

安全で安価な白と黒の化合物から 色鮮やかな顔料を作ることができる

名古屋大学大学院工学研究科の 坂井 美紀 研究員、竹岡 敬和 准教授らの研究グループは、砂や珪藻土の主成分である非結晶性シリカ^{注1)}と、お菌黒にも使われたタンニン酸鉄^{注2)}から様々な鮮やかな色の顔料が得られることを新たに発見しました。

球状でサイズの揃った数百 nm (ナノメートル) の非結晶性シリカの微粒子は、乾燥した状態では白い色を示します。一方、タンニン酸鉄は黒い化合物です。両化合物とも、化粧品、顔料、食品添加物などに利用されており、たとえ食したとしても安全な素材です。このシリカ微粒子の周りにタンニン酸鉄をコーティングすると、タンニン酸鉄の量に応じて、濃さの異なる灰色の微粒子が得られます。その後、これらの灰色の微粒子の集合体を形成すると、その集合状態に応じて、色相^{注3)}や鮮やかさの異なる顔料になることを見出しました。また、用いるシリカ微粒子のサイズやコーティングするタンニン酸鉄の量に応じて、その集合体から観測される色も様々に変化することを明らかにしました。

本研究成果で得られた顔料は、安全で安価な素材から作られた顔料であるため、現在、問題視されている重金属を含有する顔料や発がん性を示す染料に変わる新しい色材になることが期待されます。

この本研究成果は、2019年8月8日付け発行のアメリカ化学会が発刊する『ACS Sustainable Chemistry & Engineering』誌に掲載されました。

【ポイント】

- ◆ 安全で安価な白と黒の化合物から、様々な色の鮮やかな顔料を調製可能にした。

【研究背景と内容】

ヨハネスブルグで 2002 年に開催された“持続可能な開発に関する世界首脳会議”において、“化学物質が人の健康と環境にもたらす著しい悪影響を最小化する方法で使用、生産されることを 2020 年までに達成する”という目標が、国際合意で採択されました。また、2009 年にジュネーブにて執り行われた第 2 回国際化学物質管理会議では、塗料などに含まれる鉛の人への害の問題が焦眉の課題として挙げられ、先進国のほとんどが法的拘束力の下、2020 年までに鉛系顔料を廃絶する目標を掲げました。環境問題への取り組みが盛んな欧州では、水銀、カドミウム、六価クロムなどの重金属を含む色材に関する規制を強めています。さらに、アゾ染料^{注4)}も、発がん性を示す可能性が高い理由から一部が既に使用できなくなり、無機系だけでなく有機系の色素の多くも使用が規制される時代になってきました。つまり、我々の生活を彩り鮮やかで豊かにしてくれる色材においても、人の健康と環境に有害になると懸念されるものは、安全な材料を利用した代替品への転換が緊急課題となっています。低毒性、低環境負荷性を備えた色材が安価に大量に得られるようになれば、今後の我々の暮らしが永続的に発展可能で快適になることを後押しすると考えられます。そのためには、自然界に豊富に存在し、環境負荷性が低い自然調和性に優れた化合物を利用した色材作りが求められています。

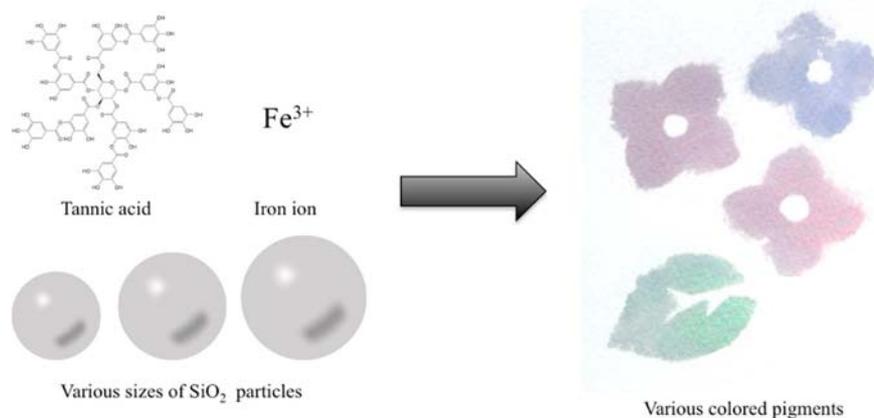


図1 様々な大きさのシリカ微粒子とタンニン酸鉄を組み合わせることで様々な色の鮮やかな顔料を調製

研究グループでは、地球上に無尽蔵に存在するシリカを主成分とした微粒子と植物から得られるタンニン酸と鉄から得られるタンニン鉄を用いて、安全で安価な顔料作りを試みました。前者は白色、後者は黒色の化合物ですが、これらを組み合わせることで、様々な色の色材が得られることを見出し、安全で安価な素材から成る色鮮やかな顔料を開発することに成功しました。

【成果の意義】

国連サミットで採択された“持続可能な開発目標(SDGs)”においても、環境に配慮した安全な化合物の利用が推進されております。従来の顔料や染料には、毒性が問題視されているものもあるため、その代わりになる色材を安価に作ることに要望されています。今回の研究で用いた素材は、これまでに化粧品、食品添加物などにも利用されており、安全で安価なものであるため、これらから鮮やかで様々な色を示す材料を構築する原理を開発したことは、我々の未来の生活に役に立つ技術になるでしょう。



図2 上は粒径 200 nm、中は粒径 250 nm、下は粒径 300 nm の球状のシリカ微粒子を利用して調製した顔料。それぞれの微粒子にタンニン酸鉄をコートして、その微粒子集合化すると鮮やかな色を示した。下の数字はタンニン酸鉄のコティング回数。



図3 この論文が掲載された雑誌の表紙を飾った絵

【用語説明】

注1) シリカ：砂や珪藻土の主成分として含まれ、地球上で二番目に多く存在する化合物です。本研究で用いた非結晶性のシリカは、化粧品、食品添加物、顔料などとして用いられ、生体内にも微量に存在します。

注2) タンニン酸鉄：植物から得られるタンニン酸と鉄イオンより形成された化合物で、日本では昔、お歯黒として用いられていました。現在でも食品添加物、化粧品、顔料などに利用されています。

注3) 色相：青、緑、赤などの色の様相のこと。

注4) アゾ染料：アゾ基(-N=N-)を有する染料で、染料全体の60~70%を占める。

【論文情報】

雑誌名：ACS Sustainable Chemistry & Engineering

論文タイトル：Colorful Photonic Pigments Prepared by using Safe Black and White Materials

著者：Miki Sakai, Takahiro Seki, Yukikazu Takeoka

DOI: [10.1021/acssuschemeng.9b03165](https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b03165)