

《基礎講座(第七回)》

ゼオライト以外の規則性多孔体は何がありますか？

ゼオライト以外の規則性多孔体には、規則性メソポーラス物質や金属有機構造体 (metal-organic framework: MOF) があります。MOFについては、基礎講座第六回 (Vol. 36, No. 2) の記事を参照してください。規則性メソポーラス物質は、メソ孔領域 (2~50 nm) の均一な細孔に加え、高い比表面積を有し、触媒担体や吸着剤、分離膜などへの応用が期待されています。特に、ゼオライトなどのマイクロ孔 (<2 nm) に比べ大きな細孔空間を有することから、比較的大きな分子の反応場として利用されています。

1988年に早稲田大学の黒田らがケイ酸塩シート構造を有するカネマイト ($\text{NaHSi}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) とアルキルトリメチルアンモニウムイオン (C_nTMA ; n はアルキル炭素数) との反応によって初めてメソポーラスシリカの合成が報告されました¹⁻³⁾。その後1992年に、Mobil社によりオルトケイ酸テトラメチルと C_nTMA によりメソポーラスシリカ (MCM-41) の合成が報告されました⁴⁾。以降、メソポーラスシリカに関する研究が一気に広がり⁵⁻⁹⁾、2008年に日本で初めて量産化されました^{10,11)}。メソポーラス物質の組成として、研究当初から発展した二酸化ケイ素 (メソポーラスシリカ) に加え、酸化アルミニウムや、ニオブ、タンタル、チタン、ジルコニウム、セリウム、スズの各酸化物¹²⁻¹⁴⁾、炭素材料や金属材料などの合成も報告されています^{15,16)}。

規則性メソポーラス物質の細孔構造 (細孔径・周期構造) は、テンプレートの種類や出発原料、反応温度など種々の条件によって変化します。周期構造として、二次元ヘキサゴナル、三次元ヘキサゴナル、キュービックなどがあります¹⁷⁻²¹⁾。細孔構造制御のテンプレートとして、カチオン性・アニオン性・非イオン性の界面活性剤が広く使用されています。

参考文献

- 1) “均一メソ孔を有するメソポーラス物質の合成化学”, *ゼオライト*, **12** (2) (1995) 48-55.
- 2) T. Yanagisawa, T. Shimizu, K. Kuroda and C. Kato, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **63** (1990) 988-992.
- 3) T. Yanagisawa, T. Shimizu, K. Kuroda and C. Kato, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **63** (1990) 1535-1537.
- 4) C. T. Kresge, M. E. Leonowicz, W. J. Roth, J. C. Vartuli and J. S. Beck, *Nature*, **359** (1992) 710-712.
- 5) “シリカ界面活性剤メソ構造体薄膜の合成”, *ゼオライト*, **14** (3) (1997) 97-103.
- 6) “有機基を主骨格に導入したメソポーラス物質”, *ゼオライト*, **18** (1) (2001) 26-33.
- 7) “水溶性シリカ前駆物質を用いたメソポーラス物質の合成”, *ゼオライト*, **25** (2) (2008) 45-50.
- 8) “発光性有機基を導入したメソポーラス有機シリカ”, *ゼオライト*, **26** (3) (2009) 85-91.
- 9) “金属配位子を骨格に導入したメソポーラス有機シリカ”, *ゼオライト*, **29** (4) (2012) 150-155.
- 10) “メソポーラスシリカの量産化と調湿材としての応用”, *ゼオライト*, **27** (1) (2010) 2-9.
- 11) “合成ゼオライト・メソポーラスシリカの国内メーカーの取り扱い製品と代表性一覧”, *ゼオライト*, **28** (4) (2011) 158-160.
- 12) “有機分子集合体を鋳型とした多孔質アルミナの合成”, *ゼオライト*, **14** (3) (1997) 104-111.
- 13) “非シリカ系メソポーラス金属酸化物薄膜の新展開”, *ゼオライト*, **30** (3) (2013) 85-94.
- 14) “架橋ホスホン酸化合物から合成する非シリカ系メソポーラス材料”, *ゼオライト*, **35** (4) (2018) 129-138.
- 15) “メソポーラス金属の展開”, *ゼオライト*, **23** (2) (2006) 47-57.
- 16) “糖を原料とした水熱手法による多孔質カーボンの合成とナノ構造制御”, *ゼオライト*, **35** (1) (2018) 1-12.
- 17) “中空および鈴型の構造を有するメソポーラスシリカの合成とその利用”, *ゼオライト*, **32** (3) (2015) 71-79.
- 18) “単分散球状メソポーラスシリカの合成と応用”, *ゼオライト*, **25** (2) (2008) 59-66.
- 19) “円柱状マクロ細孔内でのメソポーラスシリカ形成”, *ゼオライト*, **24** (2) (2007) 118-124.
- 20) “メソポーラスシリカ薄膜の蒸気合成”, *ゼオライト*, **22** (2) (2005) 36-42.
- 21) “メソポーラスモレキュラーシーブ“MCM-41”の細孔径制御”, *ゼオライト*, **16** (1) (1999) 10-15.

用語説明

- [1] テンプレート：鋳型剤ともよばれる。細孔を形成させるため、界面活性剤の分子集合などを利用する。骨格構造を作製した後、焼成などによりテンプレートを除去することで、多孔質材料を作製できる。

(編集委員会)