

陶磁器作製の際の素焼き片廃材のろ過材としての有効利用について

佐賀大学 学 田村嘉彬
佐賀大学 正 根上武仁

1. はじめに

肥前地区では陶磁器産業が盛んである。陶磁器作製の際には、素焼きの段階での曲がりや割れなどによる素焼き片の廃材や、釉薬のかかりの不具合や発色の不十分さによる陶磁器廃材などが産業廃棄物として発生する。これらのうち一部は分別・回収されて再利用されているが、多くは最終処分されている。

本研究では陶器および磁器を作製する際に生じる素焼き片廃材に着目した。素焼き片廃材は、重金属や有害物質を含まず、比較的にリサイクルしやすい材料であると考えられる。多孔質性であることから、ろ過材としての有効利用について検討した。

2. 試料と試験方法

2.1 試料

本研究では、佐賀県有田町および長崎県波佐見町で陶器および磁器作製の際に生じた素焼き片廃材を使用した。陶器および磁器の素焼き片廃材が混合したもの（以降は試料1と呼ぶ）、磁器作製の際に生じた素焼き片廃材（以降は試料2と呼ぶ）の二種類である。それぞれの土粒子密度は $\rho_s=2.610\text{g/cm}^3$ であり、含水比はほぼ0%であった。これらの試料を破碎した後、4.75mm、2mm、0.85mmフルイによる分級を行い、平均粒径7.1mm、3.4mm、1.4mmの3種類に分類した¹⁾。

2.2 吸着試験

上記2.1で準備した粒径毎に分類した試料について、通水カラムを用いて吸着試験を行った。通水カラムは、右図に示すような高さ約40cm、直径6cmのシリンダーの底面に75 μm のフィルターを敷いたものである。このシリンダー中に粒度調整を行った試料を粒径ごとに充填した。充填する際の密度は、約 0.9g/cm^3 である。通水に用いた検水は、 NH_4Cl 、 NaNO_2 、 KNO_3 、 KH_2PO_4 の4種類である。これらの検水の濃度については、代かき排水や畜産排水の流入した場合などの水質負荷の比較的高いレベルを想定し、 NH_4Cl （アンモニア態窒素）濃度約3mg/L、 NaNO_2 （亜硝酸態窒素）濃度約25mg/L、 KNO_3 （硝酸態窒素）濃度約80mg/L、 KH_2PO_4 （りん酸態りん）濃度約2mg/L程度となるよう各水溶液の濃度調整を行った。イオン濃度の測定方法については、水道水及び蒸留水で流水洗浄して、その後作製した検水のうち500mLをビーカーに採取し、カラム上端から自然流下で掛け流す操作を3回行い、3回目に通水した後の排水水について行った。

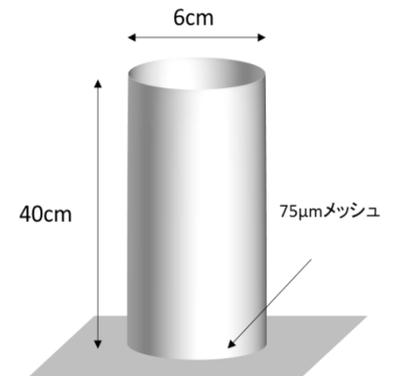


図-1 吸着試験用の通水カラム

とるよう各水溶液の濃度調整を行った。イオン濃度の測定方法については、水道水及び蒸留水で流水洗浄して、その後作製した検水のうち500mLをビーカーに採取し、カラム上端から自然流下で掛け流す操作を3回行い、3回目に通水した後の排水水について行った。

2.3 電子顕微鏡観察

試料1および試料2について、表面形状を確認するため走査型電子顕微鏡による観察を行った。

3. 吸着試験結果と考察

図-2に NH_4Cl （アンモニア態窒素）濃度約3mg/Lを通水した場合の吸着試験結果を示す。図中に示したコントロールは試験開始時の検水を表す（以降の図-3～図-5も同様）。また、縦軸は通水カラム通過後の検水のイオン濃度を計測したものを初期濃度で除した値（残留率）を示している（以

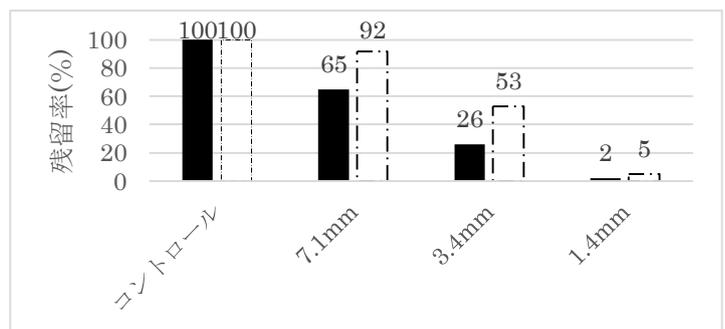


図-2 吸着試験結果 (NH_4Cl)

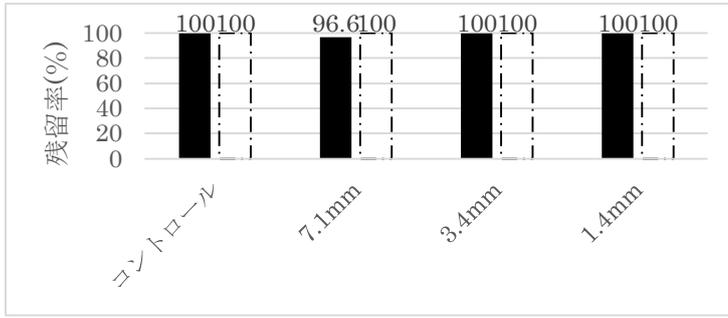


図-3 吸着試験結果 (NaNO₂)

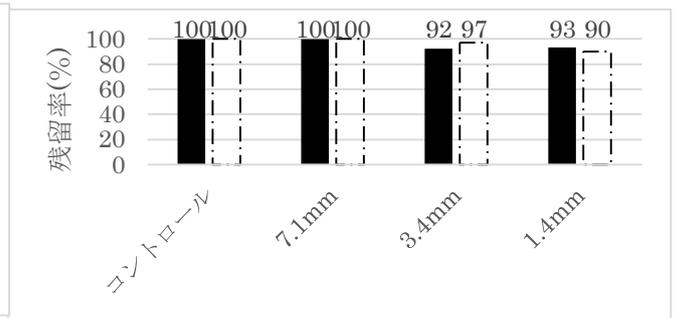


図-4 吸着試験結果 (KNO₃)

降の図-3～図-5も同様)。NH₄Clは、試料1および試料2ともに粒径が小さくなると吸着される割合が高くなるのがわかる。NaNO₂ (亜硝酸態窒素) についての試験結果を図-3に示す。試料1および試料2ともに、NaNO₂ (亜硝酸態窒素) の吸着はほとんど見られなかった。図-4はKNO₃ (硝酸態窒素) の吸着試験結果を示したものである。

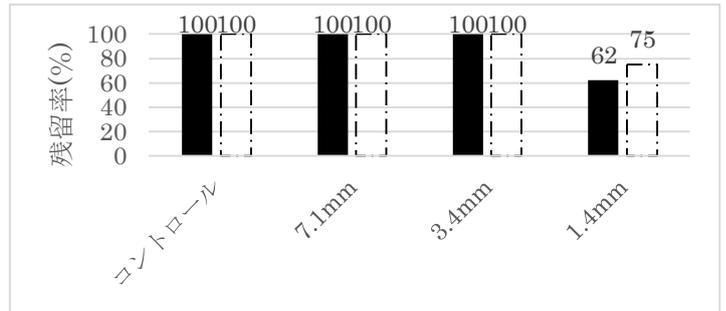


図-5 吸着試験結果 (KH₂PO₄)

試料1および試料2ともに平均粒径7.1mmでは吸着は見られなかった。平均粒径が3.4mm以下になると吸着が見られるが、その量は多くない。図-5はKH₂PO₄ (りん酸態りん) の吸着試験結果である。平均粒径7.1mmおよび3.4mmではまったく吸着が見られず、平均粒径が1.4mmのときに吸着が確認できた。

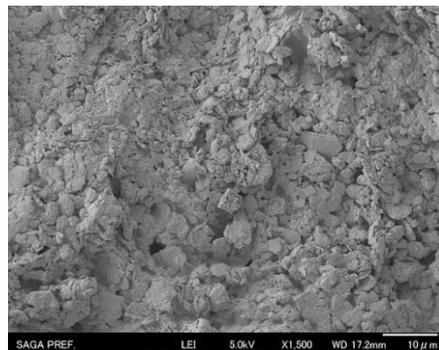


図-6 SEM 観察結果 (試料1)

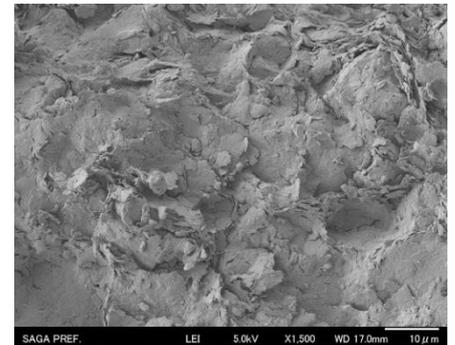


図-7 SEM 観察結果 (試料2)

溶液の種類にもよるが平均粒径

1.4mmの廃素焼き片で充填したものの吸着性能が高かった。試料1および試料2では顕著な違いは見られなかったが、陶磁器廃材の混合物である試料1の吸着性能がわずかに高い結果となった。これより、粒径が小さくなり比表面積が大きくなったため吸着量が増えたものと考えられる。また平均粒径が小さいほど通水速度が小さくなるため、水溶液と粒子表面との接触時間が長くなることも影響しているものと思われる²⁾。

図-6および図-7にSEM観察結果を示す。試料1は、陶器の素焼き片である。粒子がやや細かく、細孔の量が多い様相を示している。図-7は磁器の素焼き片のSEM写真である。陶器に比べると薄片状の粒子が多く、細孔量は少ない様相を示していることがわかる、

5. まとめ

陶器および磁器作製の際に生じる素焼き片の廃材を用いて、NH₄Cl、NaNO₂、KNO₃、KH₂PO₄の吸着試験を行った。磁器よりも陶器の素焼き片のイオン吸着量がやや多い結果となった。NaNO₂の場合を除き、各試料ともに平均粒径1.4mmの場合に吸着量が多いことがわかった。また、特にアンモニア態窒素の吸着量が多いことから、アンモニアの吸着剤として利用できることがわかった。

参考文献

1) 近藤文義、原口智和、郡山益実：クリンカアッシュと炭化物の基礎的性状および水質浄化機能の比較、農業農村工学会論文集, 299, II_113-II_120, 2015.
 2) 津野洋、西村文武、宗宮功：生物ゼオライトを用いたアンモニア性窒素の除去特性に関する研究、土木学会論文集, No533, II-29, pp159-166, 1994.