

多孔質セラミックスを担体とした生物膜による水質浄化の研究

名和正博 川浦祐史 星幸二* 不二門義仁

Study of Refining Wastewater by Biological Membrane
Using Porous Ceramic Carriers

Masahiro NAWA, Yushi KAWAURA, Koji HOSI and Yoshihito FUJITO

瀬戸地区では陶磁器製造工程および珪砂製造工程から多量の廃棄物が排出し、その資源化が望まれている。このことから、「多自然型川づくり」のためのセラミックスの利用として、これら廃棄物、未利用資源を使用した多孔質セラミックスを開発し、廃棄物の再生利用と水質浄化を図った。

多孔質セラミックスによる水質浄化はれき間接触酸化法を応用したもので、セラミックスに付着した微生物の作用により水中の有機物を除去する。そこで、多孔質セラミックスの表面積、細孔分布と微生物付着量との関係について検討した。

多孔質セラミックスは重量比でキラ粘土50%、長石廃土50%を混合し、気孔形成材として、おからかすを15%添加した坯土を土練機で押し出し、成形した。微生物としてEM菌を用い人工汚水を使用した付着実験では800℃焼成物が最大で545mg/lであった。

1. 緒言

セラミックスの活用による水辺環境の研究として、「陶磁器系と木質系廃棄物の複合化による水質浄化セラミックス多孔体の開発」¹⁾、「産業廃棄物の複合化による水質浄化セラミックスの開発と評価試験」²⁾ではいずれも瀬戸地域の陶磁器製造工場から排出する陶磁器廃棄物、粘土・珪砂鉍山の表層に産出する低級粘土、粘土精製時に副生する垂炭屑、更に一般廃棄物のガラス屑を適宜、再利用して種々の形状のセラミックス多孔体を製造した。平成9年度は未利用資源である、よわ土、キラに木炭屑を混合した炭素系セラミックス多孔体を開発し、この多孔体による水質浄化実験を行い、良好な結果を得た³⁾。平成10年度はよわ土、長石廃土を使用して、従来の多孔体より大型のハニカム状多孔体を作成した。また、上記の坯土にゴミ焼却場から排出される溶融スラグを混合し、気孔形成材として、木屑、発泡高分子ビーズを添加したセラミックブロックを試作し、接触酸化装置でバッチ式による水質浄化実験を行った⁴⁾。今年度は、窯業廃棄物としてキラ粘土と長石廃土を、気孔形成材としておからかすを用いて多孔質セラミックスの比表面積等と水質浄化能に影響を及ぼす微生物付着量の関係について検討した。

2. 実験方法

2.1 使用原料

主要な使用原料の化学分析値と耐火度を表1に示す。

長石廃土は小原、阿妻地区で産出する風化花崗岩をタイル、ガラス用に長石資源として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。

キラ粘土は珪砂精製時に排出される粘土で微砂を含んでおり、一部はタイル原料として使用されている。

2.2 微生物付着試験

試料として重量比でキラ粘土50%、長石廃土50%を混合した坯土と気孔形成材としておからかすを15%添加した坯土を土練機で押し出し、遊星歯車状の多孔質セラミックスを成形したのち、800℃～1000℃の温度で、1時間保持した。

付着実験は調製した多孔質セラミックスを100mlの試験管に分取し、これに市販のEM菌を接種し、試験管を30℃に保持した恒温槽に入れ、人工汚水をタイマーとポンプを用いて供給した。人工汚水は、グルコース、ポリペプトン、コーンステーパーリカー、NH₄Cl、KH₂PO₄、Na₂HPO₄・2H₂O、MgSO₄・7H₂Oを混合し、水道水を加えて調製した⁵⁾。微生物の付着量は細胞をNaOH溶液に溶かし、蛍光分光光

表1 使用原料の化学組成と耐火度

(単位: 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
キラ粘土	56.9	28.4	2.29	0.82	0.15	tr	0.04	2.54	8.89	SK32
長石廃土	69.9	16.2	2.10	0.28	1.03	tr	2.45	5.42	2.59	SK11

表2 多孔質セラミックスの物性

	気孔形成材なし			おからかす 15%添加		
	800	900	1000	800	900	1000
焼成温度(°C)	800	900	1000	800	900	1000
気孔率(%)	31.9	31.7	25.1	51.2	50.8	46.1
吸水率(%)	17.5	16.8	11.6	34.6	33.4	26.7
かさ比重	1.77	1.73	1.95	1.27	1.26	1.44
焼成収縮率(%)	4.2	5.0	7.5	4.3	5.0	7.5
曲げ強さ(N/cm ²)	3050	5410	5460	790	1070	1580

度計でDNA結合を調べることにより評価した。細孔分布はポロシメーターを用いて、水銀圧入法で測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 多孔質セラミックスの物性

セラミックスによる水の浄化は、表面に形成した生物膜上の微生物(バクテリア、原生動物、後生動物等)及び硝化細菌による硝化を利用して有機物除去を行う方法である。有機物処理をする生物膜はセラミックスの種類、比表面積、細孔分布等により微生物付着量が増加する。表2に多孔質セラミックスの物性を示す。おからかすを重量比で15%添加した試料は、容量比で較べると添加量は多く、おからかすは約600°Cで燃焼し、気孔を残すため、無添加の試料と較べ、気孔率、吸水率ともかなり大きくなっている。ただし、曲げ強さは相対的に低くなった。

3.2 微生物付着試験

多孔質セラミックスを微生物付着担体として人工汚水で処理した場合の菌体の付着量を図1に示す。菌体の付着量はおからかすを15%添加した試料の800°C焼成物が最大で545mg/lであった。気孔形成材のない試料の800°C焼成では、図2に示すように粘土の微細構造に起因する微少な細孔のピークと成形体の収縮と脱水により生成されるピークがあり、2峰性であり、モード径も共に1μm以下である。

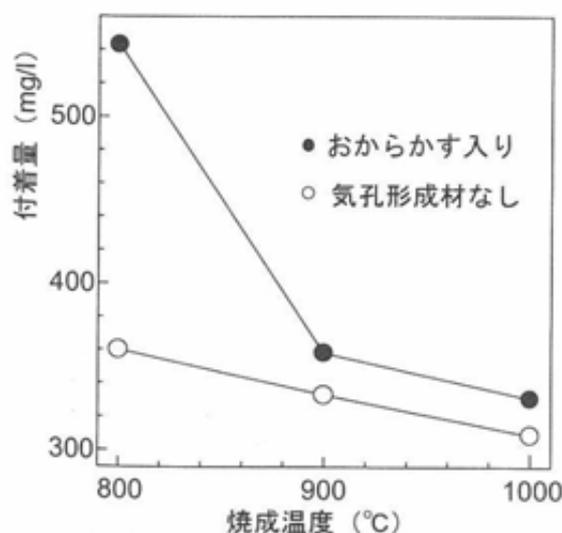


図1 DNA付着量の変化

表3 細孔体積と細孔表面積

	気孔形成材なし			おからかす15%添加		
	800	900	1000	800	900	1000
焼成温度(°C)	800	900	1000	800	900	1000
細孔体積(cm ³ /g)	0.17	0.18	0.12	0.37	0.39	0.29
細孔表面積(m ² /g)	14.0	8.09	1.98	15.8	8.77	3.80

この試料の細孔表面積が大きいのは粘土の微細構造による。焼成温度が高くなるにつれて焼結し始め、1000°C焼成では粘土の微細構造によるピークがほぼ消失し、細孔表面積も15%程度に減少している(図3、図4)。

おからかすを15%添加した試料では、図5~図7によると無添加の試料と同様に2峰性を示すが、表3で示すように細孔表面積と細孔体積が大きく、また、細孔分布のモード径を比較するとモード径も大きく1~10μmの間にある。使用した菌体は数μmの大きさを持っており、また群落を作ることから、1μm以下の細孔が多い試料より、10μm前後のモード径を持つ試料の方が付着量が多いと考えられる。

4. 結論

(1) 焼成温度800~1000°Cのおからかすを添加した多孔質セラミックスの曲げ強さは791~1578N/cm²で、気孔率は51.2~46.1%であった。河川浄化用として十分な強さを持つ多孔質セラミックスを得ることができた。

(2) 菌体の付着量はおからかすを15%添加した試料の800°C焼成物が最大で545mg/lであった。無添加の試料と比較して、細孔表面積と細孔体積が大きく、また、細孔分布のモード径も大きく1~10μmの間にあり、数μmの大きさを持ち、群落を作る菌体の付着量が多いと考えられる。

文献

- 不二門義仁, 伊藤賢次, 田中正洋, 愛知県瀬戸窯業技術センター報告, 23, 23-27 (1994)
- 不二門義仁, 伊藤賢次, 田中正洋, 愛知県瀬戸窯業技術センター報告, 24, 27-30 (1995)
- 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, 27, 11-14 (1998)
- 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)

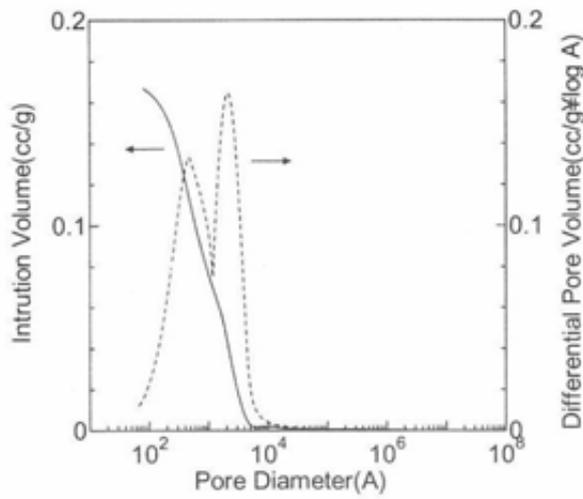


図2 細孔分布 (800°C 気孔形成材なし)

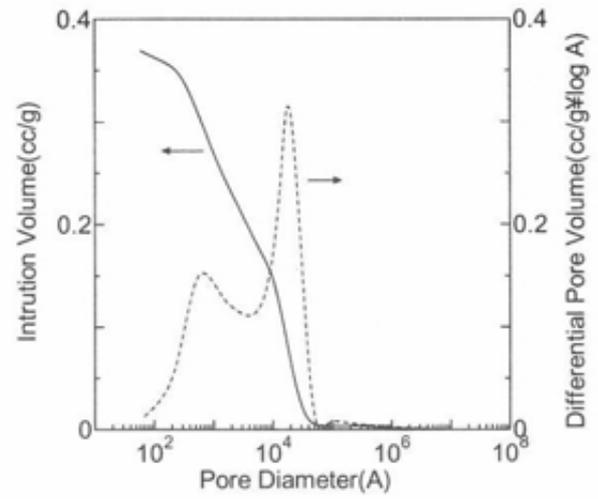


図5 細孔分布 (800°C おからかす15%添加)

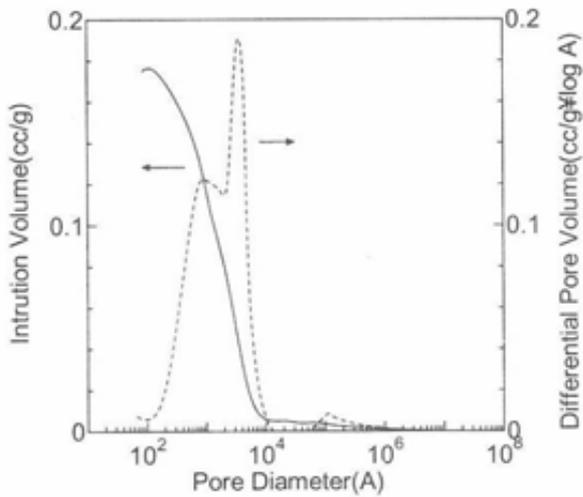


図3 細孔分布 (900°C 気孔形成材なし)

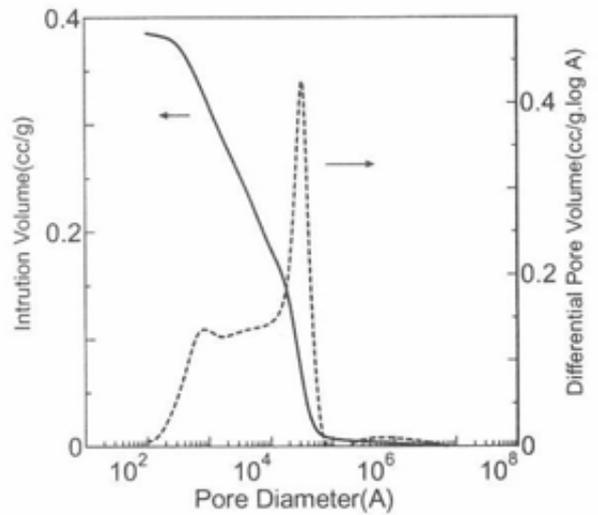


図6 細孔分布 (900°C おからかす15%添加)

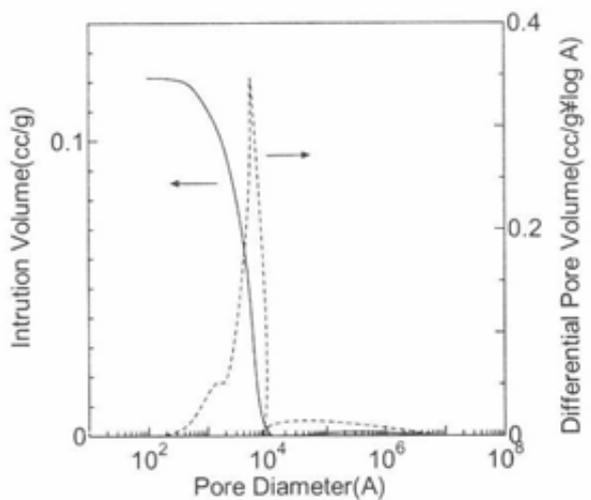


図4 細孔分布 (1000°C 気孔形成材なし)

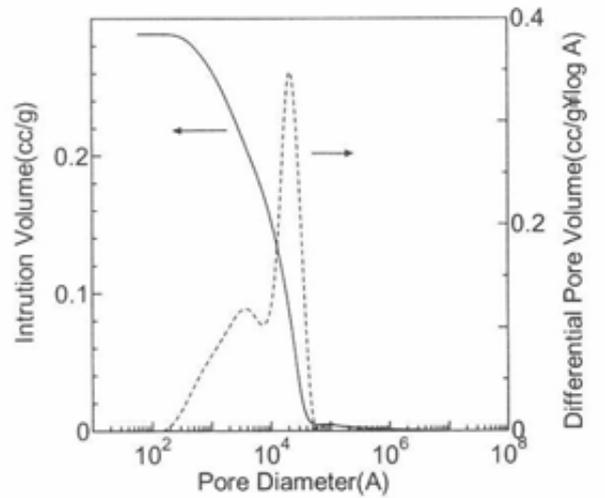


図7 細孔分布 (1000°C おからかす15%添加)

- 5) 横川善之, 鈴木高広, 長江肇, 河本ゆかり, 西澤かおり, 永田夫久江, 烏山素弘, 亀山哲也, 名古屋工業技術研究所報告 第46巻, 第4号, 239-247 (1997)