

宇和島の焼却灰の有効利用Ⅱ

1年4組 赤松 陽介 1年4組 友 康士郎 1年4組 早川 慧梧
1年4組 古谷 瑠那 1年4組 八東 瑠洗 指導者 高橋 寛

1 課題設定の理由

私たちは、課題研究を行うにあたり環境問題にかかわることのできる内容に取り組みたいと考えていた。昨年度先輩たちが、岡山市のゴミ焼却灰からゼオライトが合成できるという論文⁽¹⁾をもとに、宇和島市のゴミ焼却灰でもゼオライト合成が可能ではないかと研究していたが、不適切な前処理により合成に失敗したと結論付けられていた⁽²⁾。私たちは、先輩たちの反省を踏まえ、ゴミ焼却灰からゼオライトを合成できることを明らかにし、地域の廃棄物から有用な物質を合成したいと考え、この課題を設定した。

2 実験・研究方法

(1) 焼却灰の前処理とゼオライトの合成

焼却灰の前処理及びゼオライトの合成は、昨年度先輩方の先行研究を参考に、水洗処理・焼成・塩酸処理・水熱処理の順に行った(図1)。先行研究においては、最終生成物にカルシウムの化合物が多く存在した理由として塩酸処理が不十分だったことが挙げられており、塩酸処理を泡が出なくなるまで十分に行うことに注意した。

水熱処理の条件として、120℃ 24hと60℃ 24hを行った。これは、ゼオライトの種類を分けるためである。

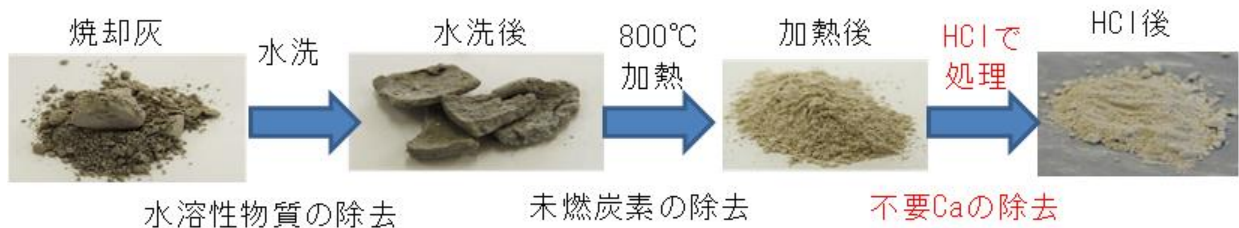


図1 焼却灰の前処理フローチャート

生成物は、岡山大学環境理工学部の無機能材料化学研究室に協力いただき粉末X線回折法で評価した。粉末X線回折法とは、物質の結晶構造を評価するもので、得られた結果をJCPDSカードと呼ばれる膨大な既存データと比較することで物質の同定を行うことが可能な手法である。

(2) 重金属イオンの除去

合成できると推測されるゼオライトは、イオン交換体として知られているため、重金属イオンの除去ができるのではないかと考えた。学校の設備や評価方法の簡便性を考え、銅(Ⅱ)イオンに着目し、紫外線可視分光光度計(島津UVmini-1240)を用いて吸光度法で評価した。吸光度の分析にあたり、1~5 mmol/Lの5種類の濃度で硫酸銅(Ⅱ)水溶液を作り、アンモニア水を1mL加えた後にアンモニア錯体として606 nmの波長における検量線を作成した。銅イオンの除去は、5 mmol/Lの濃度の硫酸銅(Ⅱ)水溶液に試料を0.10 g入れて24 h攪拌した後、同じ手法により吸光度を測定した。また、比較資料として元の焼却灰についても評価した。

3 結果と考察

(1) 生成物の評価

粉末X線回折の結果を図2に示す。(A)で示した元の焼却灰は、塩化ナトリウムや塩化カリウムが多い。焼却場からの情報ではケイ素やアルミニウム、カルシウムも含まれているとのことであるが、非晶質の状態であると考えられる。(B)は120℃、24 h水熱処理を行った条件における生成物である。記号Pで示す部分がゼオライトPである。不純物が含まれているものの、ゼオライトが合成できていることが確認できた。(C)は、60℃、24 h水熱処理を行った条件における生成物である。ゼオライトPよりもイオン交換体としての性能が高いといわれているゼオライ

ト A を合成しようと試みたが合成できず、Ca の化合物が存在していた。私たちが注意深く行った塩酸処理でもまだ不十分である可能性がある。

(2) 銅イオンの除去

図 3 に評価に用いた銅イオンの検量線を示す。濃度 x と吸光度 y の関係は、 $y = 0.04348x$ の関数で示されることが分かった。この検量線を用いてイオンの除去性能を調べた結果が図 4 である。

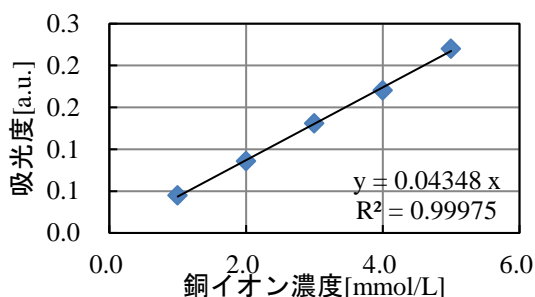


図 3 銅イオンの検量線(波長 606 nm)

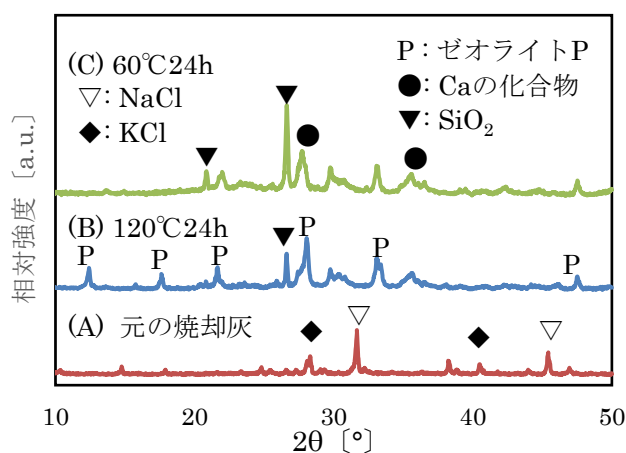


図 2 粉末 X 線回折結果

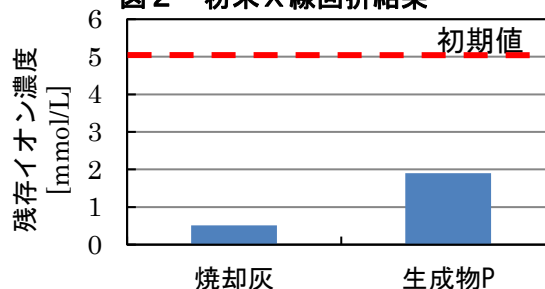


図 4 銅イオンの除去結果

生成物 P は、ゼオライト P が主成分の焼却灰由来生成物である。銅イオンを 6 割程度除去しているのは、ゼオライトが合成できていることが理由と考えられる。しかし、元の焼却灰の銅イオンの除去量は生成物 P を上回る 9 割であった。これは、本校のカキ殻による水質浄化の論文(石山ら、2016)³⁾によればカルシウム成分により銅イオンが除去されるという結果があり、焼却灰中のカルシウムの影響であると考えている。したがって、焼却灰はそのまま銅イオンの除去に使用できると考えられる。私たちが合成したゼオライトは、イオン交換によりイオンを除去していると考えられるため、銅イオン以外の除去にも利用できると考えられるが、その調査は今後の課題である。

4 まとめと今後の課題

- ・宇和島市の焼却灰からゼオライト P を合成することが可能であることを見出した。
- ・宇和島市の焼却灰はそのままでも銅イオンの除去に利用できる。
- ・今回は銅イオンのみの評価しかできなかったため、今後は別のイオンについても評価したい。また、合成したゼオライトについて、触媒性能などの他の利用法について検討したい。

謝辞

今回の研究を進めるにあたり、焼却灰を提供いただきました宇和島市環境センターの方々および、ご助言いただきました岡山大学環境理工学部の特命教授三宅通博様、粉末 X 線回折法による生成物の分析にご協力いただいた同大学無機能材料化学研究室の教授亀島欣一様、准教授西本俊介様、研究室の方々に、この場を借りて心より感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 田村 勇・松田 元秀・三宅 通博「水熱処理によるごみ焼却灰のゼオライト A 及びゼオライト P への転化」*Journal of the Ceramic Society of Japan*, 114[2], 205-209(2006)
- (2) 古和田 丈人・河野 凜太・兵頭 委斗・山下 貴大、「宇和島の焼却灰の有効利用」『愛媛県立宇和島東高等学校平成学校 29 年度 SSH 生徒課題研究論文集』 P85-P88
- (3) 石山 春奈・二宮 紗弥・東野 乃、「カキ殻粉末を用いた水質浄化—赤潮の未然防止に向けて—」『愛媛県立宇和島東高等学校平成 28 年度 SSH 生徒課題研究論文集』 P83-P86