

セラミックス多孔体の活用による水質浄化 ー炭化焼成物による環境制御材料の開発(2)ー

中村哲男^{*}・永山賛平^{**}・伊藤寛文^{***}・伊藤満子^{***}

* 情報デザイン部、**材料開発部、*** (有) 島田満子アトリエコンテンツ

Refining of Wastewater Utilized Porous Ceramics

- Development of environmental control materials with sintered carbonized product -

Tetsuo NAKAMURA^{*}, Sanpei NAGAYAMA^{**}, Hirofumi ITOU^{***} and Mitsuko ITOU^{***}

下水汚泥や窯業系廃棄物の再利用技術の開発を目的に、これらの素材を用いて、液相に対する環境制御効果(水質浄化機能)を有する素材の開発の可能性について検討した。

酸化鉄と下水汚泥を配合し、無酸素下で高温焼成した多孔質セラミックスを焼成した。この多孔質セラミックスの高濃度汚濁水ならびに低濃度汚濁水への水質浄化効果を見るため下水及び河川水を用いて、れき間通過による水質浄化試験を行った。その結果、水質浄化機能を持つ多孔質セラミックスの開発の可能性が示唆された。

1. はじめに

下水の浄化で発生する汚泥は乾燥処理された後に焼却処分して減容し、埋め立て処分されるのが従来の処理方法だが、埋め立て処分場の不足や汚泥量の増大に伴う処理経費の増大(1トンあたり2~3万円)などから安価な処理経費で行える再利用の必要性が高まっている。

ところで、優れた磁器原料である天草陶石は、その原料に含まれる不純物である鉄分を除去して使われる。この際に除去された鉄分(脱鉄スラッジ)の利用方法については幾つか検討されているが、十分には活用されていない。

そこで、本研究では、下水や河川水の水質浄化と汚泥ならびに脱鉄スラッジのリサイクルの同時達成が可能であるかを検討するため、実際に下水汚泥、脱鉄スラッジを配合した多孔質セラミックスを試作し、高濃度汚濁水ならびに低濃度汚濁水への水質浄化効果を見るため下水及び河川水の水質浄化機能について検討した。

2. 実験及び実験方法

現在、下水の水質浄化方法として砂利を利用した方法が一部取り入れられている。これは砂利表面に微生物を住まわせ、下水が砂利の間を通過する際に下水中の有機物を微生物に分解させ、浄化(濾過)するシステムである。実験は今回試作した多孔質セラミックスが、現行の方法に対してどの程度の下水浄化能力を有するかを把握するため、現行方法も交えて比較検討した。

なお、浄化の目安は BOD(生物学的酸素要求量)、

COD(化学的酸素要求量)測定によって判断した。また、比較用水は高濃度汚濁水として菊池郡大津町浄化センターの生下水を白川の河川水で希釈したものを、低濃度汚濁水として熊本市田迎町の木部川河川水を用いた。

2.1 実験資材

高濃度汚濁水の水質浄化性能比較試験用資材には、水質浄化資材として多孔質セラミックスのほか、セラミックス板、砂利(破碎石)を用い、また対象区として浄化材なしで行った。なお、高濃度汚濁水の水質浄化性能比較試験用多孔質セラミックスの製造条件は以下のとおり。

構成成分 (配合 W/W%)

蛙目粘土	100
下水汚泥 (大津町浄化センター)	130
脱鉄スラッジ	40

焼成温度 1100℃ 1時間保持

焼成炉 倒炎式プロパンガス炉(内部容量 1.5m³
還元焼成)

また、低濃度汚濁水の水質浄化性能比較試験材については水質浄化資材として多孔質セラミックスを用い、対象区として浄化材なしの2試験体で比較実験を行った。なお、低濃度汚濁水の水質浄化性能比較試験用多孔質セラミックスの製造条件は以下のとおり。

構成成分 (配合 W/W%)

蛙目粘土	100
下水汚泥 (大津町浄化センター)	100
脱鉄スラッジ	30

焼成温度 1050℃ 1時間保持

焼成炉 倒炎式プロパンガス炉(内部容量 1.5m³
還元焼成)

2.2 実験方法

高濃度汚濁水の水質浄化性能試験は 4 個の内容容量 57l の魚飼育用水槽を用いて行った。この水槽上部には水浄化用フィルター材が取り付けられるよう 31×12×7.5cm の空間を持つプラスチック容器が付随している。これら 4 個の水槽のうち 3 個の水槽に図 1 に示すように上部の水浄化用フィルター材を入れる場所に水質浄化資材として多孔質セラミックスのほか、セラミックス板、砂利(破砕石)、を充填した。また対象区には浄化材を充填しない状態とした。



図 1 浄化資材をフィルター部に充填した状態

この 4 個の水槽それぞれに菊池郡大津町浄化センターの生下水を白川の河川水で BOD 約 45mg/l、COD 約 30mg/l に調整して満たした後、循環ポンプで水槽内の希釈水を 10l/毎分、当該素材を透過するよう循環させた。

以上の条件で水槽内の BOD 値、COD 値について初日、1 日後、7 日後、14 日後、21 日後に測定を行った。比較試験の組み合わせを表 1 に、水質浄化試験に用いた装置の概要を図 2 に示す。

表 1 高濃度汚濁水の水質浄化試験の組み合わせ

水質浄化材の状態		
水槽1	セラミックス板	約 1 kg
水槽2	多孔質セラミックス	1 kg
水槽3	砂利 (破砕石)	1 kg
水槽4	なし	

低濃度汚濁水の水質浄化性能試験では 2 個の内容容量 57l の魚飼育用水槽を用いて行った。なお、低濃度汚濁水の水質浄化性能試験では高濃度汚濁水の水質浄化性能試験方法と違う方法を試みた。すなわち、高濃度汚濁水の水質浄化性能試験では、水槽上部のフィルター材を入れる場所に水質浄化資材として多孔質セラミックスを充填し、水を循環させている。しかしながら、

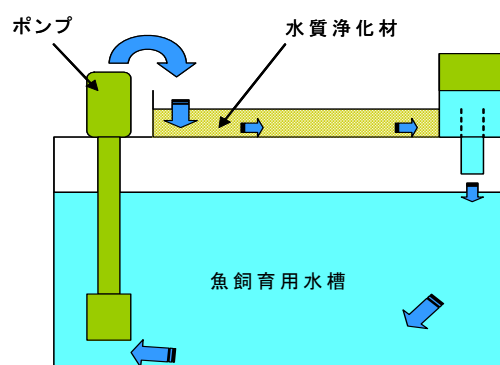


図 2 高濃度汚濁水の水質浄化試験装置の概要

低濃度汚濁水の水質浄化性能試験では、汚濁水を循環させる際に、水質浄化材をなるべく空気に触れない状態での実験を試みた。そのため、多孔質セラミックスを図 3 に示すように水槽底部に 6kg 充填し、ポンプから直接、水槽に敷き詰めた多孔質セラミックスに流れるようにした。この場合も、対象区には浄化材を充填しない状態とした。

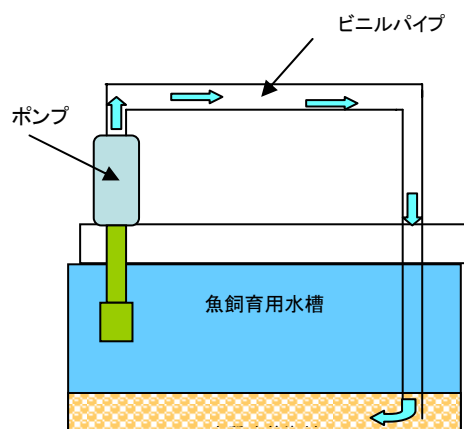


図 3 低濃度汚濁水の水質浄化試験装置の概要

この 2 個の水槽それぞれに熊本市田迎町の木部川河水(採水時 BOD 約 16mg/l、COD 約 7.8mg/l)を満たした後、循環ポンプで水槽内の汚濁水を 10l/毎分、当該素材を透過するよう循環させた。

以上の条件で水槽内の BOD 値、COD 値について初日、5 日後、12 日後、19 日後に測定を行った。

3. 実験結果

3.1 高濃度汚濁水の浄化性能試験結果

図4に高濃度汚濁水の水質浄化試験におけるCODの変化を示す。

本図から、対照区を含め、各材料でCOD成分の減少が見られる。また、セラミックス板、砂利については2週間後に1/2まで減少していることがわかる。これに対し、多孔質セラミックス素材では初期値の1/3まで減少している。これに対し、多孔質セラミックス素材では初期値の1/3まで減少している。COD成分の減少は対照を含め、同じ傾向を示しているが、今回の試験に用いた素材のうちCOD成分除去促進効果が最も大きいのは多孔質セラミックスであることが分かった。

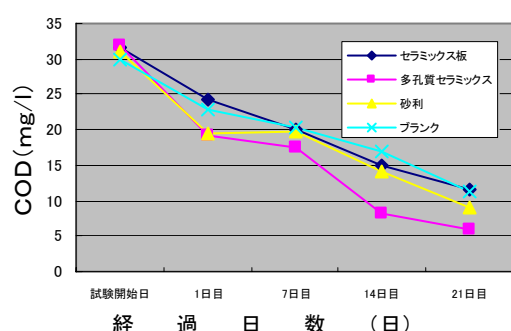


図4 高度汚濁水に対する水質浄化資材のCODに対する効果

図5に高濃度汚濁水の水質浄化試験におけるBODの変化を示す。

本試験からも明らかなように、COD成分除去促進効果と同様にBOD成分においても多孔質セラミックスのBOD成分除去促進効果が大きい結果を示した。

なお、本実験にあたり窒素、リンの低減効果について測定を行ったが、顕著な差は見られなかった。

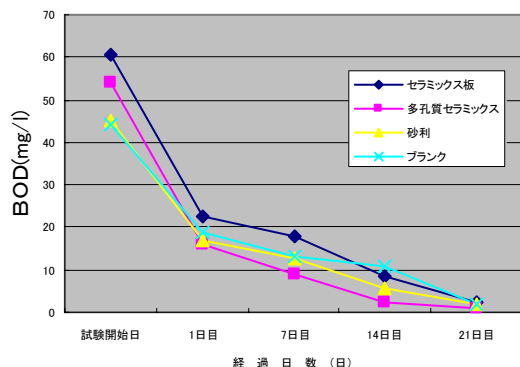


図5 高濃度汚濁水に対する水質浄化材のBODにする低減効果

3.2 濁水の浄化性能試験結果

図6に低濃度汚濁水の水質浄化試験におけるCODの変化を示す。

低濃度汚濁水の水質浄化性能試験では、汚濁水を循環させる際に、なるべく空気に触れない状態での実験を試みた。その結果、COD去促進効果は高度汚濁水の水質浄化性能試験の時ほど顕著な差は見られなかったが、多孔質セラミックスを用いることによるCOD去促進効果が若干ではあるが確認することが出来た。

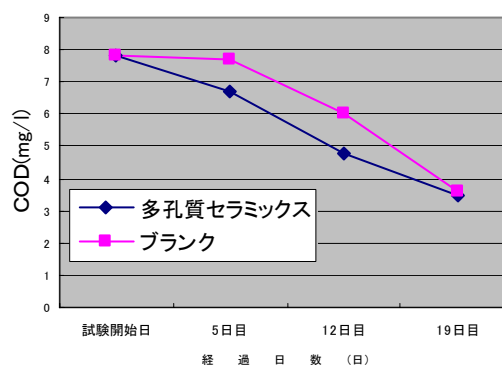


図6 低濃度汚濁水に対する水質浄化資材のCODに対する効果

次に低濃度汚濁水の水質浄化試験におけるBODの変化を図7示す。

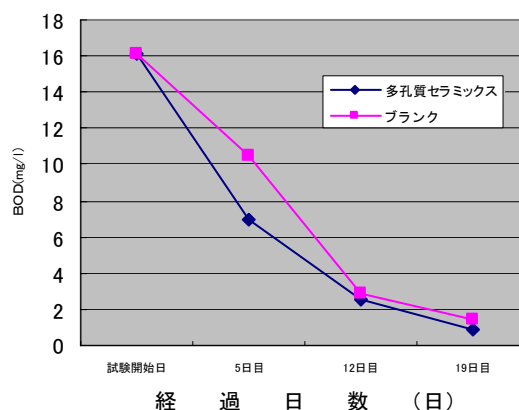


図7 低濃度汚濁水に対する水質浄化材のBODに対する低減効果

本図から明らかなように、初期値(採水時BOD: 1mg/l)あった汚濁水が、多孔質セラミックスを投入した水槽においては5日後に7.0mg/lと1/2以下に減少していることが分かる。これに対し、同じ5日後のブランクにおけるBOD濃度では10.5mg/lを示し、BOD去率は35%程度であることを示し、多孔質セラミックスに早

い時期で除去促進効果が現れたことが分かる。

なお、ここでも本実験にあたり窒素、リンの低減効果について測定を行ったが、高濃度汚濁水の浄化性能試験時と同様、顕著な差は見られなかった。

4. おわりに

本研究では、下水や河川水の浄化と汚泥並びに脱鉄スラッジのリサイクルの同時達成が可能であるかを検討するため、実際に下水汚泥、脱鉄スラッジを配合した多孔質セラミックスを試作し、高濃度汚濁水ならびに低濃度汚濁水への水質浄化効果を見るため下水及び河川水の浄化機能について検討した。なお、高濃度汚濁水の水質浄化性能比較試験用資材には、水質浄化資材として多孔質セラミックスのほか、セラミックス板、砂利(破砕石)、を用い、また対象区として浄化材なしで行った。

その結果、

- 1) 高濃度汚濁水の水質浄化試験におけるCOD試験において、今回の試験に用いた素材のうち多孔質セラミックスが最もCOD成分除去促進効果が大きいことが分かった。
 - 2) 同様に、BOD成分除去促進効果についても多孔質セラミックスが最も大きいことが明らかとなった。
 - 3) 低濃度汚濁水の水質浄化試験におけるCOD、BOD試験においても高濃度汚濁水の水質浄化試験同様の結果が得られた。
 - 4) しかしながら、高濃度汚濁水における、多孔質セラミックスと他の素材である、セラミックス板、砂利(破砕石)についての窒素、リンの低減効果については、顕著な差は見られなかった。
- など幾つかの知見を得ることが出来た。

謝 辞

なお、本研究成果を元に共同研究者である(有)島田満子アトリエコンテンツではこの成果を元に、国土交通省熊本工事事務所の加勢川鯉地区水辺整備構想事業で行われた人工水路に水質浄化材として約70トン敷設し、現在浄化機能について実験を行っている。