

## 微生物が生み出す安全で鮮やかな赤色顔料と固体触媒

### Safe and Vivid Red Pigments and Heterogeneous Catalysts

#### Produced by Microorganisms

中西 真、押木 俊之、田村 勝徳、高田 潤

キーワード：酸化鉄、微生物、ナノ粒子構造体、赤色顔料、触媒

Keywords: Iron oxide, Microorganisms, Nanoparticle structures, Red pigments, Catalysts

### 1. 研究背景

酸化鉄 ( $\text{Fe}_m\text{O}_n$ )、水酸化鉄 ( $\text{Fe}(\text{OH})_n$ ) およびオキシ水酸化鉄 ( $\text{FeOOH}$ ) は価数や結晶構造によって鉄の光吸収が変化し、多彩な色彩を示す。その中で、赤色 ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ; ヘマタイト)、黄色 ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ; ゲーサイト) および黒色 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; マグネタイト) が古くから酸化鉄系顔料として広く用いられている。中でも赤色酸化鉄顔料は天然の鉱物として容易に得られることから、古くはラスコー、アルタミラの洞窟壁画にも用いられていたことが明らかになっている。現在では、陶磁器、漆器、化粧品、食品等の彩色に幅広く用いられている。酸化鉄系顔料が「ベンガラ」と呼ばれることもあるのは、インドのベンガル地方を経由して輸入されていたことに由来すると言われている。

ヘマタイト ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) は3価の酸化鉄  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\varepsilon$ 相) の中で最も安定であり、全ての酸化鉄系化合物 (酸化物、水酸化物、オキシ水酸化物) を大気中で高温焼成するとヘマタイトに変換される。結晶構造はコランダム型 (空間群  $R\bar{3}c$ ) であり、結晶中の鉄イオンは600 nm 以下の可視光を吸収するために赤色顔

料として用いられる。ヘマタイトの色調は粒子サイズに大きく依存することが報告されており<sup>1)</sup>、金属元素の置換による色調の変化についても多数報告がある。

本技術資料では、筆者らが生物学的手法も使い進めてきた酸化鉄の材料科学的研究を紹介する。初めに、鮮やかな赤色を示す備中吹屋ベンガラに注目し、化学合成的な手法により開発した高濃度アルミニウム置換酸化鉄について、その特徴とアルミニウムの効果について説明する。次に、“微生物が作る鞘状酸化鉄”と、これを加熱して得られる微生物由来ベンガラについて、その特徴を説明する。この微生物由来酸化鉄とベンガラは、通常は鉱物由来の酸化鉄や化学合成で得られる酸化鉄などとは大きく異なり、ミクロンサイズのチューブ形状を示すという特徴がある。さらに、この微生物を人工培養することで、天然の酸化鉄には含まれないさまざまな元素を含有した酸化鉄材料が作製できる『二段階作製法』について紹介する。最後に、これまでの研究成果に基づいて種々の元素を導入した酸化鉄材料について、顔料や固体触媒としての機能性についても紹介する。

### 2. 化学的手法による高濃度 Al 置換酸化鉄の合成

#### 2.1 吹屋ベンガラ

赤色酸化鉄は天然の鉱物として得られる以

2018年12月7日受付  
NAKANISHI Makoto, OSHIKI Toshiyuki,  
TAMURA Katsunori, TAKADA Jun  
岡山大学大学院 自然科学研究科