

新規高機能多孔質材料の開発と機構解明

ゼオライトや活性炭などに代表される多孔質材料は、吸着材や触媒として数多く使われているが、最近、特に注目されている環境低負荷型の省エネルギーシステムを実現するためには、現在使われている多孔質材料をベースに、新たな機能を追加した新規高機能多孔質材料の開発や、そのメカニズムを明らかにすることが求められている。

そこで、本プロジェクトでは、現在使われているゼオライト系水蒸気吸着材をベースに、従来よりも低温で水蒸気を脱離する吸着材の開発と、その機構の解明をめざした。今回ターゲットとした低温での水蒸気の脱離は、これまで脱離に要していたエネルギーを大幅に低減することを可能にする要素技術である。

具体的には、ゼオライトの特長のひとつであるイオン交換能を利用し、より水蒸気吸着能の高い吸着材の開発を行い、これらの水蒸気の吸着挙動ならびに脱離挙動を赤外分光法で追跡した。目標は、水蒸気吸着能を高めつつ、比較的低温下で多くの水蒸気を脱離する吸着材を開発することである。その結果、平成21年度には、赤外分光法を用いることで、比較的簡便に、ゼオライト系水蒸気吸着材の水蒸気吸脱着挙動を追跡できることを示し、この手法を用いて、ある特定の金属でイオン交換したゼオライト系水蒸気吸着材では、イオン交換していない吸着材に比べ、水蒸気吸着量が飛躍的に向上し、従来に比べ低温で水蒸気を大量に脱離できることを見い出した。さらに、平成22年度は、複数の金属イオンの導入が、ゼオライト系水蒸気吸着材の吸脱着性能の改善に寄与することを明らかにした。

平成23年度は、これまで取り組んできたイオン交換による金属の導入に加え、アルカリ処理を行い、水蒸気の吸脱着速度の向上をめざした。その結果、イオン交換とアルカリ処理を組み合わせたゼオライト系水蒸気吸着材には、初期の水蒸気吸着速度の向上が確認され、アルカリ処理により水蒸気の細孔内へのスムーズな拡散を実現できたことがわかった。

よって、本研究により、大吸着容量と高吸着速度という2つの機能を付与した新規多孔質水蒸気吸着材が開発され、イオン交換とアルカリ処理という2つの処理を組み合わせることにより実現した高速度の吸着機構を提案することができた。