

実環境への適用を目指した溶融スラグのリン吸着実験

東洋建設 正会員 ○井上靖弘

茨城大学 正会員 小峯秀雄, フェロー会員 安原一哉, 正会員 村上哲

1. はじめに

近年, 湖沼や公園の池などの閉鎖性水域において, 栄養塩の増加に伴う水質汚濁が問題となっている。長期にわたって堆積された底泥からの栄養塩の溶出が, これを栄養分とするアオコの発生を生み, 透明度の低下や悪臭, 生態系への悪影響を及ぼす。本研究では茨城県日立市赤羽緑地内の公園池を対象とし, 研究を推進した。写真-1 は 2007 年 6 月時点の赤羽緑地内の公園池の状況であり, 大量のアオコが発生していることが確認できる。

一方, リンなどの栄養塩を吸着する性質を有する廃棄物として, 既往の研究より溶融スラグや石炭灰などの燃焼系廃棄物が挙げられ¹⁾, これらの有効利用技術の拡大が求められている。

井田ら¹⁾や水沼ら²⁾の実施した, 溶融スラグおよび石炭灰を試料に用いた吸着覆土材の底泥浄化実験結果から, 試料へのリン吸着が確認された。しかし, 既往の研究においては実環境への適用法や環境への影響について言及していない。土壌の汚染に係る環境基準を満足しない石炭灰を使用していることや, 湖沼への影響を考慮していないことが挙げられる。そこで, 本研究では上記の研究成果から, 実環境への適用を考慮した実験を行い, 溶融スラグを湖沼において吸着バリア材に利用する方策の有効性を検証する。図-1 に湖沼に吸着バリア材を適用した場合の概要を示す。

2. 使用した試料

本研究で使用した溶融スラグと比較に用いた石炭灰 A, B の六価クロムおよびホウ素の溶出特性を表-1 に示す。各溶出濃度の測定については, 平成 3 年環境庁告示第 46 号溶出試験に準拠して行い, 試料の環境への影響を調査した。検液の分析には HACH 社製の多項目迅速水質分析計 DR/2010 を用いて, 六価クロムはジフェニルカルバジド法, ホウ素はカルミン法により測定した。

3. 溶融スラグおよび石炭灰のリン吸着実験

本実験では, 溶融スラグと石炭灰を用いてリン吸着を確認した。検液の分析には HACH 社製の多項目迅速水質分析計 DR/2010 を用いて, リンはモリブデン青法により測定した。

3.1 湖水中のリンの吸着を模擬した浸漬実験

はじめに, 試料 50g とリン溶液 500g を用意し, 500mL ビーカーに試料を入れた。次にろ紙を敷き, 試料の巻き上がりを防いだ。最後にビーカーをパラフィルムで覆い, リン濃度が平衡に達するまで採水し測定を続けた。作製したリン溶液は, 2006 年に赤羽緑地内の公園池において測定された最も高いリン濃度 1.0mg/L を基準とした。写真-2 に浸漬実験の様子を示す。



写真-1 赤羽緑地内の公園池の様子

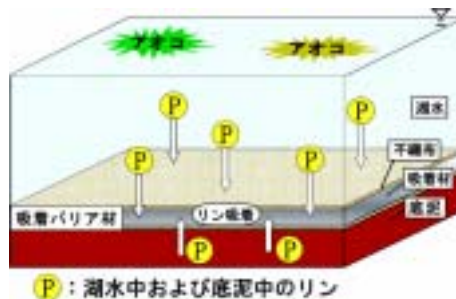


図-1 吸着バリア材の概要

表-1 使用した試料の溶出特性

試料	六価クロム(mg/L)	ホウ素(mg/L)
溶融スラグ	0.02	0.5
石炭灰A	0.07~0.09	7.2~7.8
石炭灰B	0.01	1.4
土壤環境基準	0.05	1.0

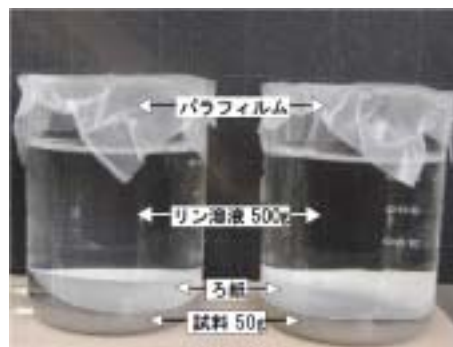


写真-2 浸漬実験の様子

キーワード：溶融スラグ, リン, 有効利用, 閉鎖性水域

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢 4-12-1 小峯秀雄

3.2 底泥からのリン溶出を模擬したカラム試験

本試験では、2007年に赤羽緑地内の公園池において調査したリン濃度 0.2mg/L 、およびリン溶出速度 $7.78\text{mg/m}^2 \cdot \text{日}$ を模擬することにより、実環境を模擬した条件を設定した。リン溶液は定量ポンプを使い1日 0.172L 下方から通水させ底泥からのリン溶出を模擬した。供試体は高さ 30mm のアクリル製透水容器を用いて試料を自由落下させて透水容器上面まで作製した。供試体を通じたリン溶液はポリプロピレン製の採水容器により採水した。写真-3にカラム試験の様子を示す。



写真-3 カラム試験の様子

3.3 浸漬実験およびカラム試験の結果

浸漬実験とカラム試験の結果をそれぞれ図-2、図-3に示す。浸漬実験およびカラム試験において、実環境を模擬した実験条件における溶融スラグのリン吸着効果を確認した。そこで、溶融スラグを用いて実環境を模擬した実験を行い、吸着バリア材の適用を検討した。

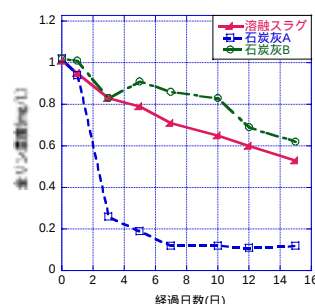


図-2 浸漬実験の結果

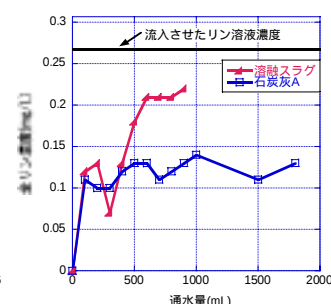


図-3 カラム試験結果

3.4 溶融スラグを吸着バリア材として敷いた水槽実験

本実験では、赤羽緑地内の公園池調査から水深が 200mm 、底泥の層厚が 100mm であること確認し、 $1/2$ の幾何学的縮尺で設定した水槽実験を行った。はじめに、赤羽緑地内の公園池から採取した底泥を水槽に入れ、不織布を敷いた。次に溶融スラグを入れ、不織布で覆った。これは吸着バリア材として試料を実環境に適用する場合を模擬し、底からの引き抜きを容易にするためである。最後に蒸留水を注ぎ、ヒーターを調整し水温を 20°C に保った。比較には、吸着バリア材を入れないで湖沼を模擬した水槽を作製し、溶融スラグのリン吸着効果を確認した。なお、本実験ではあらかじめ、吸着バリア材なし水槽の模擬湖沼水のリン濃度上昇を確認している。写真-4に水槽実験の様子を示す。



写真-4 水槽実験の様子

3.5 水槽実験の考察

図-4に実験結果を示す。溶融スラグを底泥上に敷設することによるリン吸着効果が確認できた。また、写真-4において模擬湖沼水の色を比較すると、吸着バリア材なし水槽の模擬湖沼水の濁りが確認できる。これは水槽内に藻が発生したことで水が濁り、リンを吸収しているためと考えられる。実際の模擬湖沼水のリン濃度変化は顕著に差が出ていると考えられる。また、実験時の水槽内には底生動物(イトミミズ)の活発な活動が確認された。溶融スラグを底泥上に敷設することによる底生動物への影響は小さいものと考えられる。

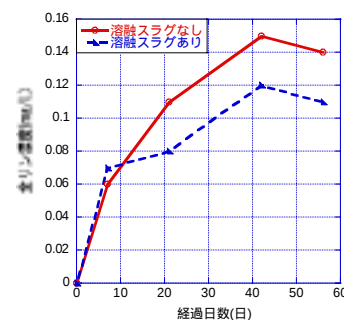


図-4 模擬湖沼水のリン濃度変化

4. 結論

本研究では浸漬実験、カラム試験、水槽実験を実施し、以下の知見を得た。

室内レベルで湖沼を模擬できることを水槽実験により明らかにした。浸漬実験およびカラム試験において、湖沼を模擬したリン濃度、リン溶出速度でのリン吸着効果を確認した。対象とした茨城県日立市赤羽緑地内の公園池に、溶融スラグをリン吸着材として有効利用できる可能性を示した。

参考文献 1) 井田直人・小峯秀雄・安原一哉・村上哲：閉鎖性水域の環境改善を目的とした吸着覆土材作製に適した材料の選定，第42回地盤工学研究発表会発表論文集，pp.2143-2144，2007. 2) 水沼加奈子・小峯秀雄・安原一哉・村上哲：カラム実験結果を利用した吸着覆土材の層厚設計法の提案—湖沼底泥の覆土材への石炭灰の適用—，第37回地盤工学研究発表会発表論文集，2002.