

氏 名 莎茹拉

授与した学位 博士

専攻分野の名称 環境学

学位授与番号 博甲第4588号

学位授与の日付 平成24年 3月23日

学位授与の要件 環境学研究科 資源循環学専攻

(学位規則第5条第1項該当)

学位論文の題目 アルカリ金属置換酸性白土の有害物質除去性能に関する研究

論文審査委員 教授 三宅通博 教授 難波徳郎 准教授 亀島欣一 准教授 紅野安彦

学位論文内容の要旨

本学位論文は、「アルカリ金属置換酸性白土の有害物質除去性能に関する研究」と題し、以下の6章から成る。

第1章 序論

本研究の背景、意義、目的について述べた。すなわち、ごみ焼却炉から排出される有害物質除去材料としての酸性白土の利用価値、性能を更に高めることの有用性について述べた。

第2章 ナトリウム置換酸性白土の重金属除去性能

試料には、酸性白土原石(AC(O))、層間に Na^+ を挿入した酸性白土原石(Na-AC(O))及び比較試料として酸性白土の原型であるモンモリロナイト(Na-MMT)を用いた。ACとNa-ACの重金属イオン(Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+})除去反応は、Na-MMTと同様に短時間に進行し、定常状態に達した。除去性能の序列は、 $\text{AC(O)} < \text{Na-AC(O)} < \text{Na-MMT}$ となり、特に、Na-ACは全測定濃度領域にわたって、ACより優れた除去性能を示し、低濃度域ではNa-MMTの性能に近づいた。以上より、AC(O)を室温でNaCl溶液で処理するだけで、より高い重金属除去性能を発現させることに成功した。

第3章 アルカリ金属置換酸性白土の重金属除去性能

実使用を視野に入れて、市販の酸性白土(AC(C))及びアルカリ金属置換酸性白土(M-AC(C); $\text{M} = \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$)の重金属除去性能を検討した。その結果、AC(C)とM-AC(C)の重金属除去反応は、イオン交換反応により進行し、 Ni^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} を選択的に取り込んだ。除去性能の序列は、 $\text{Na-AC} > \text{K-AC} \approx \text{Li-AC} > \text{AC}$ とあり、Na-ACはAC, Li-AC, K-ACより優れた除去性能を示した。AC, Li-AC, Na-AC, K-ACの吸着等温線は、ラングミュア型であり、ラングミュアモデルより期待される最大吸着量は $\text{Pb}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cd}^{2+}$ であった。以上より、Na-AC(C)が最も優れた重金属除去性能を示すことが判明した。

第4章 アルカリ金属置換酸性白土のベンゼン吸着性能

酸性白土がLewis酸点を有すると期待されることより、AC(C), M-AC(C), Na-MMTのベンゼン吸着性能を評価した。その結果、Na-MMTはほとんどベンゼン吸着性能を示さなかったが、AC(C)とM-AC(C)はベンゼン吸着性能を示し、その序列は、 $\text{AC(C)} < \text{Li-AC(C)} < \text{Na-AC(C)} < \text{K-AC(C)}$ となった。以上より、K-AC(C)において、ベンゼンに対する親和性が顕著に向上することが分かった。

第5章 ナトリウム置換酸性白土のアルカリ金属除去性能

重金属除去性能の最も高かったNa-AC(C)のアルカリ金属除去性能を検討した。その結果、Na-AC(C)のアルカリ金属除去反応は、イオン交換反応により進行し、 Li^+ , K^+ , Cs^+ を選択的に取り込んだ。除去性能の序列は、 $\text{Li}^+ \approx \text{K}^+ < \text{Cs}^+$ となり、特に、全測定濃度領域にわたって、 Cs^+ に優れた除去性能を示した。以上より、Na-AC(C)は Cs^+ 除去回収材料としても利用可能であることが分かった。

第6章 総括

本論文を総括した。

論文審査結果の要旨

ごみ焼却炉から排出されるダイオキシン類と重金属微粒子等の除去固定化材料として、活性炭とキレート剤に替わる廉価な材料が望まれている。本論文は、層間イオンによるイオン交換性能とルイス酸点による π 電子吸着性能を有すると期待される酸性白土に着目し、酸性白土およびアルカリ金属置換酸性白土の有害物質（重金属、ベンゼン）除去性能を論じ、代替材料としての可能性を検討している。

酸性白土（AC）及びアルカリ金属置換酸性白土（M-AC; $M = \text{Li}^+, \text{Na}^+, \text{K}^+$ ）の重金属除去性能を検討した。その結果、AC と M-AC の重金属除去反応は、イオン交換反応により進行し、 Ni^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} を選択的に取り込み、特に Na- AC は、全測定濃度領域にわたって、AC, Li- AC, K-AC より優れた除去性能を示すことを見いだしている。また M-AC の吸着等温線は、ラングミュア型であり、ラングミュアモデルより期待される最大吸着量は $\text{Pb}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cd}^{2+}$ であることを示している。

酸性白土がルイス酸点を有すると期待されることより、AC, M-AC, Na-MMT のベンゼン吸着性能を評価した。その結果、Na-MMT はほとんどベンゼン吸着性能を示さなかったが、AC と M-AC はベンゼン吸着性能を示し、その序列は $\text{AC} < \text{Li-AC} < \text{Na-AC} < \text{K-AC}$ となり、K-AC がベンゼンに強い親和性を示すことを明らかにしている。

さらに、Na-AC の 1 価金属イオンに対する除去特性を検討した。その結果、Na-AC のアルカリ金属除去反応は、イオン交換反応により進行し、 Li^+ , K^+ , Cs^+ を選択的に取り込んだ。除去性能の序列は、 $\text{Li}^+ \approx \text{K}^+ < \text{Cs}^+$ となり、特に、全測定濃度領域にわたって、 Cs^+ に優れた除去性能を示すことを見だし、Na-AC は Cs^+ 除去回収材料としても利用可能であることを示している。

以上、論文内容、論文発表会、参考論文を総合的に審査した結果、本論文は博士（環境学）の学位に値するものと認められる。