代は、K-Ar 法により見積もられた古白山火山の噴出年代とよく一致し、デイサイト質岩石で約 60ka、安山岩質岩石では約 80ka?100ka であった。同じ古白山火山でも噴出活動は何度かに渡り起こっていたとおもわれる。同じ岩石試料を用いてジルコンの U-Th 年代が分析されており、これはジルコンの晶出年代、すなわちマグマだまりに存在していた時期を示すと思われるが、その年代値は粒子によってばらつきはあるものの、TL 年代(噴出年代)より約 30kyr 古い時期にピークが認められ活発な晶出が行われたことがうかがわれる。これらの年代値に基づき、古白山火山の噴出体系として、以下のような類推が可能である。なんらかの要因により安山岩質マグマが生成し、結晶晶出が始まり、95ka 前後に噴出した。その噴出時期はマグマだまりでの次の結晶晶出が盛んな時期と一致している。これらの結晶は次の噴火で地表にもたらされる。95ka 前後の噴出活動のあと、安山岩質マグマからデイサイト質マグマに変化し、それが 60ka 前後に以前に晶出した結晶を伴い噴出した。

今後は新白山火山の中でも古い時代に噴出したものや、デイサイト質岩石のように放射性元素濃度が高く年間線量が大いものに TL 年代測定を試み、より新しい時代にまで白山火山の活動史の構築をめざしたい。

MIS028-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

考古学編年研究に関連した過去 10 万年テフラの TL 年代測定 TL dating of marker tephra for 100 ka relevant to archeological chronology

下岡 順直^{1*}, 長友 恒人²

Yorinao Shitaoka^{1*}, Tsuneto Nagatomo²

¹ 京都大学地球熱学研究施設, ² 奈良教育大学

¹IGS, Kyoto University, ²Nara University of Education

日本の考古遺跡の年代決定には、指標となる火山灰（テフラ）年代からの推定がきわめて有効である。指標テフラの年代推定には、主として火山灰層序法と放射性炭素（C-14）年代測定法から多くのアプローチがなされてきた。しかし、指標テフラの数値年代データセットは揃っておらず、必ずしも考古学研究において指標テフラを鍵層とする編年研究が完成しているとはいえない。また、C-14 法とは原理が異なる手法を用いた暦年較正プログラムの検証も必要と考える。

今回、北関東、中国、南九州地方の火山を給源とする指標テフラの TL 年代測定を行った。TL 測定の試料採取は、より確度の高い年代を得るために、攪乱が少なく給源により近い一次堆積のテフラ堆積物が検出される露頭で行った。C-14 法はテフラ層に含まれる炭化材の年代などからテフラ年代を間接的に求める手法であるのに対して、テフラの TL 年代測定はテフラ中の鉱物を直接的に測定できることが大きな利点である。さらに、TL 法では暦年較正が不要なので、暦年較正プログラムの使用が必ずしも奨励されていない 20 ky BP (ky: 千年前) を超えるテフラや C-14 法適用限界をこえる第四紀テフラについても有効であり、同じ測定手法によって連続的に時間軸を作成できるなどの利点も挙げられる。

発表では、指標テフラの TL 年代測定結果と暦年較正 C-14 年代との比較について報告する。

キーワード: 指標テフラ, TL 年代測定, 考古学編年研究, 鍵層

Keywords: marker tephra, TL dating, Archeological chronology, key bed

MIS028-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

鳥取砂丘における OSL 年代測定の適用 Application of OSL dating to Tottori coastal dunes

田村 亨¹, 齋藤 有^{2*}, Mark D. Bateman³, 小玉 芳敬⁴, 松本 弾¹, 山口 直文¹, 渡辺 和明¹

Toru Tamura¹, Yu Saitoh^{2*}, Mark D. Bateman³, Yoshinori Kodama⁴, Dan Matsumoto¹, Naofumi Yamaguchi¹, Kazuaki Watanabe¹

¹ 産業技術総合研究所地質調査総合センター, ² 同志社大学, ³ シェフィールド大学国際乾燥地研究センター, ⁴ 鳥取大学地域学部

¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² Doshisha University, ³ SCIDR, University of Sheffield, ⁴ Tottori University

鳥取砂丘から採取された若い砂試料を例に, recuperation の高い石英試料から妥当な OSL 年代値を得るための簡易な手法について検討する。光刺激ルミネッセンス (OSL) 年代は, 過去数年から数十万年前の幅で, 様々な環境における地層の堆積時期を測定できる方法である。しかしながら, 火山岩起源の石英については, 堆積年代が過小評価されることが知られ, 深成岩起源の石英に対して, 標準的な石英 single aliquot regenerative dose (SAR) OSL 法の有効性は明らかではない。これが, 火山弧である日本列島において OSL 年代測定が盛んには適用されてこなかった一因といえる。

火山性石英の過小評価に対しては, OSL 信号に露光でリセットされない slow component が大きく, recuperation が高いことが原因とする指摘がある。また, 再生線量 0 Gy で観察される OSL 強度と自然の OSL 強度との比である recuperation は, 特に堆積年代が 500 年前未満で自然の OSL 信号が弱い試料において, 不都合な要素である。

鳥取砂丘において, 36 年前, 77 年前の地形図との対応から堆積年代を特定できる 10 点の若い試料に対し, 標準的な石英 SAR OSL 法を適用した。結果, 多くの年代が過小評価され, 中でも相対的に最も若い 2 試料については負の equivalent dose が見積もられた。これらの過小評価は recuperation が高いことが原因で, 10 試料全てで数十%以上であった。

Recuperation を抑えるには, OSL の減衰曲線において, バックグラウンドの OSL 強度を差し引くタイミングを早め, slow component の比率を抑える方法 (EBG 法) と, SAR 法の各サイクルの最後に preheat よりも若干高い熱を加えながら露光し slow component をリセットする 2 通りが考えられるが, 今回は測定が終了していたため, EBG 法のみを行った。ある 1 試料に対して 1.1 Gy での dose recovery test を行った結果, バックグラウンドのタイミングを測定開始 48 – 60 秒後から 7 – 19 秒後に早めることで, recuperation を問題がないとされる 5%程度に抑え, ほぼ 100%の equivalent dose を再現することができた。この EBG 法を上記の 10 試料に適用した結果, 1 試料で数年程度の過大評価があった以外は, 全ての試料で適当な年代値が得られた。鳥取砂丘に砂を供給する千代川の流域には, 火山岩, 深成岩の両方が分布している。鳥取砂丘の石英のルミネッセンス特性は, 火山岩石英の混入によるのか, あるいは深成岩石英の性質を反映しているのか, 現時点では不明である。しかし, 以上のような解析方法の修正や独立年代指標の利用により, 日本列島においても OSL 年代測定の適用範囲を広げることができると考えられる。

キーワード: 光刺激ルミネッセンス, 年代学, 第四紀, 海岸, 砂丘, 砂

Keywords: optically-stimulated luminescence, chronology, Quaternary, coast, dune, sand

MIS028-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

跡津川断層破砕帯試料の OSL 年代測定 OSL dating using fine quartz grains of Atotsugawa Fault

鷹澤 好博^{1*}

Yoshihiro Ganzawa^{1*}

¹ 北海道教育大学函館校

¹ Hakodate Campus Hokkaido Univ. of Edu.

1. はじめに

地震活動による破砕帯試料石英の OSL シグナルのリセットに注目して, 地震活動年代の評価を 2009 年から開始した. その最初の実用的な試みとして, 富山県南部に位置する跡津川断層西部地域の破砕帯試料石英 (最新活動時代, 安政 5 年 (1858 年) 飛越地震の震源断層) を用いて OSL 年代測定を行っている. 本実験では, SAR 法を用いた実験の現段階での概要を報告する.

2. 実験

年代測定装置は, MEDEC 社と共同開発したもので, 赤外線レーザーを用いた励起光 (波長 852nm) と受光波長 (320-380nm : DUG11 フィルター) で構成される. 実験に使用した石英粒径は 63-125, 125-250, 250-355, 355-500 μm に区分し, それぞれの粒径について, 1 アリコット 10 粒子の測定を行った. 異なる粒径を用いることで, 石英粒子の破砕程度による蓄積線量を比較し, 断層破砕帯試料の年代測定の違いを検証した.

3. 結果と考察

跡津川断層の最新活動時代 (1856 年) に基づけば, 試料採取地点の線量率が 1.68Gy/ka であるので, 理想蓄積線量値 (De) は約 0.26Gy と推定される. 全試料の測定年代分布は 0.1 ~ 0.2Gy に集中し, 次いで 0.1Gy 以下が多い. また, 粒径ごとの年代分布では 125-250 μm 粒子が理想 De 値に最も近い. この理由は現在のところ不明である. なお, 誤差は, 30%程度を見ておく必要がある. 年代測定装置の検出感度の上昇を図る必要があるが, 150 年程度の活断層石英から OSL シグナルを検出できた意義は大きい. 今後はさらに測定データ数を増加させるとともに, 跡津川断層東部試料石英の年代測定を行い, OSL 法の有効性を検証したい.

キーワード: OSL 年代, 活断層, 石英, SAR 法

Keywords: OSL dating, active fault, quartz grain, SAR method

MIS028-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

モンゴル・フブスグル湖細粒堆積物のルミネッセンス年代測定 Luminescence dating of fine grained sediments from Lake Hovsgol, Mongolia

伊藤 一充^{1*}, 長谷部 徳子¹, 柏谷 健二¹, 鷹澤 好博²

Kazumi Ito^{1*}, Noriko Hasebe¹, Kenji Kashiwaya¹, Yoshihiro Ganzawa²

¹ 金沢大学, ² 北海道教育大学

¹Kanazawa University, ²Hokkaido University of Education

Sediment core samples are recovered from the lake bottom, and meaningful proxy records to represent surrounding environment are obtained along its depth. To convert the depth profiles to the age profiles, the age model determination plays an important role. This study aims to develop the new luminescence dating technique for small amount of samples of lake sediments and the technique must supply ages easily and quickly to provide many dated horizons in a core sample. For indirect annual dose calculation, new pellet making procedures is examined, and then laser ablation - inductively coupled plasma - mass spectrometry (LA-ICP-MS) is applied to measure the concentrations of radioactive isotopes (^{87}Rb , ^{232}Th , ^{234}U and ^{238}U). To investigate that the red thermoluminescence (RTL) from inorganic carbonate is capable of giving a reliable estimate of accumulated (or equivalent) dose since its deposition on the lake floor, the present work compare the result from RTL considering the residual dose of calcium carbonate from Lake Hovsgol to that estimated from conventional fine-grained quartz optical stimulated luminescence (OSL). Both equivalent doses are concordant considering the error range in most samples except for some samples which have particular reason, such as low equivalent doses and existence of authigenic carbonate. The depth profiles given based on luminescence ages are concordant with the age model of the other core sample from Lake Hovsgol and analyzed core has the environmental information from late MIS 5 or early MIS 4 to LGM.

キーワード: 光励起ルミネッセンス, 赤色熱ルミネッセンス, 湖沼堆積物

Keywords: OSL, RTL, Lake sediments

MIS028-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

モンゴル・フブスグル湖堆積物の熱ルミネセンスカラー画像と古環境変動 Thermoluminescence color image and paleoenvironment change in sediments of Lake Hovsgol, Mongolia

稲垣 亜矢子¹, 長谷部 徳子^{2*}

Ayako Inagaki¹, Noriko Hasebe^{2*}

¹ 金沢大学自然科学研究科地球環境学専攻, ² 金沢大学環日本海域環境研究センター

¹NaturalSci.&Tech., KanazawaU., ²Nature&EnvironmentalTech., KanazawaU.

The seasonal climate differences in continental interior are very intense due to the heat balance. Lake Hovsgol in Bikal Rift Zone is located on high plateau of Mongolia and has a small water catchment, which make the lake sensitive to insolation. The sediments of Lake Hovsgol record paleoclimate change in good condition because it has only one outlet at its south end, Egiin river, without influence of human activity. East Eurasia continent including this area have unique geological formation, mainly which controls the climate and environment of here, so specific information of local climate change is needed for understanding the mechanism of climate change in the entirely supracrustal.

A lot of proxies in core samples (e.g. diatoms, mineral particle size, biogenic SiO₂, pollens, trace elements) have been used for reconstructing paleoclimate. In this study, thermoluminescence color image (TLCI) analysis is applied to continuous lake sediments core (HDP-04) and the validity as a new proxy is investigated.

TLCIs are recorded by digital camera and the images are converted into numerical information by using developed application. The color pixels are plotted on CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) chromaticity diagram and counted within a color zone for statistical color analyses. The diagram makes us understand the characteristic of TLCI visually.

TLCI analytical results for Lake Hovsgol sediments are ;

1) The emission intensities of TLCIs were different from sample to sample, though TLCIs showed poor reproducibility based on the large standard deviations of emission intensities on the same samples.

2) The emission intensity of TLCI and the amount of HCl-soluble-material showed similar fluctuation and the color pixel points on CIE chromaticity diagram fell in the same region with those for calcium carbonate from Darkhad basin.

3) The emission intensities of coarse samples were higher than that of fine samples.

4) A small number of color pixel points were found on blue-purple region apart from main cluster of pixels in the CIE diagrams of fine samples, however, we couldn't find the concrete evidence of presence of eolian dust fractions due to few samples analyzed.

5) The emission intensity seemed to have no relation with glaciation or insolation cycles except for several events, in which the emission intensity and the rate of red emission were decreased.

6) By spectrum analysis, the emission intensity shows cycles in connection with insolation as was found in HCl-soluble-material and grain size fluctuation.

The emission intensity does not fluctuate irregularly and must reflect amount of HCl-soluble-material and something else. More investigations of the factor having an influence on the emission intensities of TLCIs are needed. In addition, we must consider the most suitable color threshold on CIE chromaticity diagram for sample characterization. It is suggested that TLCI analysis will be valuable as a proxy of climate change in the future.

Keywords: thermoluminescence, Lake Hovsgol, paleoenvironment, HCl-soluble-material

MIS028-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

日本列島降下物中の石英の ESR 信号の特徴とその起源

Temporal change of the sources of aeolian dust delivered to East Asia revealed by ESR signals in quartz

山本 裕哉^{1*}, 豊田 新¹, 長島 佳菜², 磯崎裕子³, 多田 隆治³, 五十嵐 康人⁴

Yuya Yamamoto^{1*}, Shin Toyoda¹, Kana Nagashima², Isozaki Yuko³, Ryuji Tada³, Yasuhito Igarashi⁴

¹ 岡山理科大学, ² 海洋研究開発機構, ³ 東京大学大学院理学系研究科, ⁴ 気象研究所 環境・応用気象研究部

¹ Okayama University of Science, ² JAMSTEC, ³ The University of Tokyo, ⁴ Meteorological Research Institute

過去の気候変動を知るためにそれぞれの時代における大気循環システムの再現は重要な課題である。このために過去の風送塵が研究されてきた。風送塵とは風によって懸濁状態で運搬される細粒な粒子のことで、黄砂・風送塵ダストとも呼ばれる。主なものとして、サハラから偏東風で大西洋、オーストラリアから偏西風・偏東風で太平洋やインド洋、中国内陸部から偏西風で太平洋に運ばれるものが知られている。風送堆積物中の石英の E_1 '中心の信号強度によって示される酸素空孔量 (Toyoda and Ikeya, 1991) の測定から、最終氷期と完新世とでその起源が異なることが報告された (成瀬他 1997; Ono et al., 1998; Toyoda and Naruse 2002)。この後、石英中の酸素空孔量に加え、石英の結晶化度が同様に指標として有効であることが示され (Nagashima et al., 2007a)、これらの指標を用いて、日本海堆積物の起源地の変動と気候変動との相関について議論された (Nagashima et al., 2007b) ほか、中国の各砂漠をこれら 2 つの指標を用いて特徴化し (Sun et al. 2007)、黄土高原に堆積したレスの起源地の時間変動を求めようとする試みが行われている (Sun et al. 2008)。

一方、石英中には E_1 '中心のほかにも不純物中心も観測される。今回、これまで用いられてきた指標に加えて不純物中心を用いる可能性について検討した。例えば石英中の不純物中心の強度が、不純物として Si を置き換えている Al の濃度と関連している、この Al 中心の ESR (電子スピン共鳴) の信号強度が供給源によって異なれば、風送塵の供給源を求める指標の 1 つになるかもしれない。

試料は気象研究所で 1964 年から 1988 年までに秋田と福岡採取された 3 月と 6 月の降下物を用い、それに混合する現地性の物質として日本の河川堆積物を用いた。また放射性同位元素 (^{137}Cs , ^{90}Sr) を測定することにより日本列島に運ばれる最近の風送塵起源地が以前とは異なっておりそれが起源地の乾燥化と関連している可能性があることと示されている (Igarashi et al 2009)。

石英について、降下物は中国の砂漠に起源を持つ風送塵と日本の現地性の物質が混合したものであるとすると、秋田、福岡ともに細粒のほうが風送塵を多く含んでいること、年や月によって混合の割合が変動することが分かった。1964 年から 1988 年までの 3 月と 6 月の降下物を測定した結果酸素空孔量が年と共に減少していることがわかった。酸素空孔量の値が 3 月が 6 月のほうが高い値を示していたが 1970 年代で逆転した。これらのことから中国に値の異なる黄砂の起源地が複数あり、年代と気候変動とをかんれんして、起源地が変動したことが考えられる。

MIS028-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 14:00-16:30

石英中の酸素空孔量と結晶化度測定標準化：起源地推定への応用に向けて Standard procedures for evaluating the oxygen vacancies and the crystallinity index in quartz: applications to provenance

豊田 新^{1*}, 山本 裕哉¹, 吉田 知紘², 多田 隆治², 長島 佳菜³

Shin Toyoda^{1*}, Yuya Yamamoto¹, Tomohiro Yoshida², Ryuji Tada², Kana Nagashima³

¹ 岡山理科大学理学部, ² 東京大学大学院理学研究科, ³ 海洋研究開発機構

¹ Okayama University of Science, ² University of Tokyo, ³ JAMSTEC

E S R (電子スピン共鳴) 測定によって得られる石英中の酸素空孔量の定量、またX線回折測定によって得られる石英の結晶化度は、風送塵の起源地推定に有効であることが示されてきた。この方法によって、日本各地の風成堆積物や日本海堆積物の起源地の変動が求められ、気候変動との関係やそれに起因する偏西風の変動が議論されてきた。

しかしながら、E S Rによる酸素空孔の定量法やX線回折による石英の結晶化度の測定について、その方法が統一されているとは限らず、研究者ごとにその測定条件が異なっている。例えば、E S Rによる酸素空孔量の定量におけるガンマ線の線量の相違、E S Rスペクトルのスキャンの時間と測定幅、といったものである。また、非常に細かい大気降下物を測定するような場合には、石英を完全に石英に純化することが困難であるため、X線回折によって石英の含有量を定量して規格化するが、測定値が含有量によって変動してしまうことがないか、といった問題もある。本研究では、これらの測定にかかる条件を1つずつ検討し、それぞれの条件が測定結果にどのように影響を与えるのかについて評価を行う。

キーワード: E S R, 結晶化度, 石英, 起源地推定

Keywords: ESR, crystallinity index, quartz, provenance