

天然ゼオライトによる湖沼底泥からの栄養塩類溶出抑制効果 (その3) -天然ゼオライトによる覆砂-

信州大学工学部 正 梅崎健夫, 正 河村 隆
信州大学工学部 学〇Moussa Garba-Say Zoukanel
(現 東京工業大学大学院)

1. はじめに 水質浄化や悪臭防止の効果のある天然ゼオライト¹⁾による湖沼底泥への覆砂の有効性を検証するために、諏訪湖底泥を用いた80日間の室内カラム溶出試験を実施した。全窒素、全リンなどの水質分析結果に基づいて、底泥からの栄養塩類の溶出抑制効果について検討した。

2. カラム溶出試験 試験は(社)底質浄化協会「底質の調査・試験マニュアル」の栄養塩類溶出試験(窒素, リン)に準拠した²⁾。カラム溶出試験装置³⁾の概要と試験条件を図-1に示す。室温20°Cの恒温室内に設置したアクリル円筒(内径20.5cm, 高さ100cm)を用いた。ケースAでは、採取したままの無処理の底泥を10層の軽い突き固めにより高さ30cmとし、その上に底泥を巻き上げないように静かに湖水を50cm注水した。ケースBでは、純水で洗浄して空気乾燥させた天然ゼオライト(MGイワミライト¹⁾, 粒径1~3mm)を3cmの厚さで底泥の上に敷設し、同量の湖水を注水した。DO(溶存酸素量)計およびORP(酸化還元電位)計を設置してカラムに蓋をした後、窒素ガスで湖水を曝気することにより、栄養塩類が溶出しやすい嫌気状態(DO<1mg/L)とした。試験中は嫌気状態を保つために水面付近において微量の窒素ガスの放出を継続し、ポンプ(流量:400~500mL/min)およびON/OFFタイマー(12時間毎にON/OFF切り替え)を用いて湖水の循環を行った。試験開始時(0日), 5日, 10日, 20日, 40日および80日後に500mLを採水し、全窒素、全リンおよびCOD(化学的酸素要求量)などの水質分析を実施した。分析方法は、全窒素: JIS K 010245.2, 全リン: JIS K 010246.3, COD: JIS K 010217である。また、濁度計を用いて濁度の測定も実施した。

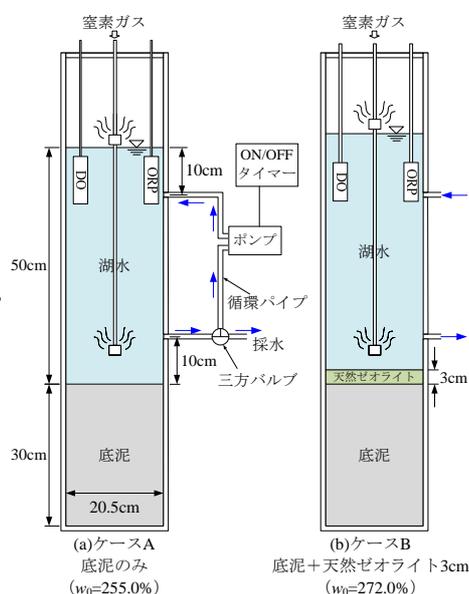


図-1 試験装置の概要と試験条件

3. 試験結果および考察 写真-1(a), (b)に試験中の湖水および底泥の経時変化を示す。写真-1(a)に示す無処理の底泥(ケースA)では、20日を経過した頃からアクリル容器内側に藻類が付着するとともに、湖水中に藻類が増加

して湖水が薄い緑色を呈し、30日以降にはその色がさらに濃くなる。また、底泥の上面にも藻類が発生する。別途測定したDOの値がほぼ同じ時期から増加しており、カラム内に発生した藻類は光合成によって酸素を排出するシアノバクテリア⁴⁾と考えられる。50日以降においては、湖水の緑色が若干薄くなり、アクリル容器内側に付着した藻類も減少している。一方、写真-1(b)に示すケースBでは、藻類の発生は無く、湖水は透明な状態が保たれている。なお、ケースA, Bともに底泥の周面が茶色く酸化しているが、アクリル円筒に接する部分だけで

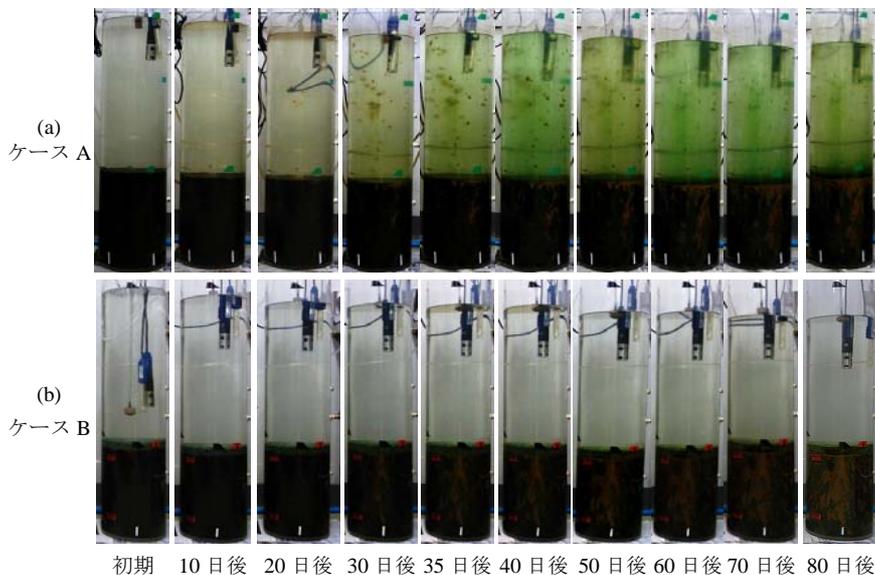


写真-1 湖水および底泥の経時変化

キーワード: 閉鎖性水域, 水質浄化, 底質, 天然ゼオライト, 覆砂, 全窒素・全リン

連絡先: 〒380-8553 長野市若里4-17-1 信州大学工学部土木工学科 TEL&FAX: 026-269-5291

あり、いずれも 80 日後における底泥内部には変化が見られなかった。

図-2(a)~(d)に湖水中の全窒素、全リン、濁度および COD の経時変化を示す。図-2(a)に示すように、いずれのケースにおいても全窒素の初期値は諏訪湖の水質基準を若干下回っている。無処理の底泥のみのケース A では、時間の経過とともに全窒素の含有量が大きく増加し、20 日後には水質基準の 3.8 倍程度であり、底泥からの窒素の溶出が大きい。しかし、80 日後には水質基準以下に低下しており、シアノバクテリアによって消費されたと考えられる。一方、天然ゼオライトを敷設したケース B では、80 日間の試験期間を通じて初期値よりも少ない状態が保たれており、その後も効果は持続する傾向にある。天然ゼオライトは底泥からの窒素の溶出を抑制するとともに水中の窒素を吸着する。図-2(b)に示すように、いずれのケースにおいても全リンの初期値は水質基準の半分以下である。ケース A では、時間の経過とともに全リンの含有量が大きく増加し、20 日後に 30 倍程度となり、底泥からのリンの溶出は大きい。一方、ケース B では、天然ゼオライトの溶出抑制効果により⁵⁾、初期値とほぼ同じ値が保たれており、その後も持続する傾向にある。図-2(c)に示すように、藻類の繁茂に違いが見られた 40 日において、ケース A の濁度はケース B の 2 倍程度である。そのときの COD は、図-2(d)に示すように、ケース A においてケース B の 2 倍程度である。しかし、COD の抑制効果は認められず、別途対策が必要である。

図-3 はアオコの発生における水中の窒素とリンの濃度の関係である⁶⁾。湖水中の全窒素と全リンのデータを時間経過毎にプロットして示した。いずれも初期状態はアオコの増殖が困難な範囲にあるが、無処理の底泥のケース A では5日後にアオコの増殖が可能な範囲に移行する。一方、天然ゼオライトを敷設したケース B では、試験期間を通じてアオコの増殖が困難な範囲で推移しており、図-3 においても天然ゼオライトの溶出抑制効果が認められる。

4. まとめ 得られた主な知見は以下の通りである。①無処理の底泥の場合には、湖水が徐々に緑色に濁り、藻類が繁茂する。湖水中の全窒素および全リンが水質基準よりも高くなり、底泥からの栄養塩類の溶出が明瞭に認められる。富栄養化を抑制するためには、底泥からの栄養塩類の溶出を抑制することが必要である。②底泥の上に天然ゼオライト(粒径 1~3mm)を 3cm 敷設した場合には、80 日間の長期にわたり、湖水中の全窒素、全リンは水質基準よりも低い値が保たれる。天然ゼオライトは、底泥からの窒素の溶出を抑制するとともに、湖水中の窒素も吸着し、藻類を繁茂させない。このことにより、3cm 程度の天然ゼオライトによる覆砂の有効性が確認された。

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 23 年度地域自主戦略交付金(治水)河川事業に伴う浄化工法検討業務委託」に関連して実施された。天然ゼオライト(MG イワミライト)は三井金属資源開発株式会社より提供を受けた。付記して、感謝の意を表わします。

【参考文献】 1)MINDECO IWAMI PROFILE イワミライト, 三井金属資源開発株式会社, 2006. 2) (社)底質浄化協会 底質の調査・試験マニュアル, 4 節 栄養塩類溶出試験(窒素, リン), pp.3-31~3-3-40, 2003. 3)梅崎, 河村: 浚渫土の脱水・浄化・還元システムの提案(その2) -天然ゼオライトを用いた諏訪湖底泥からの栄養塩類の溶出抑制-, 信州大学環境科学年報, 34 号, 2012 (印刷中). 4)広瀬ら: 2. シアノバクテリア, 低温科学, Vol.67, pp.9-15, 2009. 5) 梅崎ら: 天然ゼオライトによる湖沼底泥からの栄養塩類溶出抑制効果(その4) -浚渫・脱水・浄化・還元システムの検証-, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 2012 (印刷中). 6)森本, 湊: ゼオライト混液法による脱チッソ, 脱リン技術, (株)アステック社内技術資料, pp.1-4, 1996.

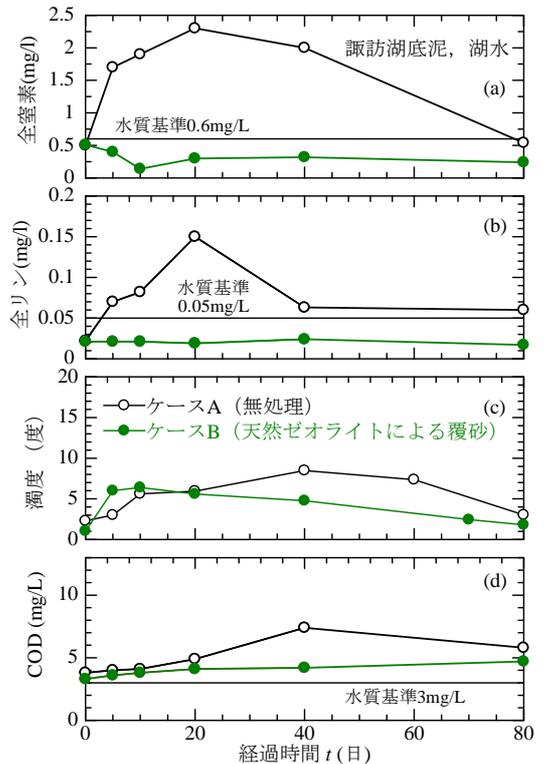


図-2 全窒素、全リン、濁度、COD の経時変化

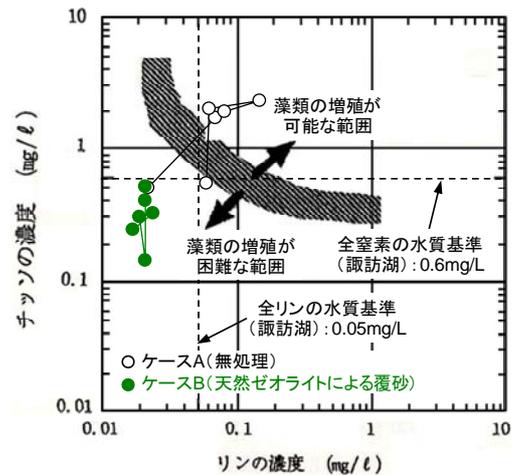


図-3 アオコの発生と窒素・リンの濃度の関係 (文献 6) に加筆)