

博士論文の要旨及び審査結果の要旨	
氏名	KHASHBAATAR Zoltuya
学位	博士 (工学)
学位記番号	新大院博 (工) 第 531 号
学位授与の日付	令和 4 年 9 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名	Development of novel dolomite-based adsorbents with phosphorus and adsorption characteristics of As(III) and Cr(VI) (リンを用いた新規ドロマイト系吸着剤の開発およびヒ素(III)とクロム(VI)の吸着特性)
論文審査委員	主査 准教授・狩野 直樹 副査 教授・児玉 竜也 副査 准教授・多島 秀男 副査 名誉教授・金 熙濬
<p>博士論文の要旨</p> <p>近年、地球規模での環境汚染が懸念されており、その中の一つとして重金属による汚染が挙げられる。重金属汚染は、工場廃液、都市鉱山などに由来する。重金属には、鉄・鉛・銅・クロム・カドミウム・水銀・亜鉛などが挙げられるが、ここでは、モンゴル国においても地下水や皮工場などで問題となっているヒ素 As(III)とクロム Cr(VI)に着目した。重金属は高濃度の時、植物や生物への毒性が高く、環境中での生分解性もない。そこで、水資源の利用や環境保全の観点から、重金属を効率よく迅速に除去や不活性化し、可能な限り元の安全な状態に戻す技術が重要で不可欠と考えられる。本研究では、As(III)と Cr(VI)の除去のため、ドロマイトをベースに、高効率、低コストで環境負荷の小さい新規吸着剤の開発を行った。</p> <p>本論文は、以下の 6 章から成り立つ。</p> <p>第 1 章では、本論文の背景を概観し、既往研究や吸着に関する理論等を述べ、これらをふまえて本研究の意義と目的、社会的重要性について言及した。</p> <p>第 2 章では、リン添加ドロマイトをベースにした新規吸着剤の開発について述べている。天然ドロマイトを粉砕後、ふるいを用いて粒径 75~150μm に分級し、乾燥機 (100$^{\circ}\text{C}$) で 24h 以上乾燥させた後、脱炭酸化を行い、焼成ドロマイトを製造した。この焼成ドロマイトへリン添加を行い、吸引濾過にて固液分離した。製造した吸着剤の粉体特性は、XRD や N₂-BET により評価した。吸着剤は酸化マグネシウム (MgO) Ca₅(PO₄)₃OH (ヒドロキシアパタイト;HAp) から成っていることがわかった。</p> <p>第 3 章では、リン添加ドロマイト吸着剤を用いて、As(III)吸着実験を行った。pH8.7 と pH12 での As の吸着特性を調べた結果、本吸着剤の As(III)吸着量が、骨炭や焼成ドロマイトの As(III)吸着量よりはるかに大きいことがわかった。As 吸着除去能は、骨炭の約 460 倍、焼成ドロマイトの約 150 倍を持つことから As 吸着除去剤として適しており、またドロマイトは安価な鉱物で骨炭よりも低コストであることより、As 吸着剤として利用できる可能性が示された。さらに As の除去メカニズムを構築し、実際の地下水を用いて As の吸着実験を行う予備検討を行った。</p>	

第4章では、鉄 Fe により修飾されたリン添加ドロマイト吸着剤の開発について述べている。修飾吸着剤に及ぼすリン添加割合 (%) の影響を確かめるため Fe(III) に対して異なる量のリン 0.5-4.5% を加えて、焼成ドロマイトを合成した。1.5% の P と 3.5% の Fe(III) で最適な値が得られ、さらに焼成温度の最適条件も検討した。吸着剤の粉体特性は、SEM-EDS, XRD や FT-IR, XPS 等により評価した。

第5章では、鉄 Fe により修飾されたリン添加ドロマイト吸着剤を用いて、Cr(VI) 吸着実験を行った。Cr(VI) の除去率 92.19%、および最大吸着容量として 4.49mg/g が得られた。吸着量は、他の吸着剤と異なり、pH による影響はあまり受けなかった。吸着速度は擬一次反応に適合し、吸着等温線は、Freundlich 吸着等温式によく適合した。熱力学的解析からは、発熱反応であることがわかった。本研究で作製した Fe により修飾されたリン添加ドロマイト吸着剤は、Cr(VI) の有用な吸着剤になることがわかった。

第6章では、この論文で得られた知見の概略と結論、さらに本研究の今後の応用展開について述べた。

審査結果の要旨

審査は、提出された論文草稿に対する書面審査、および令和4年8月5日(金)午後1時から物質生産棟406室にて、約1時間15分(質疑・討論含む)にわたって行われた公開論文発表会での口頭審査の両面から行われた。審査委員会は上記の学位申請論文(以下、論文)について以下の項目を中心にして審査を実施した。

- ・学位申請希望者による論文説明として、研究の意義、背景、目的、実験方法、研究の新規性、結果の解析法、結論と今後への展望
- ・論文内容に対する質疑・応答
- ・専門知識や関連分野の知識

本論文は、新規に創製したリン含有ドロマイト系吸着剤を用いて、ヒ素 As(III) およびクロム Cr(VI) の除去法の提唱を行っている。さらに、実験結果に基づき、新規吸着剤の特性評価や吸着特性、吸着メカニズムに関する考察を行っている。これらの研究内容は、吸着工学における水処理分野に貢献するものであり、環境保全や排水処理に対する今後の応用が期待される内容が含まれているため、工学的に充分意義のある論文となっている。

審査の結果、論旨、実験方法、実験結果の解析法、学術上の知識ともに学位論文として充分であり、また学位申請希望者の学力や語学力も博士の学位にふさわしいと評価した。また本内容の一部は、レフリースシステムの確立された学術雑誌に掲載されており、学術価値が高いとの認識が得られた。

よって、本論文は博士(工学)の博士論文として十分であると認定した。