

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 PANG MEILING
 学位 博士 (工学)
 学位記番号 新大院博(工)第455号
 学位授与の日付 平成28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 environment-friendly adsorbents and adsorption of heavy metals
 (環境にやさしい吸着剤の創製及び重金属等の吸着)

論文審査委員 主査 准教授・狩野 直樹
 副査 教授・今泉 洋
 副査 教授・佐藤 峰夫
 副査 教授・児玉 竜也
 副査 教授・山際 和明

博士論文の要旨

現在、地球上では資源・エネルギーの大量消費に伴う環境問題が深刻化している。環境中における Pb, Cr, Co, Ni のような重金属濃度の存在度の増加は、それらの重金属が非分解性や有毒性であるために、人間の健康や他の生物に深刻な恐れを引き起こす。それゆえに、環境中に排出される前に、有毒金属レベルを減少させること、もしくは汚水からそれらを除去することは重要な課題である。一方で、日本においても、希土類元素 (REEs) 等のレアメタルの安定供給が課題となっているため、廃棄物や海水等からの新たな金属回収法の確立は、資源回収の観点からも重要である。

本研究では、天然資源を利用して作成した環境にやさしい吸着剤について、加工性をさらに向上させることにより、重金属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)活性炭に KMnO_4 による酸化処理を施し表面修飾することにより創製した新規吸着剤、(2)バイオマス起源のキトサンに典型的な無機吸着剤であるゼオライトをハイブリッドさせた新規の有機—無機ハイブリッドナノ材料を創製し、汚染物質の除去回収法の探索および開発を行い、環境浄化・修復、資源回収に役立てることを目指した。今回、Pb, Cr の有害重金属および REEs を対象元素とした。

上記の材料を用いて、既知量の Pb, Cr, REEs 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把握するため、走査電子顕微鏡 (SEM), 比表面積測定 (N_2 -BET) やフーリエ変換赤外スペクトル解析 (FT-IR) を用いてこれらの新規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について言及した。

第2章では、活性炭に KMnO_4 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化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 Pb, Cr, REEs の吸着実験の結果を述べ、(1)過マンガン酸カリウムで修飾した活性炭は、未処理の活性炭に比べて良好な重金属除去率を示す、(2)活性炭による重金属吸着は、Langmuir 等温線にも Freundlich 等温線にも良好に適応し、吸着速度は、擬二次反応に最も適応する、(3)活性炭による 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、キトサンとゼオライトのハイブリッド材料について、まず作成方法やキャラクター化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 Pb, Cr, REEs の吸着実験の結果を述べ、(1)ハイブリッド材料は、元のキトサンやゼオライト単独に比べて、良好な重金属除去率を示す、(2)ハイブリッド材料による重金属吸着は、Langmuir 等温線に良好に適応する、吸着速度は、擬二次反応に最も適応する。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ならび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28年8月5日(金)午後4時30分から約1時間40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「表面処理した活性炭」や「有機-無機(キトサン-ゼオライト)ハイブリッド材料」を用いた重金属の除去・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スシステムの確立された学術雑誌に3件および国際会議議事録に1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。