

戦略的国際共同研究プログラム (SICORP)

日本-中国「都市における環境問題または都市におけるエネルギー問題に関する研究」領域 事後評価結果

1. 共同研究課題名

「下水から高効率エネルギー回収を可能にする膜を用いた革新的下水処理技術の開発」

2. 日本－相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

木村 克輝（北海道大学 教授）

中国側研究代表者

Xia Huang（Professor Tsinghua University）

3. 研究実施概要

大量の有機物が含まれる都市下水からのエネルギー回収の効率化に有効な、嫌気性処理と膜分離を組み合わせた嫌気性膜分離法（MBR）の課題である膜の目詰まり（膜ファウリング）に対して、最新の分離膜を使用し、膜ファウリングの発生状況および微生物懸濁液の詳細な把握に基づき、合理的な膜の洗浄方法と運転条件を確立し、嫌気性 MBR における膜ファウリング問題の解決を図った。日本側が保有する閉塞膜および膜閉塞成分の詳細分析技術と、中国側が保有する微生物懸濁液中の微生物群衆構造解析とを適用し、双方の研究室で嫌気性 MBR を用いた下水の連続処理実験を行った。膜については、日本側がセラミック平膜、中国側が中空糸膜と、それぞれにおいて新規性の高い膜を利用した。本研究は、嫌気性 MBR の都市下水処理への適合性を実証することで、下水処理場を大口のエネルギー消費地点から、地域のエネルギー生産拠点へと転換する道を拓き、持続可能な社会の構築を図ったものである。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の達成状況、得られた研究成果及び共同研究による相乗効果

（論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況を含む）

セラミック平膜を装着した嫌気性 MBR を構築し、粒状担体を槽内で循環させることにより膜ファウリングの抑制を試みた。粒状担体の洗浄効果をより効果的にするためには担体の槽内流動を促進する必要があるが、好気性 MBR で用いられるエアレーションを嫌気性 MBR では用いる事ができないため、嫌気性処理に伴い発生するメタンガスを循環ガスとする事を考案した。さらに、エアレーションで用いられる量よりも少ないメタンガスの量で、低エネルギー消費で循環を行わせるため、膜分離槽内に仕切り板を設置し、機械攪拌で循環流を創出する方法も工夫した。これらに対し、数値流体力学を適用し槽内流動状況の解析により効果的な装置設計・攪拌条件を明らかにした。

以上の結果から、嫌気性 MBR が低濃度・低水温の都市下水処理に十分に適用可

能であることを明らかにし、高度な水処理および下水からのエネルギー回収の同時達成の見通しを得るとともに、好気性 MBR と嫌気性 MBR の比較により、嫌気性 MBR のさらなる性能向上の可能性も見出している。これらの要素技術開発を反映した全体システムの詳細評価や最適化のための工夫まで到達できれば素晴らしいと思われる。

これらの結果は、1 件の共著論文と日本側では 1 件の論文と 1 件の学会発表(中国側では 8 件の論文と 4 件の学会発表)にまとめられ、また研究期間中に 4 回の合同ミーティングを行うなど、着実な成果を挙げた。さらに、この合同ミーティングや、若手研究者のネットワーク構築などにより、双方の技術の向上ならびに研究者の育成に大きな貢献を果たした。なお本技術は、現在検討中の韓国、台湾など東アジア圏の膜処理研究コンソーシアム形成などを通して、広く成果を普及していく事が望まれる。

4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、わが国の科学技術力強化への貢献

嫌気性 MBR における課題について、様々な工夫を凝らし解決していった点は学術的、技術的にも高い価値を有する成果であるが、システム全体の高度化に対して定量的にどれだけの効果を持つかなどプロセス全体についての詳細評価がなされていると、さらに良い成果になったと思われる。また、研究期間中に論文として発表されたものが少なかった事も非常に残念であるが、良い成果は得られているので、今後、積極的に成果を公表することで、さらに多くのインパクトをもたらす事が期待できると思われる。なお、日中双方の研究代表者が参画している国際学会スペシャリストグループ会合の活用による、成果の効果的な共有や意見交換などを通して、特色のある研究内容となったことのみならず、水質の異なる日中の下水を用いる事で、汎用性の高い嫌気性 MBR 技術の開発につながられたことなど、個々の技術としては多くの貴重な貢献を果たしたものと評価できる。

以上