

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	宋 玉
学位授与の要件	学位規則第 4 条第①・2 項該当		
論 文 題 目			
Efficient Removal of Arsenic and Chromium from Water by Polymer Hydrogel Adsorbents (高分子ゲル吸着剤を使用した水からのヒ素とクロムの効率的除去)			
論文審査担当者			
主 査	助 教	後藤 健彦	
審査委員	教 授	都留 稔了	
審査委員	教 授	定金 正洋	
審査委員	教 授	中井 智司	
〔論文審査の要旨〕			
<p>環境水中の重金属イオンは、人間の健康と生態系に大きな脅威をもたらす。排水中の重金属イオンを除去する技術として、化学沈殿法、イオン交換法、膜分離法などがあるが、吸着法は、操作のシンプルさ、費用対効果、および低コスト、高効率、再生が容易であるという点で優れている。本研究では、ヒ素(As)とクロム(Cr)イオンの効率的な除去のために高分子ゲルに着目した。高分子ゲルを酸化剤、または還元剤で修飾して、吸着質の酸化状態を変化させて全体的な吸着効率を高める方法を検討した。</p> <p>本論文は以下の 4 章で構成されている。</p> <p>第 1 章では、世界の地下水のヒ素、クロムによる汚染状況をふまえ、既存の汚染水浄化法を紹介するとともに、既存の吸着法のコスト面を含めた問題点が整理され、最後に本研究の目的と流れを説明した。</p> <p>第 2 章では、KMnO_4 や $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ などの酸化剤を担持したカチオン性ポリマーゲルを開発し、ヒ素を効果的に除去した。このゲルは、酸化剤が亜ヒ酸(III)をより吸着しやすいヒ酸(V)に変換プロセスを通じて亜ヒ酸(III)とヒ酸(V)の両方を吸着する能力を実証している。MnO_4^- を包埋した D-Mn ゲルと $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ を含有する D-Cr ゲルは、As(III)の最大吸着能力が著しく高く、それぞれ最大 $163 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ および $263 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ で、他の多くの吸着材よりも優れていた。さらに、これらのゲルは、中性および弱酸性の水生環境において、一貫して 85%以上の As(III)除去率を維持していた。従って、D-Mn および D-Cr ゲルは、As(III)の吸着に高い効果を発揮することが示唆された。</p>			

第3章では、Cr(VI)からCr(III)への還元によるCrの効率的な除去のために、ゲルに還元剤のアスコルビン酸を担持する方法を検討している。この方法では、六価クロム、Cr(VI)の除去を対象とし、還元プロセスと吸着プロセスを1つのステップに統合し、イオン交換機構によるCr(VI)の吸着と、L-アスコルビン酸によってCr(VI)から還元されたCr(III)の除去により、表面錯体形成とゲル内部の不溶性水酸化物[Cr(OH)₃]を形成している。吸着時の溶液のpH、初期Cr(VI)濃度、共存する陰イオンの存在、接触時間、および温度の影響を検討し。ゲルが、H⁺によってプロトン化された吸着部位とクロムアニオン種との間の静電相互作用の増強により、pH3~6の範囲内で高い吸着効率を示すことを明らかにした。また、ゲルの吸着能力は、溶液pH3で、100 mg·L⁻¹の初期濃度で90 mg·g⁻¹以上に達し、重度に汚染された廃水から六価クロムを効果的に除去することができることを示した。

第4章では、イオン性ハイドロゲルを用いて、AsイオンとCrイオンの両方を安定な錯体に変換することにより、同時に効率的に吸着する新しい手法を検討した。ゲルの吸着挙動を系統的に解析し、As-Cr二成分吸着系が単独吸着系に比べて高い吸着量を示すことを明らかにした。さらに、ヒ素とクロムの混合水溶液中からの二成分の同時吸着では、正に帯電した錯体が形成されることで、単成分系とは異なる吸着モデルに従い、環境のpHの変化がAs-Cr錯体の安定性に影響を与え、ゲルの吸着能力に影響を与えることを明らかにした。

以上、本研究により、新しく考案した官能基に酸化剤・還元剤を担持した高分子ゲルを吸着剤に用いることで、ヒ素やクロムの様に、pHに応じて価数が変化する多価重金属をゲル中で錯体を形成させることにより既往の吸着剤よりも効率的に吸着できることが明らかになった。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。