

粘土層間反応によるポーラス材料の開発

ナノテクノロジーは多くの産業の基盤技術であり、ナノスケールの構造をもつ材料として炭素系のカーボンナノチューブやフラーレンなどが、機械特性、電気特性、触媒作用などについて注目され、研究開発が進められています。

一方、天然にはアルミノケイ酸塩からなる、ナノメートルサイズのチューブ状または中空球状の鉱物が存在し、その微細な構造に由来する大きな比表面積、高い気孔率、表面特性等の物理化学的特性を活かして、調湿材料、吸着過材料、断熱材料などの応用に向けて開発が続けられています。しかしながら、こうした鉱物成分は地殻中に偏在し、分離精製が難しいなどの問題があります。

同じようなナノレベルの細孔構造を持つ材料の合成の試みの1つとしてピラー（柱状）化粘土があります。粘土は大きさ数 μm 、厚み1nmの平板状のシリケートシートが積み重なって構成されています。そのシリケートシートの間は無機成分を導入し、柱を立てるように固定化することでナノレベルの空間（孔）を形成します（**図1**）。

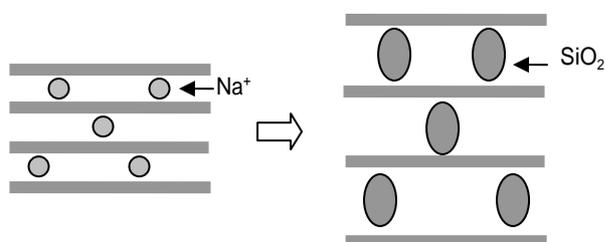


図1 粘土中の Na^+ とシリカのイオン交換反応

表 反応シリカ量と細孔の大きさ

サンプル	柱状化成分のシリカ量 (g/粘土1g)	細孔サイズ (nm)
A	0.69	1nm 以下
B	1.04	2.1
C	1.38	2.7
D	1.73	3.3

ピラー化粘土の孔はその反応させるポリカチオンゾルの大きさにより限定されるため（0.7nm）調湿材料としての機能や酵素などの吸着に適した数nmの孔を形成するためにはその柱の高さを調節する方法に工夫が必要となります。

そこで層間に反応させる柱状化成分のシリカ量を変化させることで、その柱の高さと孔の大きさを制御することを試みました（表）。

合成したサンプルについて、湿度変化に対する平衡水蒸気吸着量を**図2**にプロットしました。上記表から孔の径が小さい（1nm以下）と考えられるサンプルAでは水蒸気吸着量の変化は広い湿度域で小さく、調湿材料としてみた場合、あまり吸放湿特性が期待できません。シリカ成分の多い柱状化成分を反応させたサンプルDでは上記表のように3nm程度の孔が形成されており、水蒸気の毛細管凝縮理論から考えると中湿度での凝縮が期待でき、実際に相対湿度40~80%での吸着量変化も大きく、調湿材料に適した特性を有しています。

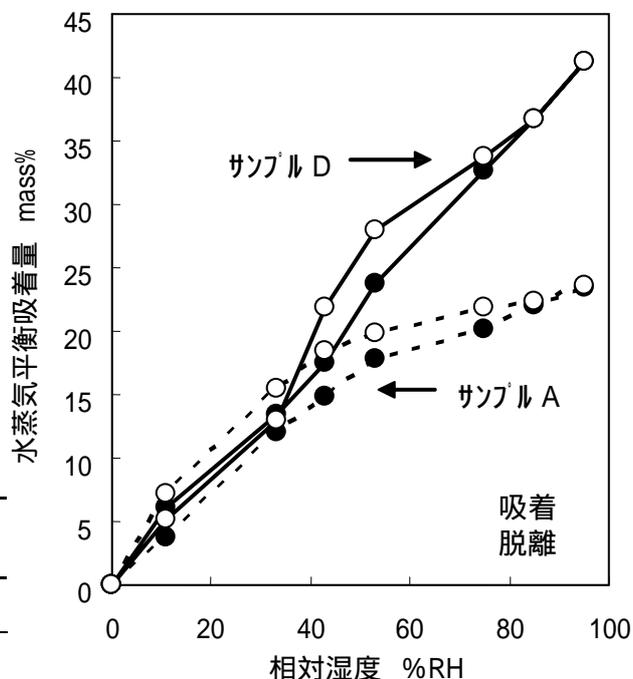


図2 柱状化粘土材料の水蒸気吸着特性



基盤技術部 中尾 俊章 (toshiaki_nakao@pref.aichi.lg.jp)
 研究テーマ：メソポーラス材料の開発に関する研究
 指導分野：無機材料、セラミックス