

水質浄化用セラミック多孔体による実証化に関する研究

名和正博*1、水野 修*2、倉地辰幸*3、戸田敏一*4、不二門義仁*2

Study on Refining Wastewater by Porous Ceramics

Masahiro NAWA, Osamu MIZUNO, Tatuyuki KURATI, Tosikazu TODA
and Yoshihito FUJITOTokoname Ceramic Research Center,AITEC*1 Seto Ceramic Research Center,AITEC*2*3
Department of Industry and Labor*4

新池の側道に施工した水質浄化水路にセラミック多孔体を水没させ、化学的酸素要求量（COD）の除去を試みた。CODの除去率は、20～64%で十分な効果が得られた。水温の高い季節では、浄化水路の溶存酸素（DO）は微生物の活動によって消費され嫌気性になるため、DOの供給が必要である。窒素、りんは好気性では進行するが、嫌気性では、底質部からりんが溶出し、りん濃度が増大した。また、アンモニアの生成、硫酸イオンの減少から、硫化水素の発生が示唆された。

1. はじめに

当センターでは、瀬戸地域の陶磁器製造工場で排出する陶磁器廃棄物や粘土・珪砂鉱山の表層に産出する低級粘土等を利用して、これまでに種々の形状の水質浄化用セラミックス多孔体を製造した。また、この多孔体を生活雑排水で汚れた中小河川の水質浄化に応用することを検討してきた。¹⁾

本研究は、大府市内にあるため池の1つである「新池」の側道に、れき間接触酸化法に基づく水質浄化水路を作った。ここに、よわ土、長石廃土を利用して試作したセラミック多孔体を、れきの代わりに使用しフィールドワークによる水質浄化実験を行った。

2. 実験方法

2.1 使用原料

使用原料の化学分析値と耐火度を表1に示す。

よわ土は、愛知県珪砂鉱業協同組合第三鉱山から産出する未利用の低級雑粘土である。

長石廃土は、小原、阿妻地区で産出する風化花崗岩からタイルやガラス用の長石を精製する際に排出される汚泥で、主成分は長石と石英からなり、2%前後の酸化鉄を含んでいる。

2.2 ハニカム状セラミック多孔体の作成

重量比で、よわ土60%、長石廃土40%をボールミルで混合し、フィルタープレスで脱水したのち、押出成形機を用いてハニカム状（100×100mm）に成形した。

これを電気炉で、700～1200の間で、100毎に焼成した。

2.3 水質測定項目と測定方法

ハニカム状セラミック多孔体を静置した水質浄化水路に新池の水をポンプにより汲み上げ、平均水量530l/hrで流した。

採水は毎月1回行い、水質指標の測定結果から浄化水路の水質浄化能力と季節変動との関係を調べた。なお、採水は、水路の入口、中間、出口の3地点とした。

測定項目は、水質の指標である、化学的酸素要求量（以下、COD）、溶存酸素（以下、DO）、懸濁物質、全窒素（以下、T-N）、全りん（以下、T-P）を、JIS K 0102により測定した。また、アンモニウムイオン及び硫酸イオンはイオンクロマトグラフ法により測定した。

表1 使用原料の化学分析値と耐火度

(wt%)

原料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig.LOSS	耐火度
よわ土	76.9	13.1	2.03	0.59	0.15	0.58	0.46	2.50	3.66	SK14
長石廃土	69.9	16.2	2.10	0.28	1.03	tr	2.45	5.42	2.59	SK11

*1常滑窯業技術センター 開発技術室 *2瀬戸窯業技術センター 開発技術室
*3瀬戸窯業技術センター 応用技術室 *3産業労働部 産業技術課

3. 実験結果および考察

3.1 ハニカム状セラミック多孔体の強度特性

表2にセラミック多孔体の強度特性を示す。

表2 セラミック多孔体の強度特性 (kN)

試験項目	焼成温度 ()					
	700	800	900	1000	1100	1200
圧縮強度	11.8	19.1	21.6	24.5	29.4	44.1
圧環強度	0.64	0.69	1.08	1.37	1.96	3.43

試作したハニカム状セラミック多孔体は、1200 で溶化を始め、強度が急激に上昇した。しかし、溶化により多孔性が損なわれる。そこで、必要強度と焼成コストに配慮し、本実験では、900 で焼成した多孔体を用いた。

3.2 水質浄化の効果

セラミック多孔体による水質浄化の原理は、

- セラミックスに付着した微生物による有機物の除去。
- 接触沈殿効果（懸濁態有機物の沈殿除去）
- 微生物による窒素、リンの除去作用

の3点である。

3.2.1 水温とCODの季節変動

水温とCODの季節変動を図1に示す。微生物の活動は水温の影響を受け、水温が高くなった6月にアオコ（ミクロキステイス）が発生し、6月から急激にCODが増加し、8月には28mg/lに達した。しかし、水温が低くなった11月にはアオコが消滅し、CODも10mg/l以下となった。

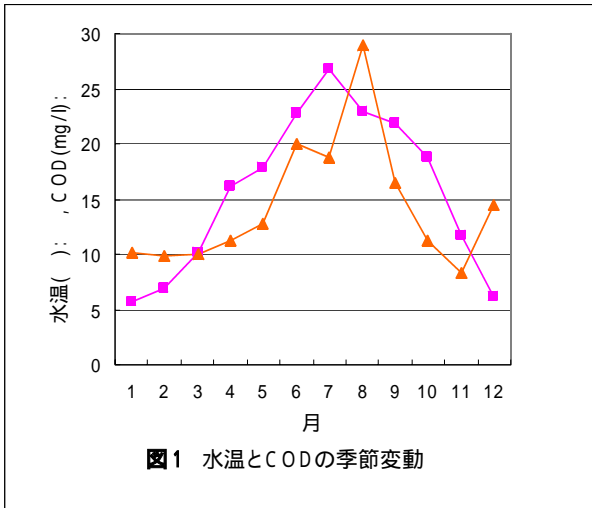


図1 水温とCODの季節変動

3.2.2 CODの除去率

採水位置による、CODの季節変動を図2と図3に示す。

季節による変動はあるが、セラミックスに付着した微生物膜による有機物の除去作用と接触沈殿効果により、入口と出口では、20～64%の除去率が得られた。

ただし、9月と10月のデータは、多孔体に付着した微生物膜を洗浄後に試料水を採取したため、遊離した微生物のフロックが混入し、出口側の方が大きな値を示したものとと思われる。このことから、微生物がセラミックスに再び付着して浄化機能が回復するには10日ほどかかるものと考えられる。

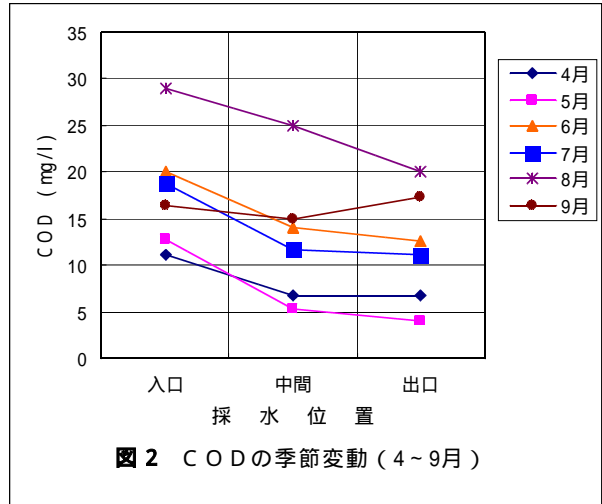


図2 CODの季節変動（4～9月）

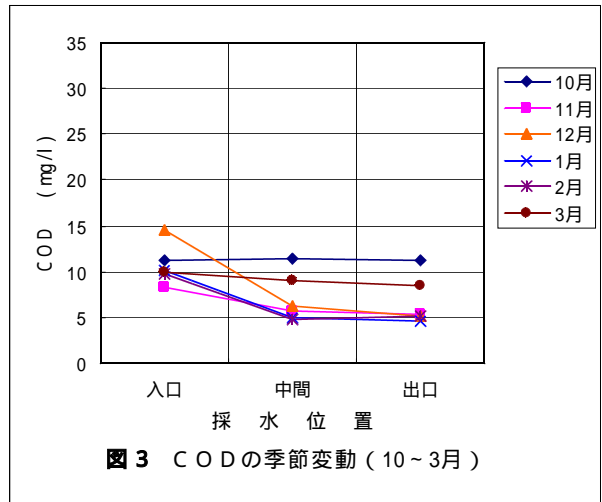


図3 CODの季節変動（10～3月）

3.2.3 DO及び懸濁物質の季節変動

DOの季節変動を図4と図5に示す。懸濁物質の季節変動を図6と図7に示す。

DOは、微生物の活動に伴って消費されるため、水温が高い7～9月にかけて1mg/l以下になった。

下水処理を含む水質浄化システムでは、好気性微生物による酸化作用と嫌気性での硝化作用により有機物はともに分解される。しかし、分解に伴って生成される物質は異なっており、硝化作用によるアンモニア、硫化水素、単体の硫黄などの生成は好ましくない。

採水は水路の表層水面から行ったため、7～9月においても微量のDOが検出されたが、中層及び底質層ではDOがなく、嫌気性になっているものと思われるため、

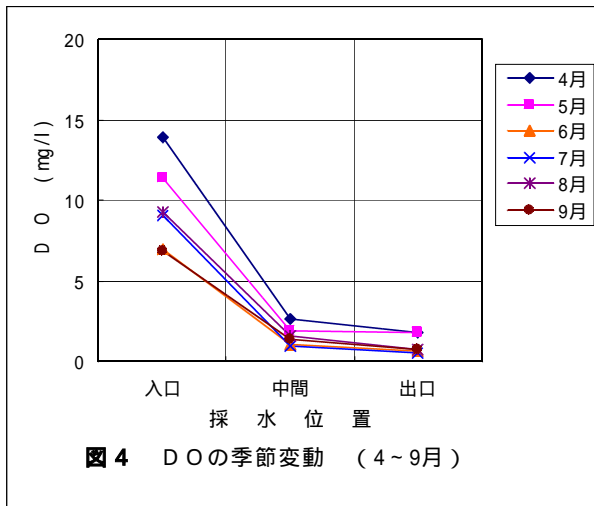


図4 DOの季節変動 (4~9月)

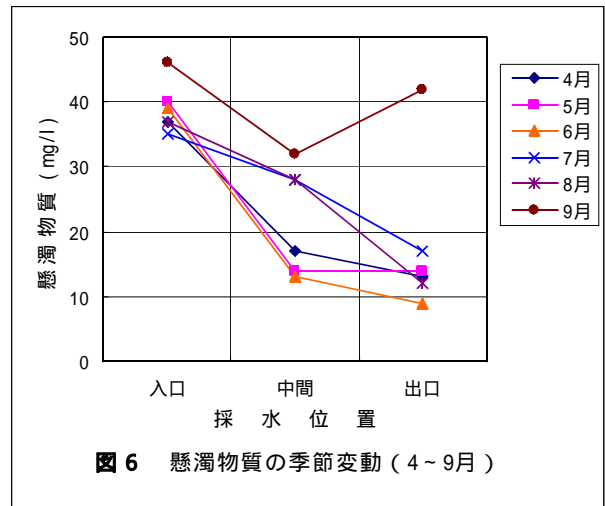


図6 懸濁物質の季節変動 (4~9月)

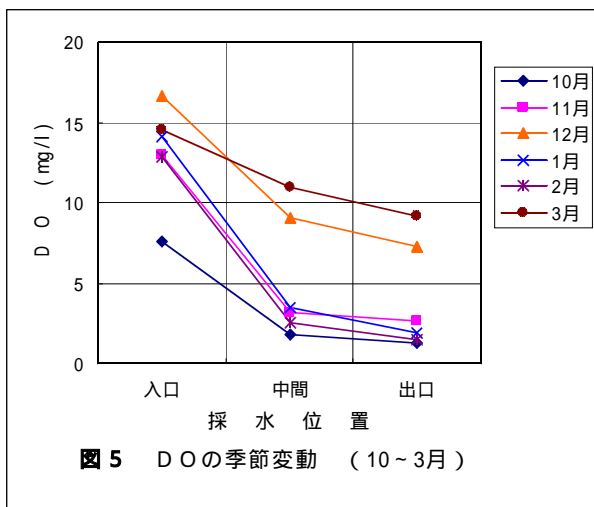


図5 DOの季節変動 (10~3月)

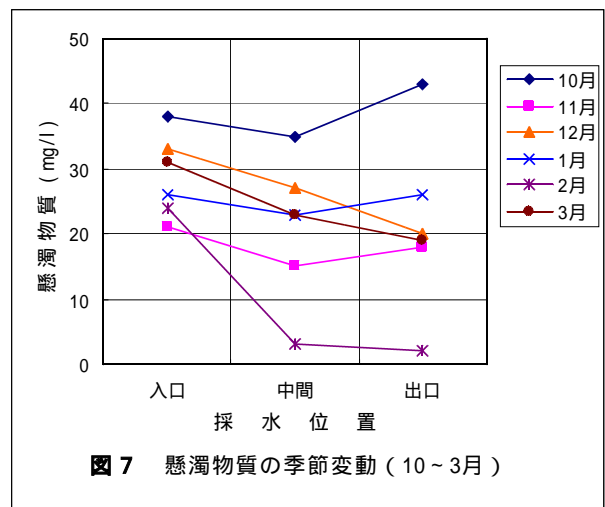


図7 懸濁物質の季節変動 (10~3月)

何らかの方法によりDOの供給が必要であると考えられる。

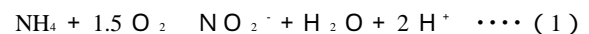
一般的に、れき間接触酸化法に基づく浄化施設では、散気管を装備しエアレーションによりDOを供給しているが、本浄化水路では水量を増やすことにより対処できるものと思われる。

ため池の懸濁物質は、主として固体の有機物である。本実験では、図6, 7に示したように、接触沈殿効果や附着した微生物膜による捕集などの効果により、最大で懸濁物質が50%低減した。ただし、前記で説明したように、9月と10月は清掃の影響により出口側で増加した。

3.2.4 T - N及びT - Pの季節変動

海域や湖沼に出現する赤潮や青潮の原因となる栄養塩である窒素とリンには、種々の化合物があり、T - N、T - Pという指標が使われている。

T - Nは、接触沈殿効果や次式による硝化作用によりアンモニアが亜硝酸を経て硝酸に酸化され、微生物が硝酸を消費することにより低減すると考えられる。



T - Nの季節変動を図8と図9に示す。季節によりその程度は異なるが、出口側の方が若干ではあるがT - Nの低減が見られた。

T - Pの季節変動を図10と図11に示す。

T - Pは、季節により様々な振る舞いを示した。そこで、9月と12月のT - PとDOに着目し、その関係を調べた結果、水温が低くなった12月はDOが十分存在し、T - Pが減少したのに対し、水温が高い9月ではDOがほぼ0mg/lとなり、逆にT - Pは増加していた。

また、アンモニウムイオン及び硫酸イオンを分析した結果、12月は入口側と出口側に殆ど差は見られなかった。しかし、9月は出口側になるにしたがい、硫酸イオンは減少したが、アンモニウムイオンは急激に増加した。

これらの結果から、水温の高い季節では附着した微生物の活動によりDOが減少し、水路の低層部が嫌気性になり、底部から、りん、アンモニアが生成すると共に硫

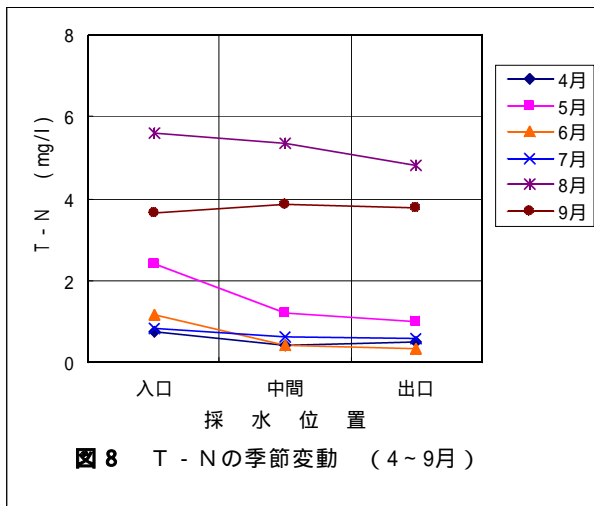


図 8 T - N の季節変動 (4~9月)

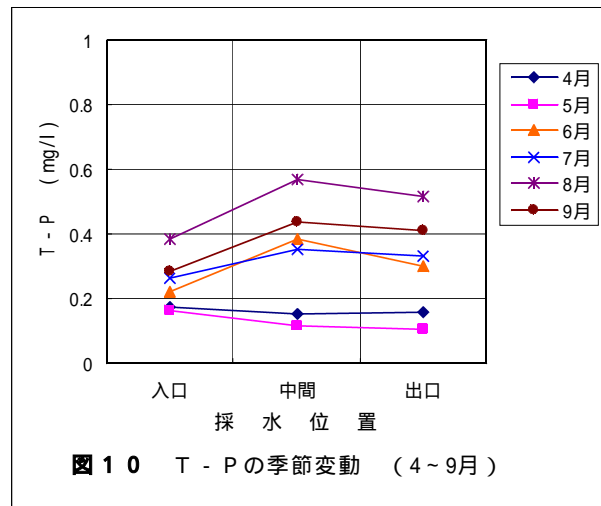


図 10 T - P の季節変動 (4~9月)

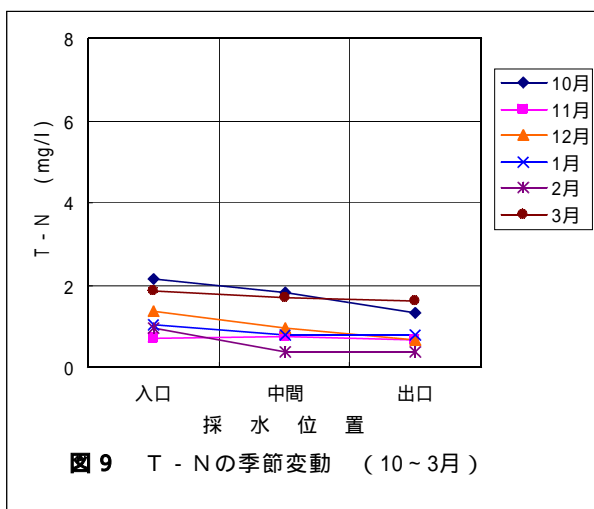


図 9 T - N の季節変動 (10~3月)

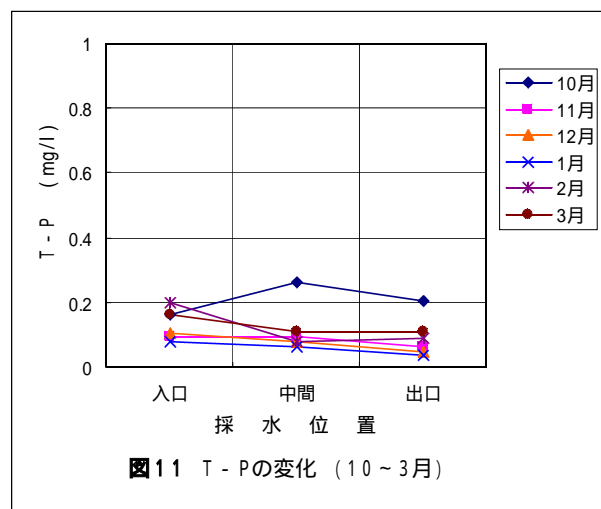


図 11 T - P の変化 (10~3月)

化水素が発生したものと考えられる²⁾。

4. 結び

- (1) CODは水温が高くなるにつれてアオコが発生し、8月には28mg/lに達した。水路でのCODの除去率は洗浄直後を除いて、20~64%の値が得られた。
- (2) DOは微生物の活動によって消費され、水温の高い季節は中間以降で1mg/l以下になり、好気性での浄化作用が妨げられるためDOの供給が必要である。
- (3) T-N、T-Pの除去は好気性下では進行するが、嫌気性では底部から、りんが溶出しりん濃度が増大した。また、アンモニウムイオンの増加、硫酸イオンの減少から硫化水素の生成が認められた。

文献

- 1) 名和正博、川浦祐史、不二門義仁：愛知県瀬戸窯業技術センター報告、28、6-11 (1999)
- 2) 寒川強ほか：公害、vol22、No.6、31-38 (1987)

付記

今回の研究にあたり、協力いただいた「蜻蛉の会」の皆さん、環境調査センター東三河支所佐野方昂氏に深く感謝します。