【221】

氏　名（国籍）	崔（さい）　京勛（きょうくん）（中　国）
学位の種類	博　士（農　学）
学位記番号	博　甲　第　5035　号
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	**廃かん水の効果的な水質改善システムの確立に関する研究**

主　査	筑波大学教授	農学博士	杉　浦　則　夫
副　査	筑波大学教授	博士（農学）	山　口　智　治
副　査	筑波大学教授	博士（農学）	張　　振　亜
副　査	筑波大学准教授	博士（農学）	北　村　　豊

論文の内容の要旨

かん水は地質時代に海水が地下に閉じ込められ，海水類似の高塩分組成を持ち，タンパク質の分解からアンモニアを多く含んでいる。地下から採取したかん水を用い，処理・加工を行いヨウ素を生産する。その過程で塩素を添加するため，かん水の塩素濃度は非常に高くなる。ヨウ素を抽出したその残液が廃かん水である。これまでは，廃かん水は海への放流を行ってきたが海の生態系に非常に大きな影響を与えている。そのため平成 13 年 6 月に水質汚濁防止法が改正され，アンモニア化合物，亜硝酸化合物，硝酸化合物が有害物質に指定された。排水基準としてこの 3 種の総量が 100 mg/L 以下に設定され，平成 14 年から適用された。また，水質汚濁防止法による一律排水基準では総窒素濃度として 120 mg/L 以下の規制があることから，環境への総窒素の放出への対策は必須である。そこで，本研究は廃かん水の高い電気伝導率を有する特性を利用し，前段処理として電気化学的処理法を検討し，後段処理として吸着処理を用い，廃かん水の効果的なシステム確立を試みた。

廃かん水中に含まれている塩素，臭素といったハロゲン化物質を，電気化学的に酸化することで生成される次亜塩素酸，次亜臭素酸といったオキシダントによって，アンモニアを酸化分解する方法を試みた。しかし，電気化学的方法で THM が発生することが確認されたことから，電気化学的処理について，THM の生成が極力，抑えられる条件を見出すことを目的とし，陰極の材料について検討した。従来，陽極は酸化領域として働き，陰極は還元領域として働くが，アンモニアの除去については共存する塩素などの酸化により生じた次亜塩素酸による酸化が主反応となり，陰極については電気伝導性の優れた耐久性のあるステンレスが用いられてきた。しかし，電気化学的処理における実用化を阻む電気料金をはじめとするコストパフォーマンスが最大の課題である。そこで，本研究では，廃かん水中のアンモニアの除去，THM の生成抑制効率を踏まえ陰極材料を検討した。

まず，5 種類の陰極 SUS，Pt，Cu，C，C/Cu 電極を用い，電気化学的処理を行った結果，SUS 電極はアンモニア処理の電流効率が 23.3％と最も低く，THM 生成速度は 5.73 mg/L/h と最も速かった。一方，電流効率が最も高かったのは C/Cu 電極の 36.9％で，THM 生成速度は 2.83 mg/L/h と，SUS 電極の半分以下に制御することができた。アンモニアの除去，全窒素の除去，電流効率などの電極性質について総合的に陰極を評

価したところ，C/Cu 電極が 5 種類の陰極中，廃かん水処理に最も適した陰極であることが判明した。

廃かん水の電気化学的処理でアンモニアを除去すると同時に生成される副生成物質の THM に対し，処理方法の対応が進んでいなかった。そこで，廃かん水中のアンモニア態窒素を電気化学的処理で処理した時に発生する THM の除去を目的とし，吸着処理について検討を行った。これまで水道水中の THM 除去に対して有効性が高いとされ，入手しやすいヤシガラ活性炭を用い，カーボン素材については入手しやすく大きさの自在さと，形成の容易さからカーボンフェルト，廃棄物利用材料として重金属の吸着に利用され，活性炭に類似した性質を持つとされるコーヒー残渣の 2 種類の吸着剤で比較検討した。

吸着処理実験を行った結果，以下の知見が得られた：コーヒー残渣の THM 吸着処理効果はヤシガラ活性炭に劣るが，低濃度の THM 除去では効果がよいことが示唆された；電気化学的処理を行った後の，廃かん水を用い, コーヒー残渣を 20 g 投入し, THM の吸着処理を行った結果, 5 g のヤシガラ活性炭と除去率（93%）が近いことが確認でき，再利用する価値がある資材であることがわかった；廃かん水のアンモニア処理で，電気化学的処理を前段処理とし，吸着処理を後段処理することによって，アンモニア除去と THM の抑制に効果的であることが判明された。

本研究では，廃かん水の電気化学的処理による，アンモニアの効率的除去と副生成物質 THM の抑制反応における，電気化学的処理と吸着処理の組み合わせを試み，電気化学的処理で生成される THM の除去効果を検討し，廃かん水の水質改善システムを確立した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

廃かん水のような高塩分組成を持つ廃水の窒素除去は，未だ十分な処理法が確立されていない。窒素除去に関しては，一般的に生物学的硝化･脱窒処理が行われているが，廃かん水の場合，微生物の生育が遅く，効果的な処理法とは言えなかった。そこで, 注目したのが電気化学的手法である。難分解性物質除去に対し，有効な処理技術法である電気化学的処理について，多くの研究が行われてきた。電気化学的処理は目的により, 電気化学的条件が異なってくる。これまでの電気化学的手法を用いた研究では, 主に陽極による酸化作用，又は陽極で生成された OH ラジカルによる汚濁物質の除去であったが，本研究では，陰極に注目し，陰極の還元性を検討し，電流効率の向上を試みた。廃かん水中のアンモニアを除去すると同時に生成される THM の抑制を電気化学的手法を用い，検討を行った。電気化学的処理を用いた報告があったが，陰極の検討がなく，副生成物質として生成される THM の除去対策もなかった。

本研究では，はじめて廃かん水中のアンモニア除去において，電気化学的処理と吸着処理の組み合わせ処理法を試み，電気化学的処理でアンモニアの効率的な除去条件を確立するとともに，吸着処理で THM 除去の有効性を検討し，最適な除去システムを構築した。

よって，著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。