

浄水汚泥を利用した底質覆土材の水質改善効果の検討

茨城大学 学生会員 ○及川照靖 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、閉鎖性水域特に湖沼における水質の悪化が問題となっている。湖沼の全窒素および全リン濃度の「生活環境に係る環境基準」の達成率は、海域と比較して低く、湖沼における栄養塩の除去が困難であることが分かる¹⁾。閉鎖性の湖沼における水質改善策として覆砂工法、また浚渫工法が挙げられるが、良質な砂の確保や水深が浅くなる等の問題、また浚渫泥の事後処理の問題等が残されており、抜本的な解決に至っていない²⁾。

一方、茨城県内からは浄水汚泥や溶融スラグ等の産業廃棄物が発生されており、有効利用先の拡大が必要とされている。そこで本研究では、上記の廃棄物を覆砂工法の砂代替材料として用いた覆土材を提案する。本覆土材は、敷設・撤去を容易にするため、吸着材料を土のう袋に充填したものである(図1参照)。

2. 使用した材料

本研究では産業廃棄物の有効利用の観点から、茨城県で排出される浄水汚泥を用いた。浄水汚泥は多孔質であるため栄養塩の吸着効果が期待され、既往の研究³⁾によりリン吸着効果が認められている。また覆砂工法に用いられる砂の模擬材料として、相馬珪砂5号についても吸着特性を調査した。ここで浄水汚泥は4.76mmふるいを通した材料、相馬珪砂5号は粒径の範囲0.15~0.60mmの材料を使用した。吸着材料の基本的性質を表1に示す。閉鎖性水域においてはリンと比較し、窒素の環境基準達成率が低いのが現状であるため¹⁾、本研究ではリンに加え窒素についても着目し、吸着特性を調査した。なお本研究では、リン酸態リンをリン、硝酸態窒素を窒素として表記することとする。

3. 覆土材の有効性検証のための水槽試験

既往の研究⁴⁾より、相馬珪砂5号、浄水汚泥に高いリン吸着効果が認められ、また浄水汚泥には窒素吸着効果も認められた(図2、3参照)。

そのため、相馬珪砂5号と浄水汚泥との混合材料を土のう袋に充填し、覆土材を作製した。ここで覆土材の浄水汚泥混合率は、乾燥質量で25%、50%および75%とし、水槽試験により覆土材の有効性の検証を行った。

3.1 試験条件および手順

公園池より採取した底泥を水槽下部に敷き、蒸留水を注入し、作製した覆土材を底泥上に敷設した(図4参照)。覆土材の浄水汚泥混合率を変化させ、浄水汚泥の作用による水質の変化に着目した。ここで、底泥の土粒子の密度 ρ_s は 2.50g/cm^3 、自然含水比 w は297%、強熱減量 L_i は12.7%である。公園池における底泥の層厚、水深と水槽のサイズの関係から底泥の層厚

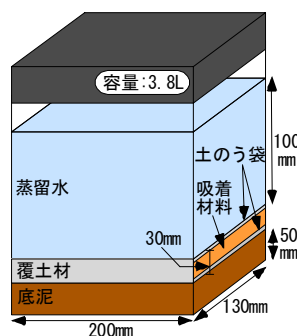


図4 水槽試験の概要図

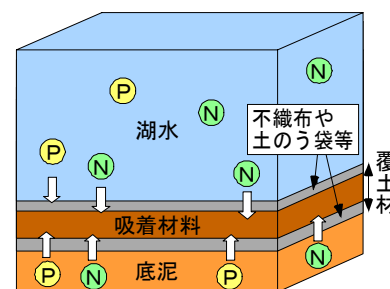
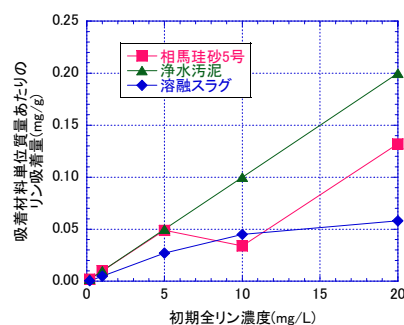
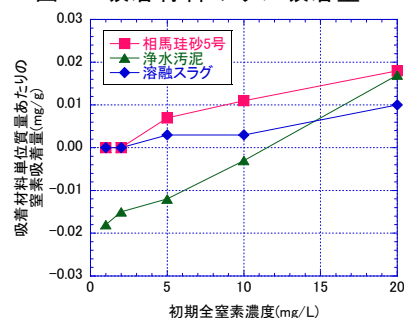


図1 覆土材の概念図

表1 使用した材料の基本的性質

材料名	土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	含水比 $w(\%)$
相馬珪砂5号	2.65	0.00
浄水汚泥	2.61	69.8

図2 吸着材料のリン吸着量⁴⁾図3 吸着材料の窒素吸着量⁴⁾

キーワード 廃棄物 リサイクル 吸着 水質改善 リン 窒素

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL0294-38-5174

50mm, 水深 100mm とした。覆土材の条件を表 2 に示す。水温の変化による底泥からのリン、窒素の溶出量の変化に着目し、水温は経過日数 1~10 日は $17\pm1^{\circ}\text{C}$, 10 日以降は $23\pm1^{\circ}\text{C}$ とした。水槽の全リン濃度、全窒素濃度および濁度の測定を行い水質の経時的な変化を観測した。分析は多項目迅速水質分析計(DR/2010, HACH 社製)を用いて、全リン濃度は過硫酸分解 PhosVer3 法、全窒素濃度は TNT 過硫酸塩分解法、また濁度は吸光光度法により測定した。

表 2 覆土材の条件

	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
寸法(mm)	横 200×縦 130×層厚 30			
浄水汚泥混合率(%)	敷設なし	25	50	75

3.2 試験結果および考察

図 5 に経過日数と濁度の関係を示す。写真 1 から分かるように、覆土材を敷設したケースでは濁度の抑制効果が認められた。これは底泥から溶出したリンや窒素を覆土材が吸着したことにより、浮遊物質の増加を抑制したためと考えられる。また図 6 に示すように、覆土材の浄水汚泥混合率が高いほど全リン濃度は低濃度であり、覆土材に浄水汚泥を混合することで底泥からのリンの溶出抑制効果が顕著になると推察される。浄水汚泥は凝集材由来のアルミニウム

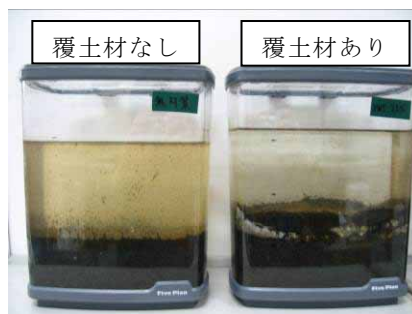


写真 1 覆土材敷設による濁度の違い

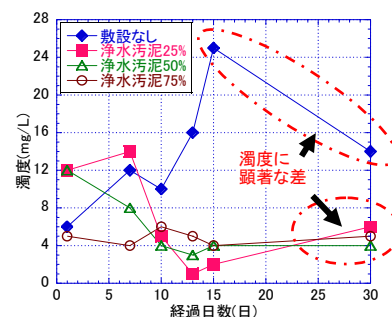


図 5 経過日数と濁度の関係

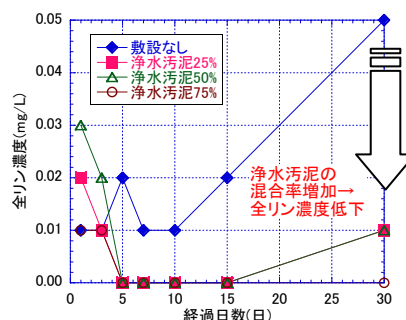


図 6 経過日数と全リン濃度の関係

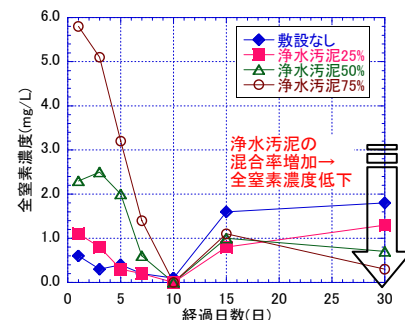


図 7 経過日数と全窒素濃度の関係

含有しており、アルミニウムとリンは難溶性の塩を形成することが知られている⁵⁾。そのためこのアルミニウムとリンとの反応が、底泥からのリンの溶出を抑制する要因であると考えられる。

また図 7 に示すように、全窒素濃度は試験開始直後に、浄水汚泥の混合率が高いケースほど高い値を示した。しかし日数経過に伴い濃度の低下が認められるため、覆土材に窒素が吸着された、もしくは微生物の作用により窒素化合物が分解され、窒素が大気中へ放出したと考えられる。経過日数 10 日以降は底泥からの窒素の溶出が活発になっているが、経過日数 30 日のデータに着目すると、無対策のケースにおいて最も全窒素濃度が高く、浄水汚泥の混合率の増加に伴い、全窒素濃度が低下しているため、覆土材に浄水汚泥を混合することで、底泥からの窒素の溶出を抑制できると考えられる。

4. まとめ

浄水汚泥を混合した覆土材による、濁度の抑制効果があることが分かった。これは覆土材中の相馬珪砂 5 号、浄水汚泥が底泥から溶出するリンや窒素を吸着し、濁度増加の要因となる浮遊物質の増加を抑制しているためと考えられる。また、リン、窒素の溶出抑制効果は、覆土材の浄水汚泥混合率を増加させることで、より顕著なものになると分かった。

<参考・引用文献> 1) 環境省, 平成 19 年公共用水域水質測定結果(平成 20 年 11 月): <http://www.env.go.jp/water/suiiki/h19/full.pdf>, (2008 年 4 月 4 日現在). 2) 須藤隆一: 環境修復のための生態工学, 講談社, p.178, 2000. 3) 海野修司・岡本正美・永渕正夫: 浄水汚泥を用いたリン除去技術, 土木学会論文集 No.741/VII-28, pp111-121, 2003. 4) 及川照靖・小峯秀雄・安原一哉・村上哲: 浄水汚泥・溶融スラグの底質浄化材料としてのリン・窒素吸着効果の検討, 第 44 回地盤工学研究発表会概要集(投稿中), 2009. 5) 岩田進午, 三輪睿太郎, 井上隆弘, 陽捷行: 土壌の化学, 学会出版センター, pp.102-104, 1998.