

栄養塩類を吸着した天然ゼオライトの機能回復

信州大学工学部 正〇梅崎健夫, 正 河村 隆

一般社団法人グリーンディール推進協会 非 西田健吾

三井金属資源開発(株) 非 志賀信彦

1. はじめに 天然ゼオライト(写真-1)^{1)~4)}を用いた湖沼の水質浄化対策を提案し、諏訪湖湖岸における実証実験を実施した。その結果、天然ゼオライトには全窒素および全リンの栄養塩類が吸着することを示した(図-1)^{5)~7)}。

天然ゼオライトは、栄養塩類を主にイオン吸着により粒子表面付近に吸着しており、粒子表面を薄く削ることにより、天然ゼオライトの吸着機能の回復が期待できると考える。そのための簡便な方法として、エジェクターによる気水混合高圧ジェット噴流を用いた剥離洗浄方法を提案し、諏訪湖湖岸に敷設した天然ゼオライトの洗浄実験を実施した。

2. 天然ゼオライト 天然ゼオライト(MG イワミライト、陽イオン交換容量:CEC=120~180meq/100g)^{1)~4)}の主成分はモルデナイトであり、鉱山より採掘される淡い翠色の天然鉱物である(写真-1(a))。踏圧に耐えて崩壊しにくく、粉碎して任意の粒径に調整することが可能である(写真-1(b))。その主な用途は、土壌改良、水質浄化、畜産飼料などであり^{1), 2)}、比較的安価(1トン当たり3万円程度)で安心・安全な浄化剤である。天然ゼオライトの結晶構造中には、数オングストローム程度の超微細な空洞が存在する(写真-1(c))⁸⁾。内部の空洞の表面積は、天然ゼオライト1グラムに対して800m²であるとも言われている⁹⁾。この微細な空洞に水分やガスを吸着する性質があり、特に、窒素、カリウムを強力に吸着する^{3), 4)}。また、固定化機能および陽イオン交換機能によって、カドミウムや砒素などの重金属の固定化³⁾および水中のアンモニア、硫化水素、亜硝酸の吸着除去^{1), 4)}のほか、触媒作用や吸湿性も有する。

3. 実験概要 諏訪湖湖岸において実施した水質浄化の実証実験(2008年3月~2010年3月)の圍繞堤^{5)~7)}において、湖底に約2年間敷設された天然ゼオライト(粒径3~5mm)に対してエジェクターによる洗浄実験を実施した。図-2(a), (b)にエジェクターの構造と洗浄実験の概略を、写真-2(a), (b)に天然ゼオライトの洗浄状況を、写真-3に天然ゼオライトを含む気水混合高圧ジェット噴流の状況を示す。図-2(a)に示すように、駆動ポンプから高圧駆動水を噴射することにより発生する負圧で天然ゼオライト、湖水および空気を吸引し(写真-2)、固相、液相、気相の3相混合の相互衝突により効率よく天然ゼオライトの表面を剥離洗浄することができる。ポンプ圧力5MPaの駆動ポンプを用いれば、写真-3に示すように、天然ゼオライトを10m程度圧送する能力がある。

4. 実験結果および考察 エジェクターによって繰返し洗浄した場合の洗浄前後の天然ゼオライトの粒度分布を

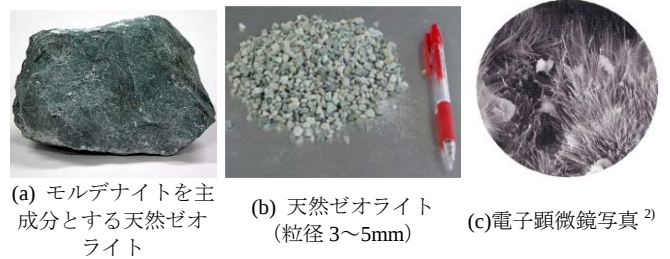


写真-1 天然ゼオライト (島根県産)

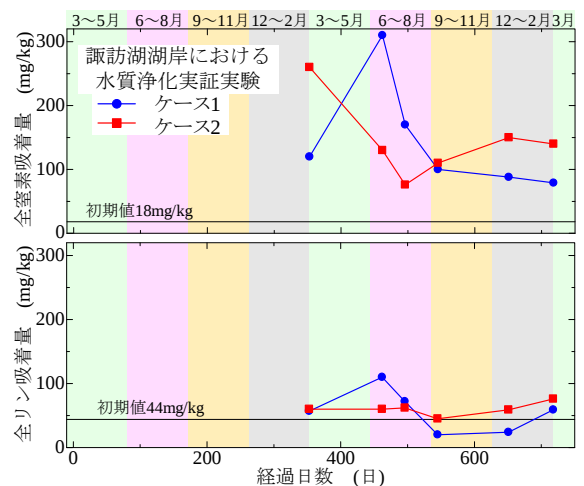


図-1 湖底に敷設した天然ゼオライトの全窒素および全リンの吸着量の経時変化の一例^{5)~7)}

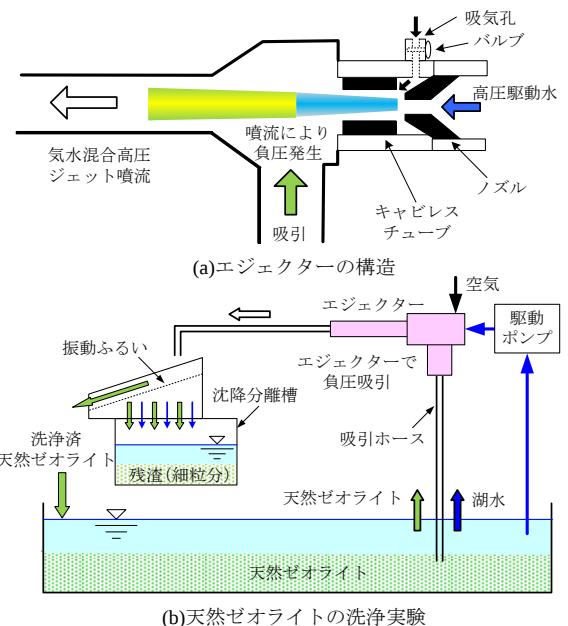


図-2 エジェクターの構造と天然ゼオライトの洗浄実験

図-3 に、洗浄回数と天然ゼオライトの全窒素および全リンの吸着量の関係を図-4 に示す。

図-3に示すように、エジェクターによる洗浄を繰り返すことによって、天然ゼオライトの表面が削られる。50%粒径 D_{50} は、洗浄前は1.55mm、5回洗浄後は1.43mmである。 D_{50} の変化に基づいて粒径の変化を試算すると、5回洗浄後の粒径は0.1mm程度小さくなっている。1回の洗浄で表面が0.01mm程度、3回の洗浄で0.03mm程度削られる。

図-4に示すように、エジェクターによる洗浄を繰り返すことにより、天然ゼオライトの全窒素および全リンの吸着量は徐々に減少し、3回程度でほぼ初期状態まで洗浄される。すなわち、エジェクターを用いて天然ゼオライトの粒子表面を削ることにより、窒素およびリンの吸着機能を容易に回復することができる。また、このことにより、天然ゼオライトにおける窒素およびリンの吸着は粒子表面において生じていることが実証された。洗浄を3回繰り返した後の残渣は初期体積の10%程度と試算される。すなわち、天然ゼオライトの初期体積の90%程度を再利用することが可能であり、廃棄量を各段に減少させることができる。なお、窒素およびリンを吸着した天然ゼオライトは根腐れ防止剤などに再利用されており、洗浄後の残渣も有効に再利用できる。

5. まとめ 得られた主な知見は以下の通りである。①エジェクターによる吸引洗浄を3回程度繰り返すと、天然ゼオライト（粒径1～3mm）の表面が0.03mm程度削られて、天然ゼオライトの全窒素および全リンの吸着量が減少し、吸着機能を容易に回復することができる。②洗浄後の天然ゼオライトの残渣は初期体積の10%程度であり、90%程度の天然ゼオライトは再利用できる。③天然ゼオライトにおける窒素およびリンの吸着は粒子表面において生じていることが実証された。一方、天然ゼオライトは福島第一原発事故による放射性セシウムの吸着剤として使用されている。この場合においても同様の方法で機能回復が図られ、廃棄量を大幅に削減できると考える。

謝辞 本研究は、長野県諏訪建設事務所より委託された「平成19年度 国補 河川浄化事業に伴う浄化実証実験業務委託」、「平成20年度 県単 河川維持・河川環境改善事業に伴う浄化効果検討業務委託」および「平成21年度 国補 河川環境整備事業に伴う浄化効果検討業務委託」に関連して実施された。付記して、感謝の意を表わします。

【参考文献】1) 日本学術振興会鉱物新活用第111委員会・天然ゼオライト利用研究分科会：天然ゼオライトー利用にあたっての品質評価基準，pp.40-230，2006。2) MINDECO IWAMI PROFILE イワミライト，三井金属資源開発株式会社，2012。3) 三井金属資源開発(株)の天然環境資材 イワミライト，三井金属資源開発(株)，2011。4) ハイブリッド浄化工法&シーリングソイル工法，“水”と“天然鉱物”によるon site環境修復技術，シーリングソイル協会。5)梅崎：天然ゼオライトを用いた湖沼の水質浄化実験と水質・底質浄化対策について，ヘドロ，No.109，pp.18-27，2010。6)梅崎，河村，境，松永：諏訪湖における天然ゼオライト人工なぎさの実証実験（その3），信州大学環境科学年報，第32号，pp.36-45，2010。7) 梅崎，河村，境，松永：天然ゼオライト人工なぎさの試験施工・実証実験（その3），土木学会第65回年次学術講演会（VII），pp.343-344，2010。8) 水づくりをーイワミライトで！！池用総合水質管理材，三井金属鉱業(株)。9) 富永：ゼオライトの科学と応用，pp.39-70，講談社サイエンスティフィク，1987。



(a)エジェクター本体 (b)天然ゼオライトの吸引
写真-2 エジェクターを用いた天然ゼオライトの洗浄



写真-3 天然ゼオライトを含む気水混合高圧ジェット噴流

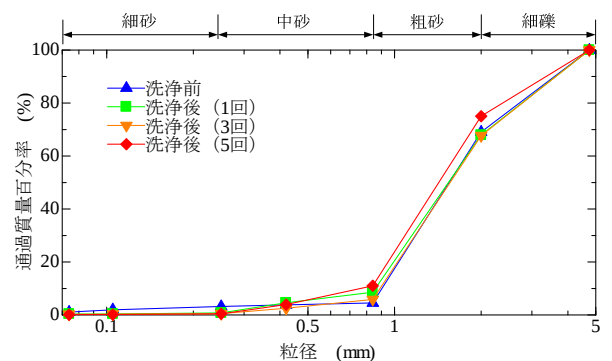


図-3 洗浄前後の天然ゼオライトの粒度分布

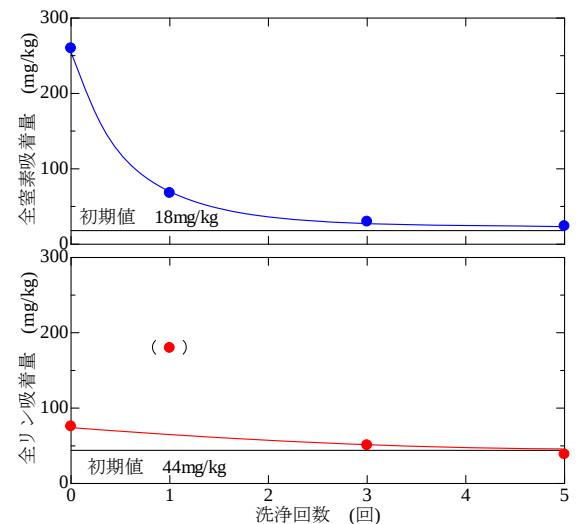


図-4 洗浄回数と天然ゼオライトの吸着量の関係