

## ゼオライト化発泡廃ガラスの吸着特性に関する研究

佐賀大学大学院工学系研究科 学○ 松下睦 H.D. Hung  
 日本建設技術（株） 正 田中健太 松尾保成  
 佐賀大学低平地研究センター 正 荒木宏之 山西博幸

1. はじめに 有色ガラスはリサイクルが困難であるため、その大半が埋立処分されている。そのため、廃ガラスの有効利用法が求められている。廃ガラスから作られた発泡廃ガラスはマイクロオーダーの細孔を有し、河川やいけす水の水質浄化接触材として用いられている<sup>1)</sup>。また、発泡廃ガラスに高い陽イオン交換能・吸着能を持つゼオライトを付加したゼオライト化発泡廃ガラスを用いた水質浄化システムの開発を行っている。本報では、ゼオライト化発泡廃ガラスによる有機物、栄養塩や重金属除去特性を明らかにするために行った回分実験結果を報告する。

## 2. 下水を用いた回分実験

2-1. 実験方法 20℃恒温下において、ビーカーに生水 3L と吸着材 200g を入れ、スターラーにて攪拌した。さらに、酸素供給と攪拌の促進を目的に曝気した。生水は、佐賀市下水道処理場の最初沈殿池流出水である。吸着材にはゼオライト化発泡廃ガラス（粒径：10~20mm、CEC：80 meq/100mg）と発泡廃ガラス（粒径：10~20mm、CEC：1.1 meq/100mg）の他に、活性炭（粒径：幅×長さ×厚さ=5mm×3mm×3mm、CEC：1.1meq/100mg）を用いた。実験開始 0、5、15、30 分、1、2、4、8、16、24 時間後に採水を行い、水質を測定した。測定水質項目は、水温、pH、COD<sub>Mn</sub>、T-N、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、T-P、PO<sub>4</sub>-P である。

2-2. 結果と考察 各態窒素と各態リンの濃度比と経時変化を図-1~3 に示す。ゼオライト化していない発泡廃ガラスに比べて、ゼオライト化発泡廃ガラスは物理吸着能が格段に向上する。これは、基材である発泡廃ガラス内部の微細気孔による物理吸着に加えて、ガラス表面のゼオライトのより微細な気孔による吸着効果（より小さな粒径の吸着も含む）による相乗的物理吸着効果によるものと考えられる。また、図-1 により、ゼオライト化により高い化学（陽イオン交換）吸着能が付加されることにより、アンモニアの高い除去が可能であることが分かる。さらに、有機物の総合的な指標である COD の物理吸着も可能であり、連続処理において形成される付着生物膜による生物学的酸化分解と併せた効率的な浄化が期待できる。

## 3. 重金属溶液を用いた回分実験

3-1. 実験方法 20℃恒温下において、ビーカーに蒸留水 3L と吸

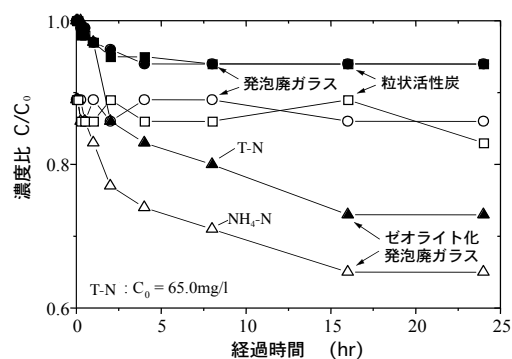


図-1 各態窒素の濃度比と経時変化

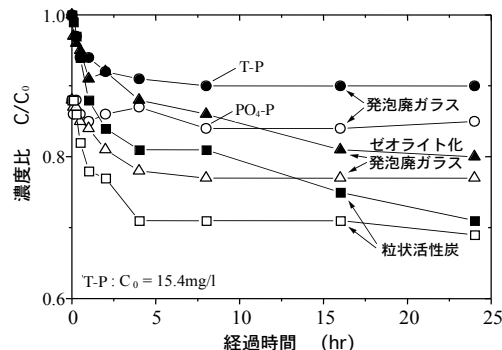
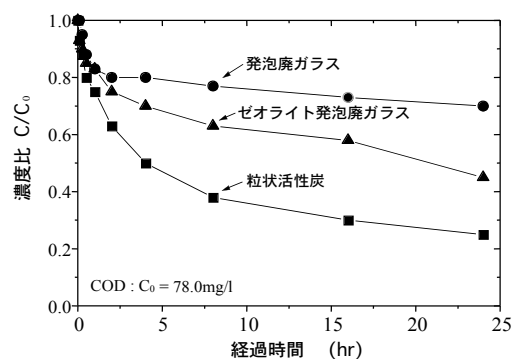


図-2 各態リンの濃度比と経時変化

図-3 COD<sub>Mn</sub>の濃度比と経時変化

キーワード 廃ガラス、発泡廃ガラス、ゼオライト化発泡廃ガラス、水質浄化システム

連絡先 〒840-0046 佐賀県佐賀市本庄1番地 佐賀大学低平地研究センター TEL 0952-28-8189

着材 150g を入れ、スターラーにて攪拌した。吸着材にはゼオライト化発泡廃ガラス（粒径：10~20mm、CEC：80 meq/100mg）と活性炭（粒径：7~9 mm、CEC：0 meq/100mg）を用いて回分実験を行った。対象とする重金属は、カドミウム、鉛、六価クロムを選定した。溶液はカドミウム標準液（ $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ）、鉛標準液（ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ）、酸化クロム（ $\text{CrO}_3$ ）をそれぞれ蒸留水で希釈して初期濃度を 1、3、5、7、10mg/L に設定し、調整した。また、各重金属に対する吸着材の吸着平衡時間を決定するために、実験開始 0、0.5、1、2、4、8、16、24 時間に採水を行い、水質を測定した。

**3-2. 結果と考察** 図-4~6に初期濃度を 10mg/Lとしたカドミウム、鉛、六価クロムの経時変化を示す。すべての重金属において初期濃度の違いによる濃度減少傾向の大きな差異はなかった。

図-4 のカドミウムの経時変化において、実験開始 0.5hr で、ゼオライト化発泡廃ガラスの溶液中の  $\text{Cd}^{2+}$  が約 0.8mg/L に低下しているのに対して、活性炭については約 8.0mg/L 程度と高い。これから、ゼオライト化発泡廃ガラスのほうが活性炭よりも吸着量、吸着速度ともに優れていることが分かる。これは、活性炭が物理的吸着を行うのに対して、ゼオライト化発泡廃ガラスは物理的吸着だけでなく化学的吸着（陽イオン交換機能）を兼ね備えているためである。

図-5 の鉛の経時変化において、ゼオライト化発泡廃ガラスのカドミウムの吸着よりも吸着量・吸着速度ともに劣っている。このことから、同じ価数の陽イオンの重金属の中でも、重金属の種類によって、陽イオン交換能や物理的吸着の効果が異なることが分かる。

図-6 の六価クロムの経時変化において、ゼオライト化発泡廃ガラスの方は、六価クロムを吸着していない。これは、カドミウムや鉛の標準液に用いたものが  $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  の陽イオンの状態であるのに対して、酸化クロム（ $\text{CrO}_3$ ）はクロム酸イオン（ $\text{CrO}_4^{2-}$ ）の陰イオンの状態であったため、ゼオライト化発泡廃ガラスの化学的吸着能の効果を示さなかったと考えられる。

**6. まとめ** これらの回分実験から、表面のゼオライトと発泡廃ガラス内部の微細気孔による相乗効果的物理的吸着が可能であること、ゼオライトの陽イオン交換能によるアンモニア、各種重金属類の高い除去が可能であること、陰イオンや有機物（BOD、COD）の物理的吸着もゼオライト化により顕著に向上したことを確認できた。今後は、SS や BOD だけでなく、栄養塩や微量重金属除去を目的とし、ゼオライト化発泡廃ガラスを用いた水質浄化システムの設計・運転管理条件を検討する予定である。

【参考文献】 1) 相浦聖, 荒木宏之, 山西博幸, 田中健太: 発泡廃ガラス材のいけす浄化濾材としての適用性に関する研究, 平成 14 年度土木学会西武支部研究発表会講演概要集, pp.B436-B437, 2003

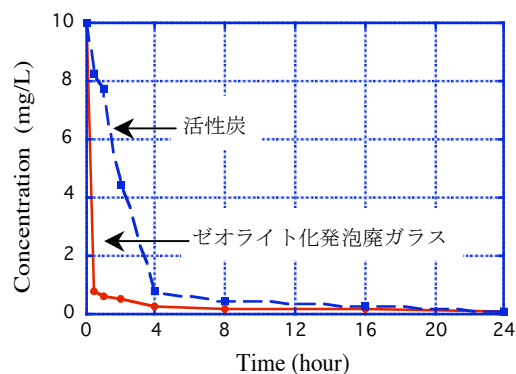


図-4 Cd(10mg/L)の経時変化

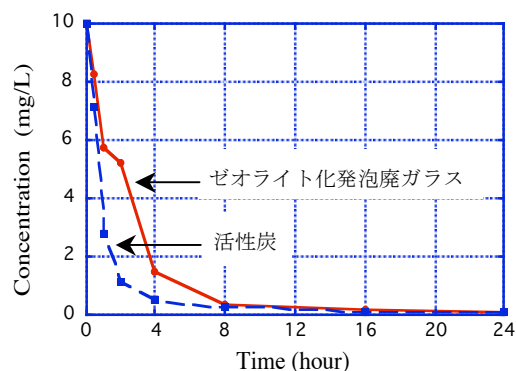


図-5 Pb(10mg/L)の経時変化

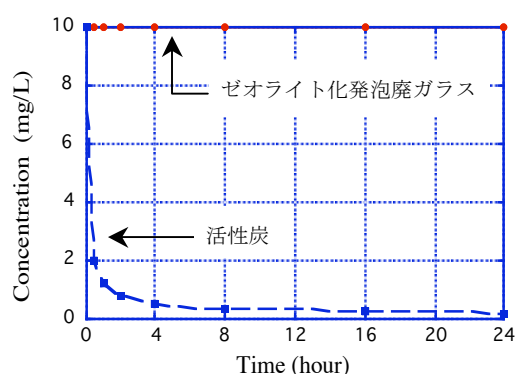


図-6 Cr(10mg/L)の経時変化