

プルシアンブルーでアンモニア吸着材を開発

高橋 顕^{*,†}* (国研) 産業技術総合研究所材料・化学領域ナノ材料研究部門ナノ粒子機能設計グループ
茨城県つくば市東1-1-1つくば中央第五 (〒305-8565)

† Corresponding Author, E-mail: akira-takahashi@aist.go.jp

(2020年8月30日受付, 2020年9月10日受理)

要 旨

プルシアンブルーは18世紀から用いられてきた青色顔料である。プルシアンブルーは多孔質な結晶構造をもち、放射性セシウムイオン吸着材、色変化素子、二次電池電極材料などさまざまな用途への応用が検討されている。本解説では近年明らかになったプルシアンブルーの優れたアンモニア吸着能を豚舎での悪臭除去実証試験の例を交えて紹介する。

キーワード：顔料, プルシアンブルー, アンモニア, 吸着材, 多孔性配位高分子

1. はじめに

プルシアンブルー ($\text{Fe}^{\text{III}}[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]_{0.75}$) は紺青とも呼ばれ、人工的に合成される深い青色を呈する粉体であり、18世紀初頭から青色顔料としてゴッホを始めとした多くの画家に用いられてきた (図-1 (a))。日本でもそれまでになかったその深い青さが珍重され、葛飾北斎も富嶽三十六景に用いている (図-1 (b))。

プルシアンブルー (Prussian blue) は直訳すればプロイセンの青という意味であり、その合成法は1706年のベルリンにて、赤色顔料の合成時に原料の汚染により偶然発見された^{1,2)}。赤色顔料 (Florentine lake) を合成する際に、通常合成に用いるカリウム塩の在庫がたまたま手元になかったため、同所で製造していた動物性油脂の精製に用いていたカリウム塩を用いたところ、青色の沈殿が生成された。これは、用いたカリウム塩が動物性油脂生成の過程で少量の副産物として生じたヘキサシアノ鉄酸 ($[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) 塩に汚染されていたためであり、赤色顔料の原料として含まれていた硫酸鉄の鉄イオンと反応することで合成されたものと考えられている。

プルシアンブルーは20世紀から顔料以外にもイオン吸着材や色変化ディスプレイなど多彩な用途に用いられてきた。近年日本でプルシアンブルーが広く話題に上がったのは、放射性セシウム吸着材としての利用である。2011年の東日本大震災が原因として発生した東京電力福島第一原発事故により、環境中

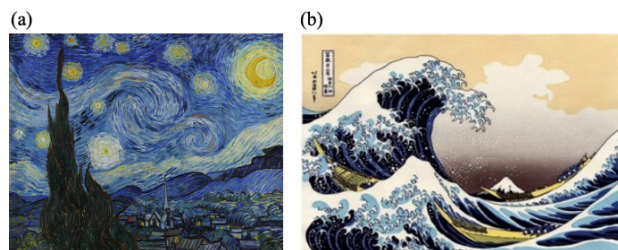


図-1 (a) フィンセント・ファン・ゴッホ「星月夜」, (b) 葛飾北斎「富嶽三十六景／神奈川沖浪裏」

に放射性セシウムが拡散した。このため河川や湖沼からの放射性セシウム除去が急務となり、プルシアンブルーとその類似体を用いた除染に関する研究開発が広く行われた³⁻⁸⁾。環境除染以外にも、プルシアンブルーは優れたセシウムイオンやタリウムイオンの吸着材であることが知られており、腸からセシウムイオンを吸着することで体外に排出する飲み薬として用いられている⁹⁾。また、プルシアンブルーは電気的刺激により色変化するエレクトロクロミック材料としての機能を有しており、深青色と透明を可逆的に色変化するスマートウィンドウとしてすでに販売されている¹⁰⁻¹³⁾。

このようにプルシアンブルーは18世紀に発見され顔料として用いられるだけでなく、20世紀にさまざまな用途での研究開発が進んだ多彩な用途がある材料である。さらに、21世紀になり新たな機能として高いアンモニア吸着能力をもつことが実証された¹⁴⁾。アンモニアはトイレや畜産における悪臭の原因物質であるだけでなく、大気汚染物質であるPM2.5や温室効果ガスである N_2O の主要な生成要因であることも明らかになっており、対策が求められている。本稿では色材かつ機能性顔料であるプルシアンブルーとその類似体の構造とアンモニア吸着能を紹介する。

2. プルシアンブルーの構造と性質

プルシアンブルー ($\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{0.75} \cdot z\text{H}_2\text{O}$) は、金属イオ



【氏名】 たかはし あきら
【現職】 (国研) 産業技術総合研究所材料・化学領域ナノ材料研究部門 主任研究員
【趣味】 アウトドア, 料理, 映画鑑賞
【経歴】 2011年3月京都大学大学院工学研究科修士課程修了。同年4月産業技術総合研究所へと研究員として入所。2016年9月東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。2017年10月より現職。

【図表について】 電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/