

[15012]

## 地球環境における物質移動の指標として 石英中の常磁性格子欠陥を用いる試み (3)

Paramagnetic defects in quartz as proxies in the Earth surface processes

豊田新<sup>#A)</sup>, 藤原泰誠<sup>A)</sup>

Shin Toyoda <sup>#A)</sup>, Taisei Fujiwara <sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> Faculty of Science, Okayama University of Science

### Abstract

The variations in the number of oxygen vacancies and in the thermoluminescence (TL) colors in quartz of the sediments are investigated along with the Kurobe river together with those in the bedrocks in the river reaches by electron spin resonance (ESR) and by the time-resolved two dimensional TL spectroscopy system. The number of oxygen vacancies is higher in the upper reach, lower in the middle, and again higher in the lower reaches most probably due to the inflow of the sediments originated from younger and from older bedrocks, respectively. The high temperature red (High Red) to low temperature blue (Blue) TL ratios is higher in the upper reach and lower in the middle and lower reaches due to inflow of the sediments having lower values. The change in the values along with the river flow is found to be explained by the inflow of the sediments originated from the bedrocks around the river.

**Keyword:** ESR, TL, quartz, paramagnetic defects, provenance, river sediments

### 1. はじめに

#### 1.1 背景

地球表層における堆積物の運搬は、大気循環、河川の消長といった気候変動と直接関係するだけでなく、地域のテクトニクスやそれと関連した河川争奪など、地球科学のさまざまな現象を反映している。従って、そこにある物質(堆積物)が、どのような地球科学的過程を反映して、どこから運ばれてきたかを知ることは、こうした過程を解明する上で、本質的に重要な情報を提供することになる。

申請者らは、電子スピン共鳴 (ESR) 測定によって定量される石英中の酸素空孔に関連した  $E_1'$  中心、石英中の微量の不純物に関連して生成する不純物中心に注目し、これらが石英の物質移動の指標として用いられる可能性があることを示してきた。石英の酸素空孔に生成する  $E_1'$  中心の測定によって求められる花崗岩中の石英の酸素空孔(結晶中の酸素原子の欠損)が年代と相関があることを、申請者が初めて報告した<sup>[1]</sup>。この事実を基礎に風送塵の起源が、石英の酸素空孔を用いて議論なされ、最終氷期には現在とは異なり、中国東北部やシベリアから風送塵が供給されていたと提唱された<sup>[2]</sup>。これは、基盤岩が風化して風送塵の起源となる地域の基盤岩の年代差を反映してこのような解析が可能になったといえる。

一方、石英の熱ルミネッセンス (TL) 発光色が、定性的にはあるが、同様に堆積物の起源を議論するために有効であることが示されている<sup>[3]</sup>。

#### 1.2 研究の目的

本研究では、堆積物の主成分である石英を用いて堆積物の起源や混合を議論するため、これまで定量化の手法が確立している ESR 信号に加えて、TL 発

光色について、時間分解熱ルミネッセンス分光測定システムを用いることによって、定量的に測定する手法の開発を試みた。そして、その手法を用いて黒部川の河川堆積物や起源地と考えられる岩石中の石英を測定した。

### 2. 試料と実験方法

#### 2.1 試料

2012 年、2013 年、及び 2014 年それぞれ 9 月に、黒部川流域の各地点 (Fig.1 の●) で、砂サイズの現河床堆積物を採取した。また、流域に分布する主に花崗岩を採取した。

ふるい分けをして 250-500  $\mu\text{m}$  の粒径の堆積物を分析に使用した。塩酸による処理、重液による長石などの除去、磁気による分離、フッ化水素酸による処理を経て石英を抽出した。400°C で 1 時間加熱して、自然の状態でも生成していた信号を消去した。

#### 2.2 実験方法

加熱した試料に対して 800Gy 及び 2.5 k Gy のガンマ線照射を行った。

2.5 k Gy の照射をした試料について 300°C で 15 分加熱した後に、室温で ESR 測定を行った。岡山理科大学総合機器センターの ESR 測定装置 JES-PX2300 を用い、磁場変調を 100kHz、磁場変調幅を 0.1mT とし、 $E_1'$  中心について、吸収線量が磁場変調を 100kHz、磁場変調幅 0.1mT、マイクロ波出力は 0.01mW とし測定を行った。

800Gy の照射をした試料について、時間分解熱ルミネッセンス分光測定システム<sup>[4]</sup>を用い、昇温速度 0.5°C/s とし 400°C までの加熱の各温度で分光測定を行った。



[15012]

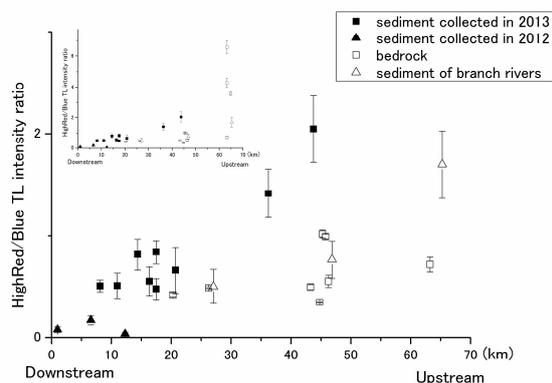


Fig. 3 The variation in the ratio, high temperature red to low temperature blue TL intensities, observed in quartz along the Kurobe River as a function of the distance from the river mouth.

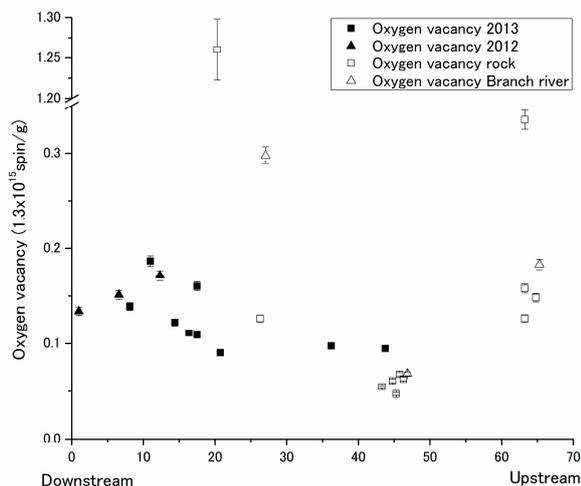


Fig. 4 The variation in the number of oxygen vacancies in quartz along the Kurobe River as a function of the distance from the river mouth.

エンドメンバーからの供給割合を定量的に議論できるところまでには至らなかった。より詳細な地道な研究の積み重ねが必要であろう。

## 参考文献

- [1] Toyoda S and Hattori W, 2000. Formation and decay of the  $E_1'$  center and of its precursor, *Appl. Radiat. Isot.*, 52, 1351-1356.
- [2] Toyoda S and Naruse T, 2002. Eolian dust from the Asian deserts to the Japanese Islands since the Last Glacial Maximum; the basis for the ESR method, *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 2, 811-82.
- [3] Shimada A, 2008. ESR signals and TL color images (TLCI) in sedimentary quartz for the provenance of the

- river sediments (Japanese title translated). Ph.D. dissertation, Nara Women's University (in Japanese), 153p.
- [4] Ninagawa K, Nakamura M, Imaeda K, Takahashi N, Tomiyama T, Yamamoto I, Takano Y, Yamashita N, Yamashita Y and Wada T, 1986. Time-resolving spectroscopy system, *The bulletin of the Okayama University of Science*, No. 21 A, pp. 49-54.