

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 DENG YANLING
 学位 博士 (工学)
 学位記番号 新大院博 (工) 第 467 号
 学位授与の日付 平成 29 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 Synthesis of new adsorbents and removal of chromium from aqueous solution
 (新規吸着剤の創製および吸着剤を用いた水溶液中のクロム除去)

論文審査委員 主査 准教授・狩野 直樹
 副査 教授・佐藤 峰夫
 副査 教授・児玉 竜也
 副査 准教授・戸田 健司

博士論文の要旨

近年、世界中で産業の発展などにより大気汚染、廃棄物問題、水質汚濁、土壌汚染などの環境問題が多く発生している。なかでも水質汚濁は、汚染物質が水を介して絶えず循環することにより被害が拡大すると考えられ、多くの重金属元素も水に溶け込み循環している。そのため、毒性を持つ重金属などの汚染物質が高いレベルで水に溶け込むと、地球上での物質循環の上に築き上げられた生態系にも悪影響を及ぼすおそれがある。例えば潰瘍の原因や発ガン性の疑いがあるとされる 6 価クロムは、工業化や農業排水などから環境水に浸入して汚染源となり生活循環により人体へ及ぼす影響が懸念されている。そこで、汚染の拡大を防ぐために環境水中の重金属を効率よく除去し、元の安全な状態に戻す技術が必要とされている。

本研究では、環境にやさしく高効率な吸着剤を用いて、水溶液中からの 6 価クロムの除去を行い、環境浄化や資源回収に役立てることを目指した。特に天然資源を利用して作成した吸着剤について、6 価クロムを効率よく除去回収できる手法を開発し、回収剤としての有用性を検証することを目的とした。本研究では、大別して、(1) 天然の雪樺炭 (竹炭) に硝酸による酸化処理を施し、表面修飾することにより新たに官能基を創製した吸着剤、および (2) バイオマス起源のキトサン (および誘導体であるカルボキシメチルキトサン) に、シリカ源である二酸化シリコンをハイブリッドさせた新規のハイブリッド膜を創製した。上記の材料を用いて、既知量の 6 価クロム含有溶液中からの吸着実験を、pH、振とう時間、温度、金属の初期濃度、吸着剤の物質量や共存イオンの影響等の条件を変化させながら行い、吸着・捕捉に関する最適条件を決定した。その後、得られたデータを Langmuir や Freundlich 等の吸着等温モデル式や速度論モデルに適応し、吸着メカニズムの検討を行った。この結果に基づき、吸着メカニズムに関係する共存不純物の影響、吸着した金属の効果的脱着方法等について検討した。さらに、本研究で用いた材料の特性を評価するため、走査電子顕微鏡 (SEM)、比表面積測定 (N₂-BET) やフーリエ変換赤外スペクトル解析 (FT-IR) を用いて、本研究で作成した吸着剤の表面状態や結晶構造、比表面積の定量も行った。

本論文は、以下の4章から成り立つ。

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。

第2章では、雪樁炭（竹炭）に、濃度の異なる硝酸を用いて酸化処理を施した吸着剤について、まず作成方法やキャラクターゼーションの結果について言及した。その後、これらの吸着剤を用いて行った6価クロムの吸着実験の結果を述べ、(1) 硝酸処理を施した雪樁炭は、未処理の雪樁炭に比べて良好なCr(VI)除去率を示す、(2) 雪樁炭によるCr(VI)吸着は、Langmuir等温線により適応し、吸着速度は擬二次反応に最も適応する、(3) 雪樁炭によるCr(VI)吸着は、共存陰イオン存在下においても有効である等の知見を得ている。

第3章では、キトサン（および誘導体であるカルボキシメチルキトサン）に、シリカ源である二酸化シリコンをハイブリッドさせた新規のハイブリッド膜について、まず合成方法やキャラクターゼーションの結果について言及した。その後、これらの吸着剤を用いて行った6価クロムの吸着実験の結果を述べ、(1) カルボキシメチルキトサン-シリカのハイブリッド膜は、とりわけ高効率のCr(VI)除去率を示す、(2) ハイブリッド膜によるCr(VI)吸着は、再利用実験においても有効性を示した、等の知見を得ている。

第4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、および平成29年8月7日（月）午前10時から約1時間20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、「表面修飾した雪樁炭（竹炭）」や新規に創製した「キトサン誘導体-シリカハイブリッド膜」を用いた6価クロムの除去・回収法の提唱を行っており、環境保全や資源回収に向けてのアプローチがなされている。このように本論文では、環境保全や資源回収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。さらに本内容は、いずれも筆頭著者でレフリーシステムの確立された学術雑誌に3件掲載されており、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。