

高選択性吸着剤における本格研究 機動的浄水システムの開発

安全な水を確保するために

硝酸イオンは、幼児のメトヘモグロビン血症防止の観点から、水質基準値（硝酸性窒素として10 mg/L以下）が定められていますが、今のところ、日本では大きな問題に至っていません。ただし、地下水において、基準値の超過率が最も高く、汚染が顕在化しています。その原因は、窒素肥料、腐敗した動植物、家庭用排水、下水などといわれています。基準を超過した地下水は、見た目には清浄でも、飲用には適しません。緊急時に硝酸イオンで汚染された原水を安全な水に変える技術の一つとして、硝酸イオン選択吸着剤を開発し、製品イメージとして機動的浄水システムを試作しました。

将来的には、さまざまな汚染物質に対応した吸着剤を用いることで、原水に最適化し、逆浸透膜システムと相補的で安価な浄水システムを目指しています。

高選択性吸着剤

硝酸イオンの低減に有効な吸着剤について、有機系、無機系とさまざまな材料を調査し、層状複水酸化物（Layered Double Hydroxide, 以下LDH）が硝酸イオンの吸着剤（イオン交換体）として有望であることを突き止めまし

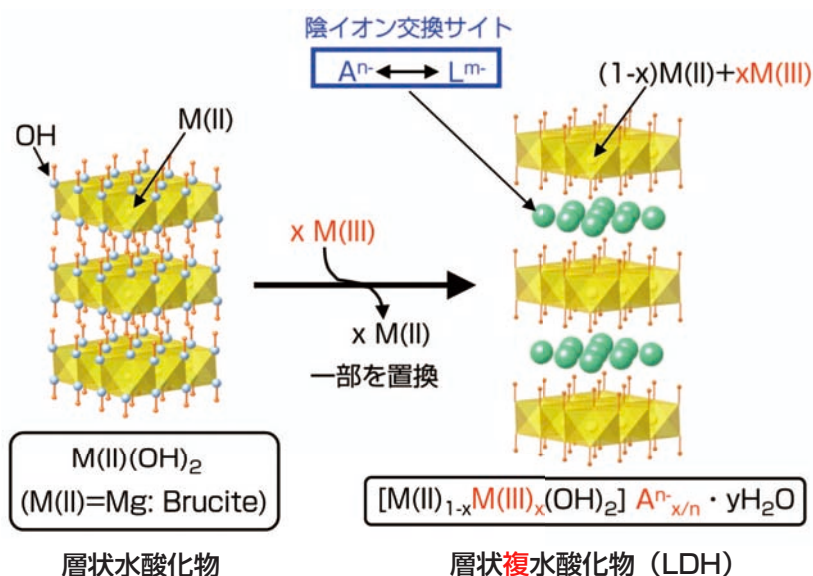


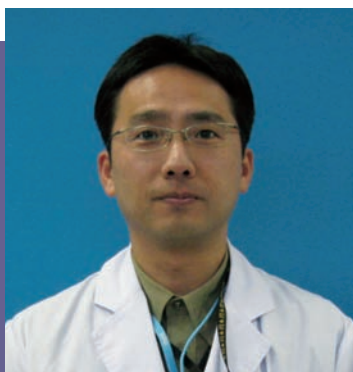
図1 LDHを用いた陰イオン捕捉場の設計

た。LDHは、2価金属の層状化合物の一部を3価金属に置換することで、層状構造を維持したまま、層間にイオン交換性のアニオンを有する構造です（図1）。層間に塩化物イオンが存在するCl型は、溶液中の硝酸イオンとイオン交換し、吸着剤内部に保持することで、溶液中の硝酸イオン濃度を低減することができます。吸着容量（単位重量あたりの吸着量）を増やすため、3価金属の割合が多い吸着剤が商品化されていますが、さまざまなLDHを合成し、陰イオンの選択性を測定してみると、3価金属の割合が少ない時に

硝酸イオンに対する選択性が、硫酸イオンやリン酸水素イオンより高くなることを発見しました。また、実際の吸着容量も、あまり低下しませんでした。

コンソーシアムの設立

硝酸イオン選択吸着剤は、細かい粉末のため、硝酸イオンを除去する際は、溶液が懸濁し、清浄な状態になりません。実験室レベルでは、フィルターを使い除去すれば問題ありませんが、実用的ではありません。粒子サイズを大きくし、沈降速度を早めたり、バインダーを用いて成形したりする必要があります。通常、成形すると吸着剤の性能が著しく低下します。この研究では、企業の方がこのような微粒子の性能を低下させずに成形する「非接触担持成形技術」をもっており、共同研究で、本成形体を作りました。吸着剤メーカーを含むほかの企業などと共に経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発事業を提案し、「機動的浄水システム」が採択され、研究を進めました。研究室では、吸着剤を数十gしか合成



1993年四国工業技術試験所に入所以来、ホウ素同位体の分離に関する研究を行ってきました。「有害陰イオンの除去剤」として、硝酸イオン選択吸着剤は2002年頃から始めています。2004年頃から常駐していた企業との共同研究が、2006年の地域新生コンソーシアム研究開発事業に採択され、この研究はその成果です。現在も商品化に向け、サンプル評価や常時モニタリング技術の開発を行っています。

苑田 晃成（そのだ あきなり）
a.sonoda@aist.go.jp
健康工学研究センター
健康リスク削減技術チーム（四国センター）

することができませんでしたが、吸着剤メーカーとの共同研究で、数十kgのスケールで、高性能吸着剤を大量に製造することができました。これにより、成形体の大量製造も可能となり、「機動的浄水システム」の試作機に必要な量の吸着材を作ることができました。

機動的浄水システム

災害時のようにライフラインが切れた状態でも使用できる浄水システムということで、電気や燃料を使用しないコンパクトな装置で、持ち運びでき、誰にでも取り扱える製品をイメージしました。製造できる飲料水の量は、小さな町を想定し、1台で1日に20トン（災害時に必要な飲料水を1人で3L、6,700人分）を目標とし、試作品として実機の1/10規模を製作しました（図2）。硝酸イオン吸着材は、4L程度使用しました。

粉末の硝酸イオン吸着剤も非接触担持成形もうまくできましたが、最後に硝酸イオン除去性能が出ないという問題が発生しました。実験室と異なり、工場で通常使用する水を大量に使って洗浄したため、炭酸塩化したことが原因とわかり、Cl型への再生方法も確立できました。

硝酸イオンで汚染された地下水を用いて、水道水基準値以下まで硝酸イオンを低減できた結果を図3に示します。縦軸に処理液中の硝酸イオン濃度、横軸に通水量を示しています。原水の硝酸イオン濃度は、約15 mg-N/Lで、遅い流速（SV=20）の場合、60 BV（混合すると最大120 BV）、早い流速（SV=120）の場合、90 BV（同180 BV）の水道水基準以下の水を製造できました。吸着剤を4L用いると、SV=120は、1時間あたり480Lという



図2 機動的浄水システムの試作品

流速となります。また、通水量としては、90 BVは、360 L、大きなタンクに受けた場合、最大720 Lが基準値以下という計算になります。

スーツケース程の大きさの試作品を作成し、国際見本市で展示を行いました。製品の規模としては十分な大きさでしたが、むしろもっと小さなものが製品として求められていることがわかりました。

今後の展開

図3の結果からもわかるように、処理できる量が、原水の硝酸イオン濃度

や処理速度で大きく変わるので、商品化には硝酸イオンの常時モニタリングが不可欠です。そのため、システム全体としての商品化は、現在進んでおりません。しかし、硝酸イオン吸着材単独でも興味をもっていただけるので、現在、サンプル提供品の作成・評価と硝酸イオンの常時モニタリング技術の開発を行っており、近い将来、商品化されることを期待しています。また、ヒ素の除去など、硝酸イオン除去用吸着剤以外への拡張も行いたいと考えています。

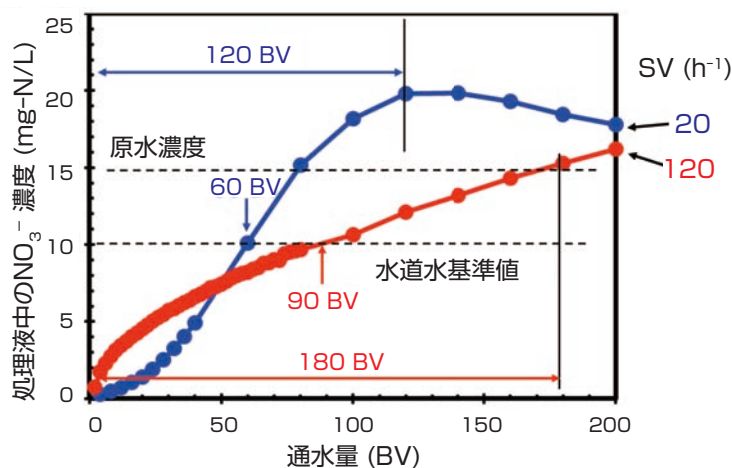


図3 硝酸イオン濃度の変化