**総　説**

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔2〕，54–58（2014）

# イオン交換性層状粘土
# ～機能性色材の基材としての利用～

笹井　亮*,†

*島根大学大学院総合理工学研究科　島根県松江市西川津町1060（〒690-8504）
† Corresponding Author, E-mail: rsasai@riko.shimane-u.ac.jp

（2014年1月6日受付，2014年1月22日受理）

**要　　旨**

本稿では，有機色材を安定に固定化するための基材として期待されるイオン交換性層状粘土，スメクタイトの基本的な構造や物性について解説するとともに，現在工業的に利用されている有機ベントナイトの塗料やインキ分野での現状を紹介する。さらに加えて，色材の一つである有機色素とスメクタイトの複合体に関する研究の現状や，これらが単なる発色剤や発光材料としてだけでなく，分子センシング素材としての利用が期待できる研究成果について，著者らの近年の成果を踏まえ紹介する。

キーワード：イオン交換性層状粘土，スメクタイト，色素，分子認識，分子センシング

## 1. はじめに

本誌の読者の方々がもつ“粘土”の一般的なイメージは，泥・茶色・陶磁器の原料などであろう。このような一般的なイメージをもつ粘土であるが，工業的には陶磁器に代表されるセラミックス分野のみならず，製紙・繊維・ゴム・石油化学・触媒・化粧品・医薬・農薬など私たちの身近なさまざまな工業製品に含まれている。さらに本誌の読者の方々に関連する色材分野においても，顔料や塗料に欠かせない素材の一つである。本稿では，色材分野でも利用されている素材の一つである粘土の基礎的な特性とともに，化学工業分野，とくに色材分野でのこれまでの利用例をも紹介する。さらに加えて，機能性色素と粘土との複合化により得られるいくつかの素材の研究例を示し，その機能性色材として可能性を示す。

## 2. 粘土の基礎特性[1)]

粘土と呼ばれる物質の大部分は，層状構造をもった層状ケイ酸塩である。ここではこの層状ケイ酸塩の構造と化学組成とその種類について解説する。

層状ケイ酸塩は，四面体層（SiやAlの酸化物四面体が六角網状に広がったもの。組成：$(Si, Al)_2O_5$）と八面体層（AlやMgの水酸化物八面体が陵共有により二次元的に広がったもの。組成：$Al_2(OH)_6$（2八面体），$Mg_3(OH)_6$（3八面体））とが，1：1あるいは2：1で組み合わさって形成される基本層が，層間物質とともに繰り返して積み重なるような結晶構造をもつ（**図-1**）。ここで1：1型に分類されるカオリンや蛇紋石は，図-1にも示すとおり，交換性の陽イオンを含まない。本稿では，イオン交換反応により層間にイオン性色素などの機能性分子を複合化した素材に関する研究の現状などを紹介することを目的の一つとしているため，顕著なイオン交換性を示すことで知られる2：1型の一種であるスメクタイトについて特化して解説する。その他の種類の粘土については成書[1)]や文献[2-5)]を参考にしていただきたい。

〔氏名〕ささい　りょう
〔現職〕島根大学大学院総合理工学研究科 准教授
〔趣味〕魚釣り
〔経歴〕1997年博士（理学）取得（広島大学）。1997～1999年JSPS特別研究員（PD）（名古屋大学）。1999～2007年名古屋大学助手。2007～2009年同大講師。2009年から現職。この間，2003年に第38回東海化学工業会賞，同年に平成18年度日本粘土学会奨励賞を受賞。専門は，材料物理化学，光機能材料学，表面・界面化学，資源・環境科学。

## 3. スメクタイトの構造特性

図-1に示すようにスメクタイトは，2：1層の層間に水分子をともなった種々の陽イオンを有する鉱物である。この陽イオンは，四面体層もしくは八面体層を構成する陽イオンの一部の同形置換にともない生じた荷電の不足を補うために存在している。このような構造のためスメクタイトは，層間の陽イオンは容易にほかの陽イオン（無機・有機によらず）と交換可能であることや水に対するきわめて高い膨潤性を示すなどのほかの粘土にはない特異な特性をもつ。**表-1**に代表的なスメクタイトを示す。これらスメクタイトはすべて図-1に示すような層状構造を形成しているため，汎用の粉末X線回折法により得られる回折パターンには，積層方向の底面反射（00*l*）および*hk*反射がおもに観測される。とくに底面反射（00*l*）は，層間に取り込まれた溶媒やイオンの種類や量により大きく変化することが知られており，この変化が層間に取り込まれた溶媒やイオンの状態を知る大きな手がかりとなる。

さらにスメクタイトの構造や特性については，透過型電子顕微鏡（TEM）や原子間力顕微鏡（AFM）により層を構成する金属原子の配列，赤外吸収分光スペクトル（IR），固体核磁気

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material